

Инженерная и компьютерная графика

- Бумага для черчения А4;
- Папка с файлами;
- Карандаш 2В;
- Карандаш 2Н;
- Транспортир;
- Линейка;
- Циркуль;

Основным видом конструкторских документов в различных областях электроники и радиотехники являются **схемы**. Схемы используют при проектировании, для изучения принципов работы, для изготовления, регулировки, контроля и ремонта изделий.

Правила выполнения и оформления схем, условные графические обозначения (**УГО**) элементов и устройств, применяемых в схемах, регламентируются стандартами.

Термины и определения

Общие правила выполнения схем электрических определены ГОСТ 2.701–2008 и ГОСТ 2.702–2011. В стандартах использованы следующие термины с соответствующими определениями:

Вид схемы: Классификационная группировка схем, выделяемая по признакам принципа действия, состава изделия и связей между его составными частями.

Тип схемы: Классификационная группировка, выделяемая по признаку их основного назначения.

Линия взаимосвязи: Отрезок линии, указывающей на наличие связи между функциональными частями изделия.

Функциональная часть: Элемент, устройство, функциональная группа.

Элемент схемы: Составная часть схемы, которая выполняет определенную функцию в изделии (установке) и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное назначение и собственные условные обозначения.

Устройство: Совокупность элементов, представляющая единую конструкцию.

Функциональная группа: Совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Функциональная цепь: Совокупность элементов, функциональных групп и устройств (или совокупность функциональных частей) с линиями взаимосвязей, образующих канал или тракт определенного назначения.

Установка: Условное наименование объекта в энергетических сооружениях, на который выпускается схема.3

Виды и типы схем

- **Схема** - это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.
- *Таблица 1 - Виды схем и их коды*

Вид схемы	Определение	Код вида схемы
Схема электрическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии, и их взаимосвязи	Э
Схема гидравлическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие жидкость, и их взаимосвязи	Г

Продолжение таблицы 1

Вид схемы	Определение	Код вида схемы
Схема пневматическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие воздух, и их взаимосвязи	П
Схема газовая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие с использованием газа, и их взаимосвязи	Х
Схема кинематическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений механические составные части и их взаимосвязи	К
Схема вакуумная	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи вакуума либо создающие вакуум, и их взаимосвязи	В
Схема оптическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений оптические составные части изделия по ходу светового луча	Л
Схема энергетическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части энергетических установок и их взаимосвязи	Р
Схема деления	Документ, содержащий в виде условных обозначений состав изделия, входимость составных частей, их назначение и взаимосвязи	Е
Схема комбинированная	Документ, содержащий элементы и взаимосвязи различных видов схем одного типа	С

• *Таблица 2 - Типы схем и их коды*

Тип схемы	Определение	Код типа схемы
Схема структурная	Документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи	1
Схема функциональная	Документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом	2
Схема принципиальная (полная)	Документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представления о принципах работы изделия (установки)	3
Схема соединений (монтажная)	Документ, показывающий соединения составных частей изделия (установки) и определяющий провода, жгуты, кабели или трубопроводы, которыми осуществляются эти соединения, а также места их присоединений и ввода (разъемы, платы, зажимы и т.п.)	4

• *Продолжение таблицы 2*

Тип схемы	Определение	Код типа схемы
Схема подключения	Документ, показывающий внешние подключения изделия	5
Схема общая	Документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации	6
Схема расположения	Документ, определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости, также жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов и т.п.	7
Схема объединенная	Документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида	0

- Наименование и код схемы определяют их видом и типом.
- Наименование схемы комбинированной определяют комбинацией видов схем одного типа.
- Наименование схемы объединенной определяют комбинацией типов схем одного вида.
- Код схемы должен состоять из буквенной части, определяющей вид схемы (см. таблицу 1), и цифровой части, определяющей тип схемы (см. таблицу 2): например, схема электрическая принципиальная - Э3; схема гидравлическая соединений - Г4; схема электрогидравлическая принципиальная - С3; схема электрогидропневмокинематическая принципиальная - С3; схема электрическая соединений и подключения - Э0; схема гидравлическая структурная, принципиальная и соединений - Г0.

Общие требования к выполнению

- Комплект (номенклатура) схем

Номенклатура схем на изделие должна определяться в зависимости от особенностей изделия (установки).

Количество типов схем на изделие (установку) должно быть минимальным, но в совокупности они должны содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования, изготовления, эксплуатации и ремонта изделия (установки).

• Форматы

Форматы листов схем выбирают в соответствии с требованиями, установленными в ГОСТ 2.301 и ГОСТ 2.004, при этом основные форматы являются предпочтительными.

При выборе форматов следует учитывать:

- объем и сложность проектируемого изделия (установки);
- необходимую степень детализации данных, обусловленную назначением схемы;
- условия хранения и обращения схем;
- особенности и возможности техники выполнения, репродуцирования и (или) микрофильмирования схем;
- возможность обработки схем средствами вычислительной техники.

• Построение схемы

Схемы выполняют без соблюдения масштаба.

УГО элементов, устройств, функциональных групп и соединяющие их линии взаимосвязи следует располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей.

Примечания

- 1) Допускается располагать УГО на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не нарушит удобочитаемость схемы.
- 2) При наличии в изделии нескольких одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных **параллельно**, допускается вместо изображения всех ветвей параллельного соединения изображать только одну ветвь, указав количество ветвей при помощи обозначения ответвления. Около УГО, изображенных в одной ветви, проставляют их обозначения. При этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение (см. рисунок 1).

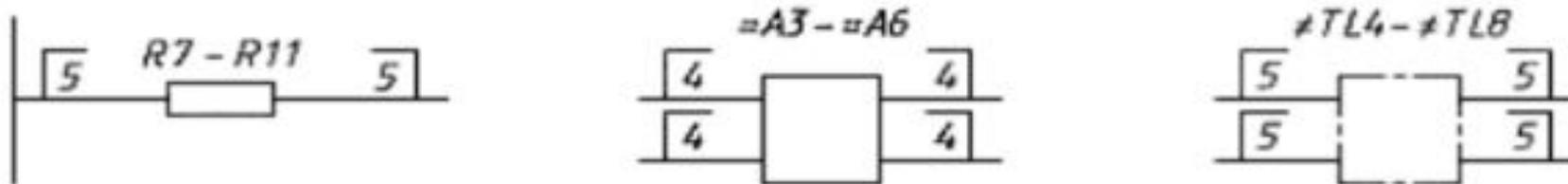


Рисунок 1

3) При наличии в изделии трех и более одинаковых элементов (устройств, функциональных групп), соединенных **последовательно**, допускается вместо изображения всех последовательно соединенных элементов (устройств, функциональных групп) изображать только первый и последний элементы (устройства, функциональные группы), показывая связи между ними штриховыми линиями.

При присвоении элементам (устройствам, функциональным группам) обозначений должны быть учтены элементы (устройства, функциональные группы), не изображенные на схеме (см. рисунок 2). При этом над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

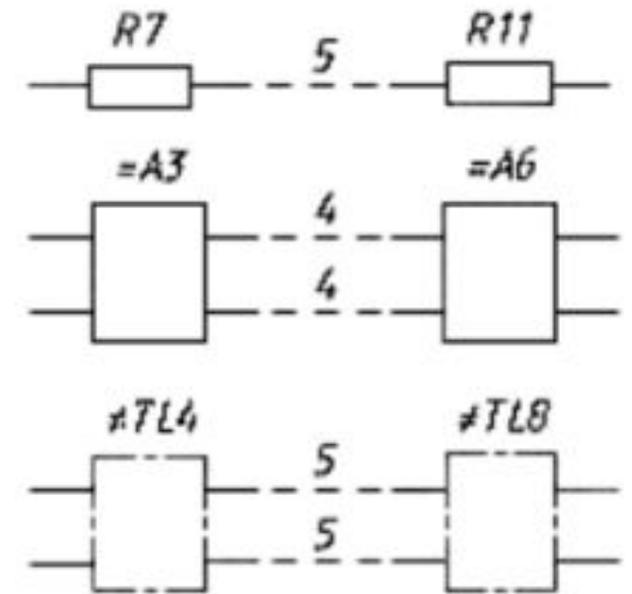


Рисунок 2

4) Схемы допускается выполнять в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия. В этих случаях условные контуры выполняют линиями, равными по толщине линиям взаимосвязи. Допускается контур изделия выполнять более тонкими линиями.

При выполнении схемы на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа рекомендуется:

- для схем, предназначенных для пояснения принципов работы изделия (функциональная, принципиальная), изображать на каждом листе или на каждой схеме определенную функциональную группу, функциональную цепь (линию, тракт и т.п.);
- для схем, предназначенных для определения соединений (схема соединений), изображать на каждом листе или на каждой схеме часть изделия (установки), расположенную в определенном месте пространства или определенной функциональной цепи.

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

Устройства, имеющие самостоятельную принципиальную схему, выполняют на схемах в виде фигуры сплошной линией, равной по толщине линиям взаимосвязи.

Функциональную группу или устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, выполняют на схемах в виде фигуры из контурных штрихпунктирных линий, равных по толщине линиям взаимосвязи.

При оформлении схем изделия (установки), в состав которого входят устройства, имеющие самостоятельные принципиальные схемы, каждое такое устройство рассматривают как элемент схемы изделия и изображают его в виде прямоугольника или УГО, ему присваивают позиционное обозначение и записывают в перечень элементов одной позицией.

Примечания:

1) Если в изделие (установку) входят несколько одинаковых устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем, или функциональных групп, то на схеме изделия (установки) допускается не повторять схемы этих устройств или функциональных групп. При этом устройство или функциональную группу изображают в виде прямоугольника, а схему такого устройства или функциональной группы изображают внутри одного из прямоугольников (большого размера) или помещают на поле схемы с соответствующей надписью

2) При выполнении принципиальной схемы на нескольких листах следует выполнять следующие требования:

- при присвоении элементам позиционных обозначений соблюдают сквозную нумерацию в пределах изделия (установки);
- перечень элементов должен быть общим;
- отдельные элементы допускается повторно изображать на других листах схемы, сохраняя позиционные обозначения, присвоенные им на одном из листов схемы.

3) При разработке на одно изделие нескольких самостоятельных принципиальных схем следует выполнять следующие требования:

- позиционные обозначения элементам присваивают по правилам, установленным в примечании 2;
- в каждой схеме должен быть перечень только тех элементов, позиционные обозначения которым присвоены на этой схеме;
- отдельные элементы допускается повторно изображать на нескольких схемах, сохраняя за ними позиционные обозначения, присвоенные им на одной из схем.

Графические обозначения

- При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:
 - УГО, установленные в стандартах Единой системы конструкторской документации, а также построенные на их основе;
 - прямоугольники;
 - упрощенные внешние очертания (в том числе аксонометрические).
- При применении нестандартизованных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

- УГО элементов изображают в размерах, установленных в соответствующих стандартах ЕСКД на УГО.
- УГО, соотношения размеров которых приведены в соответствующих стандартах на модульной сетке, должны изображаться на схемах в размерах, определяемых по вертикали и горизонтали количеством шагов модульной сетки M (см. рисунок 3).
- При этом шаг модульной сетки для каждой схемы может быть любым, но одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы.

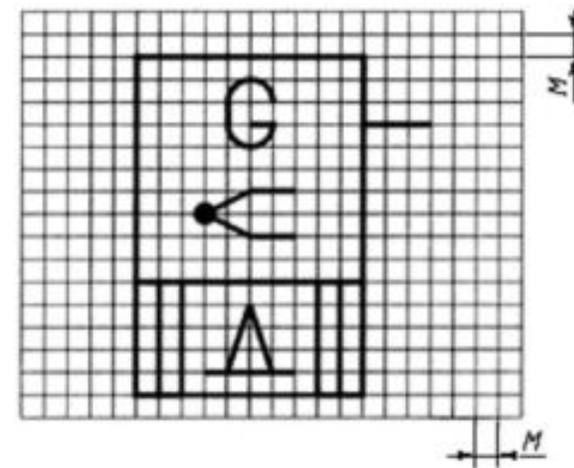


Рисунок 3

- УГО элементов, размеры которых в указанных стандартах не установлены, следует изображать на схеме в размерах, в которых они выполнены в соответствующих стандартах на УГО.
- Размеры УГО, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия (установки).

Примечания

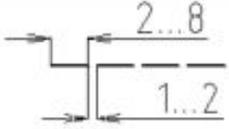
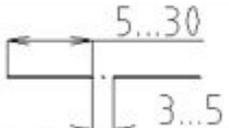
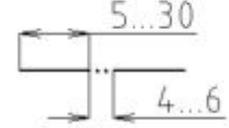
- 1) Все размеры УГО допускается пропорционально изменять.
- 2) УГО элементов, используемых как составные части обозначений других элементов (устройств), допускается изображать уменьшенными по сравнению с остальными элементами (например, резистор в ромбической антенне, клапаны в разделительной панели).

- УГО элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° .
- Допускается УГО поворачивать на угол, кратный 45° , или изображать зеркально повернутыми.
- УГО, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол 90° или 45° .

Линии взаимосвязи

- Линии взаимосвязи выполняют толщиной от 0,2 до 1,0 мм в зависимости от форматов схемы и размеров УГО. Рекомендуемая толщина линий - от 0,3 до 0,4 мм.
- Наименование, начертание, толщина линий по ГОСТ 2.303-68 и рекомендуемое назначение при вычерчивании схем приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Наименование, начертание, толщина линий по ГОСТ 2.303-68

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии - s	Основное назначение
Сплошная основная толстая		s От 0,6 до 1,4 мм	Изображения отдельных элементов на схемах. Допускается применять для линий групповой связи утолщенные линии (до 2S).
Сплошная тонкая		s/3...s/2	Линии для изображения условных графических обозначений и взаимосвязей, проводов, кабелей. Линии для вычерчивания элементов основной надписи, таблиц, перечня элементов.
Штриховая		s/3...s/2	Линии механических связей на электрических схемах. Линии экранирования.
Штрихпунктирная тонкая		s/3...s/2	Линии для выделения функциональных групп и устройств на схемах.
Штрихпунктирная тонкая с двумя точками		s/3...s/2	Линия разъединительная (для графического разделения частей схемы).

- Линии взаимосвязи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений.
- Линии взаимосвязи, переходящие с одного листа или одного документа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы без стрелок.
- Рядом с обрывом линии взаимосвязи должно быть указано обозначение или наименование, присвоенное этой линии (например, номер провода, номер трубопровода, наименование сигнала или его сокращенное обозначение и т.п.), и в круглых скобках номер листа схемы и зоны при ее наличии при выполнении схемы на нескольких листах.

- Линии взаимосвязи должны быть показаны, как правило, полностью.

Примечания:

- Линии взаимосвязи в пределах одного листа, если они затрудняют чтение схемы, допускается обрывать.
- Обрывы линий взаимосвязи заканчивают стрелками. Около стрелок указывают места обозначений прерванных линий, например, подключения, и (или) необходимые характеристики цепей.

Текстовая информация

- На схемах допускается помещать различные технические данные, характер которых определяется назначением схемы. Такие сведения указывают либо около УГО (по возможности справа или сверху), либо на свободном поле схемы.
- Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно выразить графически или в виде УГО.
- В надписях на схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением общепринятых или установленных в стандартах.

- Текстовые данные в зависимости от их содержания и назначения могут быть расположены:
 - рядом с УГО;
 - внутри УГО;
 - над линиями взаимосвязи;
 - в разрыве линий взаимосвязи;
 - рядом с концами линий взаимосвязи;
 - на свободном поле схемы.
- Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий.

- На схеме около УГО элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации, помещают соответствующие надписи, знаки или графические обозначения.
- Надписи, знаки или УГО, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки.
- Над основной надписью допускается помещать необходимые технические указания.
- При выполнении схемы на нескольких листах технические указания для всей схемы следует располагать на свободном поле (по возможности над основной надписью) первого листа схемы, а технические указания, относящиеся к отдельным элементам, располагают или в непосредственной близости от изображения элемента.

Перечень элементов

- Перечень элементов помещают на первом листе схемы или выполняют в виде самостоятельного документа.
- Перечень элементов оформляют в виде таблицы (см. рисунок 4), заполняемой сверху вниз.

The diagram shows a table with four columns and two rows. The columns are labeled: 'Поз. обозначение' (Position designation), 'Наименование' (Name), 'Кол.' (Quantity), and 'Примечание' (Remarks). Dimensions are indicated: the first column is 20 units wide, the second is 110 units wide, and the third is 10 units wide. The total width of the table is 185 units. The height of the first row is 15 units, and the height of the second row is labeled 'в min' (at least).

15	Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	в min
	20	110	10		
	185				

Рисунок 4

В графах таблицы указывают следующие данные:

- «*Поз. обозначение*» - позиционные обозначения элементов, устройств и функциональных групп;
- «*Наименование*»:
 - для элемента (устройства) – наименование в соответствии с документом, на основании которого этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной конструкторский документ);
 - для функциональной группы - наименование;
- «*Примечание*» - рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

- При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают над основной надписью.
- Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.
- Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя «шапку» таблицы (рисунок 5) .

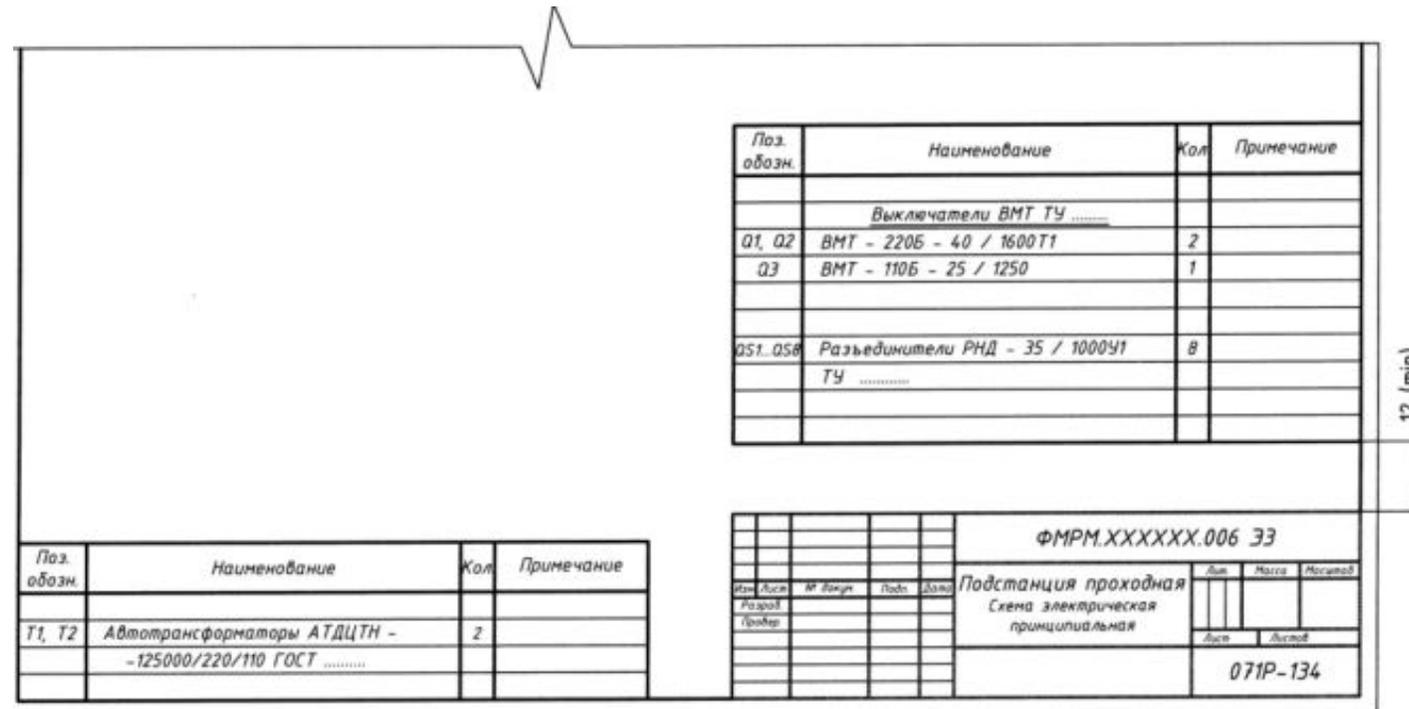


Рисунок 5

- При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень.
- При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов».
- Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен.
- При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона» (см. рисунок 6), указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент (устройство).

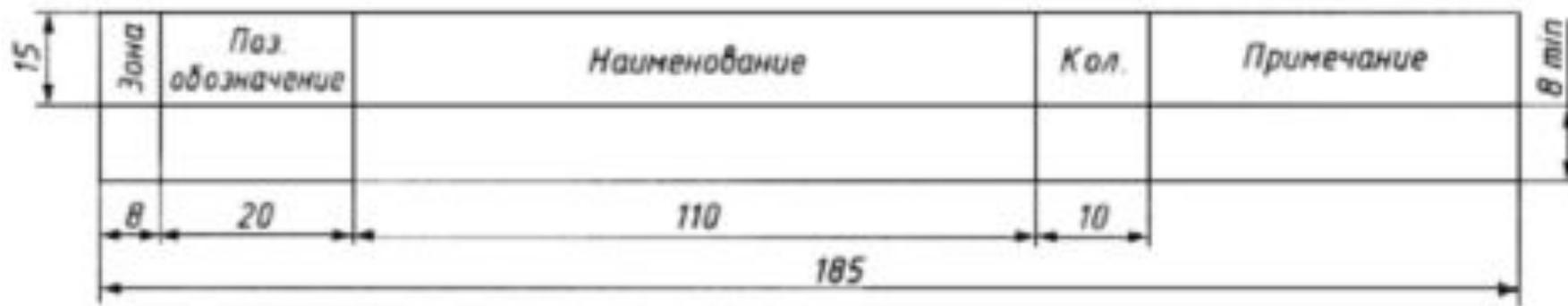


Рисунок 6

- Элементы в перечень записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений.
- В пределах каждой группы, имеющей одинаковые буквенные позиционные обозначения, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.
- При выполнении на схеме цифровых обозначений в перечень их записывают в порядке возрастания.

Примечания:

- 1) Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов;
- 2) Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обозначение» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, а в графу «Кол.» - общее количество таких элементов.

3) При записи элементов одинакового наименования, отличающихся техническими характеристиками и имеющих одинаковое буквенное позиционное обозначение, допускается в графе «Наименование» записывать:

- наименование этих элементов в виде общего наименования;
- в общем наименовании - наименование, тип и обозначение документа, на основании которого эти элементы применены.

Запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе «Наименование» и подчеркивают.

Ниже наименования устройства (функциональной группы) должна быть оставлена одна свободная строка, выше - не менее одной свободной строки.

Примечания

- 1) Если в состав изделия входят неодинаковые функциональные группы, то этот способ записи является допустимым.
- 2) Если на схеме изделия имеются элементы, не входящие в устройства, то при заполнении перечня элементов вначале записывают эти элементы без заголовка, а затем устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, и функциональные группы с элементами, входящими в них.
- 3) Если в изделии имеется несколько одинаковых устройств или функциональных групп, то в перечне указывают количество элементов, входящих в одно устройство (функциональную группу). Общее количество одинаковых устройств (функциональных групп) указывают в графе «Кол.» на одной строке с заголовком.
- 4) Если в изделии имеются элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то при записи их в перечень графу «Наименование» не заполняют, а в графе «Примечание» помещают поясняющую надпись или ссылку на поясняющую надпись на поле схемы.

Правила выполнения схем.

Правила выполнения структурных схем

Схема структурная - документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи.

На структурной схеме изображают все основные функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы) и основные взаимосвязи между ними.

Функциональные части на схеме *изображают в виде прямоугольников или УГО.*

Функциональным частям на схеме согласно ГОСТ 2.737-68 соответствуют:

- *прямоугольники с размерами (10 × 15)мм (рисунок 7);*

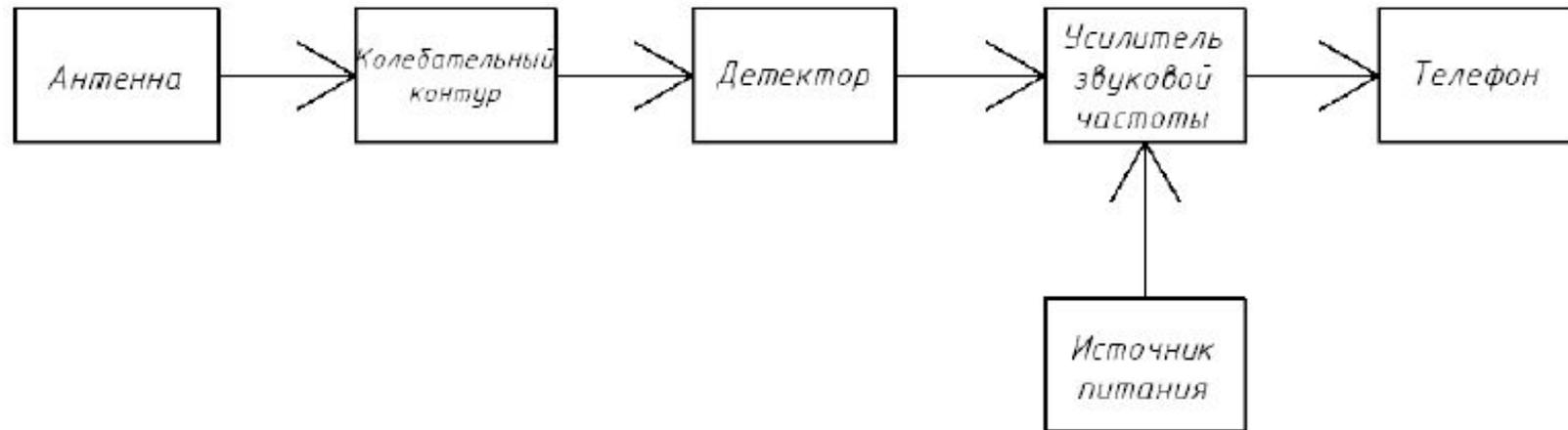
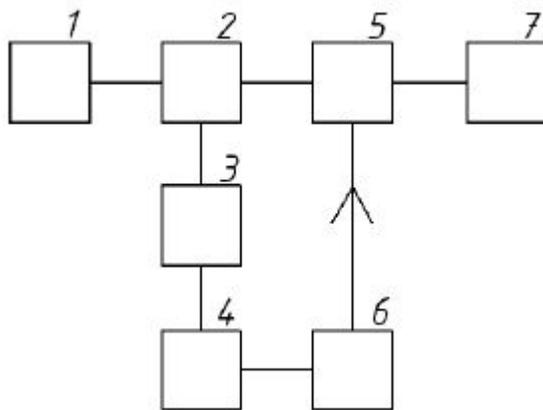


Рисунок 7

- *прямоугольники с размерами (10 × 10)мм (рисунок 8);*

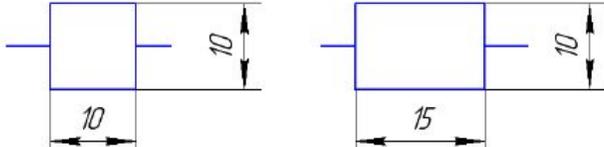
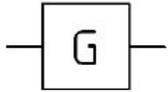
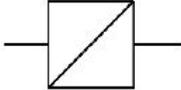
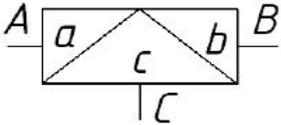


<i>Позиц. обозн.</i>	<i>Наименование</i>
<i>1</i>	<i>Антенна</i>
<i>2</i>	<i>Колебательный контур</i>
<i>3</i>	<i>Детектор</i>
<i>4</i>	<i>Усилитель</i>

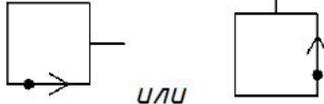
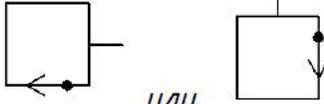
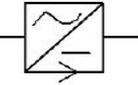
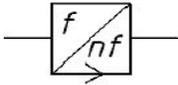
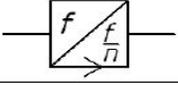
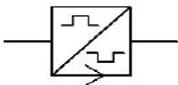
Рисунок 8

- **условные графические обозначения.** Наиболее употребляемые условные графические обозначения, применяемые в структурных схемах, даны в таблице А.1.

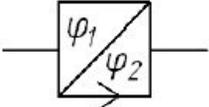
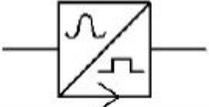
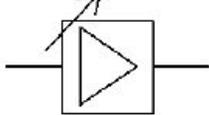
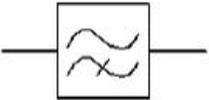
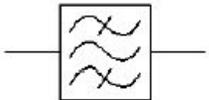
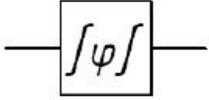
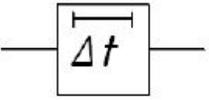
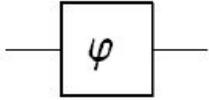
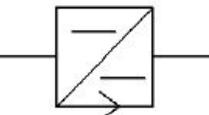
Таблица А.1. – Условные графические обозначения в схемах электрических структурных (ГОСТ 2.737 – 68 (<http://docs.cntd.ru/document/1200010859>))

Наименование	Условно-графическое обозначение по ГОСТ 2.737 – 68
1 Устройство	
2 Генератор	 (12×12мм)
3 Преобразователь	
4 Усилитель	
5 Фильтр	
6 Модулятор	 (12×30мм)

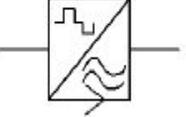
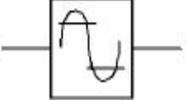
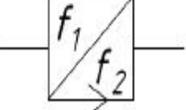
Продолжение таблицы А.1

Наименование	Условно-графическое обозначение по ГОСТ 2.737 - 68
7 Аттенюатор	
8 Устройство передающее	
9 Устройство приемное	
10 Генератор пилообразных колебаний	
11 Генератор прямоугольных импульсов	
12 Генератор синусоидальных колебаний	
13 Генератор шумов	
14 Выпрямитель	
15 Умножитель частоты	
16 Делитель частоты	
17 Инвертор импульсов	

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Условно-графическое обозначение по ГОСТ 2.737 – 68
18 Преобразователь фазовый	
19 Преобразователь хода	
20 Усилитель с регулированием усиления	
21 Фильтр верхних частот	
22 Фильтр полосовой	
23 Выравниватель	
24 Линия задержки	
25 Фазовращатель	
26 Преобразователь постоянного тока	

Продолжение таблицы А.1

Наименование	Условно-графическое обозначение по ГОСТ 2.737 - 68
27 Преобразователь постоянного тока в переменный	
28 Фильтр нижних частот	
29 Компрессор	
30 Модулятор телеграфный	
31 Ограничитель максимальных напряжений	
32 Преобразователь частоты	

- Способы можно сочетать в одной схеме (рисунок 9)

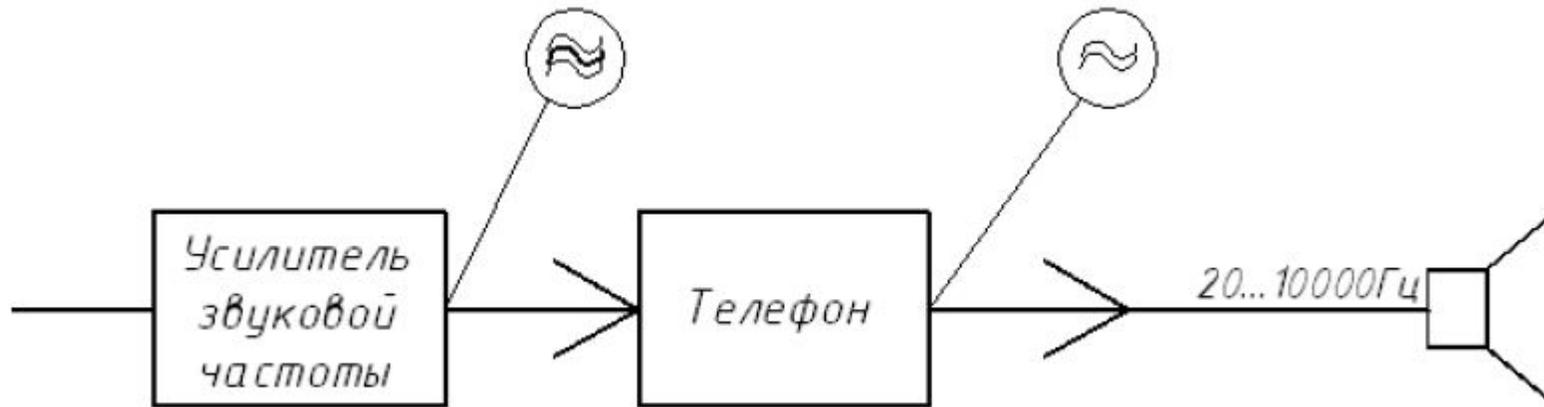


Рисунок 9

- На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками (рисунок 10) обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии (пример – на рисунке 9).

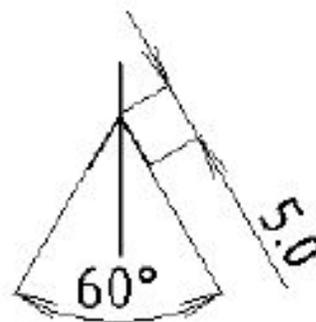


Рисунок 10

На схеме:

- должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник;
- допускается указывать тип элемента (устройства) и (или) обозначение документа;
- при изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников.

При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, сверху вниз в направлении слева направо (рисунок 8).

Правила выполнения функциональных схем

Функциональная схема - документ, разъясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) или изделия (установки) в целом.

На функциональной схеме изображают функциональные части изделия (элементы, устройства и функциональные группы), участвующие в процессе, иллюстрируемом схемой, и связи между этими частями.

- **Функциональные части и взаимосвязи между ними на схеме изображают в виде УГО, установленных в стандартах ЕСКД. Отдельные функциональные части допускается изображать в виде прямоугольников (пример – на рисунке 11).**

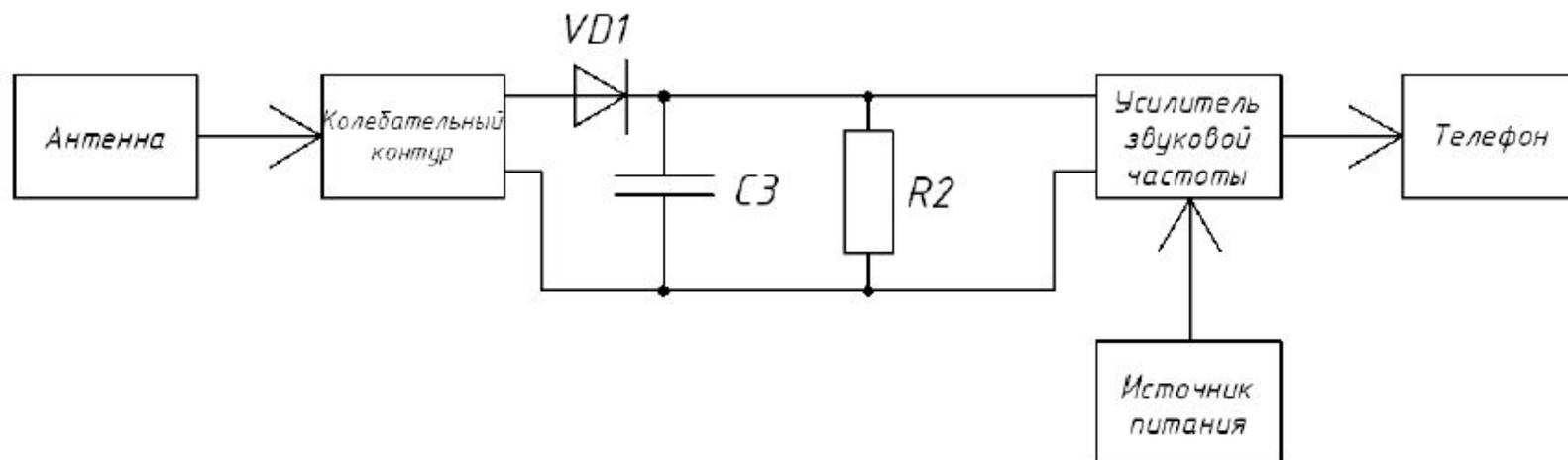


Рисунок 11

Способы изображения элементов и устройств на схемах

совмещенный

составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу

разнесенный

составные части элементов и устройств или отдельные элементы устройств изображают на схеме в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно

- При выполнении схем рекомендуется пользоваться строчным способом. При этом УГО элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи - рядом, образуя параллельные (горизонтальные или вертикальные) строки.

- При выполнении схемы строчным способом допускается нумеровать строки арабскими цифрами (рисунок 12).
- Выводы (контакты) неиспользованных элементов (частей) изображают короче, чем выводы (контакты) использованных элементов (частей) (рисунок 13).

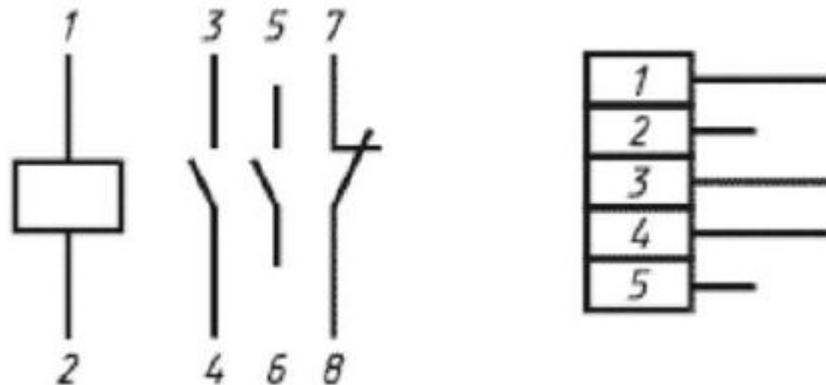


Рисунок 13

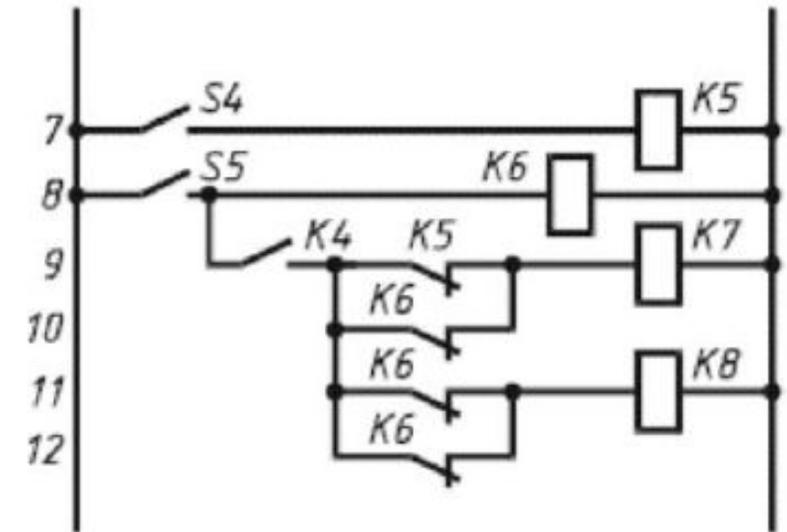


Рисунок 12

- Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении

каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях, - отдельными УГО



Рисунок 14

выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей - одним УГО

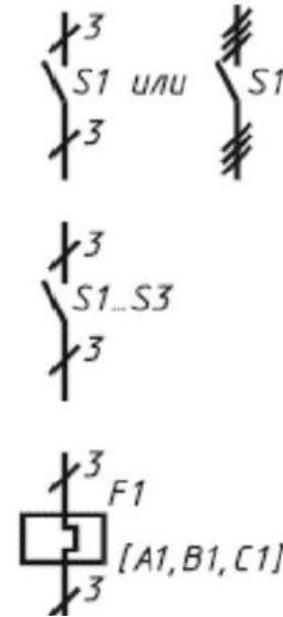


Рисунок 15

- При необходимости на схеме обозначают электрические цепи. Эти обозначения должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.709.

- Допускается слияние нескольких электрически не связанных линий взаимосвязи, не имеющих разветвлений (т.е. всякий условный номер должен встречаться на линии групповой взаимосвязи два раза), в линию групповой взаимосвязи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию взаимосвязи изображают отдельной линией.
- При необходимости разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту (см. рисунок 16).

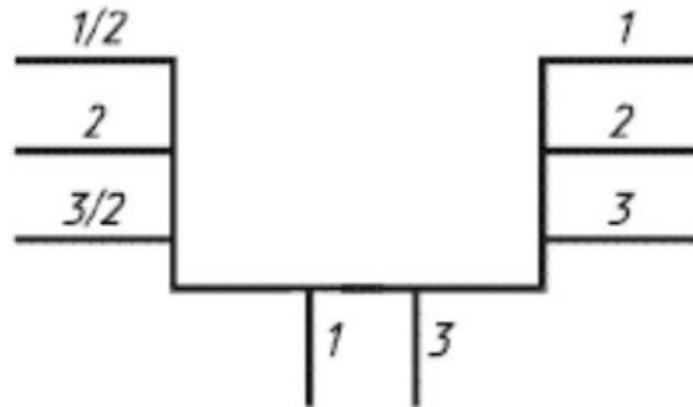


Рисунок 16

При слиянии линий взаимосвязи каждую линию помечают в месте слияния (или на обоих концах условными обозначениями).

Обозначения линий проставляют в соответствии с ГОСТ 2.721.

На схеме следует указывать:

- для каждой функциональной группы - обозначение, присвоенное ей на принципиальной схеме, и (или) ее наименование; если функциональная группа изображена в виде УГО, то ее наименование не указывают;
- для каждого устройства, изображенного в виде прямоугольника, - позиционное обозначение, его наименование и тип и (или) обозначение документа;
- для каждого устройства, изображенного в виде УГО, - позиционное обозначение, его тип и (или) обозначение документа;
- для каждого элемента - позиционное обозначение и (или) его тип.

Наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники.

Правила выполнения принципиальных схем

Принципиальная схема - документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязи между ними и, как правило, дающий полное (детальное) представление о принципах работы изделия (установки)

На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии установленных электрических процессов, все электрические взаимосвязи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т.д.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

На схеме допускается изображать соединительные и монтажные элементы, устанавливаемые в изделии по конструктивным соображениям.

Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном положении.

- **Элементы изделий на схеме вычерчивают в виде *условных графических обозначений* (УГО) согласно стандартам ЕСКД.**
- **Условные графические обозначения элементов схемы должны распределяться на поле чертежа оптимально, чтобы линии связи между элементами были кратчайшими с минимальным количеством пересечений.**
- **Размеры условных графических обозначений выполняют в соответствии с ГОСТ 2.747-68, 2.721-74, 2.728-74, 2.730-73, 2.755-74 и др. Наиболее употребляемые условные графические обозначения в схемах ЭЗ даны в таблице А.2.**

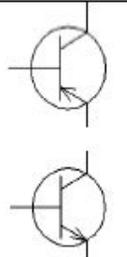
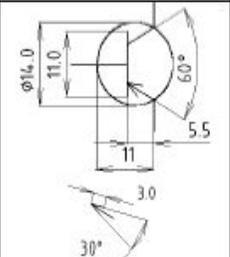
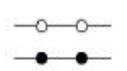
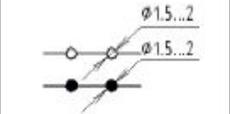
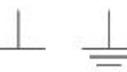
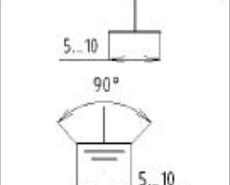
Таблица А.2 – Условные графические обозначения в схемах электрических принципиальных

Название элемента	Буквенное обозначение	Графическое обозначение элемента	Размеры УГО элемента	Номера ГОСТ на УГО
1 Громкоговоритель	BA			2.741 - 68
2 Телефон	BF			
3 Конденсатор нерегулируемый	C			2.728 - 74
4 Конденсатор регулируемый				
5 Конденсатор подстроечный				
6 Конденсатор электролитический				
7 Источник питания	G			2.742 - 68
8 Батарея аккумуляторная	GB			
9 Катушка индуктивности	L			2.723 - 68
10 Дроссель				

Название элемента	Буквенное обозначение	Графическое обозначение элемента	Размеры УГО элемента	Номера ГОСТ на УГО
11 Резистор постоянный	R			2.728 - 74
12 Реостат				
13 Резистор подстроечный				
14 Предохранитель	FU			
15 Потенциометр	RP			
16 Выключатель однополюсный	SA			
17 а) Выключатель кнопочный с замыкающим контактом б) Выключатель кнопочный с размыкающим контактом	SB			2.255 - 74
18 Трансформатор	T			2.736 - 68
19 Пьезоэлемент	BG			

Название элемента	Буквенное обозначение	Графическое обозначение элемента	Размеры УГО элемента	Номера ГОСТов на УГО
20 Микросхема	D DA			2.743 - 91
21 Катушка электромеханическая, устройство, реле	K			2.756 - 73
22 Пускатель	KM			
23 Лампа накаливания осветительная и сигнальная	H			2.732 - 68
24 Стабилитрон	VD			2.730 - 73
25 Диод				
26 Туннельный диод	VD			
27 Светодиод	V			
28 Трехфазный незапираемый тиристор с управлением по катоду	VS			

Продолжение таблицы А.2

Название элемента	Буквенное обозначение	Графическое обозначение элемента	Размеры УГО элемента	Номера ГОСТов на УГО
<p>29 Транзисторы</p> <p>а) тип р-п-р</p> <p>б) тип п-р-п</p>	VT			2.730 - 73
<p>30 Контакты</p> <p>а) разборное соединение</p> <p>б) неразборное соединение</p>	XТ			2.755 - 74
<p>31 Корпус, заземленный корпус</p>	-			2.751 - 73

Каждый элемент и (или) устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему и рассматриваемое как элемент, входящие в изделие, и устройства, не имеющие самостоятельной принципиальной схемы, и функциональные группы должны иметь позиционное обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710.

Условные буквенно-цифровые обозначения записываются в виде последовательности прописных букв латинского алфавита и знаков в одну строку без пробелов (их количество не ограничивается).

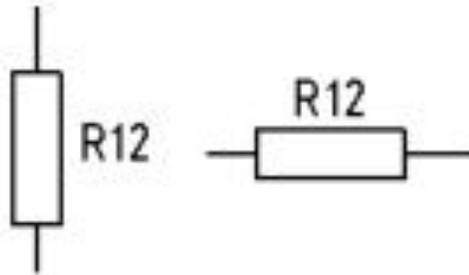
Обозначение элемента обязательно должно содержать его вид и номер (например, R25), может указываться и его функция, но не обязательно.

Вид элемента записывается буквенным кодом (по ГОСТ 2.710-81, таблица Г1), состоящим из одной или двух букв. Первая является обязательной.

Позиционные обозначения элементам (устройствам) следует присваивать в пределах изделия (установки).

Порядковые номера следует присваивать сверху вниз в направлении слева направо.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с УГО элементов и (или) устройств с правой стороны или над ними.



Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах этих устройств, начиная с единицы, например R1, R2, R3 и т.д., С1, С2, С3 и т.д.

Позиционные обозначения элементам функциональной группы присваивают в пределах изделия (установки):

- вначале присваивают позиционные обозначения элементам, не входящим в функциональные группы,
- затем элементам, входящим в них.

При изображении элемента разнесенным способом позиционное обозначение проставляют около каждой составной части (см. рисунок 17).

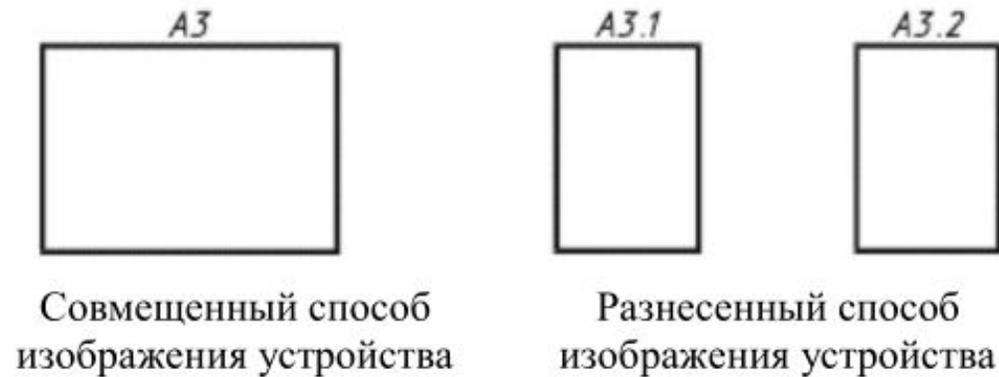


Рисунок 17

Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то справа от позиционного обозначения или под ним допускается указывать в скобках обозначения зон или номера строк, в которых изображены все остальные составные части этого элемента или устройства.

Если отдельные элементы изображены в разных местах, то в состав позиционных обозначений должно быть включено позиционное обозначение устройства, в которое они входят, например =А3-С5 - конденсатор С5, входящий в устройство А3

- При однолинейном изображении около одного УГО, заменяющего несколько УГО одинаковых элементов, указывают позиционные обозначения всех этих элементов (при необходимости справа или под ним в квадратных скобках указывают обозначения цепей (см. рисунок 15)).

- Данные об элементах принципиальной схемы следует записывать в *перечень элементов*, оформляемый в виде таблицы по ГОСТ 2.701.

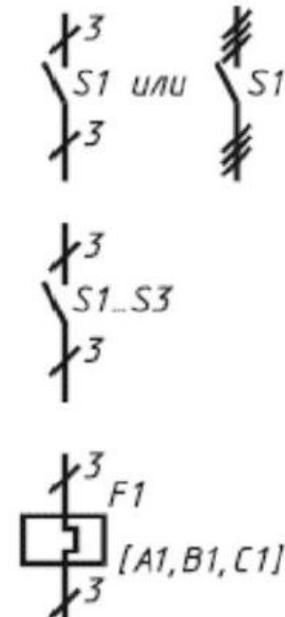


Рисунок 15

• При указании *около УГО номиналов* резисторов и конденсаторов (см. рисунок 18) допускается применять упрощенный способ обозначения единиц величин:

- для резисторов:

от 0 до 999 Ом - без указания единиц величин,

от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом - в килоомах с обозначением единицы величин строчной буквой к,

от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом - в мегаомах с обозначением единицы величин прописной буквой М,

свыше $1 \cdot 10^9$ Ом - в гигаомах с обозначением единицы величин прописной буквой Г;

- для конденсаторов:

от 0 до $9999 \cdot 12^{-12}$ Ф - в пикофарадах без указания единицы величин,

от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф - в микрофарадах с обозначением единицы величин строчными буквами мк.

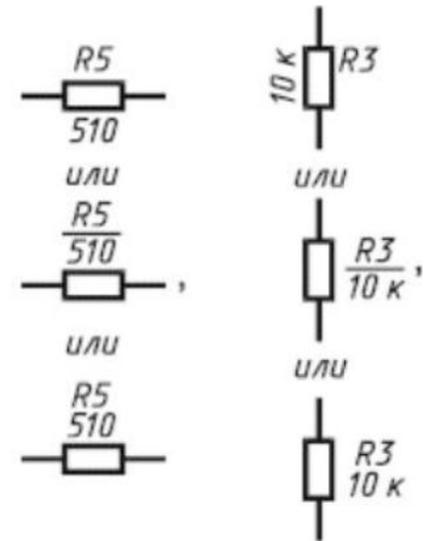


Рисунок 18

- **На схеме следует указывать *обозначения выводов (контактов)***
- При условном присвоении обозначений выводам (контактам) на поле схемы помещают соответствующее пояснение.
- При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (контактов) допускается указывать на одном из них.
- При разнесенном способе изображения одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (контактов) указывают на каждой составной части элемента (устройства).
- Для отличия на схеме обозначений выводов (контактов) от других обозначений (обозначений цепей и т.д.) **допускается записывать обозначения выводов (контактов) с *квалифицирующим символом* в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710.**

- На схеме рекомендуется указывать *характеристики входных и выходных цепей изделия* (частоту, напряжение, силу тока, сопротивление, индуктивность и т.д.), а также **параметры, подлежащие измерению на контрольных контактах, гнездах и т.д.**
- Если изделие заведомо предназначено для работы только в определенном изделии (установке), то на схеме допускается указывать адреса внешних соединений входных и выходных цепей данного изделия. Адрес должен обеспечивать однозначность присоединения, например, если выходной контакт изделия должен быть соединен с пятым контактом третьего соединителя устройства, то адрес должен быть записан следующим образом: **=А-Х3:5.**

- Характеристики входных и выходных цепей изделия, а также адреса их внешних подключений рекомендуется записывать в таблицы, помещаемые взамен УГО входных и выходных элементов - соединителей, плат и т.д. (см. рисунок 19).

X1

<i>Конт.</i>	<i>Цепь</i>	<i>Адрес</i>
1	$\Delta f = 0,3 - 3 \text{ кГц}; R_H = 600 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:1$
2	$U_{\text{Вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 600 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:2$
3	$U_{\text{Вых}} = +60 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	$= A1 - X1:3$
4	$U_{\text{Вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	$= A1 - X1:4$

Рисунок 19

- Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен УГО которого она помещена.
- Над таблицей допускается указывать УГО контакта - гнезда или штыря.

- **Аналогичные таблицы рекомендуется помещать на линиях, изображающих входные и выходные цепи и не заканчивающихся на схеме соединителями, платами и т.д. В этом случае позиционные обозначения таблицам не присваивают.**

Примечания

- 1) При наличии на схеме нескольких таблиц допускается шапку таблицы приводить только в одной из них.
- 2) При отсутствии характеристик входных и выходных цепей или адресов их внешнего присоединения в таблице не приводят графу с этими данными. При необходимости допускается вводить в таблицу дополнительные графы.
- 3) Допускается проставлять в графе "Конт." несколько последовательных номеров контактов в случае, если они соединены между собой. Номера контактов отделяют друг от друга запятой.

- При изображении на схеме многоконтактных соединителей допускается применять УГО, не показывающие отдельные контакты (ГОСТ 2.755).
- Сведения о соединении контактов соединителей указывают одним из следующих способов:

1) около изображения соединителей, на свободном поле схемы или на последующих листах схемы помещают таблицы, в которых указывают адрес соединения [обозначение цепи (см. рисунок 20а) и (или) позиционное обозначение элементов, присоединяемых к данному контакту (см. рисунок 20б)].

X2

Конт.	Адрес	Цепь	Адрес Внешний
1	5	+27 В	=A1-X1:1
2	20	-27 В	=A1-X1:2

а - таблица, помещаемая на свободном поле схемы или на последующих листах схемы

Конт.	Адрес
1	-K1:3
2	-K1:5

б - таблица, помещаемая около изображения соединителя

X2

<i>Конт.</i>	<i>Адрес</i>	<i>Цепь</i>	<i>Адрес внешний</i>
1	5	+27 В	=A1-X1:1
2	20	-27 В	=A1-X1:2

а - таблица, помещаемая на свободном поле схемы или на последующих листах схемы

<i>Конт.</i>	<i>Адрес</i>
1	-K1:3
2	-K1:5

б - таблица, помещаемая около изображения соединителя

Рисунок 20

В графах таблиц указывают следующие данные:

- в графе "Конт." - номер контакта соединителя. Номера контактов записывают в порядке возрастания,
- в графе "Адрес" - обозначение цепи и (или) позиционное обозначение элементов, соединенных с контактами,
- в графе "Цепь" - характеристику цепи,
- в графе "Адрес внешний" - адрес внешнего соединения;

2) соединения с контактами соединителя изображают разнесенным способом.

- При изображении устройства в виде прямоугольника допускается взамен УГО входных и выходных элементов помещать в нем таблицы с характеристиками входных и выходных цепей (см. рисунок 21), а вне прямоугольника допускается помещать таблицы с указанием адресов внешних присоединений (см. рисунок 22).

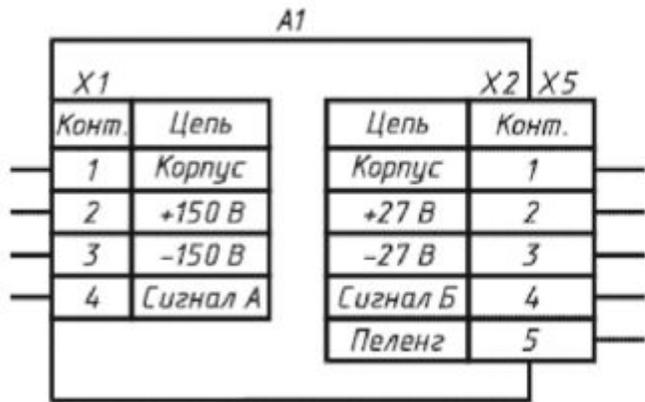


Рисунок 21

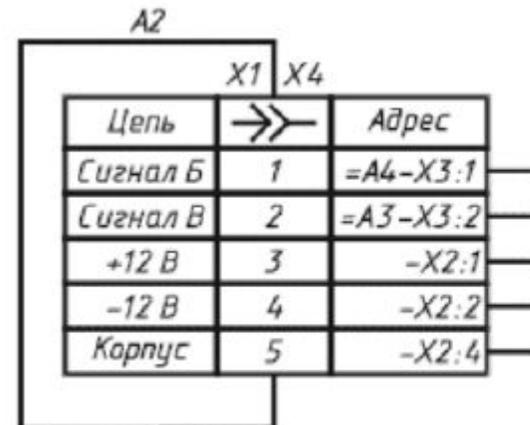
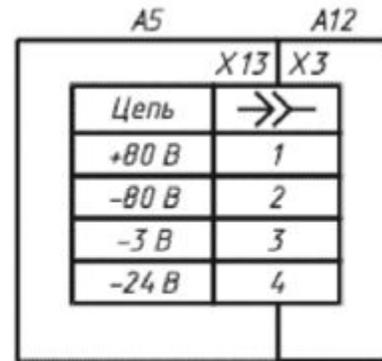
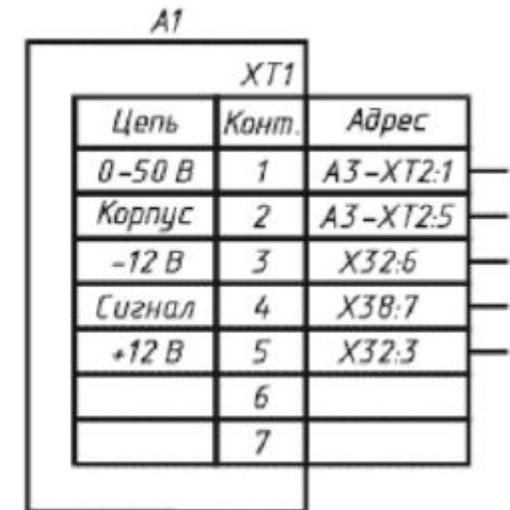


Рисунок 22



- Допускается вводить в таблицы дополнительные графы.
- Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен УГО которого она помещена.
- Взамен слова "Конт." допускается помещать условное графическое обозначение контакта соединителя (см. рисунок 22).

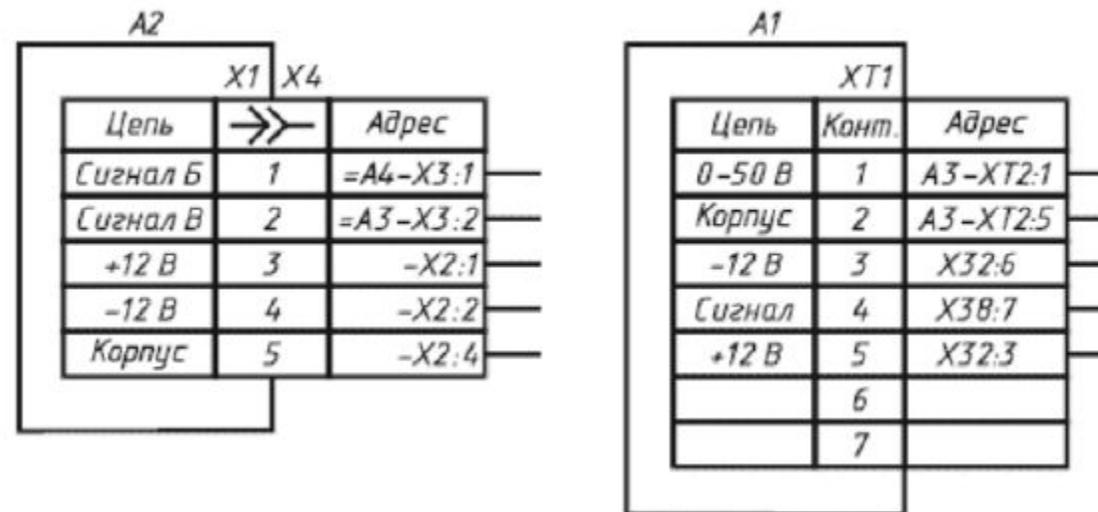


Рисунок 22

- **Если в изделие входит несколько одинаковых устройств, то схему устройства рекомендуется помещать на свободном поле схемы изделия (а не в прямоугольнике) с соответствующей надписью, например "Схема блоков А1-А4", или при первом вхождении такого блока раскрыть его схему, а в дальнейшем обозначать аналогичные блоки прямоугольниками с соответствующим буквенным обозначением.**
- **На поле схемы допускается помещать указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей (многожильных проводов, электрических шнуров), которыми должны быть выполнены соединения элементов, а также указания о специфических требованиях к электрическому монтажу данного изделия.**

Общие положения по выполнению схем для изделий вычислительной техники

- **Правила выполнения схемной документации для изделий вычислительной техники устанавливает ГОСТ 2.708 - 81.**
- **Общие принципы построения условных графических обозначений, а также условные графические обозначения двоичных логических элементов, наиболее распространенных в вычислительной технике и дискретной автоматике, установлены ГОСТ 2.743 -91.**

- При выполнении функциональных и принципиальных схем изделий вычислительной техники *УГО элементов цифровой техники строят на основе прямоугольника.*
- В общем виде УГО может содержать *основное поле и два дополнительных*, расположенных по обе стороны от основного в соответствии с рисунком 23.

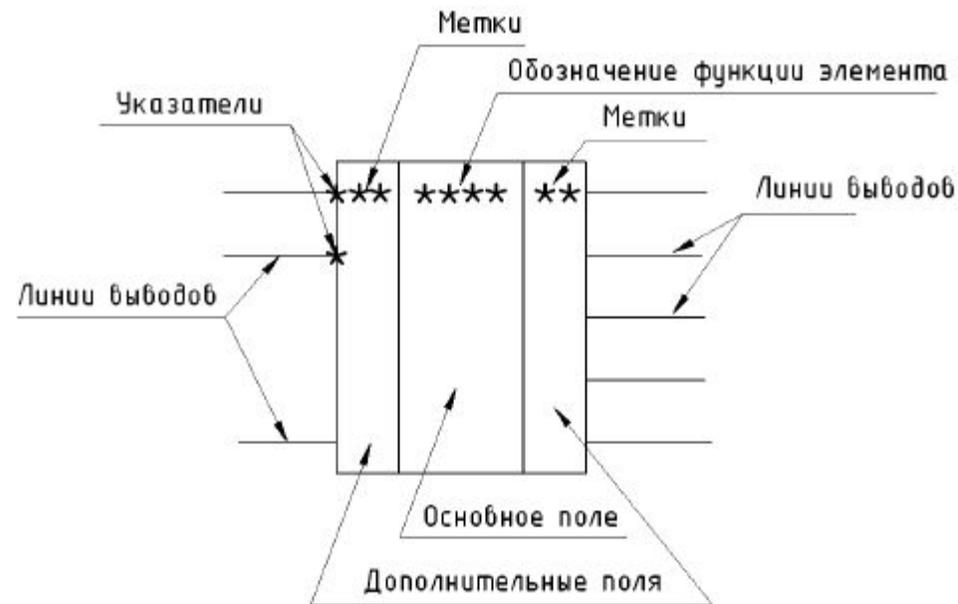
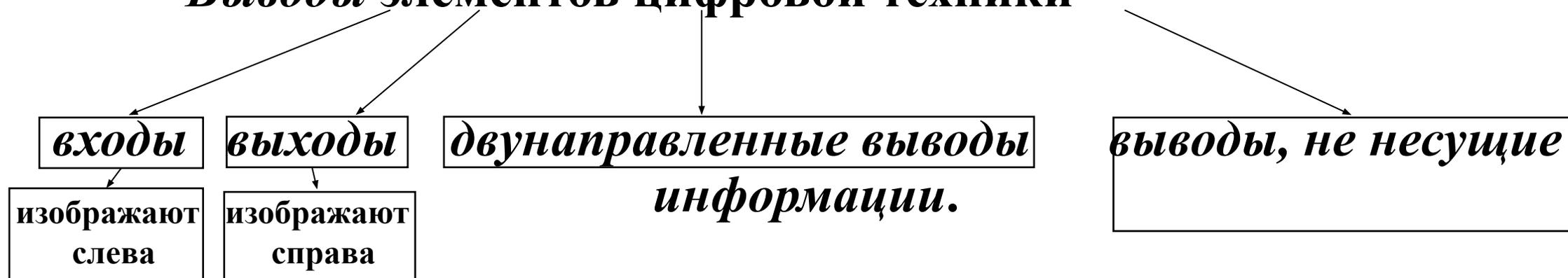


Рисунок 23 - УГО элементов цифровой техники

- *Размер прямоугольника по ширине* зависит от наличия дополнительных полей и числа помещенных в них знаков (меток, обозначения функции элемента); *по высоте* - от числа выводов, интервалов между ними и числа строк информации в основном и дополнительных полях.
- Согласно стандарту, **ширина основного поля должна быть не менее 10 мм, ширина дополнительных полей - не менее 5 мм (при большом числе знаков в метках и обозначениях функций элемента эти размеры соответственно увеличивают).**

- Расстояния между выводами - 5 мм или кратно этой величине, между выводом и горизонтальной стороной УГО (или границей зоны) — не менее 2,5 мм и кратно этой величине.
- При разделении групп выводов интервалом величина последнего должна быть не менее 10 и кратна 5 мм.

Выводы элементов цифровой техники



Выводы, несущие логическую информацию

статические

динамические

прямые

инверсные

прямые

инверсные

двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе в активном состоянии находится в состоянии «логическая 1» (далее - LOG1).

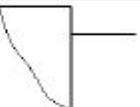
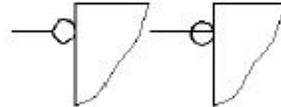
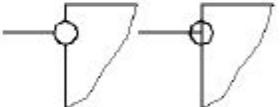
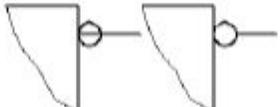
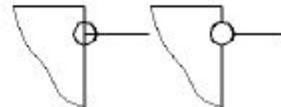
двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе в активном состоянии находится в состоянии «логический 0» (далее - LOG0).

двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе изменяется из состояния LOG0 в состояние LOG1

двоичная переменная имеет значение «1», если сигнал на этом выводе изменяется из состояния LOG1 в состояние LOG0

- **Свойства выводов обозначают указателями, приведенными в таблице 1. Форма 1 указателей является предпочтительной.**

Таблица 1 - Обозначение указателей свойств выводов

Наименование	Обозначение указателя	
	Форма 1	Форма 2
Прямой статический вход		
Прямой статический выход		
Инверсный статический вход		
Инверсный статический выход		

Продолжение таблицы 1

Наименование	Обозначение указателя	
	Форма 1	Форма 2
Прямой динамический вход		
Инверсный динамический вход		
Статический вход с указанием полярности		
Статический выход с указанием полярности		
Динамический вход с указанием полярности		
Вывод, не несущий логической информации, изображенный слева		

- При необходимости разрешается поворачивать УГО на угол 90° по часовой стрелке, т.е. располагать входы сверху, а выходы – снизу (рисунок 24).

При выполнении линий выводов к контуру УГО не допускается:

- Проводить их на уровне сторон прямоугольника;
- Проставлять на них у контура УГО стрелки, указывающие направление хода процесса.

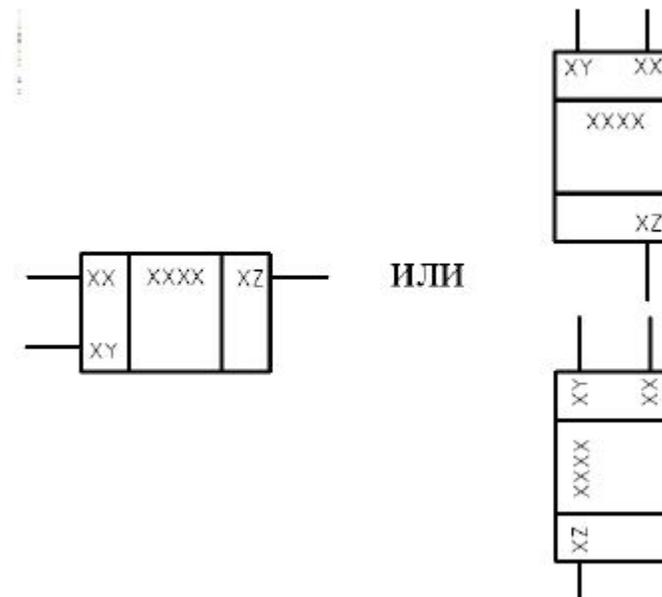


Рисунок 24

Функциональное назначение элемента цифровой техники указывают в верхней части основного поля в соответствии с рисунком 23. Его составляют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записываемых без пробелов.

Перечень вопросов для подготовки к зачёту

- 1 Схема — конструкторский документ. Определение.
- 2 Виды и типы электрических схем. Состав шифра схемы.
- 3 Схемы: структурная, функциональная, принципиальная. Определения, характеристика составных частей.
- 4 Условные обозначения функциональных групп в структурных и принципиальных схемах.
- 5 Порядок нумерации функциональных групп, устройств и элементов в схемах.
- 6 Правила заполнения основной надписи к схемам.
- 7 Оформление перечня элементов как текстового документа.
- 8 Буквенно-цифровые обозначения в электрических схемах. Построение обозначений и правила нанесения их на схемах.
- 9 Номинальные характеристики элементов. Примеры записи на схемах, в перечне.
- 10 Обозначение направления сигнала на структурных и функциональных схемах.
- 11 Можно ли уменьшать или увеличивать условные графические обозначения в схемах?
- 12 Порядок нумерации функциональных групп и элементов в структурных и принципиальных схемах.
- 13 Может ли быть задан масштаб для исполнения схемы?
- 14 Типы линий, используемые при выполнении электрических схем.
- 15 Правила нанесения линий электрической связи на схемах.
- 16 Какие дополнительные данные допускается указывать на поле электрической схемы?
- 17 УГО элементов цифровой техники.
- 18 Микросхема. Минимальные размеры. Изображения выводов на УГО.