

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра начертательной геометрии, инженерной и  
компьютерной графики

Е. А. Ваншина, В. Л. Хрипко, О. Н. Шевченко

# **СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПАЛЬНЫЕ**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Оренбург  
2018

УДК 004.92(076.5)  
ББК 32.972.13я7  
В 17

Рецензент – кандидат технических наук, доцент М.М. Филяк

**Ваншина, Е. А.**  
В 17 Схемы электрические принципиальные: методические указания /  
Е. А. Ваншина, В.Л. Хрипко, О.Н. Шевченко; Оренбургский гос. ун-т. –  
Оренбург: ОГУ, 2018. – 62 с.

Методические указания предназначены для выполнения практического задания на тему «Схемы электрические принципиальные» по дисциплине «Инженерная и компьютерная графика». Они содержат дидактические материалы, методику, варианты и образец выполнения задания, связанного с выполнением схемы электрической принципиальной раздела «Конструкторская документация. Оформление чертежей. Изображения» дисциплины «Инженерная и компьютерная графика».

Методические указания предназначены для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 Электроника и наноэлектроника очной формы обучения.

УДК 621.396.6(076.5)  
ББК 32.844я7

© Ваншина Е. А.,  
Хрипко В. Л.,  
Шевченко О. Н., 2018  
© ОГУ, 2018

## Содержание

Введение .....	4
1 Цель и содержание задания .....	5
2 Схемы .....	6
2.1 Назначение схем .....	6
2.2 Термины и определения .....	6
2.3 Виды схем .....	8
2.4 Типы схем .....	9
2.5 Общие требования к выполнению схем .....	12
2.6 Графические обозначения .....	17
2.7 Линии взаимосвязи .....	19
2.8 Текстовая информация .....	20
2.9 Перечень элементов .....	21
2.10 Обозначение схем .....	25
2.11 Электрические схемы .....	26
2.11.1 Правила выполнения структурных и функциональных электрических схем .....	26
2.11.2 Правила выполнения электрических принципиальных схем .....	28
2.11.3 Правила выполнения схем соединений .....	32
2.11.4 Правила выполнения схем подключения .....	35
2.11.5 Правила выполнения общих схем .....	37
2.11.6 Правила выполнения схем расположения .....	41
Список использованных источников .....	43
Приложение А ( <i>обязательное</i> ) Варианты практического задания .....	45
Приложение Б ( <i>обязательное</i> ) Образец выполнения практического задания ...	55
Приложение В ( <i>обязательное</i> ) Буквенные и условные графические обозначения элементов электрических схем .....	57

## Введение

В современной радиоэлектронной промышленности широко используются различные электронные устройства. В процессе проектирования радиотехнических изделий, их изготовления и эксплуатации особое место занимают в конструкторской документации электрические схемы.

Схема представляет собой документ, на котором изображены условными изображениями или обозначениями составные части изделия и связи между ними. Они содержат информацию, необходимую при изучении принципа работы определенного устройства, связи между его отдельными элементами, без уточнения особенностей их конструкции и являются рабочими документами при монтаже, наладке, контроле и эксплуатации этого устройства.

Правила, по которым выполняют и оформляют схемы, приведены в стандартах Единой системы конструкторской документации (ЕСКД): ГОСТ 2.701-2008 Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению; ГОСТ 2.702-2011 Правила выполнения электрических схем; ГОСТ 2.708-81 Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники; ГОСТ 2.710-81 Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах; ГОСТ 2.721-74 Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения; ГОСТ 2.759-82 Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлениям подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, 11.03.04 Электроника и наноэлектроника очной формы обучения, и соответствуют программе курса «Инженерная и компьютерная графика» раздела 1 «Конструкторская документация. Оформление чертежей. Изображения».

В методических указаниях изложены в краткой форме основные сведения из стандартов по выполнению и оформлению структурной, принципиальной и функциональной схем с примерами, варианты и образец оформления практического задания.

## 1 Цель и содержание задания

**Цель** задания – это изучение требований стандартов к выполнению схем электрических принципиальных, ее элементов, перечня элементов схем электрических принципиальных, приобретение теоретических знаний в области оформления схем. Практические задания индивидуальны для каждого студента, и их выполняют в соответствии с вариантами, закрепленными за ним преподавателем.

**Содержание** заключается в выполнении схемы электрической принципиальной и перечня элементов к ней.

**Задание.** Задание выполняется в соответствии с вариантом, приведенном на рисунках А.1–А.17 приложения А, на листах формата А4 (297x210 мм). При этом схему и перечень элементов оформляют в виде отдельного конструкторского документа с различной основной надписью. Пример такого варианта выполнения задания приведен на рисунках Б.1 и Б.2 приложения Б. Задание может быть выполнено на листе формата А3 (297x420 мм), на котором размещена схема вместе с перечнем элементов, как показано на рисунке 2.2.

Схема должна отвечать требованиям действующих стандартов и выполняется неавтоматизированным (карандашом) и автоматизированным (с помощью САПР) методами. Линии чертежи должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.303-68, основная надпись – ГОСТ 2.104-2006.

При вычерчивании схемы следует разместить соответствующие УГО элементов. Размеры УГО элементов выбиваются из приложения В. При этом пространственное расположение элементов и длину линий связи между элементами можно изменять. Каждому элементу следует присвоить позиционное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710 и требованиями ГОСТ 2.702. Перечень элементов заполнить в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701 с учетом позиционных обозначений элементов, указанных на схеме, и данных об элементах (тип элемента, ГОСТ или ТУ), расположенных в нижней части листа задания. Заполнить все графы основной надписи.

## 2 Схемы

### 2.1 Назначение схем

Схемы предназначены для уяснения принципиальной связи между отдельными элементами монтируемого устройства, не уточняя его конструкторские особенности при изучении изделий различных отраслей промышленности, а также таких энергетических сооружений, как электрические станции, электрооборудование промышленных предприятий.

### 2.2 Термины и определения

**Схема** – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними (ГОСТ 2.102-2013).

Правила выполнения и оформления схем изложены в стандартах ЕСКД ГОСТ 2.701-2008 Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.

При создании схем применяют термины и определения, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Термины и определения при выполнении схем

Термин	Определение
1	2
Вид схемы	Классификационная группировка схем, которая выделяется по признакам принципа действия, состава изделия и связей между его составными частями
Тип схемы	Классификационная группировка, которая выделяется по признаку их основного назначения

Продолжение таблицы 2.1

1	2
Линия взаимосвязи	Отрезок, который указывает на присутствие связи между функциональными частями изделия
Функциональная часть	Элемент, устройство, функциональная группа
Элемент схемы	Составная часть схемы, выполняющая заданную функцию в изделии (установке), не разделяемая на части с самостоятельным назначением и собственным условным обозначением (например, резистор, контакт реле)
Устройство	Совокупность элементов как единой конструкции. У устройства может не быть в изделии заданного функционального назначения
Функциональная группа	Совокупность элементов, которые выполняют в изделии заданную функцию и не объединены в единую конструкцию
Функциональная цепь	Совокупность элементов, функциональных групп и устройств (или совокупность функциональных частей) с линиями взаимосвязей, которые образуют канал или тракт заданного назначения (например, канал звука, видеоканал)
Установка	Условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который оформляется схема

Схемы подразделяются на виды и типы.

## 2.3 Виды схем

Схемы зависят от видов элементов и связей, которые входят в состав изделия (установки), и классифицируются на виды, представленные в таблице 2.2 следующими кодами.

Таблица 2.2 – Виды и коды видов схем

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

Для изделия, состоящего из элементов различных видов, выполняют несколько схем соответствующих видов одного типа, например схема электрическая принципиальная и схема гидравлическая принципиальная.

На схеме одного вида показывают элементы схем другого вида, которые влияют на работу схемы этого вида, а также элементы и устройства, не входящие в изделие (установку), на которое выполняют схему, но необходимые для того, чтобы уяснить принципы работы изделия (установки).

Условные графические обозначения (УГО) этих элементов и устройств, их линии взаимосвязи вычерчивают на схеме штрихпунктирными линиями, толщина которых равна толщине линий взаимосвязи.



Схему деления изделия на составные части выполняют для того, чтобы определить состав изделия.

## 2.4 Типы схем

Виды схем зависят от основного назначения и классифицируются на типы, которые представлены в таблице 2.3 следующими кодами.

Таблица 2.3 – Типы и коды типов схем

Тип схемы	Код типа схемы
Структурная	1
Функциональная	2
Принципиальная (полная)	3
Соединений (монтажная)	4
Подключения	5
Общая	6
Расположения	7
Объединенная	0

Наименование и код схемы зависят от их вида и типа. Название схемы комбинированной – это сочетание видов схем одного типа, схемы объединенной – это комбинация типов схем одного вида.

Код схемы включает буквенную часть, которая задает вид схемы, и цифровой части, которая определяет тип схемы: например, схема электрическая принципиальная – ЭЗ.

Допустимо создавать совмещенные схемы в случае, когда на схемах одного типа наносят сведения, которые характерны для схемы другого типа,

например на схеме соединений изделия (установки) приводят его внешние подключения.

Типы схем и их определения показаны в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Типы схем и их определения

Тип схемы	Определение
1	2
Схема структурная	Документ, который задает основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи. Ее создают в процессе проектирования изделий (установок) на стадиях, которые предшествовали разработке схем других типов, и используют для того, чтобы в общем ознакомиться с изделием (установкой)
Схема функциональная	Документ, который разъясняет процессы в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом. Ее применяют при изучении принципов работы изделий (установок), при их наладке, контроле и ремонте
Схема принципиальная (полная)	Документ, который задает полный состав элементов и взаимосвязи между ними и дает полное (детальное) представление о том, по каким принципам работает изделие (установка). Ее применяют для того, чтобы изучить принципы работы изделий (установок) при их наладке, контроле и ремонте. На основании такой схемы создают другие конструкторские документы, например схем соединений (монтажных) и чертежей

Продолжение таблицы 2.4

1	2
<p>Схема соединений (монтажная)</p>	<p>Документ, который указывает соединения составных частей изделия (установки) и задает провода, жгуты, кабели или трубопроводы, при помощи которых реализуются эти соединения, а также места присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы). Ее применяют при разработке других конструкторских документов, сначала чертежей, которые показывают, как проложены и какие есть способы крепления проводов, жгутов, кабелей или трубопроводов в изделии (установке), а также для того, чтобы осуществить присоединения и при контроле, эксплуатации и ремонте изделий (установок)</p>
<p>Схема подключения</p>	<p>Документ, который изображает внешние подключения изделия. Ее применяют при создании других конструкторских документов, для осуществления подключений изделий и при их эксплуатации</p>
<p>Схема общая</p>	<p>Документ, который показывает составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации. Ее применяют при ознакомлении с комплексами, при их контроле и эксплуатации</p>
<p>Схема расположения</p>	<p>Документ, задающий относительное расположение составных частей изделия (установки), а, если необходимо, и жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов. Ее используют при разработке других конструкторских документов, при эксплуатации и ремонте изделий (установок)</p>
<p>Схема объединенная</p>	<p>Документ, который содержит элементы различных схем одного вида</p>

Пример структурной схемы приведен на рисунке 2.1.

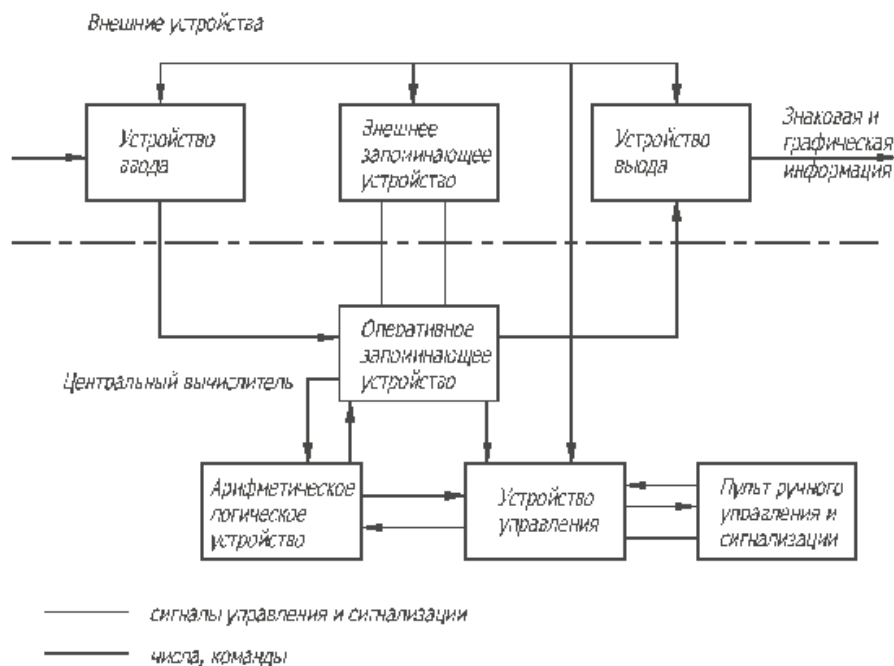


Рисунок 2.1 – Пример структурной схемы цифровой электронной вычислительной машины

## 2.5 Общие требования к выполнению схем

**Комплектность (номенклатура) схем.** Номенклатура схем на изделие зависит от его особенностей. Количество типов схем на изделие (установку) должно быть минимально, но вместе они должны содержать достаточное количество сведений для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия (установки).

**Форматы.** Форматы листов схем подбирают в соответствии с ГОСТ 2.301 и ГОСТ 2.004, но предпочтительны основные форматы.

В случае выбора форматов учитывают: объем и сложность проектируемого изделия (установки); нужную степень детализации данных, что обусловлено назначением схемы; условия хранения и обращения схем; особенности и возможности техники выполнения, репродуцирования и (или)

микрофильмирования схем; возможность обработки схем средствами вычислительной техники.

Важно, чтобы выбранный формат обеспечивал компактность выполнения схемы, сохраняя ее наглядность и удобство пользования ею.

**Построение схемы.** Схемы вычерчивают, не соблюдая масштаб, не учитывая реальное пространственное расположение составных частей изделия (установки) или учитывая его приближенно.

Условные графические обозначения (УГО) элементов, устройств, функциональных групп и соединяющие их линии взаимосвязи помещают на схеме так, чтобы обеспечить лучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Допустимо расположение УГО на схеме в той последовательности, в которой они находятся в изделии, если это не нарушит удобочитаемость схемы.

Если в изделии есть несколько соединенных параллельно одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), допустимо вместо выполнения всех ветвей параллельного соединения изобразить лишь одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления. Их обозначения проставляют около изображенных в одной ветви УГО. В этом случае необходимо учитывать все элементы, устройства и функциональные группы, которые входят в это параллельное соединение, как показано на рисунке 2.2. При этом элементы записывают в перечень элементов в одну строку.

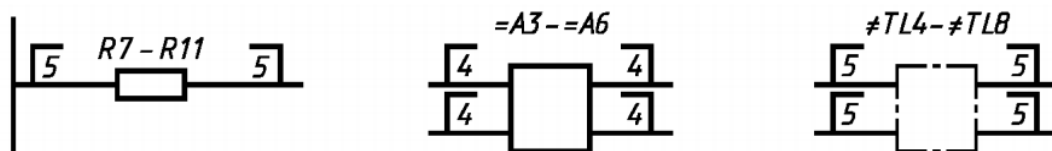


Рисунок 2.2 – Изображение и обозначение нескольких одинаковых элементов, устройств и функциональных групп, входящих в параллельное соединение

При наличии в изделии трех и более соединенных последовательно одинаковых элементов (устройств, функциональных групп) вместо выполнения всех последовательно соединенных элементов (устройств, функциональных групп) вычерчивают первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), при этом связи между ними показывают штриховыми линиями.

В случае присвоения элементам (устройствам, функциональным группам) обозначений учитывают элементы (устройства, функциональные группы), которые не изображены на схеме так, как приведено на рисунке 2.3, указывая над штриховой линией общее количество одинаковых элементов. Элементы вносят при этом в перечень элементов в одну строку.

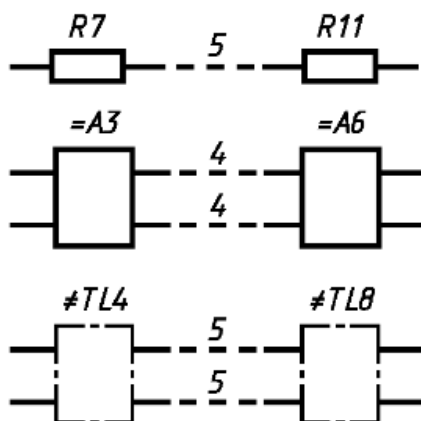


Рисунок 2.3 – Изображение и обозначение трех и более одинаковых элементов, устройств и функциональных групп, входящих в последовательное соединение

Схемы допустимо строить в пределах условного контура, который упрощенно показывает конструкцию изделия. При этом условные контуры вычерчивают линиями, толщина которых равна толщине линий взаимосвязи. Допустимо контур изделия начертить более тонкими линиями.

Если выполнять схемы на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа, то необходимо соблюдать следующие требования:

– для схем, служащих для того, чтобы пояснить принципы работы изделия (функциональная, принципиальная), показывать на каждом листе или на каждой схеме заданную функциональную группу, функциональную цепь (линию, тракт);

– для схем, которые предназначены для определения соединений (схема соединений), вычерчивать на каждом листе или на каждой схеме часть изделия (установки), находящуюся в заданном месте пространства или определенной функциональной цепи.

Схемы, создаваемые в электронном виде, выполняют однолистными и обеспечивают деление данного листа при печати на нужные форматы.

Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями УГО должно быть не менее 1,0 мм, между соседними параллельными линиями взаимосвязи – не менее 3,0 мм, между отдельными УГО – не менее 2,0 мм.

Устройства, которые имеют самостоятельную принципиальную схему, создают на схемах в виде фигуры сплошной линией, толщина которой равна толщине линий взаимосвязи. Допустимо изображать устройства в виде фигуры линией, толщина которой в два раза толще линии взаимосвязи.

Функциональную группу или устройство, которые не имеют самостоятельной принципиальной схемы, вычерчивают на схемах в виде фигуры из контурных штрихпунктирных линий, толщина которых равна толщине линий взаимосвязи. Фигура, которую очерчивает контурная линия, – это прямоугольник. Допустимо изображать части схемы фигурами непрямоугольной формы.

При проектировании изделия, состоящего из нескольких разных устройств, на каждое устройство выполняют самостоятельную принципиальную схему.

На устройства, применяемые в других изделиях (установках) или самостоятельно, выполняют самостоятельные принципиальные схемы.

В случае оформления схемы изделия (установки), состоящего из устройств с самостоятельными принципиальными схемами, каждое устройство

принимают как элемент схемы изделия и изображают его как прямоугольник или УГО, ему дают позиционное обозначение и заносят в перечень элементов одной позицией.

В том случае, когда изделие (установка) состоит из нескольких одинаковых устройств, которые не имеют самостоятельных принципиальных схем, или функциональных групп, на схеме изделия (установки) не повторяют схемы этих устройств или функциональных групп. Тогда устройство или функциональная группа должна быть показана как прямоугольник, а схема такого устройства или функциональной группы расположена внутри одного из прямоугольников (большого размера) или на поле схемы с определенной надписью, например: "Схема блока АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ".

При условии выполнения принципиальной схемы на нескольких листах должны соблюдаться такие требования как:

- при присвоении элементам позиционных обозначений должна быть сквозная нумерация в пределах изделия (установки);
- перечень элементов должен быть общим;
- отдельные элементы можно повторно показывать на других листах схемы с сохранением позиционных обозначений, которые присвоены им на одном из листов схемы.

В том случае, когда разрабатывается на одно изделие несколько самостоятельных принципиальных схем выполняют следующие требования:

- при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдается сквозная нумерация в пределах изделия (установки);
- в каждой схеме необходимо наличие перечня только тех элементов, позиционные обозначения которым присваивались на этой схеме;
- отдельные элементы возможно повторно изобразить на нескольких схемах, если сохранить за ними позиционные обозначения, которые были присвоены им на одной из схем. Тогда на схемах размещают указания такого типа, как: "Элементы, изображенные на схеме и не включенные в перечень



элементов, см. АБВГ.ХХХХХХ.ХХХГЗ" или "Гидроклапаны К1 и К5, см. АБВГ.ХХХХХХ.ХХХГЗ".

## 2.6 Графические обозначения

При оформлении схем используют такие графические обозначения как:

- УГО в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД и построенные на их основе;
- прямоугольники;
- упрощенные внешние очертания, в том числе аксонометрические.

Если есть необходимость, применяют нестандартизированные УГО. В случае использования нестандартизированных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме указывают нужные пояснения.

УГО, для которых существует несколько допустимых (альтернативных) вариантов создания, у которых различны геометрическая форма или степень детализации, используют, в зависимости от вида и типа разрабатываемой схемы и информации, передаваемой на схеме с помощью графических средств. Тогда на всех схемах одного типа, которые входят в комплект документации, используют один выбранный вариант обозначения.

Использование на схемах УГО задают правилами выполнения схем определенного вида и типа.

УГО элементов вычерчивают в размерах в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД на УГО. УГО, соотношения размеров которых указаны в соответствующих стандартах на модульной сетке, показывают на схемах в размерах, задаваемых по вертикали и горизонтали количеством шагов модульной сетки  $M$ , как показано на рисунке 2.4. Шаг модульной сетки для каждой схемы возможен любой, но должен быть один тот же для всех элементов и устройств данной схемы.

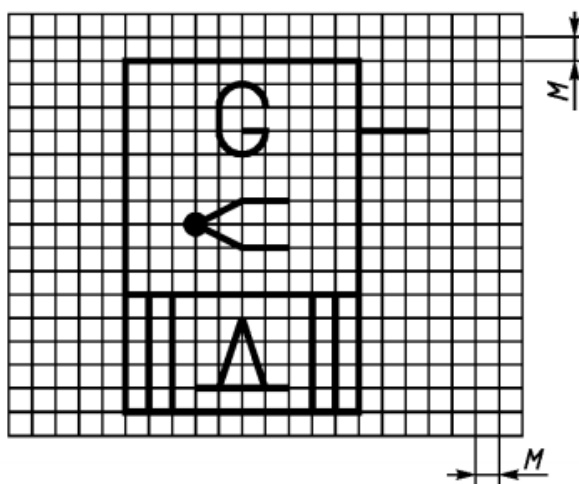


Рисунок 2.4 – Изображение модульной сетки

УГО элементов, размеры которых не заданы стандартами, изображают на схеме в размерах, в которых они есть в соответствующих стандартах на УГО.

Размеры УГО, толщины их линий необходимо выполнять одинаково на всех схемах для данного изделия (установки).

Все размеры УГО возможно пропорционально изменять.

УГО элементов, применяемых как составные части обозначений других элементов (устройств), изображают в уменьшенном масштабе по сравнению с остальными элементами.

УГО на схемах вычерчивают линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи.

УГО элементов выполняют на схеме в положении, в котором они показаны в стандартах, или они могут быть повернуты на угол, кратный  $90^\circ$ , если в стандартах нет определенных указаний. При необходимости УГО поворачивают на угол, кратный  $45^\circ$ , или изображают зеркально повернутыми.

Если при повороте или зеркальном изображении УГО нарушается смысл или удобочитаемость обозначения, то такие обозначения показывают в положении, в котором они есть в стандартах.

УГО, которые состоят из цифровых или буквенно-цифровых обозначений, поворачивают против часовой стрелки только на угол  $90^\circ$  или  $45^\circ$ .

## 2.7 Линии взаимосвязи

Толщину линий взаимосвязи выбирают в пределах от 0,2 до 1,0 мм, что зависит от форматов схемы и размеров УГО. Рекомендуют использовать толщину линий – от 0,3 до 0,4 мм.

Линии взаимосвязи состоят из горизонтальных и вертикальных отрезков с наименьшим количеством изломов и взаимных пересечений. Иногда применяют наклонные отрезки линий взаимосвязи с ограниченной длиной.

Линии взаимосвязи, которые переходят с одного листа или одного документа на другой, обрывают вне пределов изображения схемы без стрелок.

Рядом с обрывом линии взаимосвязи наносят обозначение или наименование, которое присвоили этой линии (например, номер провода), и в круглых скобках номер листа схемы и зоны, если она есть, при создании схемы на нескольких листах, например лист 5 зона А6 (5, А6), или обозначение документа при построении схем самостоятельными документами, на который переходит линия взаимосвязи.

Линии взаимосвязи показывают полностью.

Линии взаимосвязи в пределах одного листа, которые затрудняют чтение схемы, необходимо оборвать. В конце обрывов линий взаимосвязи проставляют стрелки, рядом с которыми показывают места обозначений прерванных линий, например, подключения, и (или) необходимые характеристики цепей, например полярность.

Элементы (устройства, функциональные группы), которые входят в изделие и приведены на схеме, обозначают в соответствии с требованиями стандартов на правила выполнения определенных видов схем.

Обозначения подразделяются на буквенные, буквенно-цифровые и цифровые.

Обозначения элементов (устройств, функциональных групп), имеющих специфику для определенных отраслей техники, устанавливаются стандартами организации.

## 2.8 Текстовая информация

На схемах помещают при необходимости различные технические данные, зависящие от назначения схемы. Эти сведения указывают или около УГО справа или сверху, или на свободном поле схемы. Около УГО элементов и устройств располагают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы – диаграммы, таблицы, текстовые указания.

Текстовые данные наносят на схеме, если они содержат сведения, которые нецелесообразно или нет возможности показать графическим способом или в виде УГО.

Необходимо, чтобы содержание текста было кратким и точным. В надписях на схемах нельзя применять сокращения слов, кроме общепринятых или установленных требованиями стандартов.

Текстовые данные, зависящие от их содержания и предназначения, располагают: около УГО; внутри УГО; над линиями взаимосвязи; в разрыве линий взаимосвязи; рядом с концами линий взаимосвязи; на свободном поле схемы.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, располагают в положении, параллельном горизонтальным участкам соответствующих линий. Если схема плотная, данные располагают вертикально.

На схеме рядом с УГО элементов, которые требуют пояснения при эксплуатации, располагают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения.

Надписи, знаки или УГО для написания на изделие на схеме заносят в кавычки.

Если на изделие наносят надпись в кавычках, то на поле схемы необходимо внести соответствующие указания.

Над основной надписью, при необходимости, помещают технические указания, например минимально допустимые размеры между проводами.

Если схема выполнена на нескольких листах, технические указания, которые являются общими для всей схемы, располагают на свободном поле над основной надписью первого листа схемы, а технические указания, которые относятся к отдельным элементам, помещают или близко к изображению элемента, или на свободном поле того листа, где они необходимы для того, чтобы удобно было прочитать саму схему.

## 2.9 Перечень элементов

Перечень элементов находится на первом листе схемы или создают как самостоятельный документ. Для электронных документов перечень элементов должен быть только самостоятельным документом. Если разрабатывают электронную структуру изделия по ГОСТ 2.053, перечень элементов формируют из нее как отчет с учетом требований настоящего стандарта.

Перечень элементов вычерчивают в виде таблицы, как показано на рисунке 2.5, которую заполняют сверху вниз.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
20	110	10	
185			

Рисунок 2.5 – Перечень элементов схемы

Графы таблицы заполняют следующими данными:

в графе «Поз. обозначение» – позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;

в графе «Наименование» – для элемента (устройства) – наименование в соответствии с документом, на основании которого его применили, и

обозначение этого документа (основной конструкторский документ, межгосударственный стандарт, стандарт Российской Федерации, стандарт организации, технические условия); – для функциональной группы – наименование;

в графе «Примечание» – записывают технические данные элемента (устройства), которые отсутствуют в его наименовании.

В случае создания перечня элементов на первом листе схемы его помещают над основной надписью. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Его продолжение располагают слева от основной надписи с повторением головки таблицы.

Если создают перечень элементов как самостоятельный документ, то его код состоит из буквы «П» и кода схемы, к которой оформлен перечень, например код перечня элементов к гидравлической принципиальной схеме – ПГЗ. Тогда в основной надписи (графа 1) вписывают наименование изделия и наименование документа «Перечень элементов».

Перечень элементов заносят в спецификацию после схемы, к которой он оформлялся.

Перечень элементов, выполненный как самостоятельный документ, создают на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104 (формы 2 и 2а).

Если поля схемы разбивают на зоны, перечень элементов необходимо дополнить графой «Зона», как приведено на рисунке 2.6, указав в ней обозначение зоны, в которой есть данный элемент (устройство).

Зона	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
------	------------------	--------------	------	------------

Dimensions: Total width 185, total height 15. Column widths: 8, 20, 110, 10. Row height: 8 min.

Рисунок 2.6 – Перечень элементов схемы с дополненной графой «Зона»

Иногда сведения об элементах, расположенные на схеме, бывают неполными, если их объем задан межгосударственными стандартами, а также на этапах технического предложения, эскизного и технического проектов.

При необходимости вводят в перечень элементов дополнительные графы, не нарушающие запись и не повторяющие данных в основных графах.

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

В пределах каждой группы с одинаковыми буквенными позиционными обозначениями элементы помещены с учетом возрастания порядковых номеров.

При создании на схеме цифровых обозначений в перечень их вносят в порядке возрастания.

Для того, чтобы облегчить внесение изменений, необходимо оставить несколько пустых строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп – и между элементами.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, которые имеют на схеме последовательные порядковые номера, вносят в перечень в одну строку. Тогда в графу «Поз. обозначение» помещают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: R3, R4, C8 ... C12, а в графу «Кол.» – общее количество таких элементов.

При записи элементов с одинаковым наименованием, которые различаются техническими характеристиками и другими данными и имеют одинаковое буквенное позиционное обозначение, допускают в графе «Наименование» вносить:

- наименование этих элементов в виде общего наименования;
- в общем наименовании – наименование, тип и обозначение документа (межгосударственный стандарт, технические условия или основной конструкторский документ), на основании которого эти элементы использовались, как показано на рисунке 2.7.

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
L1	<i>Катушка индуктивности АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ</i>	1	
	<i>Резисторы</i>		
R1	<i>МЛТ-0,5-300 кОм ± 5 % ГОСТ ...</i>	1	
R2	<i>1СП-1-1-560 Ом ± 20 % - А-ВС- -3-12,5 ГОСТ ...</i>	1	
R3	<i>ПЭВ-10-3 кОм ± 5 % ГОСТ ...</i>	1	
	<i>Резисторы МЛТ ГОСТ ...</i>		
	<i>Резисторы СП ГОСТ ...</i>		
R4	<i>МЛТ-0,5-150 кОм ± 10 %</i>	1	
R5	<i>1СП-1-1-560 Ом ± 10 % -А-ВС-3-12,5</i>	1	
R6	<i>МЛТ -0,5-150 кОм ± 10 %</i>	1	
R7, R8	<i>МЛТ -0,25-100 кОм ± 10 %</i>	2	
R9	<i>1СП-1-1-560 Ом ± 10 % -А-ВС-3-12,5</i>	1	
Ф1	<i>Фильтр АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ</i>	1	
	<i>Гидроклапаны предохранительные ГОСТ ...</i>		
КП1	<i>Клапан 10-100-1К-11</i>	1	
КП2 - КП4	<i>Клапан 10-320-1К-11</i>	3	

Рисунок 2.7 – Пример перечня элементов схемы

При присвоении позиционных обозначений элементам в пределах групп устройств или при внесении в изделие одинаковых функциональных групп в перечень элементов, элементы, которые относятся к устройствам и функциональным группам, заносят отдельно.

Записывать элементы, которые входят в каждое устройство (функциональную группу), необходимо начать с наименования устройства или функциональной группы в графе «Наименование» и подчеркнуть. При применении автоматизированного проектирования наименование устройства (функциональной группы) не подчеркивают.

Ниже наименования устройства (функциональной группы) необходимо оставить одну свободную строку, выше – не менее одной свободной строки.

Если изделия состоит из неодинаковых функциональных групп, то этот способ записи допустим.

Если на схеме изделия есть элементы, которые не входят в устройства (функциональные группы), то заполняя перечень элементов, сначала заносят



эти элементы без заголовка, а затем устройства, которые не имеют самостоятельных принципиальных схем, и функциональные группы с входящими в них элементами.

Если в изделии есть несколько одинаковых устройств или функциональных групп, то в перечне записывают количество элементов, которые входят в одно устройство (функциональную группу).

Общее количество одинаковых устройств (функциональных групп) обозначают в графе «Кол.» на одной строке с заголовком.

Если в изделии есть элементы, которые не являются самостоятельными конструкциями, то при записи их в перечень графу «Наименование» не заполняют, а в графе «Примечание» вносят поясняющую надпись или ссылку на нее на поле схемы, как приведено на рисунке 2.8.

<i>Поз. обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
<i>С5</i>		<i>1</i>	<i>Емкость монтажа</i>
<i>ДР1</i>		<i>1</i>	<i>См. раздел 5</i>

Рисунок 2.8 – Перечень элементов схемы с заполнением графы "Примечание"

## 2.10 Обозначение схем

Схеме присваивают обозначение изделия, для которого она разработана, за обозначением следует шифр схемы. Наименование схемы записывают в основной надписи после названия изделия.

## 2.11 Электрические схемы

Правила выполнения электрических схем заданы требованиями ГОСТ 2.702-2011, виды и типы схем и общие требования к их выполнению – ГОСТ 2.701-2008. Примеры создания схем показаны на рисунках 2.9-2.16.

### 2.11.1 Правила выполнения структурных и функциональных электрических схем

На структурной электрической схеме функциональные части показывают как прямоугольники или УГО. При вычерчивании функциональной части как прямоугольника ее наименование, обозначение и тип вписывают внутрь него. Допустимо присвоить каждой функциональной части порядковый номер. В таблице над основной надписью наносят наименование и шифр чертежа (и ГОСТ, технические условия или характеристики). На линиях взаимосвязи рекомендуют стрелками показывать направление хода процессов, которые происходят в изделии (рисунки 2.9 и 2.10).

Электрическая функциональная схема показывает функциональные части изделия (как и структурная), и составляют ее таким образом, чтобы по ней прослеживались процессы, которые протекают в отдельных цепях и в изделии в целом. Иногда на схеме приводят поясняющие надписи. Содержание таблицы то же, что и на структурной схеме, но не указывают чертежи, что показано на рисунке 2.10.

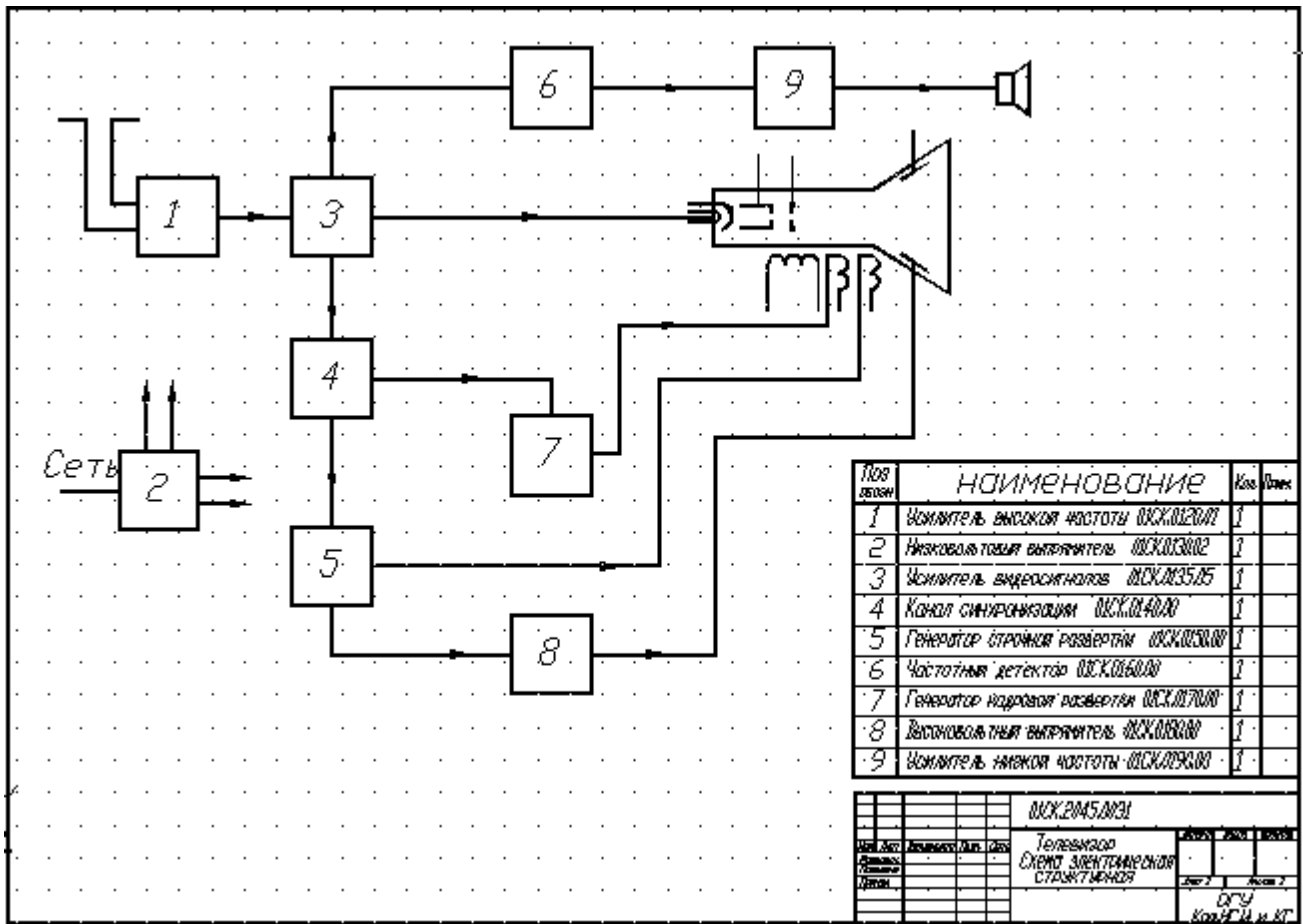


Рисунок 2.9 – Пример схемы структурной

Поз обозн	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол	Прим
1	Усилитель высокой частоты	1	
2	Низковольтный выпрямитель	1	
3	Усилитель видеосигналов	1	
4	Канал синхронизации	1	
5	Генератор строочной развертки	1	
6	Частотный детектор	1	
7	Генератор кадровой развертки	1	
8	Высоковольтный выпрямитель	1	
9	Усилитель низкой частоты	1	

ИСК.2045.0032			
Изм	Лист	№ документа	Изд.
Разработ.			Дата
Проверил			
Помощь			
Телевизор Схема электрическая Функциональная			
Лист 1		Листов 1	
ОГУ Кав.НГ.И и КГ			

Рисунок 2.10 – Пример перечня элементов схемы

## 2.11.2 Правила выполнения электрических принципиальных схем

На принципиальной электрической схеме показывают все электрические элементы или устройства, которые нужны для проведения и контроля в изделии определенных электрических процессов, все электрические связи между ними, электрические элементы (разъемы, зажимы), которыми заканчиваются входные и выходные цепи. Схемы создают для изделий, которые находятся в отключенном положении. На рисунке 2.11 приведен пример электрической принципиальной схемы логического элемента ЭВМ.

Элементы на схеме вычерчивают как УГО, установленных требованиями стандартов ЕСКД. Элементы и устройства показывают на принципиальных схемах совмещенным или разнесенным способом. При совмещенном способе составные части элементов наносят на схеме совместно, близко друг к другу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств показывают в разных местах на схеме так, чтобы отдельные цепи изделия изображались более наглядно.

Схемы создают в однолинейном или многолинейном изображении. При многолинейном изображении (рисунок 2.12, а) каждую цепь вычерчивают отдельной линией, а элементы, которые содержатся в указанных цепях, – отдельными УГО. При однолинейном изображении (рисунок 2.12, б) все цепи, которые осуществляют идентичные функции, показывают одной линией, а одинаковые элементы, содержащиеся в цепях, – одним УГО. Каждый элемент, который входит в изделие и изображается на схеме, обозначают в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ 2.710-81.

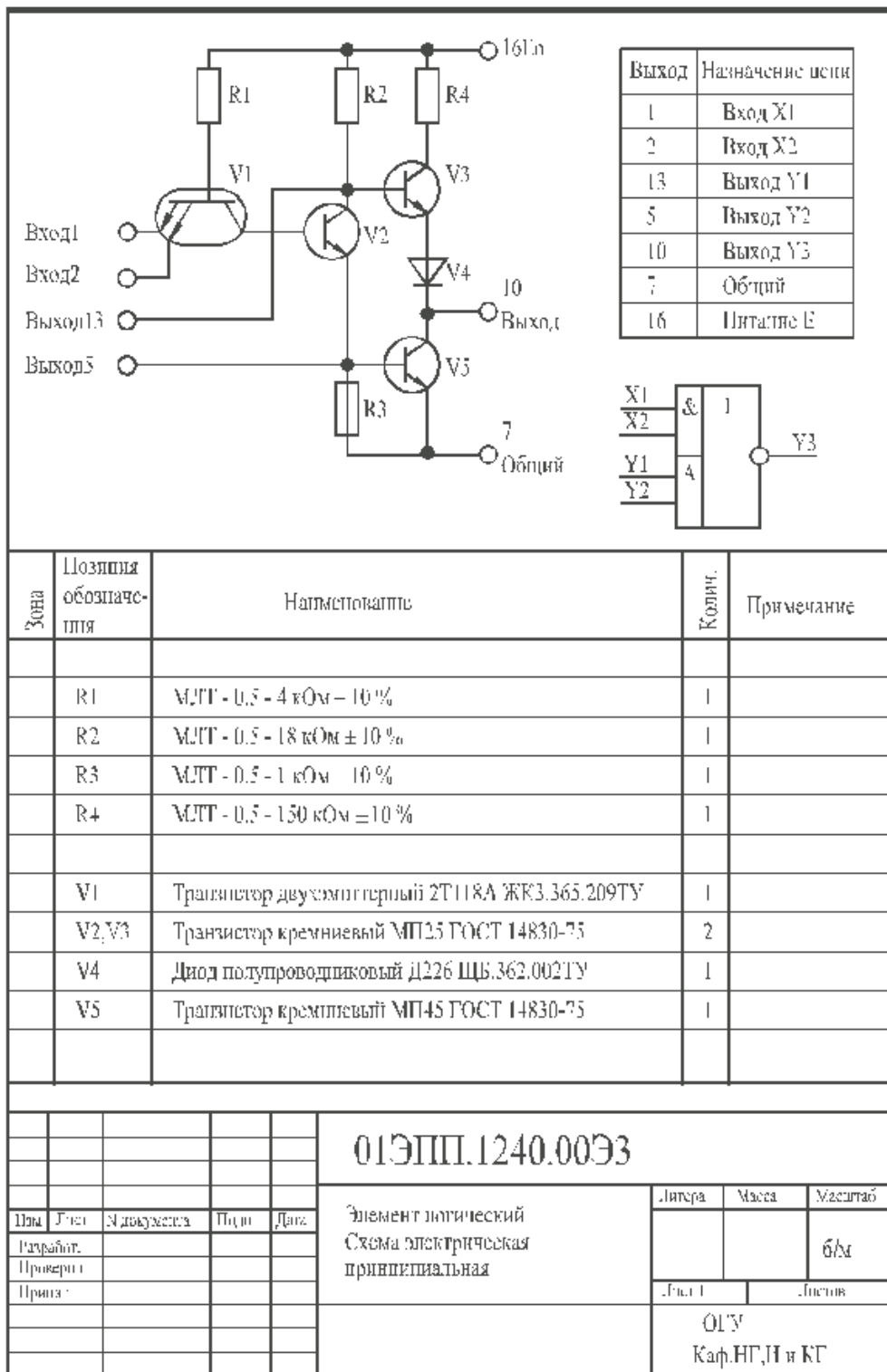
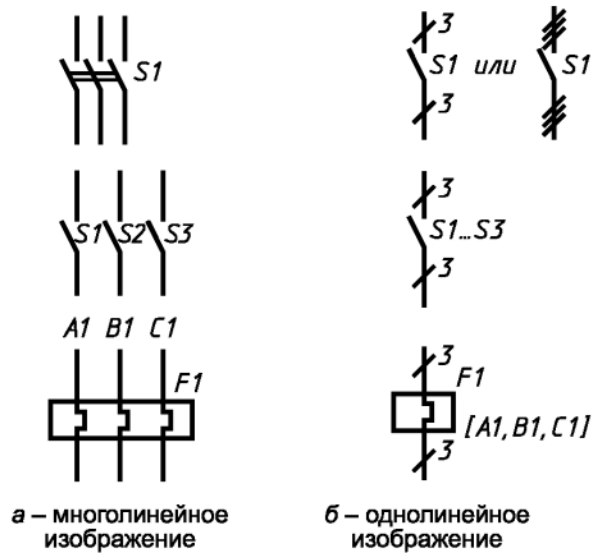


Рисунок 2.11 – Пример электрической принципиальной схемы логического элемента ЭВМ



а) многолинейное изображение; б) однолинейное изображение

Рисунок 2.12 – Примеры однолинейного или многолинейного изображения схем

Позиционными обозначениями, которые состоят из буквенного кода элемента и порядкового номера, обозначают элементы в пределах изделия. Порядковые номера элементам начинают присваивать с единицы, в пределах группы элементов, к которым на схеме одинаковое буквенное позиционное обозначение, например: R1, R2, R3. Порядковые номера наносят согласованно с последовательностью элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Буквы и цифры вычерчивают чертежным шрифтом одного номера. Позиционные обозначения ставят сверху или справа от УГО. Данные об элементах заносят в перечень элементов. В этом случае связь перечня с УГО происходит через позиционные обозначения. Перечень элементов располагают на первом листе схемы, как отмечено на рисунке 2.11, или создают как последующие листы, как указано на рисунке 2.13. Перечень элементов выполняют таблицей, которую заполняют сверху вниз. Если он расположен на первом листе схемы, то должен быть над основной надписью. Элементы в перечень заносят по группам в алфавитном порядке позиционных обозначений. В пределах каждой группы элементы должны быть расположены в порядке

возрастания номеров. Расстояние между основной надписью и нижним краем перечня должно быть не менее 12 мм. Если нет места, чтобы продлить графы перечня элементов над основной надписью, его продолжение располагают слева от нее.

При кодировании выводов элемента в его конструкции, эту маркировку необходимо повторить на схеме.

При выполнении принципиальных схем изделий, которые состоят из устройств с самостоятельными принципиальными схемами, каждое такое устройство необходимо рассматривать как элемент схемы изделия, дают ему позиционное обозначение и заносят в перечень элементов одной позицией. Тогда на схеме изделия устройство с самостоятельной схемой показывают как прямоугольник или УГО. Внутри прямоугольника располагают таблицы с данными входных и выходных цепей, а в схемах, если много связей, – и адреса внешних подключений. Таблицы внутри прямоугольника выполняют вместо УГО входных (выходных) элементов: разъемов, плат. Каждой таблице задают позиционное обозначение элемента, вместо УГО которого она расположена.

При оформлении принципиальной схемы на нескольких листах, располагая на каждом листе одну или несколько функциональных цепей, необходимо соблюдать следующие условия: а) при присвоении элементам позиционных обозначений должна быть сквозная нумерация в пределах изделия; б) перечень элементов должен быть общим.

В случае разработки на одно изделие нескольких самостоятельных принципиальных схем, при этом располагая на каждой схеме одну или несколько функциональных цепей, необходимо соблюдать такие требования как: а) выполнение сквозной нумерации элементов в пределах изделия; б) в каждой схеме должен присутствовать перечень только тех элементов, у которых есть позиционные обозначения на этой схеме.

185									
8		20		110		10			
IK	Зона	Позиция обозначения	Наименование			Кол-во	Примечание		
8			Резисторы ...ТУ						
		R1	МЛТ - 0.5 - 4 кОм ± 10 %			1			
		R2	МЛТ - 0.5 - 18 кОм ± 10 %			1			
		R3	МЛТ - 0.5 - 1 кОм ± 10 %			1			
		R4	МЛТ - 0.5 - 150 кОм ± 10 %			1			
		V1	Транзистор двухэмиттерный 2Г118А ЖКЗ.365.209ТУ			1			
		V2,V3	Транзистор кремниевый М125 ГОСТ 14830-75			2			
		V4	Диод полупроводниковый Д226 ЩБ.362.002ТУ			1			
		V5	Транзистор кремниевый М145 ГОСТ 14830-75			1			
01ЭПП.1240.00ЭЗ									
Изм	Лист	В документе	Подп.	Дата					
Разработ.					Элемент логический Схема электрическая принципиальная				
Известно				Листов				Лист 1	Листов 1
Принят				ОГУ Каф.ПГ,И и КТ					

Рисунок 2.13 – Размеры перечня элементов схемы

### 2.11.3 Правила выполнения схем соединений

На схеме соединений выполняют все устройства и элементы, которые входят в состав изделия, их входные и выходные элементы (разъемы, платы, зажимы), а также соединения между этими устройствами и элементами, как показано на рисунке 2.14.

Устройства и элементы на схеме показывают как:

– устройства – это прямоугольник или внешние очертания;



– элементы – это УГО, прямоугольники или внешние очертания.

Входные и выходные элементы показывают как УГО.

Графические обозначения устройств и элементов на схеме располагают таким образом, чтобы примерно соответствовало действительному нахождению элементов и устройств в самом изделии. Входные и выходные элементы и выводы показывают внутри графических обозначений и устройств или элементов примерно так, как и их действительное размещение в устройстве и элементе.

На схеме рядом с графическими обозначениями устройств и элементов наносят позиционные обозначения, которые присвоены им на принципиальной схеме.

На схеме рядом с УГО элементов, которые требуют пояснения при эксплуатации, например, переключатели, располагают необходимые надписи, знаки или графические обозначения. Надписи, знаки или графические обозначения, которые служат для выполнения на изделие, на схеме помещают в кавычки.

На схеме обозначают выводы (контакты) элементов (устройств), которые нанесены на изделие или установлены в их документации.

Если нет принципиальной схемы изделия, на схеме соединений дают позиционные обозначения устройствам и элементам, которые не вошли в принципиальные схемы составных частей изделия, и заносят их в перечень элементов.

Провода, группы проводов, жгуты, кабели вычерчивают на схеме отдельными линиями, толщина которых в пределах от 0,4 до 1 мм. Для того, чтобы упростить выполнение схемы допустимо сливать отдельные провода, которые идут на схеме в одном направлении, в общую линию. При подходе к контактам каждый провод показывают отдельной линией.

Вводные элементы, через которые проходят провода (группы проводов, жгуты, кабели), выполняют в виде УГО, установленных требованиями

стандартов ЕСКД. На схеме наносят обозначения вводных элементов, которые есть на изделии.

Проводам, жгутам, кабелям, жилам кабелей задают порядковые номера в пределах изделия. Нумерация проводов, жгутов и кабелей осуществляется отдельно, жилы кабелей нумеруются в пределах кабеля. Если на принципиальной схеме у электрических цепей есть обозначения, то всем проводам и жилам кабелей задают те же обозначения. Номера проводов и жил кабелей на схемах ставят рядом с обоими концами изображений. Номера кабелей устанавливают в окружностях, которые смещены в разрывах изображений кабелей около мест разветвления жил. Номера жгутов наносят на полках линий-выносок рядом с местами разветвления проводов. Номера групп проводов располагают рядом с линиями-выносками.

На схеме соединений показывают:

- для проводов – марку, сечение и, если необходимо, расцветку;
- для кабелей – марку, количество и сечение жил и, если необходимо, количество занятых жил. Количество занятых жил обозначают в прямоугольнике, который помещают справа от нанесения характеристик кабеля. Информация о проводах и кабелях (марки, сечения) должны быть рядом с линиями, изображающими провода и кабели.

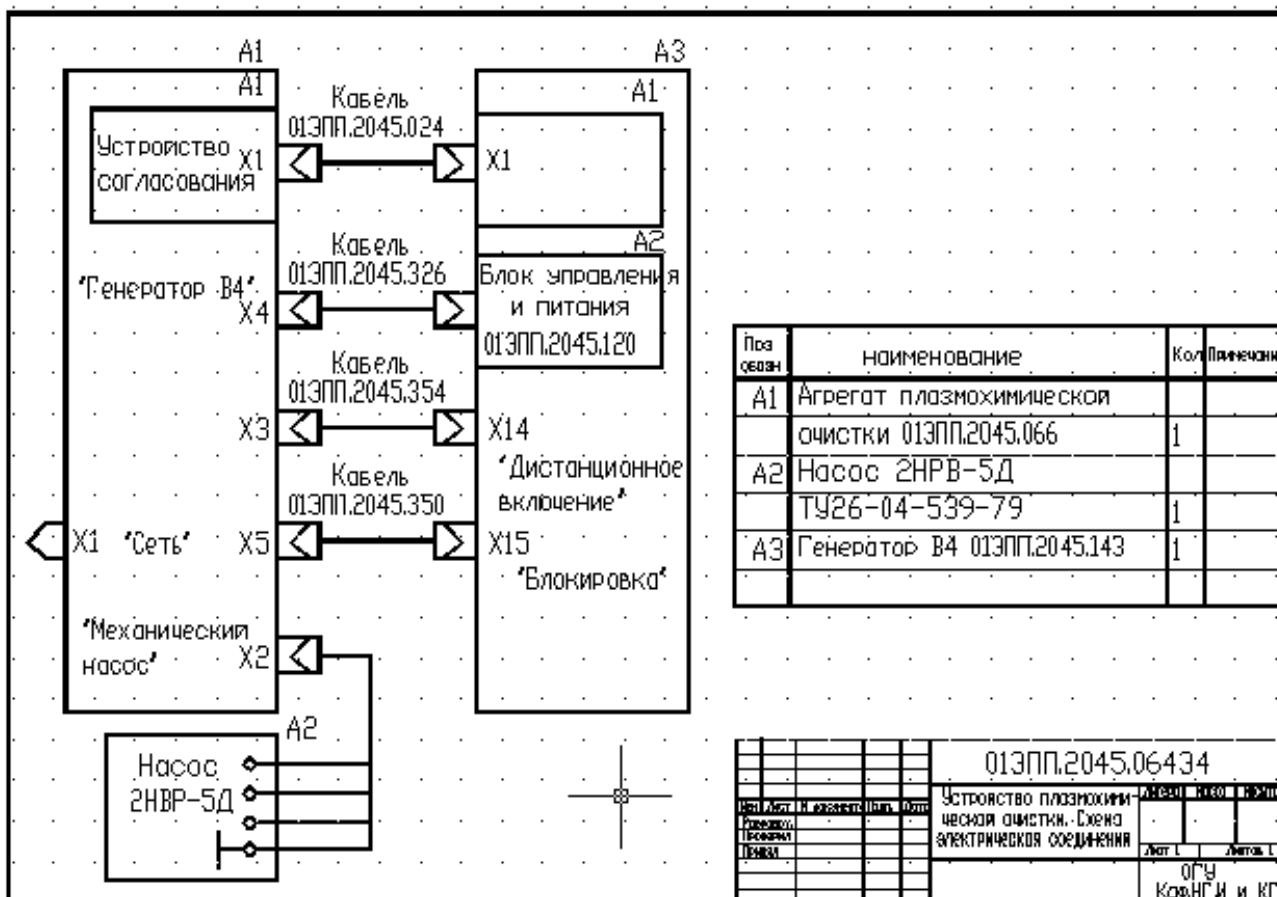


Рисунок 2.14 – Изображение устройств и элементов на схеме

#### 2.11.4 Правила выполнения схем подключения

На схеме подключения показывают изделие, его входные и выходные элементы (соединители, зажимы) и подводимые к ним концы проводов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров) внешнего монтажа, рядом с которыми размещают информацию о подключении изделия [характеристики внешних цепей и (или) адреса].

Изделие на схеме вычерчивают как прямоугольник, а его входные и выходные элементы – как УГО.

Допустимо вычерчивать изделие упрощенными внешними очертаниями. Тогда входные и выходные элементы показывают в таком же виде.

Показывают изображения входных и выходных элементов внутри графического обозначения изделия так, чтобы они приблизительно соответствовали их настоящему размещению в изделии.

На схеме наносят позиционные обозначения входных и выходных элементов, которые присвоены им на принципиальной схеме изделия.

Вводные элементы (сальники, гермовводы, проходные изоляторы, контакты и держатели, запаянные в печатную плату), через которые проходят провода или кабели (многожильные провода, электрические шнуры, коаксиальные кабели), показывают на схеме в соответствии с правилами, установленными в п.5.4.15 ГОСТ 2.702-2011.

На схеме наносят обозначения входных, выходных или выводных элементов, которые нанесены на изделие.

Если обозначения входных, выходных и выводных элементов в конструкции изделия не указывают, то допустимо условно присвоить им обозначения на схеме, повторяя их в соответствующей конструкторской документации. В этом случае на поле схемы наносят все необходимые пояснения.

На схеме рядом с УГО соединителей, к которым присоединены провода и кабели (многожильные провода, электрические шнуры), наносят наименования этих соединителей и (или) обозначения документов, на основании которых их применили.

Провода и кабели (многожильные провода, электрические шнуры) показывают на схеме отдельными линиями.

Если необходимо, то на схеме показывают марки, сечения, расцветку проводов, а также марки кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров), количество, сечение и занятость жил.

Если указывают марки, сечения и расцветку проводов в виде условных обозначений, то на поле схемы необходимо расшифровать эти обозначения.

### 2.11.5 Правила выполнения общих схем

На общей схеме показывают устройства и элементы, которые входят в комплекс, а также провода, жгуты и кабели (многожильные провода, электрические шнуры), которые соединяют эти устройства и элементы.

Устройства и элементы на схеме вычерчивают в виде прямоугольников. Допустимо элементы показывать как УГО или упрощенными внешними очертаниями, а устройства – как упрощенные внешние очертания.

Графические обозначения устройств и элементов на схеме располагают так, чтобы было примерное соответствие действительному размещению элементов и устройств в изделии.

Допустимо на схеме не показывать, как расположены устройства и элементы в изделии, если нет информации об их размещении на месте эксплуатации. Тогда графические обозначения устройств и элементов располагают так, чтобы было обеспечение простоты и наглядности изображения электрических соединений между ними.

На графических обозначениях устройств и элементов входные, выходные и вводные элементы показывают по правилам, установленным в пп. 5.4.9, 5.4.15 ГОСТ 2.702-2011.

УГО входных, выходных и вводных элементов располагают внутри изображений устройств и элементов так, чтобы примерно соответствовало их действительному размещению в изделии. В том случае, когда необходимо обеспечить наглядность изображения соединений, и графические обозначения этих элементов расположены не так, как их действительное размещение в изделии, то на поле схемы наносят соответствующее пояснение.

На схеме необходимо указать:

– для каждого устройства или элемента, выполненных как прямоугольник или упрощенное внешнее очертание, – их наименование и тип и (или) обозначение документа, на основании которого их применяют;

– для каждого элемента, показанного как УГО, – его тип и (или) обозначение документа.

Если количества устройств и элементов значительно, необходимо эти сведения вносить в перечень элементов. Тогда рядом с графическими обозначениями устройств и элементов выполняют позиционные обозначения.

Устройства и элементы, которые сгруппированы в посты и (или) помещения, записывают в перечень по постам и (или) помещениям.

На схеме обозначают входные, выходные и вводные элементы, которые нанесены на изделие.

Если обозначения входных, выходных и вводных элементов в конструкции изделия не указывают, то допустимо этим элементам условно присвоить обозначения на схеме, повторяя их в соответствующей конструкторской документации. В этом случае на поле схемы наносят необходимые пояснения.

На схеме наносят обозначения документов соединителей на полках линий-выносок и число контактов соединителей, при этом используют их следующее УГО, как показано на рисунке 2.15.

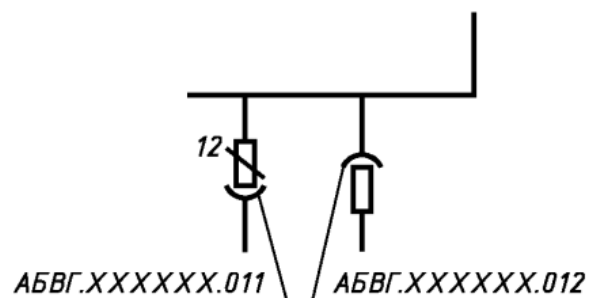


Рисунок 2.15 – Изображение обозначения документов соединителей и число контактов соединителей с использованием УГО

Провода, жгуты и кабели (многожильные провода, электрические шнуры) изображают на схеме отдельными линиями и наносят обозначение отдельно с помощью порядковых номеров в пределах изделия.

Возможно использовать сквозную нумерацию проводов, жгутов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров) в пределах изделия, если провода, которые входят в жгуты, имеют нумерацию в пределах каждого жгута.

Если на принципиальной схеме электрические цепи обозначают по ГОСТ 2.709-2011, то все одножильные провода, жилы кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров) и провода жгутов обозначают так же.

Если изделие, на которое разрабатывают схему, состоит из нескольких комплексов то одножильные провода, кабели (многожильные провода, электрические шнуры) и жгуты нумеруют в пределах каждого комплекса.

Принадлежность одножильного провода, жгута, кабеля (многожильного провода, электрического шнура) к определенному комплексу задают с помощью буквенного (буквенно-цифрового) обозначения, которое проставляют перед номером каждого одножильного провода, жгута и кабеля (многожильного провода, электрического шнура) и отделяют знаком "дефис".

Допустимо на схеме с помощью буквенного (буквенно-цифрового) обозначения выявлять принадлежит ли провод, жгут или кабель (многожильный провод, электрический шнур) к определенным помещениям или функциональным цепям.

Номера одножильных проводов на схеме наносят рядом с концами изображений; номера одножильных коротких проводов, отчетливо видимых на схеме, допустимо помещать рядом с серединой изображений.

Номера кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров) указывают в окружностях, которые помещают в разрывах изображений кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров).

Номера жгутов указывают на полках линий-выносок.

На схеме рядом с изображением одножильных проводов, жгутов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров) наносят такие данные как:

– для одножильных проводов – марку, сечение и, если необходимо, расцветку;

– для кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров), которые вносят в спецификацию как материал, – марку, количество и сечение жил;

– для проводов, кабелей и жгутов, которые выполняют в соответствии с чертежами, – обозначение основного конструкторского документа.

Если в процессе разработки схемы информация о проводах и кабелях (многожильных проводах, электрических шнурах), которые прокладывают при монтаже, не определяется, то на схеме указывают необходимые пояснения и указывают исходные данные, которые необходимы при выборе определенных проводов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров).

Если количество соединений значительно, указанные сведения записывают в перечень проводов, жгутов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров).

Перечень проводов, жгутов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров), как показано на рисунке 2.16, располагают на первом листе схемы над основной надписью или оформляют как последующие листы.

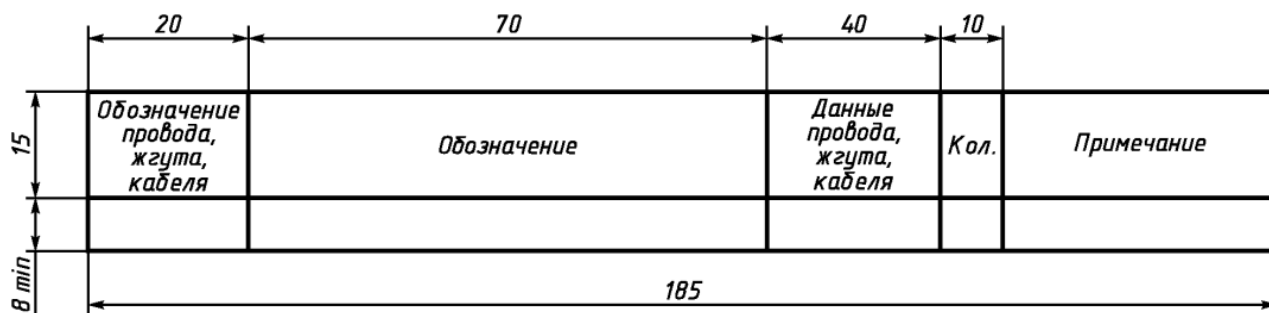


Рисунок 2.16 – Перечень проводов, жгутов и кабелей

В графах перечня записывают следующую информацию:

– в графе «Обозначение» – обозначение основного конструкторского документа провода, кабеля (многожильного провода, электрического шнура), жгута, которые изготавливают в соответствии с чертежам;



– в графе «Примечание» – кабели (многожильные провода, электрические шнуры), которые поставляют с комплексом или прокладывают при его монтаже. Допустимо прокладываемые при монтаже кабели в перечень не заносить.

Общая схема выполняется на одном листе; если изделие сложное, и схема, соответственно, на одном листе не помещается, то осуществляют следующие действия:

– на первом листе изображают изделие в целом, показывая посты и (или) помещения условными очертаниями и связи между ними;

– внутри условных очертаний постов и (или) помещений вычерчивают лишь устройства и элементы, к которым подведены провода и кабели (многожильные провода, электрические шнуры), соединяющие посты и (или) помещения;

– на следующих листах полностью вычерчивают схемы отдельных постов и (или) помещений или их групп;

– общую схему каждого комплекса изображают на отдельном листе, если в изделие состоит из несколько комплексов.

#### 2.11.6 Правила выполнения схем расположения

Составные части изделия и связи между ними – конструкция, помещение или местность, на которых эти составные части расположены, вычерчивают на схеме расположения.

Составные части изделия указывают упрощенными внешними очертаниями или УГО, а провода, группы проводов, жгуты и кабели (многожильные провода, электрические шнуры) – отдельными линиями или упрощенными внешними очертаниями.

Графические обозначения составных частей изделия на схеме расположены так, как примерно они действительно размещены в конструкции, помещении, на местности.

При создании схемы расположения используют разные способы построения: аксонометрия, план, условная развертка, разрез конструкции и т.д.

На схеме необходимо указывать:

- для каждого устройства или элемента в виде упрощенного внешнего очертания – их наименование и тип и (или) обозначение документа, на основании которого они применены;

- для каждого элемента в виде УГО – его тип и (или) обозначение документа.

Если количество устройств и элементов значительно, эти сведения заносят в перечень элементов. Тогда рядом с графическими обозначениями устройств и элементов проставляют позиционные обозначения.

## Список использованных источников

1. Александров, К. К. Электротехнические чертежи и схемы / К. К. Александров, Е. Г. Кузьмина. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 282 с.
2. ГОСТ 2.053-2006. Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. – М.: Стандартиформ, 2007. – 12 с.
3. ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. – М.: Стандартиформ, 2014. – 15 с.
4. ГОСТ 2.104-2006. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – М.: Стандартиформ, 2005. – 17 с.
5. ГОСТ 2.301-68. Единая система конструкторской документации. Форматы. – М.: Стандартиформ, 2007. – 5 с.
6. ГОСТ 2.701-2008. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Стандартиформ, 2009. – 13 с.
7. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей [сборник]. – М.: Издательство стандартов, 1991. – 236 с.
8. ЕСКД: Справочное пособие. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 203 с.
9. Инженерная графика: учебное пособие по курсу «Инженерная графика» / Л. В. Горельская, С. И. Павлов, Ю. В. Семагина. 4-е изд. перераб. и доп. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2011. – 183 с.
10. Компьютерная графика: учебно-методическое пособие / Е. А. Ваншина, М. А. Егорова, С. И. Павлов, Ю. В. Семагина. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 206 с.
11. Лашкова, Н. А. Начертательная геометрия и инженерная графика: чертежи и схемы по специальности: учебно-методическое пособие для учащихся. 3-е изд., испр. – Минск: МГВРК, 2011. – 86 с.

12. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах: ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 10 с.

13. Обозначения условные графические в схемах. Источники электрохимические, электротермические и тепловые: ГОСТ 2.768-90 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 5 с.

14. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения: ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 34 с.

15. Обозначения условные графические в схемах. Приборы акустические: ГОСТ 2.741-68 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 10 с.

16. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые: ГОСТ 2.730-73 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 17 с.

17. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений: ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 6 с.

18. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы: ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 14 с.

19. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения: ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 11 с.

20. Основные требования к чертежам: ГОСТ 2.109-73 ЕСКД. – М.: Стандартиформ, 2005. – 29 с.

21. Правила выполнения электрических схем: ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 20 с.

22. Текстовые документы: ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. – М.: Стандартиформ, 2005. – 32 с.

23. Фрумкин, Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры / Г.Д. Фрумкин. – М.: Высш.шк., 1989.

24. Чекмарев, А. А. Начертательная геометрия и черчение: Учеб. для студ. высш. учеб. Заведений / А.А. Чекмарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2002. – 472 с.



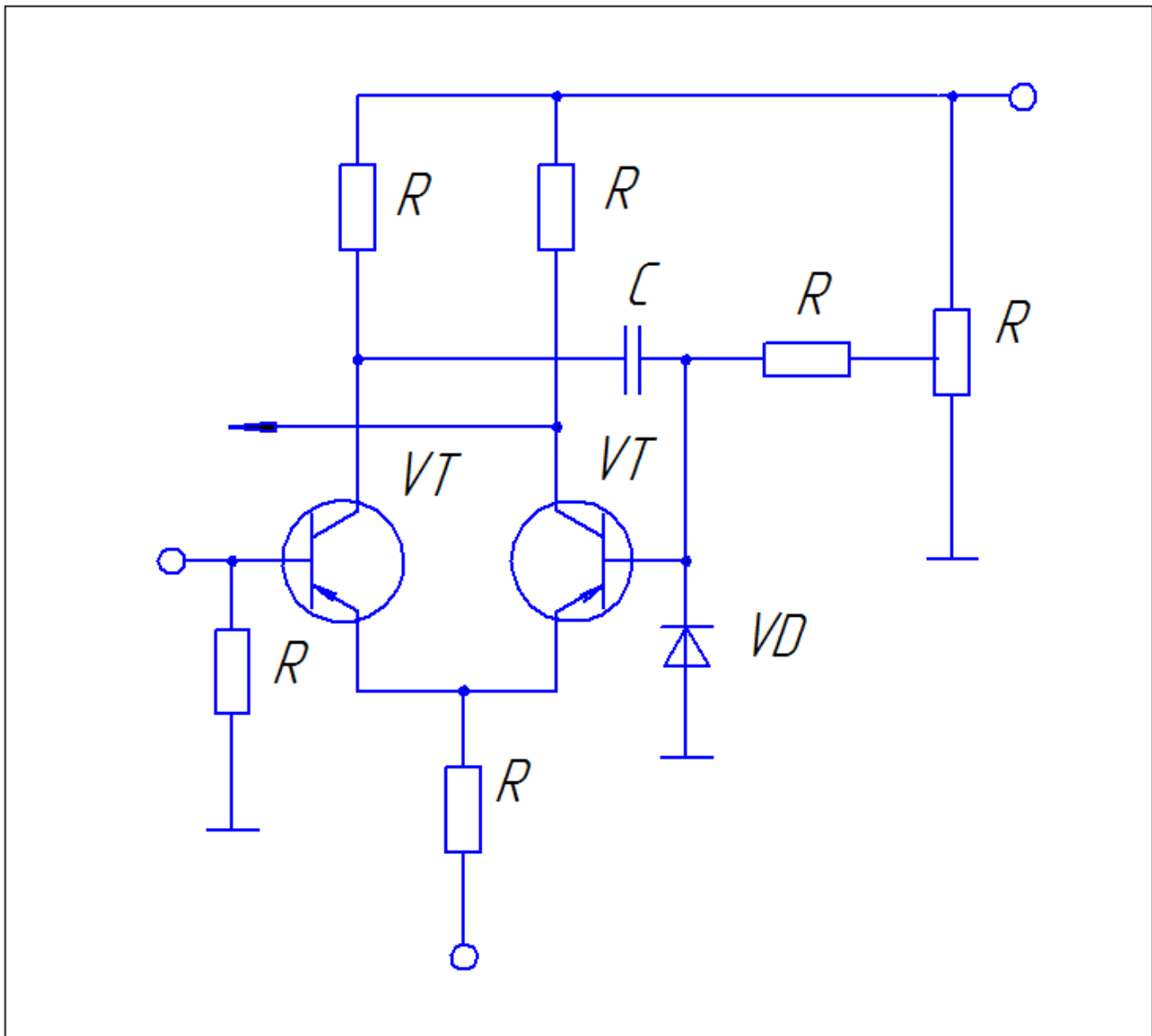


Рисунок А.2 – Варианты 2 и 12 «Релаксатор»

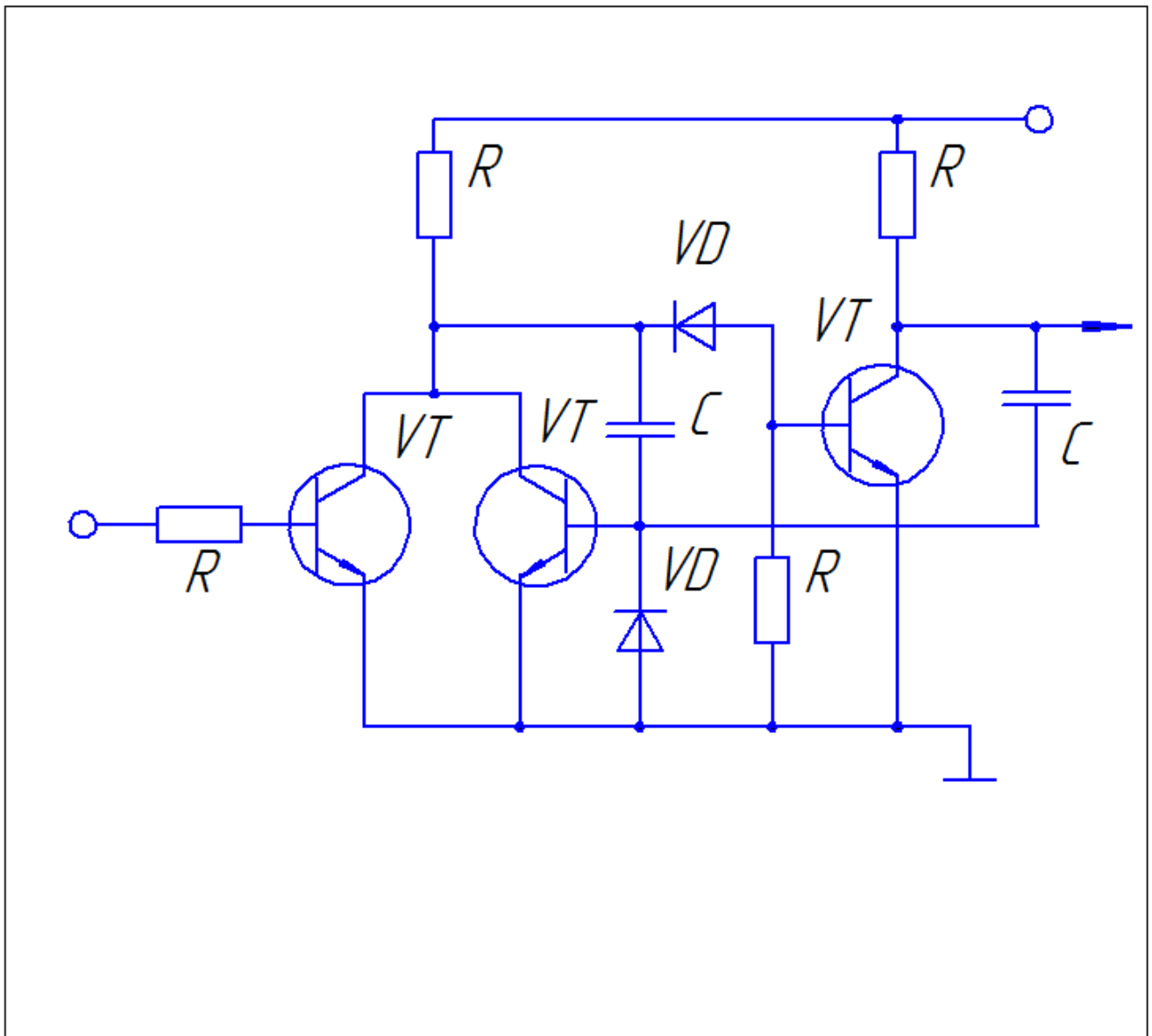


Рисунок А.3 – Варианты 3 и 13 «Расширитель импульсов»

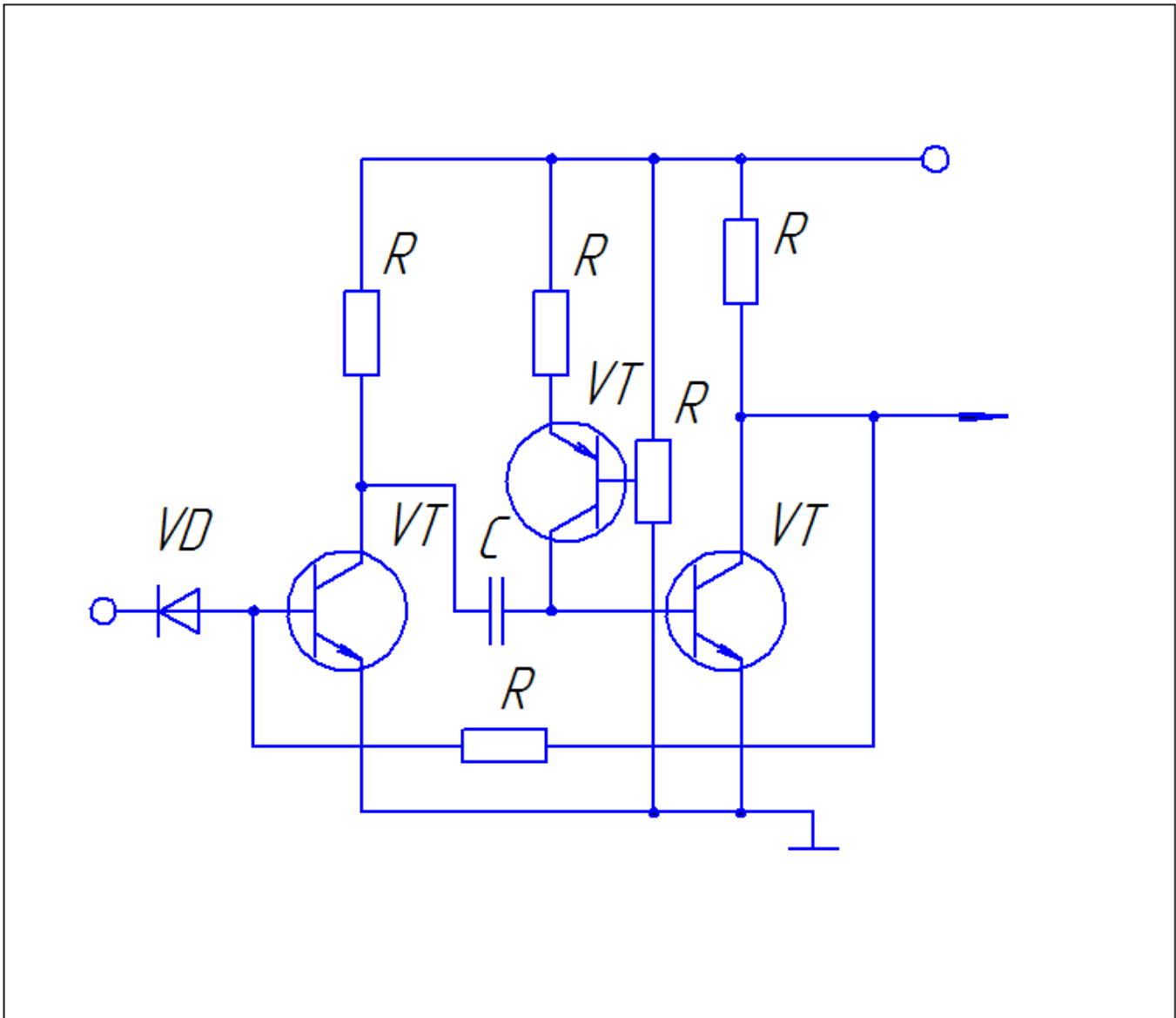


Рисунок А.4 – Варианты 4 и 14 «Релаксатор»



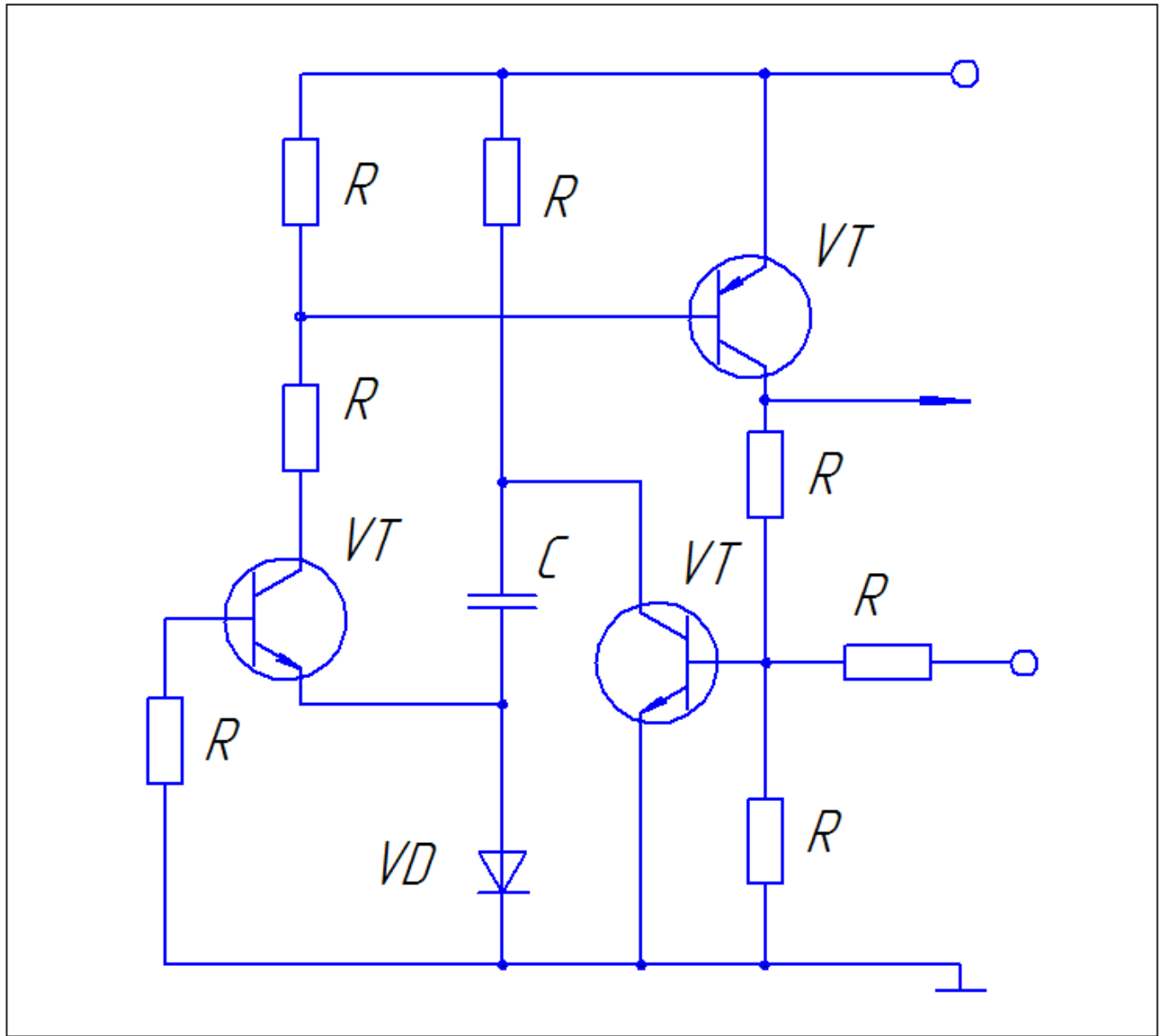


Рисунок А.5 – Варианты 5 и 15 «Релаксатор»

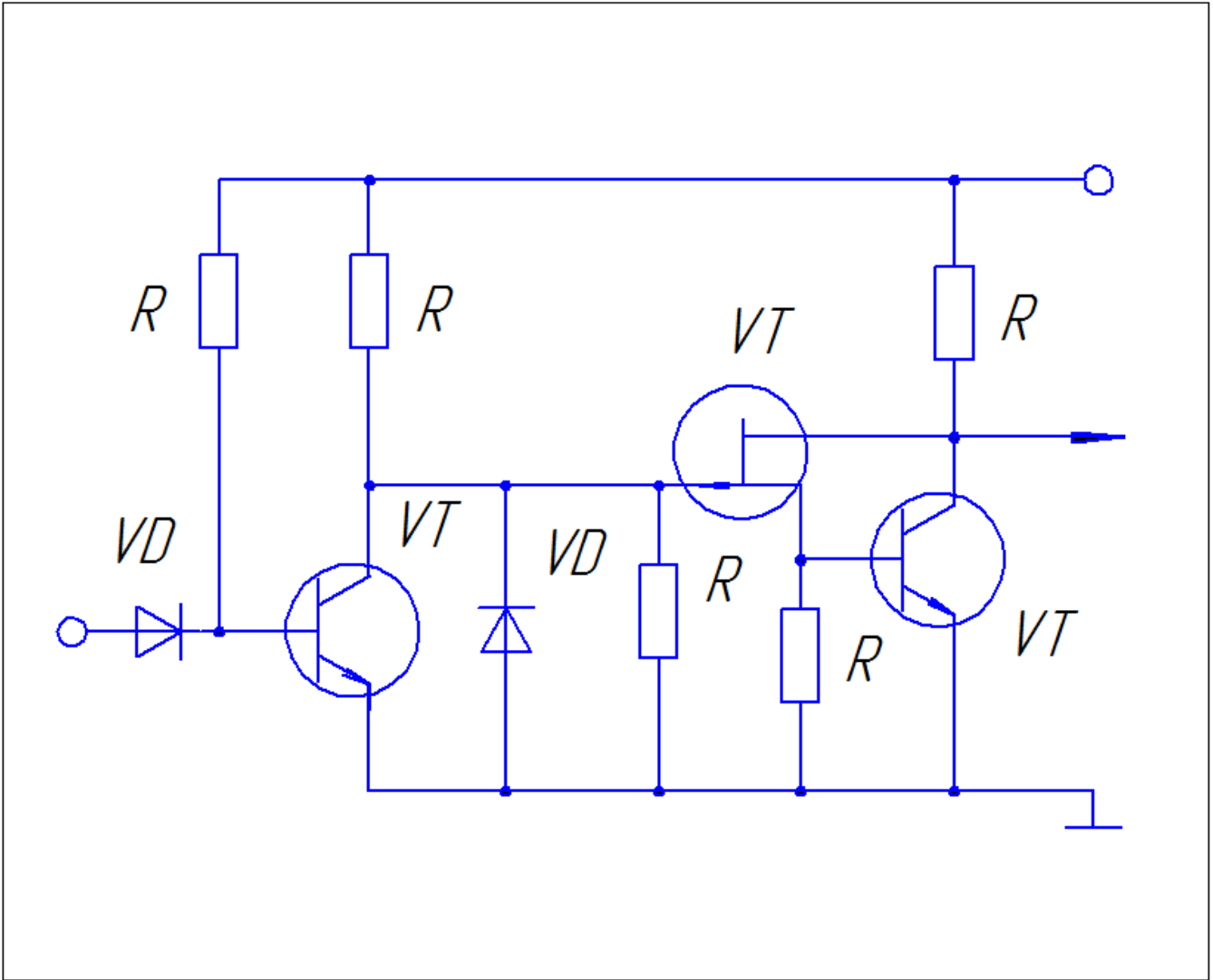


Рисунок А.6 – Варианты 6 и 16 «Расширитель импульсов»

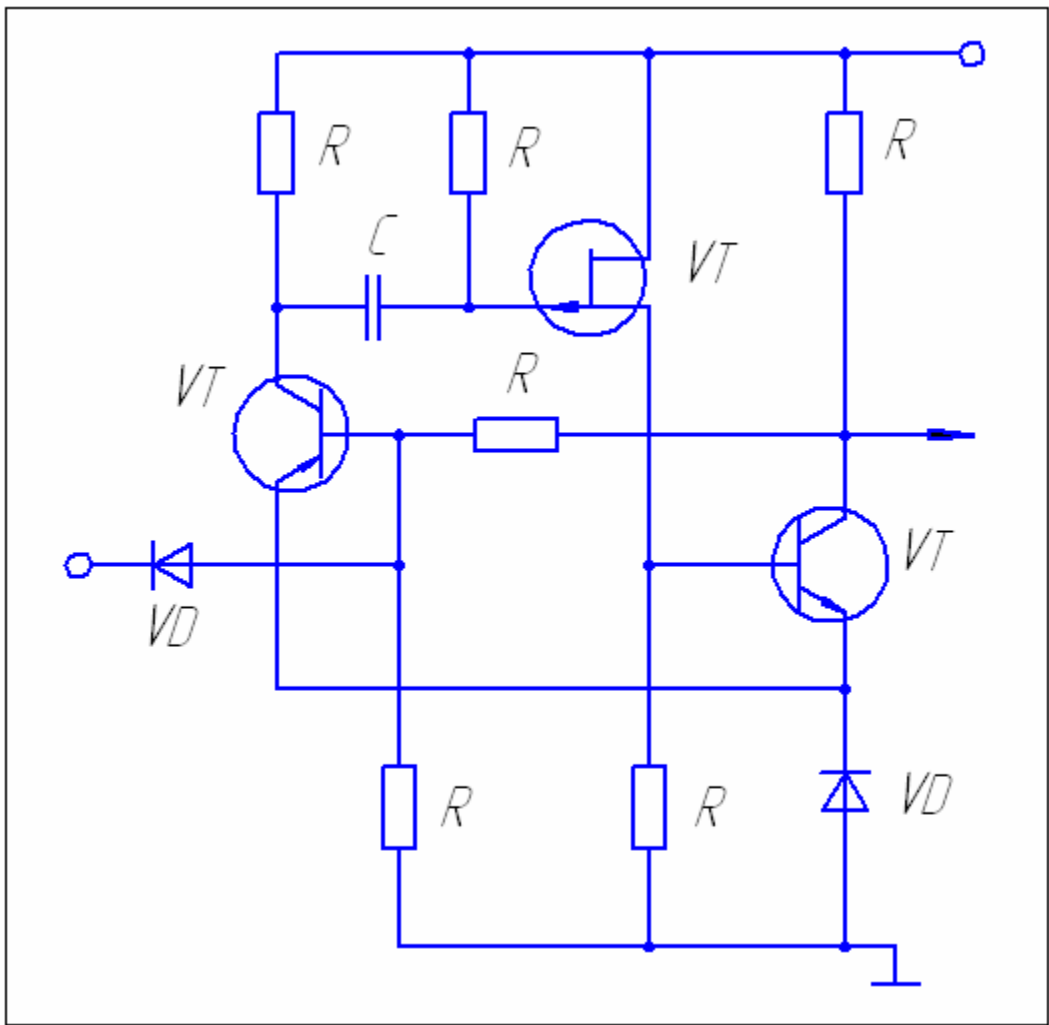


Рисунок А.7 – Варианты 7 и 17 «Релаксатор»

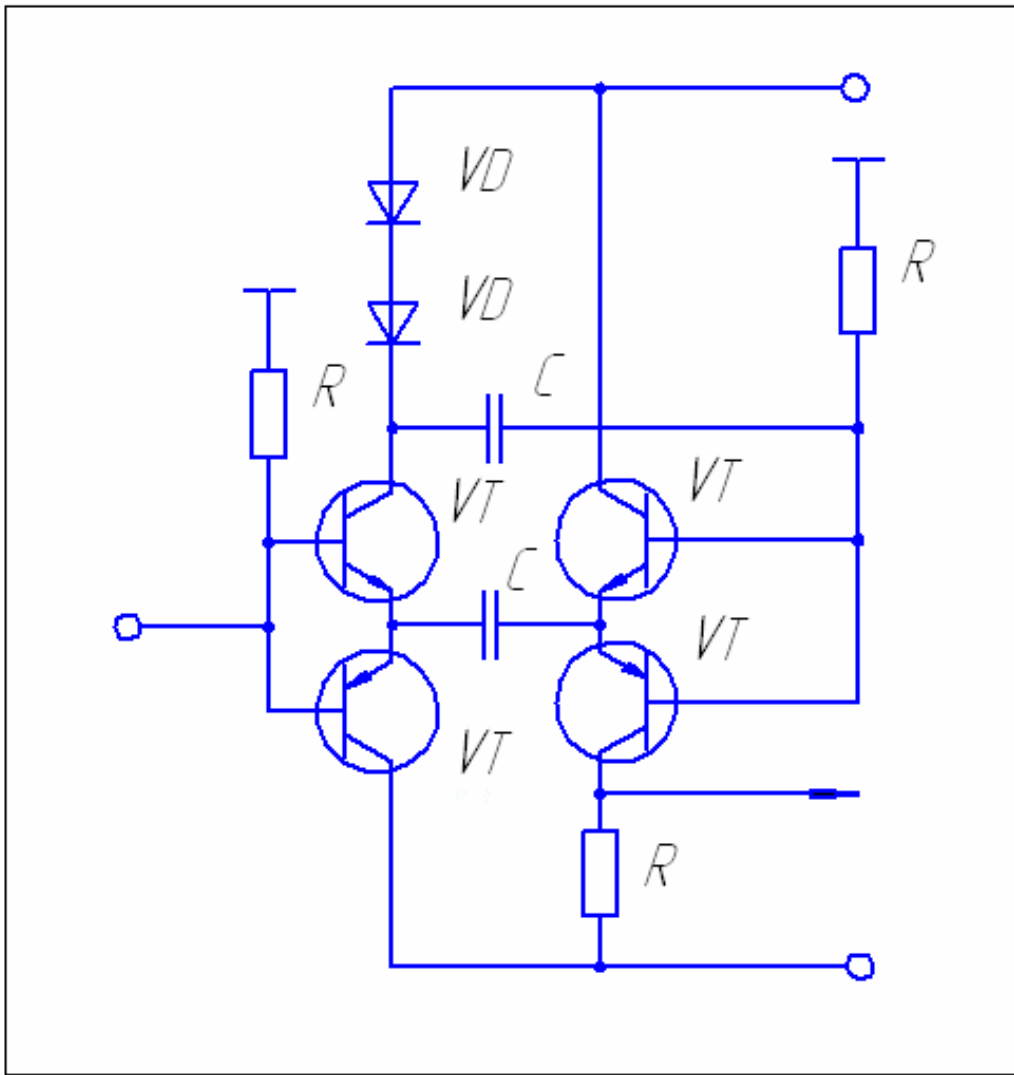


Рисунок А.8 – Варианты 8 и 18 «Формирователь импульсов»

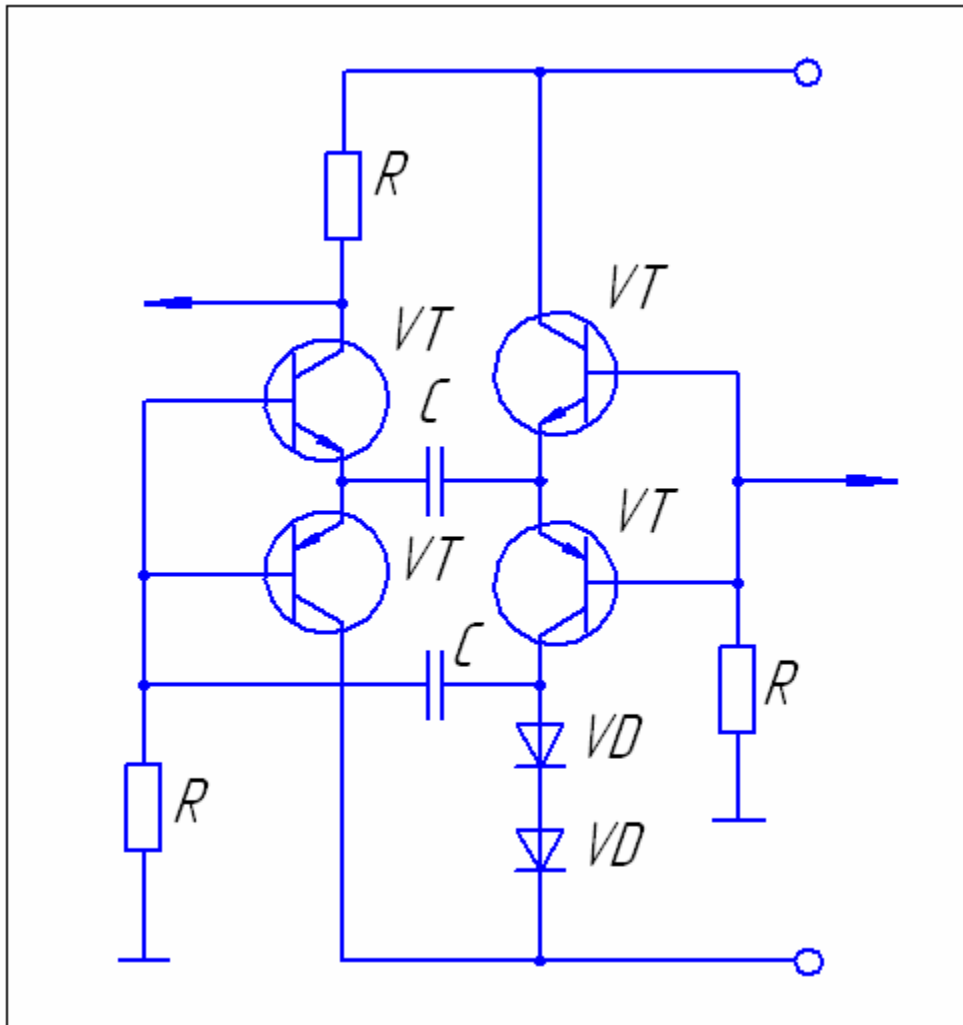


Рисунок А.9 – Варианты 9 и 19 «Формирователь импульсов»

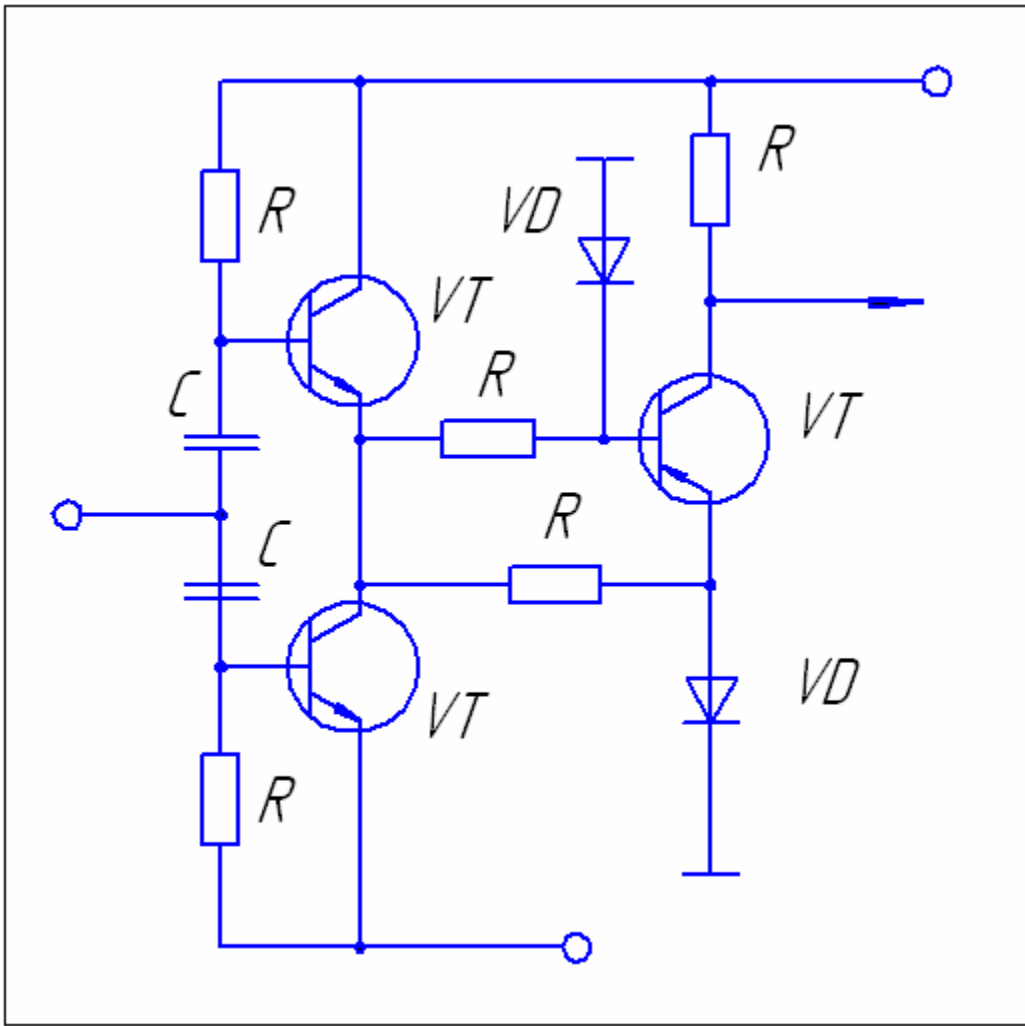


Рисунок А.10 – Варианты 10 и 20 «Индикатор нуля»

# Приложение Б

(обязательное)

## Образец выполнения практического задания

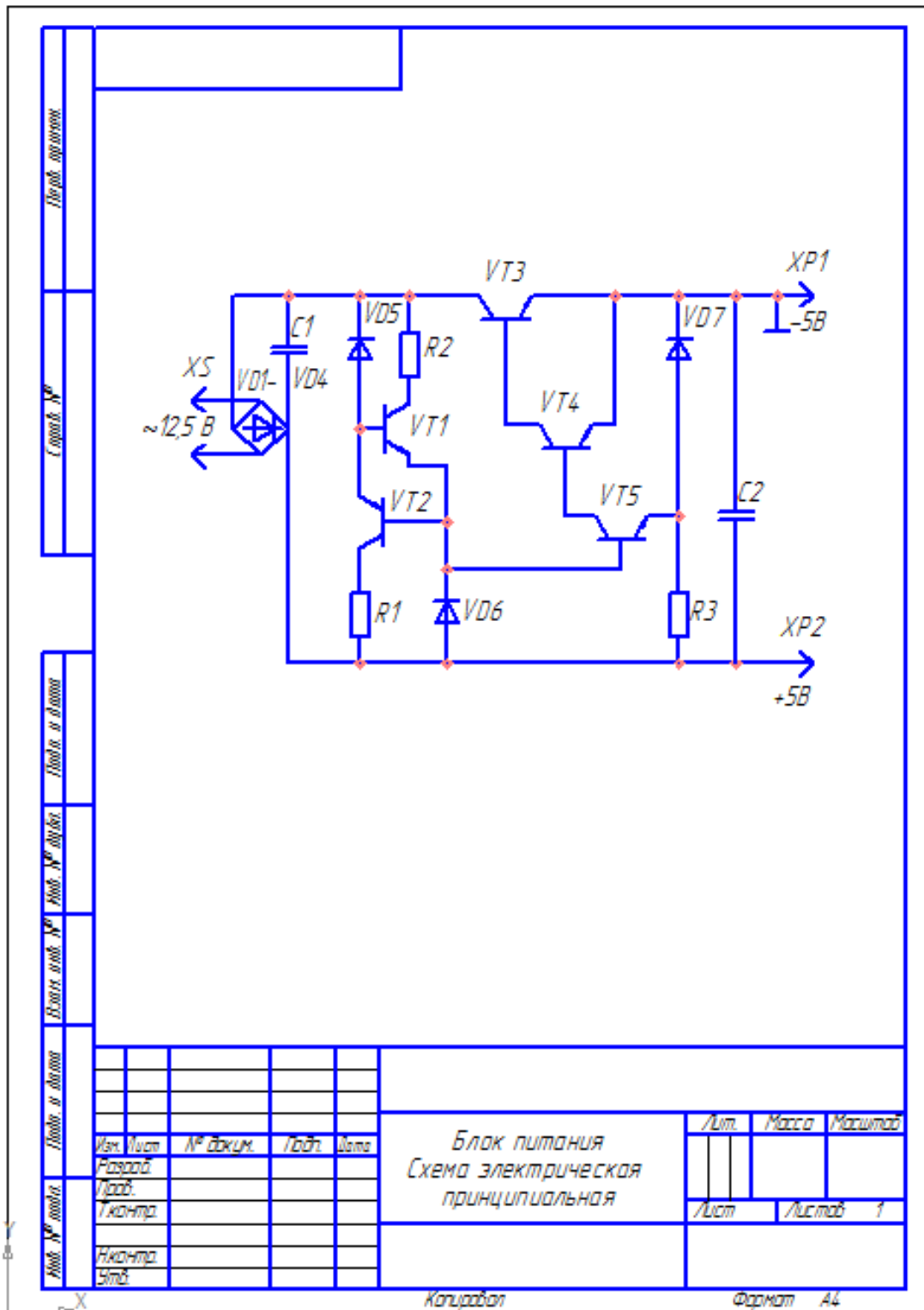


Рисунок Б.1 – Образец выполнения задания «Схема электрическая принципиальная». Лист 1. Схема





## Приложение В

(обязательное)

### Буквенные и условные графические обозначения элементов электрических схем

№ п/п	Наименование	Условное графическое обозначение	Буквен- ное обозначение	Примечание
1	2	3	4	5
<i>Электрические связи, провода, кабели, шины</i>				
1	<i>Линии электрической связи</i>	$s=0,3...0,4$ 		
2	<i>Ответвление линий электрической связи</i>	$\phi 1...2$ 		
3	<i>Пересечение линий электрической связи с контактом</i>			<i>Размеры см. п. 2</i>
4	<i>Пересечение линий электрической связи без контакта</i>			
5	<i>Соединение с корпусом прибора, аппарата, машины</i>			

Рисунок В.1

1	2	3	4	5
<i>Устройства коммутационные и контактные соединения ГОСТ 2.755-87</i>				
6	<i>Выключатель одно- полюсный с замыка- ющим контактом</i>		SA SB	<i>Кнопочный</i>
7	<i>Выключатель одно- полюсный с размыка- ющим контактом</i>		SA SB	<i>Кнопочный</i>
8	<i>Выключатель двух- полюсный автомати- ческий</i>		SA	
9	<i>Обмотка реле</i>		K	
10	<i>Замыкающий контакт реле</i>		K	<i>Размеры, см. п. 6</i>
11	<i>Размыкающий контакт реле</i>		K	<i>Размеры, см. п. 7</i>
12	<i>Контакт разъёмного соединения (штырь)</i>		X	
13	<i>Контакт разъёмного соединения (гнездо)</i>		X	

Рисунок В.2

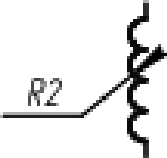
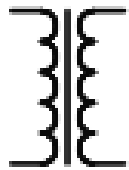

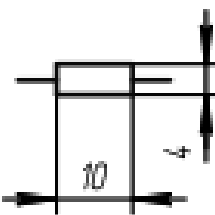
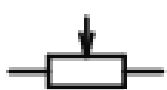
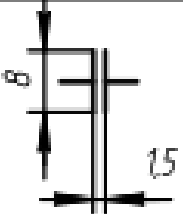
1	2	3	4	5
<i>Катушки индуктивности, трансформаторы ГОСТ 2.723-68</i>				
14	<i>Катушка индуктивности</i>		<i>L</i>	
15	<i>Трансформатор с сердечником</i>		<i>T</i>	<i>Размеры, см. п. 14</i>
16	<i>Трансформатор без сердечника</i>		<i>T</i>	<i>Размеры, см. п. 14</i>
<i>Резисторы, конденсаторы, предохранители ГОСТ 2.728-74</i>				
17	<i>Резистор</i>		<i>R</i>	
18	<i>Резистор переменный</i>		<i>R</i>	<i>Размеры, см. п. 17</i>
19	<i>Конденсатор</i>		<i>C</i>	

Рисунок В.3




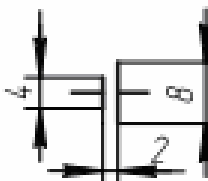

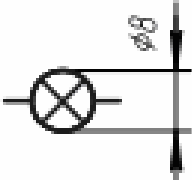

1	2	3	4	5
20	Конденсатор электролитический		C	Размеры, см. п. 19
21	Конденсатор переменной емкости		C	Размеры, см. п. 19
22	Предохранитель плавкий		F	Размеры, см. п. 17
<i>Источники тока электрохимические</i>				
23	Элемент гальванический или аккумуляторный		G	
24	Батарея из гальванических или аккумуляторных элементов		GB	Размеры, см. п. 23
<i>Источники света ГОСТ 2.732-68</i>				
25	Лампа накаливания осветительная		EL	
26	Лампа накаливания сигнальная		HL	Размеры, см. п. 25

Рисунок В.4

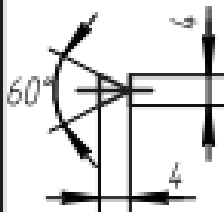
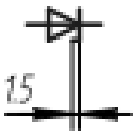
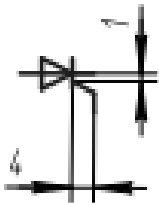
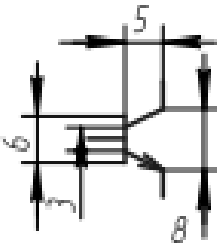

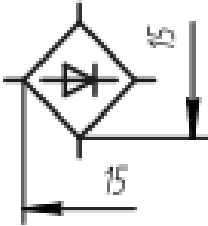
1	2	3	4	5
Приборы полупроводниковые ГОСТ 2.730-73				
27	Диод		VD	
28	Стабилитрон		VD	Остальные размеры, см. п. 27
29	Тиристор с управлением по катоду		VD	Остальные размеры, см. п. 27
30	Транзистор типа п-р-п		VT	
31	Транзистор типа р-п-р		VT	Размеры, см. п. 30
32	Однофазная мостовая выпрямительная схема (упрощенное изображение)		VD	

Рисунок В.5

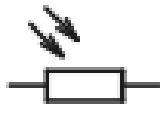


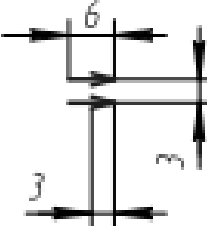
1	2	3	4	5
<i>Фоточувствительные и светоизлучающие полупроводниковые приборы ГОСТ 2.730-73</i>				
33	<i>Фоторезистор</i>		<i>B</i>	<i>Размеры, см. п. 17,36</i>
34	<i>Фотодиод</i>		<i>VD</i>	<i>Размеры, см. п. 27,36</i>
35	<i>Светодиод</i>		<i>VD</i>	<i>Размеры, см. п. 27,36</i>
36	<i>Световой поток (размеры условного обозначения)</i>			

Рисунок В.6