

Федеральное агентство связи
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и
информатики» (ФГОБУ ВПО «СибГУТИ»)

Л.Я. Мефодьева

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА
“СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ”

Учебное пособие

Новосибирск
2013

Доцент Л.Я. Мефодьева

Инженерная графика «Схемы электрические»: Учебное пособие / СибГУТИ. – Новосибирск, 2013 – 74 с.

Учебное пособие содержит исчерпывающий материал для выполнения студентами заданий по теме “Схемы электрические” согласно действующим стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД). Кроме теоретического материала, подкрепленного иллюстрациями, пособие содержит образцы выполненных заданий и индивидуальные варианты заданий для самостоятельной работы студентов.

Для студентов дневной и заочной форм обучения по направлению 211000 «Конструирование и технология производства электронных средств», 210700 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», 210400 «Радиотехника», 280700 «Техносферная безопасность».

Иллюстраций 35, приложений - 4

Кафедра систем автоматизированного проектирования

Рецензенты:

Утверждено редакционно-издательским советом СибГУТИ в качестве учебного пособия.

© Сибирский государственный
университет телекоммуникаций
и информатики, 2013 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Термины и определения.....	5
2 Виды и типы схем.....	5
3 Общие требования к выполнению.....	7
3.1 Комплект (номенклатура) схем.....	7
3.2 Форматы.....	8
3.3 Построение схемы.....	8
3.4 Графические обозначения.....	11
3.5 Линии взаимосвязи.....	12
3.6 Текстовая информация.....	14
3.7 Перечень элементов.....	15
4 Правила выполнения схем.....	20
4.1 Правила выполнения структурных схем.....	20
4.2 Правила выполнения функциональных схем.....	22
4.3 Правила выполнения принципиальных схем.....	25
5 Общие положения по выполнению схем для изделий вычислительной техники.....	35
6 Перечень вопросов для теоретического собеседования.....	38
7 Рекомендуемая учебно-справочная литература.....	39
Приложение А. Методические рекомендации к выполнению задания «Схемы электрические».....	41
Приложение Б. Варианты задания «Схемы электрические» лист 1. «Схема электрическая структурная», «Схема электрическая функциональная».....	52
Приложение В. Варианты задания «Схемы электрические» лист 2. «Схема электрическая принципиальная».....	62
Приложение Г. Буквенные коды некоторых видов элементов по ГОСТ 2.710-81.....	72

ВВЕДЕНИЕ

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.

Цель учебного пособия – предоставить необходимые сведения для выполнения документов «Схема электрическая структурная», «Схема электрическая функциональная» и «Схема электрическая принципиальная» радиотехнических устройств в полном соответствии с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Цель данной работы - изучить общие требования графического оформления электрических схем; приобрести навыки в изображении и буквенно-цифровом обозначении элементов и устройств электрических схем и в оформлении таблицы перечня элементов схемы.

Для достижения указанной цели в пособии представлены:

- методические указания по выполнению учебного задания (Приложение А);
- примеры выполнения и оформления задания;
- вопросы для самоконтроля;
- необходимые нормативно-справочные данные;
- варианты-заготовки схем электрических структурных, функциональных (Приложение Б) и принципиальных (Приложение В) для самостоятельного выполнения;
- библиографический список нормативной и учебно-методической литературы.

1 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.

2 Виды и типы схем

Схема - это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними.

Виды схем в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), и их коды представлены в таблице 1.

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

Виды схем в зависимости от основного назначения подразделяются на типы. Типы схем и их коды представлены в таблице 2.

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.

3 Общие требования к выполнению

3.1 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).

Между схемами одного комплекта конструкторских документов на изделие (установку) должна быть установлена однозначная связь, которая обеспечила бы возможность быстрого отыскания одних и тех же элементов (устройств, функциональных групп), взаимосвязей или соединений на всех схемах данного комплекта.

3.2 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.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею.

3.3 Построение схемы

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей изделия (установки) не учитывают или учитывают приближенно.

Условные графические обозначения (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).

Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

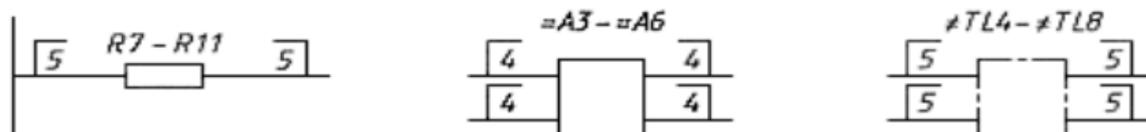


Рисунок 1

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.

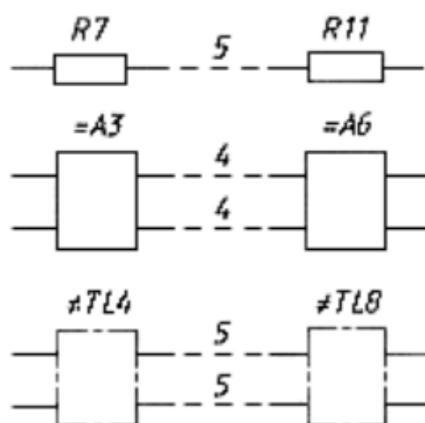


Рисунок 2

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.

Схемы, выполняемые в электронной форме, рекомендуется выполнять однолистными с обеспечением деления этого листа при печати на необходимые форматы.

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.

Примечание - Допускается выполнять устройства в виде фигуры линией в два раза толще линии 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.

Примечание - Фигура, очерченная контурной линией, как правило, должна быть прямоугольником. Допускается выделять части схемы фигурами непрямоугольной формы.

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, например: «Схема блока АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ».

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.

В этом случае на схемах помещают указания по типу: «Элементы, изображенные на схеме и не включенные в перечень элементов, см. АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Г3» или «Гидроклапаны К1 и К5, см. АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ Г3».

3.4 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 необходимости применяют нестандартизованные УГО.

При применении нестандартизованных УГО и упрощенных внешних очертаний на схеме приводят соответствующие пояснения.

УГО, для которых установлено несколько допустимых (альтернативных) вариантов выполнения, различающихся геометрической формой или степенью детализации, следует применять, исходя из вида и типа разрабатываемой схемы в зависимости от информации, которую необходимо передать на схеме графическими средствами. При этом на всех схемах одного типа, входящих в комплект документации, должен быть применен один выбранный вариант обозначения.

Применение на схемах тех или иных УГО определяют правилами выполнения схем определенного вида и типа.

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 М (см. рисунок 3). При этом шаг модульной сетки для каждой схемы может быть любым, но одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы.

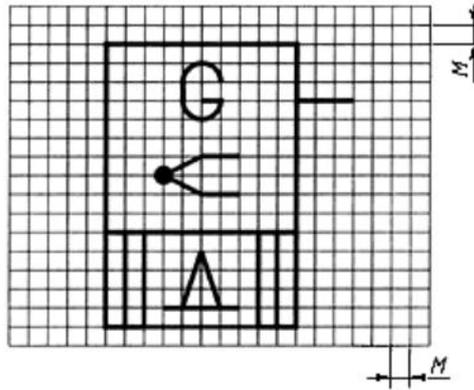


Рисунок 3

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 на схемах следует выполнять линиями той же толщины, что и линии взаимосвязи.

УГО элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90°, если в соответствующих стандартах отсутствуют специальные указания. Допускается УГО поворачивать на угол, кратный 45°, или изображать зеркально повернутыми. Если при повороте или зеркальном изображении УГО может нарушиться смысл или удобочитаемость обозначения, то такие обозначения должны быть изображены в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах.

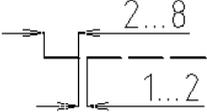
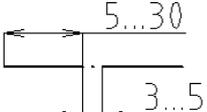
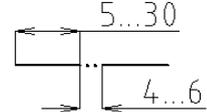
УГО, содержащие цифровые или буквенно-цифровые обозначения, допускается поворачивать против часовой стрелки только на угол 90° или 45°.

3.5 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.

Примечание - В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линий взаимосвязи, длину которых следует по возможности ограничивать.

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, например лист 5 зона А6 (5, А6), или обозначение документа при выполнении схем самостоятельными документами, на который переходит линия взаимосвязи.

Линии взаимосвязи должны быть показаны, как правило, полностью.

Примечание - 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, например полярность, потенциал, давление, расход жидкости и т.п.

3.6 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. Около УГО элементов и устройств помещают, например, номинальные значения их параметров, а на свободном поле схемы - диаграммы, таблицы, текстовые указания (диаграммы последовательности временных процессов, циклограммы, таблицы замыкания контактов коммутирующих устройств, указания о специфических требованиях к монтажу и т.п.).

Текстовые данные приводят на схеме в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или в виде УГО.

Содержание текста должно быть кратким и точным. 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.

При большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация данных.

На схеме около УГО элементов, требующих пояснения в условиях эксплуатации (например, переключатели, потенциометры, регуляторы и т.п.), 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, например требования о недопустимости совместной прокладки некоторых проводов, жгутов, кабелей, трубопроводов, минимально допустимые размеры между проводами, жгутами, жгутами и кабелями, трубопроводами, данные о специфичности прокладки и защиты проводов, жгутов, кабелей и трубопроводов и т.п.

При выполнении схемы на нескольких листах технические указания, являющиеся общими 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, или на свободном поле того листа, где они являются наиболее необходимыми для удобства чтения схемы.

3.7 Перечень элементов

Перечень элементов помещают *на первом листе схемы* или выполняют *в виде самостоятельного документа*. Для электронных документов перечень элементов выполняют только в виде самостоятельного документа. В случае разработки электронной структуры изделия по ГОСТ 2.053 перечень элементов рекомендуется получать из нее в виде отчета, оформленного в соответствии с требованиями стандарта.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы (см. рисунок 4), заполняемой сверху вниз.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
20	110	10	

Рисунок 4

В графах таблицы указывают следующие данные:

– 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 этот элемент (устройство) применен, и обозначение этого документа (основной

конструкторский документ, межгосударственный стандарт, стандарт Российской Федерации, стандарт организации, технические условия); - для функциональной группы - наименование;

– в графе «Примечание» - рекомендуется указывать технические данные элемента (устройства), не содержащиеся в его наименовании.

При выполнении перечня элементов на первом листе схемы его располагают, как правило, над основной надписью.

Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть **не менее 12 мм**.

Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя головку таблицы (рисунок 5) .

При выпуске перечня элементов в виде самостоятельного документа его код должен состоять из буквы «П» и кода схемы, к которой выпускают перечень, например код перечня элементов к гидравлической принципиальной схеме - ПГЗ. При этом в основной надписи (графа 1) указывают наименование изделия, а также наименование документа «Перечень элементов» (рисунок 6).

Перечень элементов записывают в спецификацию после схемы, к которой он выпущен.

Перечень элементов в виде самостоятельного документа выполняют на формате А4. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104 (формы 2 и 2а).

При разбивке поля схемы на зоны перечень элементов дополняют графой «Зона» (см. рисунок 7), указывая в ней обозначение зоны, в которой расположен данный элемент (устройство).

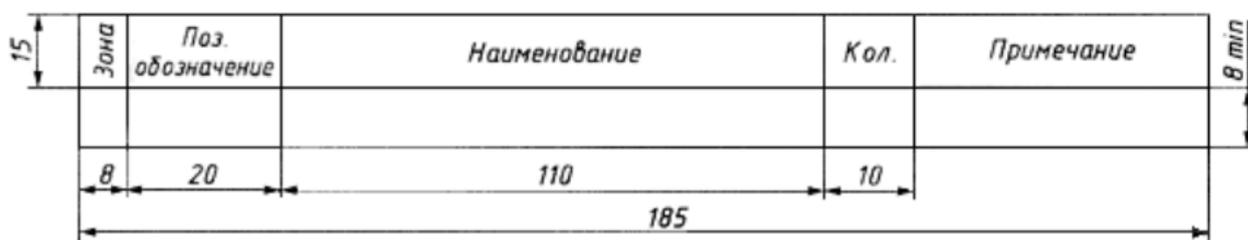


Рисунок 7

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.

3) При записи элементов **одинакового наименования**, отличающихся техническими характеристиками и другими данными 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 (межгосударственный стандарт, технические условия или основной конструкторский документ), на основании которого эти элементы применены (см. рисунок 8).

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

Рисунок 8

При присвоении позиционных обозначений элементам в пределах групп устройств или при вхождении в изделие одинаковых функциональных групп в перечень элементов, элементы, относящиеся к устройствам и функциональным группам, записывают отдельно.

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

автоматизированном проектировании наименование устройства (функциональной группы) допускается не подчеркивать.

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 (функциональные группы), 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 (см. рисунок 9).

<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 9

4 Правила выполнения схем

4.1 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.**

Графическое построение схемы должно обеспечивать наилучшее представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

Функциональным частям на схеме согласно ГОСТ 2.737-68 соответствуют:

- = **прямоугольники с размерами (10 × 15)мм** (рисунок 10);
- = **прямоугольники с размерами (10 × 10)мм** (рисунок 11);
- = **условные графические обозначения**. Наиболее употребляемые условные графические обозначения, применяемые в структурных схемах, даны в **таблице А.2**.

Способы можно сочетать в одной схеме (рисунок 12).

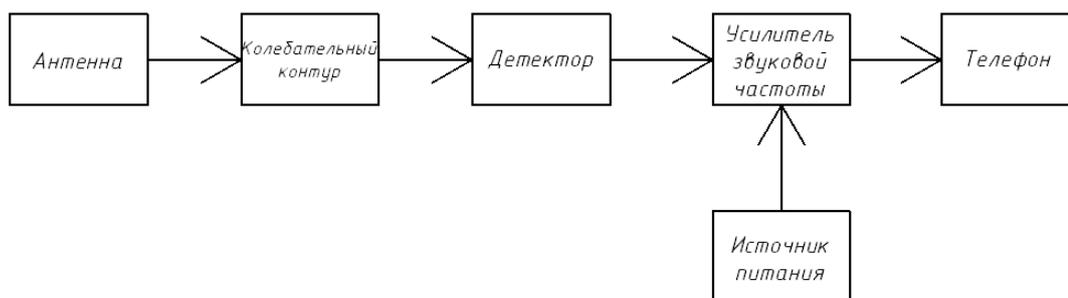
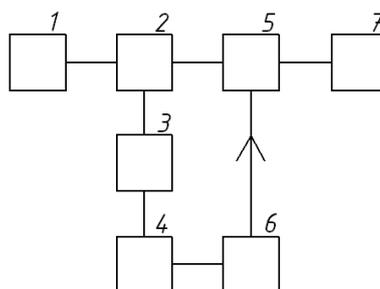


Рисунок 10



Позиц. обозн.	Наименование
1	Антенна
2	Колебательный контур
3	Детектор
4	Усилитель

Рисунок 11

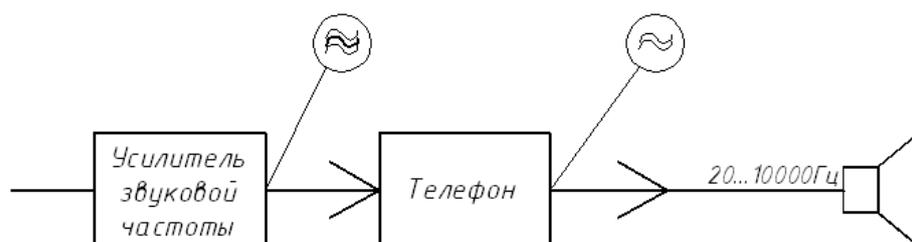


Рисунок 12

На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками (рисунок 13) обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии (пример – на рисунке 12).

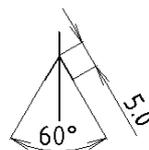


Рисунок 13

На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник.

На схеме допускается указывать тип элемента (устройства) и (или) обозначение документа (основного конструкторского документа, стандарта, технических условий), на основании которого этот элемент (устройство) применен.

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*, как правило, *сверху вниз в направлении слева направо* в соответствии с рисунком 11. В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы.

4.2 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 14).

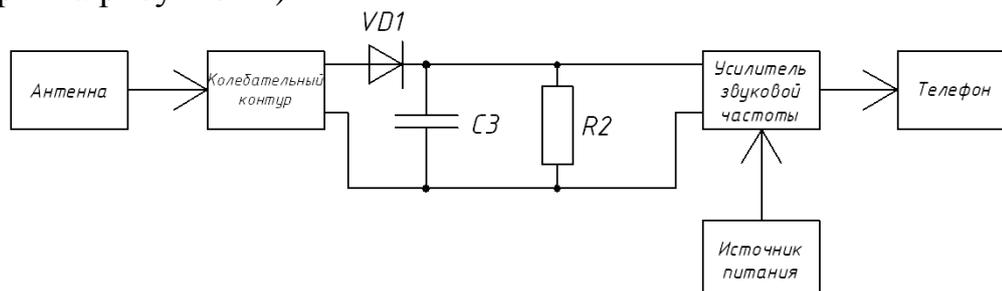


Рисунок 14

Графическое построение схемы должно давать наиболее наглядное представление о последовательности процессов, иллюстрируемых схемой.

Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу.

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

Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы или устройства.

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 (см. рисунок 15).

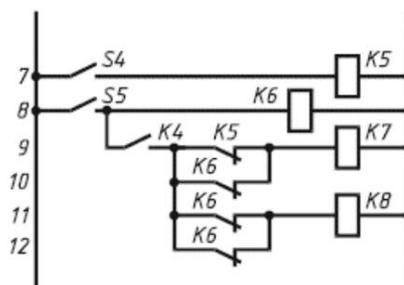


Рисунок 15

При изображении элементов или устройств разнесенным способом допускается на свободном поле схемы помещать УГО элементов или устройств, выполненные совмещенным способом. При этом элементы или устройства, используемые в изделии частично, изображают полностью с указанием использованных и неиспользованных частей или элементов (например, все контакты многоконтактного реле).

Выводы (контакты) неиспользованных элементов (частей) изображают короче, чем выводы (контакты) использованных элементов (частей) (см. рисунок 16).

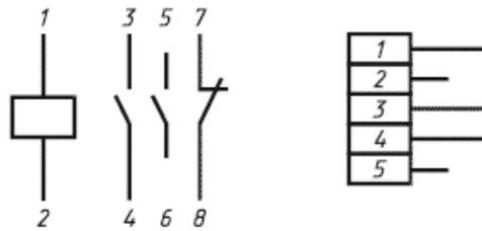
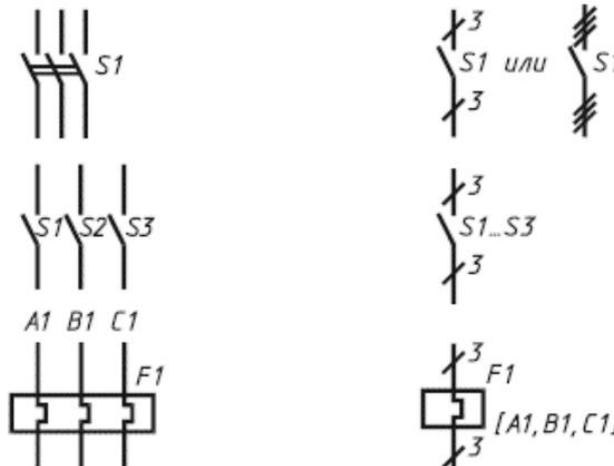


Рисунок 16

Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении.

При многолинейном изображении каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях, - отдельными УГО (см. рисунок 17а).



а - многолинейное изображение б - однолинейное изображение

Рисунок 17

При однолинейном изображении цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей - одним УГО (см. рисунок 17б).

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

Для упрощения схемы допускается слияние нескольких электрически не связанных линий взаимосвязи в линию групповой взаимосвязи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию взаимосвязи изображают отдельной линией.

При слиянии линий взаимосвязи каждую линию помечают в месте слияния, а при необходимости - и на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами или сочетанием букв и цифр) или обозначениями, принятыми для электрических цепей.

Обозначения линий проставляют в соответствии с требованиями, приведенными в ГОСТ 2.721.

Линии электрической взаимосвязи, сливаемые в линию групповой взаимосвязи, как правило, не должны иметь разветвлений, т.е. всякий условный номер должен встречаться на линии групповой взаимосвязи два

раза. При необходимости разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту (см. рисунок 18).

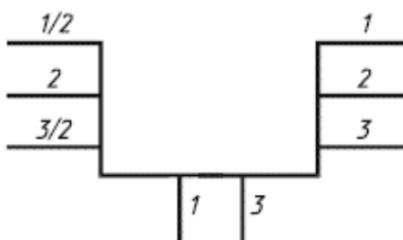


Рисунок 18

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, присвоенное ему на принципиальной схеме, его наименование и тип и (или) обозначение документа (основной конструкторский документ, стандарт, технические условия), на основании которого это устройство применено;

- для каждого устройства, изображенного в виде УГО, - позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, его тип и (или) обозначение документа;

- для каждого элемента - позиционное обозначение, присвоенное ему на принципиальной схеме, и (или) его тип.

Обозначение документа, на основании которого применено устройство, и тип элемента допускается не указывать.

Наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать в прямоугольники.

На схеме рекомендуется указывать технические характеристики функциональных частей (рядом с графическими обозначениями или на свободном поле схемы).

4.3 Правила выполнения принципиальных схем

4.3.1 *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.

4.3.2 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.1**.

Элементы и устройства, УГО которых установлены в стандартах ЕСКД, изображают на схеме в виде этих УГО.

Примечание - Если УГО стандартами не установлено, то разработчик выполняет УГО на полях схемы и дает пояснения.

4.3.3 Каждый элемент и (или) устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему и рассматриваемое как элемент, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь **обозначение (позиционное обозначение)** в соответствии с ГОСТ 2.710.

Устройствам, не имеющим самостоятельных принципиальных схем, и функциональным группам рекомендуется присваивать обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710.

Условные буквенно-цифровые обозначения элементов схем записываются в виде последовательности *прописных букв латинского алфавита и знаков* в одну строку без пробелов, причем их количество не ограничивается.

Обозначение элемента обязательно должно содержать его *вид и номер* (например, R25, VT11), может указываться и его функция, но не обязательно. Вид элемента записывается буквенным кодом, состоящим из одной или двух букв. Первая является обязательной. Буквенные коды некоторых видов элементов по ГОСТ 2.710-81 приведены в **таблице Г.1**.

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

Порядковые номера элементам (устройствам) следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов (устройств), которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например R1, R2, R3 и т.д., С1, С2, С3 и т.д.

Порядковые номера следует присваивать в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме **сверху вниз в направлении слева направо**.

При внесении изменений в схему последовательность присвоения порядковых номеров может быть изменена.

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с УГО элементов и (или) устройств **с правой стороны или над ними** в соответствии с рисунком 19.

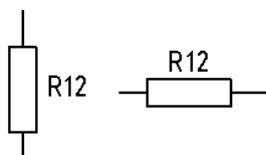


Рисунок 19

На схеме изделия, в состав которого входят устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, допускается позиционные обозначения элементам присваивать в пределах каждого устройства.

Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах этих устройств. Порядковые номера следует присваивать, начиная с единицы, в пределах устройства.

На схеме изделия, в состав которого входят функциональные группы, позиционные обозначения элементам присваивают в пределах изделия (установки), при этом вначале присваивают позиционные обозначения элементам, не входящим в функциональные группы, и затем элементам, входящим в функциональные группы.

При наличии в изделии нескольких одинаковых функциональных групп позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, следует повторять во всех последующих группах.

Обозначение функциональной группы, присвоенное в соответствии с ГОСТ 2.710, указывают около изображения функциональной группы (сверху или справа).

При изображении на схеме элемента или устройства разнесенным способом позиционное обозначение элемента или устройства проставляют около каждой составной части (см. рисунок 20).

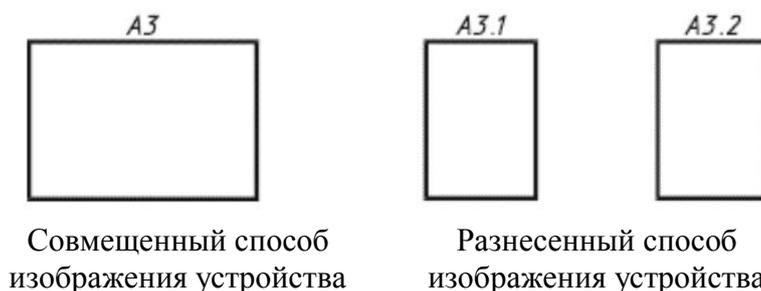


Рисунок 20

Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то справа от позиционного обозначения или под позиционным обозначением каждой составной части элемента или устройства допускается указывать в скобках обозначения зон или номера строк, в которых изображены все остальные составные части этого элемента или устройства (см. рисунок 21).

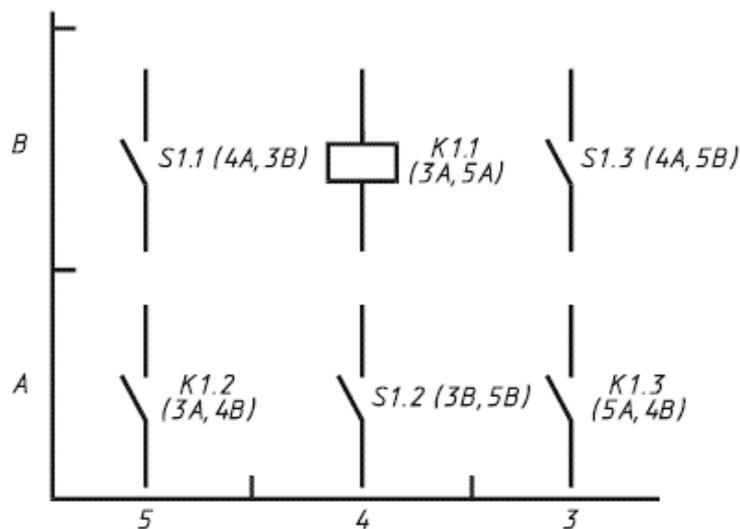


Рисунок 21

Допускается при изображении на схеме элемента или устройства разнесенным способом позиционное обозначение каждой составной части элемента или устройства проставлять, как при совмещенном способе, но с указанием для каждой части обозначений выводов (контактов).

При изображении отдельных элементов устройств в разных местах в состав позиционных обозначений этих элементов должно быть включено позиционное обозначение устройства, в которое они входят, например =А3-С5 - конденсатор С5, входящий в устройство А3.

При разнесенном способе изображения функциональной группы (при необходимости и совмещенном способе) в состав позиционных обозначений элементов, входящих в эту группу, должно быть включено обозначение функциональной группы, например ≠ Т1-С5 - конденсатор С5, входящий в функциональную группу Т1.

При однолинейном изображении около одного УГО, заменяющего несколько УГО одинаковых элементов или устройств, указывают позиционные обозначения всех этих элементов или устройств.

Если одинаковые элементы или устройства находятся не во всех цепях, изображенных однолинейно, то справа от позиционного обозначения или под ним в квадратных скобках указывают обозначения цепей, в которых находятся эти элементы или устройства (см. рисунок 17).

4.3.4 На принципиальной схеме должны быть однозначно определены все элементы и устройства, входящие в состав изделия и изображенные на схеме.

Данные об элементах следует записывать в *перечень элементов*, оформляемый в виде таблицы по ГОСТ 2.701. При этом связь перечня с УГО элементов следует осуществлять через позиционные обозначения.

Для электронных документов перечень элементов оформляют отдельным документом.

Допускается в отдельных случаях, установленных стандартами, все сведения об элементах помещать около УГО.

При сложном вхождении, например, когда в устройство, не имеющее самостоятельной принципиальной схемы, входит одно или несколько устройств, имеющих самостоятельные принципиальные схемы, и (или) функциональных групп, или если в функциональную группу входит одно или несколько устройств и т.д., то в перечне элементов в графе "Наименование" перед наименованием устройств, не имеющих самостоятельных принципиальных схем и функциональных групп, допускается проставлять порядковые номера (т.е. подобно обозначению разделов, подразделов и т.д.) в пределах всей схемы изделия (см. рисунок 22). Функциональные узлы или устройства (в том числе выполненные на отдельной плате) выделяют штриховыми линиями. Если на схеме в позиционное обозначение элемента включено позиционное обозначение устройства или обозначение функциональной группы, то в перечне элементов в графе "Поз. обозначение" указывают позиционное обозначение элемента без позиционного обозначения устройства или обозначения функциональной группы.

4.3.5 При указании *около УГО номиналов* резисторов и конденсаторов (см. рисунок 23) 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.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Дешифратор АБВГ.ХХХХХХ.033	1	
D1	Микросхема К155ТМ2 бко.348.006 ТУ1	1	
D2	Микросхема К155ЛАЗ бко.348.006 ТУ1	1	
	Резисторы		
R1,R2	МЛТ-0,25-430 Ом ± 10% ГОСТ...	2	
R3	МЛТ-0,25-13 Ом ± 10% ГОСТ...	1	
R4	ППЗ-43-60 Ом ± 10% ... ТУ	1	
SA1	Переключатель АБВГ.ХХХХХХ.154	1	
A2	<u>1 Блок включения ФЭУ.АБВГ.ХХХХХХ.249</u>	1	
AB1	Блок индикации АБВГ.ХХХХХХ.122	1	
	Резисторы ГОСТ...		
R1,R2	МЛТ-0,25-120 Ом ± 10%	2	
R3	МЛТ-0,25-220 Ом ± 10%	1	
R4-R6	МЛТ-0,25-120 Ом ± 10%	3	
LPM1	<u>1.1 Измеритель</u>		
AC1	Блок сигнализации АБВГ.ХХХХХХ.021	1	
C1,C2	Конденсатор КМ-3а-Н30-0,22 ...ТУ	2	
R7	Резистор МЛТ-0,25-470 Ом ± 10% ГОСТ...	1	
KLB1-KLB4	<u>2 Переключатель тока</u>	4	
A3	Блок индикации АБВГ.ХХХХХХ.020	1	
R5	Резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм ± 10% ГОСТ...	1	
R6,R7	Резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм ± 10% ГОСТ...	2	

Рисунок 22

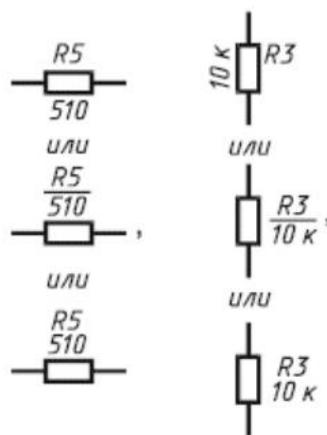


Рисунок 23

4.3.6 На схеме следует указывать **обозначения выводов (контактов)** элементов (устройств), нанесенные на изделие или установленные в их документации.

Если в конструкции элемента (устройства) и в его документации обозначения выводов (контактов) не указаны, то допускается условно присваивать им обозначения на схеме, повторяя их в дальнейшем в соответствующих конструкторских документах.

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.

При изображении элемента или устройства разнесенным способом поясняющую надпись помещают около одной составной части изделия или на поле схемы около изображения элемента или устройства, выполненного совмещенным способом.

4.3.7 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 невозможно указать характеристики или параметры входных и выходных цепей изделия, то рекомендуется указывать наименование цепей или контролируемых величин.

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.

Допускается указывать адрес в общем виде, если будет обеспечена однозначность присоединения, например "Прибор А".

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 24).

X1

Конт.	Цепь	Адрес
1	$\Delta f = 0,3-3 \text{ кГц}; R_H = 600 \text{ Ом}$	= А1-Х1:1
2	$U_{\text{вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 600 \text{ Ом}$	= А1-Х1:2
3	$U_{\text{вых}} = +60 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	= А1-Х1:3
4	$U_{\text{вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	= А1-Х1:4

Рисунок 24

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен УГО которого она помещена.

Над таблицей допускается указывать УГО контакта - гнезда или штыря.

Таблицы допускается выполнять разнесенным способом.

Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством построения схемы.

Допускается помещать таблицы с характеристиками цепей при наличии на схеме УГО входных и выходных элементов - соединителей, плат и т.д. (см. рисунок 25).

X1

Конт.	Цепь	Адрес
1	$\Delta f = 0,3-3 \text{ кГц}; R_H = 600 \text{ Ом}$	= А1-Х1:1
2	$U_{\text{вых}} = 0,5 \text{ В}; R_H = 600 \text{ Ом}$	= А1-Х1:2
3	$U_{\text{вых}} = +60 \text{ В}; R_H = 500 \text{ Ом}$	= А1-Х1:3
4	$U_{\text{вых}} = +20 \text{ В}; R_H = 1 \text{ кОм}$	= А1-Х1:4

Рисунок 25

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 головку 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:

- около изображения соединителей, на свободном поле схемы или на последующих листах схемы помещают таблицы, в которых указывают адрес соединения [обозначение цепи (см. рисунок 26а) и (или) позиционное обозначение элементов, присоединяемых к данному контакту (см. рисунок 26б)].

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 26

При необходимости в таблице указывают характеристики цепей и адреса внешних соединений (см. рисунок 26а).

Если таблицы помещены на поле схемы или на последующих листах, то им присваивают позиционные обозначения соединителей, к которым они составлены.

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;
 - соединения с контактами соединителя изображают разнесенным способом (см. рисунок 27).

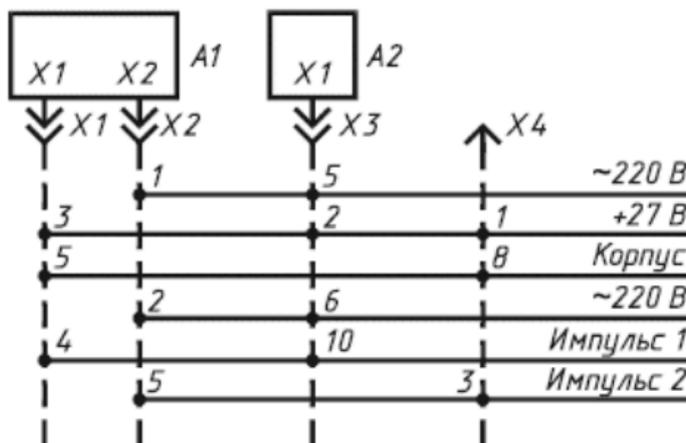


Рисунок 27

Примечания

- 1) Точки, соединенные штриховой линией с соединителем, обозначают соединения с соответствующими контактами этого соединителя.
- 2) При необходимости характеристики цепей помещают на свободном поле схемы над продолжением линий взаимосвязи.

При изображении устройства (или устройств) в виде прямоугольника допускается в прямоугольнике взамен УГО входных и выходных элементов помещать таблицы с характеристиками входных и выходных цепей (см. рисунок 28), а вне прямоугольника допускается помещать таблицы с указанием адресов внешних присоединений (см. рисунок 29).

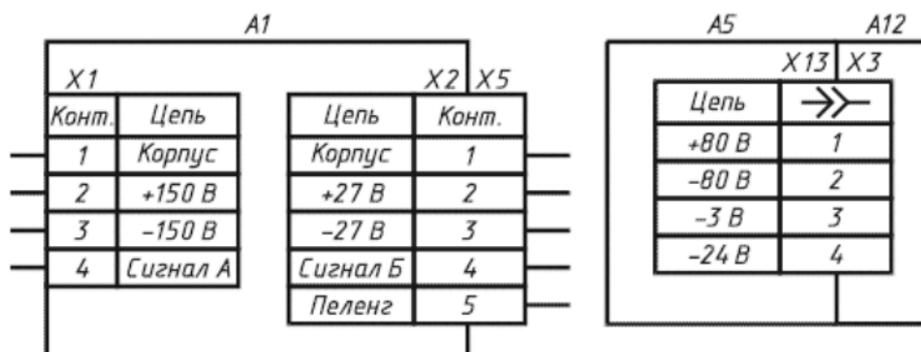


Рисунок 28

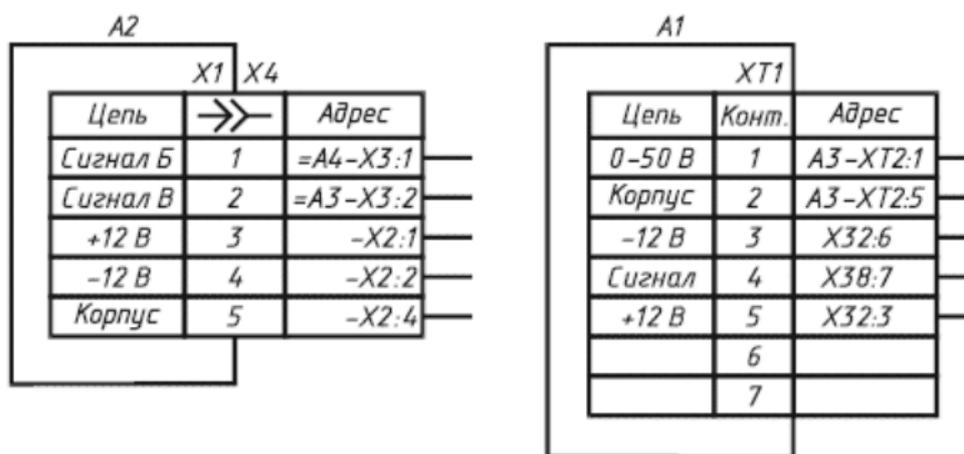


Рисунок 29

При необходимости допускается вводить в таблицы дополнительные графы.

Каждой таблице присваивают позиционное обозначение элемента, взамен УГО которого она помещена.

В таблице взамен слова "Конт." допускается помещать условное графическое обозначение контакта соединителя (см. рисунок 29).

На схеме изделия в прямоугольники, изображающие устройства, допускается помещать структурные или функциональные схемы устройств либо полностью или частично повторять их принципиальные схемы.

Элементы этих устройств в перечень элементов не записывают.

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.

4.3.8 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.

5 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 *условные графические обозначения элементов цифровой техники (УГО) 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 30.

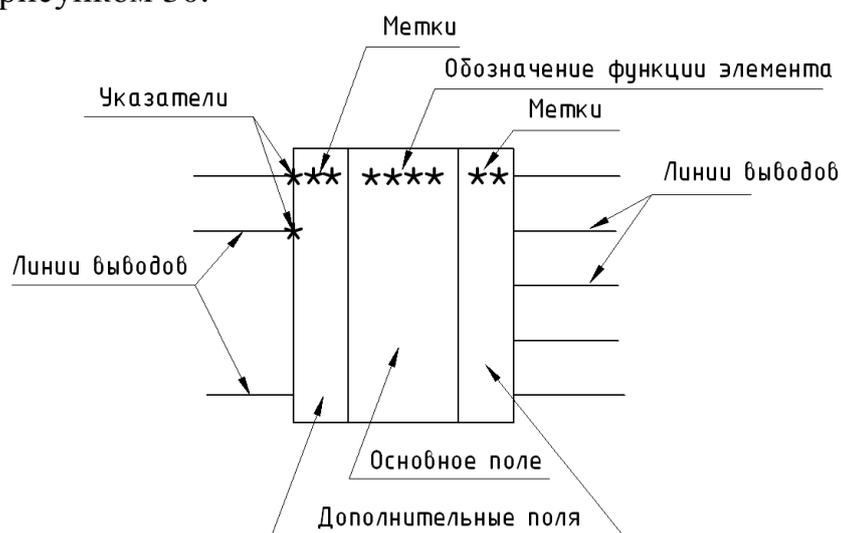


Рисунок 30 - УГО элементов цифровой техники

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 делятся на *входы, выходы, двунаправленные выходы и выходы, не несущие информации*. Входы изображают слева, выходы – справа.

Выводы, несущие логическую информацию, подразделяют на статические и динамические, которые, в свою очередь, могут быть прямыми и инверсными.

Свойства выводов обозначают указателями, приведенными в таблице 4. Форма 1 указателей является предпочтительной.

При необходимости разрешается поворачивать УГО на угол 90° по часовой стрелке, т.е. располагать входы сверху, а выходы – снизу (рисунок 31).

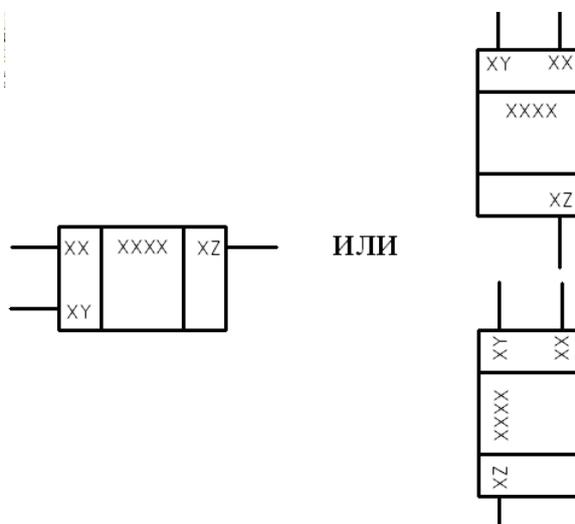


Рисунок 31

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.

Функциональное назначение элемента цифровой техники указывают в верхней части основного поля в соответствии с рисунком 30. Его составляют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков, записываемых без пробелов.

Таблица 4 - 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 4

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		

Графическое задание по теме «Схемы электрические», таблицы условных графических обозначений (УГО), примеры выполнения задания приведены в приложениях А, Б, В.

6 Перечень вопросов для теоретического собеседования

- 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.

7 Рекомендуемая учебно-справочная литература

1. Быкова, В.Н. Инженерная и компьютерная графика: учебное пособие. / В.Н. Быкова, Л.Я. Мефодьева, Г.Д. Мефодьева, В.И. Сединин. / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики – Новосибирск, 2010. – 290с.

2. Александров, К.К. Электротехнические чертежи и схемы. К.К.Александров, Е.Г.Кузьмина / Энергоатомиздат, 1990.

3. Катунин, Г.П. Нормы ЕСКД для студенческих работ: учебное пособие / Г.П.Катунин, Г.Д.Мефодьева / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2001.- 88с.

4. Вайспапир, В.Я. ЕСКД в студенческих работах: учебное пособие / В.Я. Вайспапир, Г.П. Катунин, Г.Д. Мефодьева. / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2009. – 215 с.

5. В.Я. Вайспапир, Г.П. Катунин, Г.Д. Мефодьева. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронных средств. Учебное пособие. СибГУТИ, 2004 – 250с.

6. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД: справочник / С.Т.Усатенко, Т.К.Каченюк, М.В.Терехова / М., 1989.- 325с.

7. Сапаров, В.Е. Системы стандартов в радиосвязи и радиоэлектронике: учебное пособие для ВУЗов / В.Е.Сапаров, Н.Н.Максимов / М., «Радио и связь», 1985.

8. Разработка и оформление конструкторской документации радиоэлектронной аппаратуры: справочник / Под ред. Э.Т.Романычевой / 2-ое издание, перераб. и доп. / М., «Радио и связь», 1989.

9. Мефодьева, Л.Я. Практика КОМПАС. Упражнения по освоению программы [Электронный ресурс]: Метод. указания / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2010. – 39 с.

10. **Перечень государственных стандартов:**

ГОСТ 2.053-2006 ЕСКД. Электронная структура изделия. Общие положения

ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи

ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы схем. Общие требования к выполнению

ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем

ГОСТ 2.708-81 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники

ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах

ГОСТ 2.721-74...2.743-91...2.751-73 ЕСКД. Условные графические обозначения (УГО) в схемах.

ГОСТ 2.201-80 ЕСКД. Обозначение изделий и конструкторских документов

ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы.

ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии

ГОСТ 2.304-84 ЕСКД. Шрифты чертежные

Приложение А

Методические рекомендации к выполнению задания «Схемы электрические»

Тема: Схемы электрические. Схемы электрические структурные. Схемы электрические функциональные. Схемы электрические принципиальные.

Содержание: по предложенным вариантам выполнить схемы электрические. Лист 1 – схема электрическая структурная или схема электрическая функциональная; лист 2 - схема электрическая принципиальная.

Цель: изучить правила выполнения и оформления электрических структурных, функциональных и принципиальных схем по ГОСТ 2.701-2008, 2.702-2011, 2.709-82, 2.710-81.

В вариантах заданий все устройства, функциональные группы и элементы схем заданы окружностями. Технические данные элементов и наименования устройств и функциональных групп сведены в таблицы.

Рекомендуемая последовательность выполнения задания:

Оба листа формата А3 оформить рамкой и основной надписью по форме 1 в соответствии с ГОСТ 2.104-2006.

1 Подобрать условные графические обозначения (УГО) по ГОСТ ЕСКД или по таблицам А.1 и А.2. Начертить УГО вместо окружностей, при этом линии электрических связей сохранить.

2 Если на устройство для структурной схемы нет стандартного УГО, то следует применить общее УГО «Устройство» (табл А.2, п.1), вписать поясняющий текст наименования устройства или присвоить позицию и привести поясняющий текст с полным названием заданного устройства.

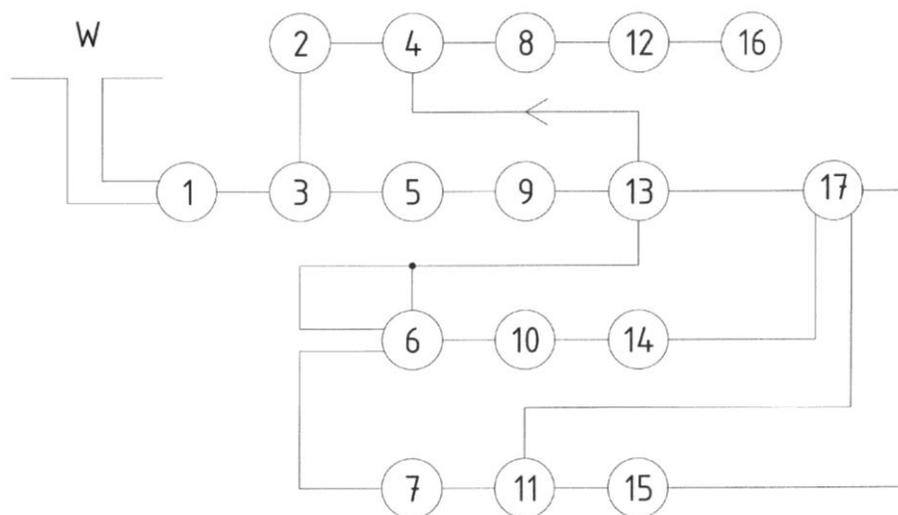
3 Обозначить элементы принципиальной схемы в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701-2008, 2.702-2011 и 2.710-81.

4 Выполнить перечень элементов для принципиальной схемы.

5 Заполнить основную надпись, к обозначению документа подписать буквенно-цифровой шифр, составленный по виду и типу схем в соответствии с ГОСТ 2.701-2008. Все надписи выполнить шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81.

Примеры вариантов заданий и **выполненных** по ним работ даны на рисунках А.1, А.2, А.3, А.4.

Наименование изделия: Приемник телевизионный одноканальный.



W - антенна

<i>Позиционное обозначение на варианте схемы</i>	<i>Наименование устройства</i>	<i>Примечание</i>
1	Усилитель высокой частоты	
2	Гетеродин	
3	Смеситель	
4	Ограничитель	УГО в таблице А.2
5	Усилитель промежуточной частоты	
6	Селектор импульсов синхронизации	
7	Генератор строчной развертки	
8	Преобразователь частоты	УГО в таблице А.2
9	Детектор	
10	Генератор кадровой развертки	
11	Выходной каскад строчной развертки	
12	Усилитель низкой частоты	
13	Усилитель видеосигналов	
14	Выходной каскад кадровой развертки	
15	Высоковольтный выпрямитель	УГО в таблице А.2
16	Громкоговоритель	
17	Монитор	

Рисунок А.1 - Пример **варианта** выполненного задания «Схема электрическая структурная»

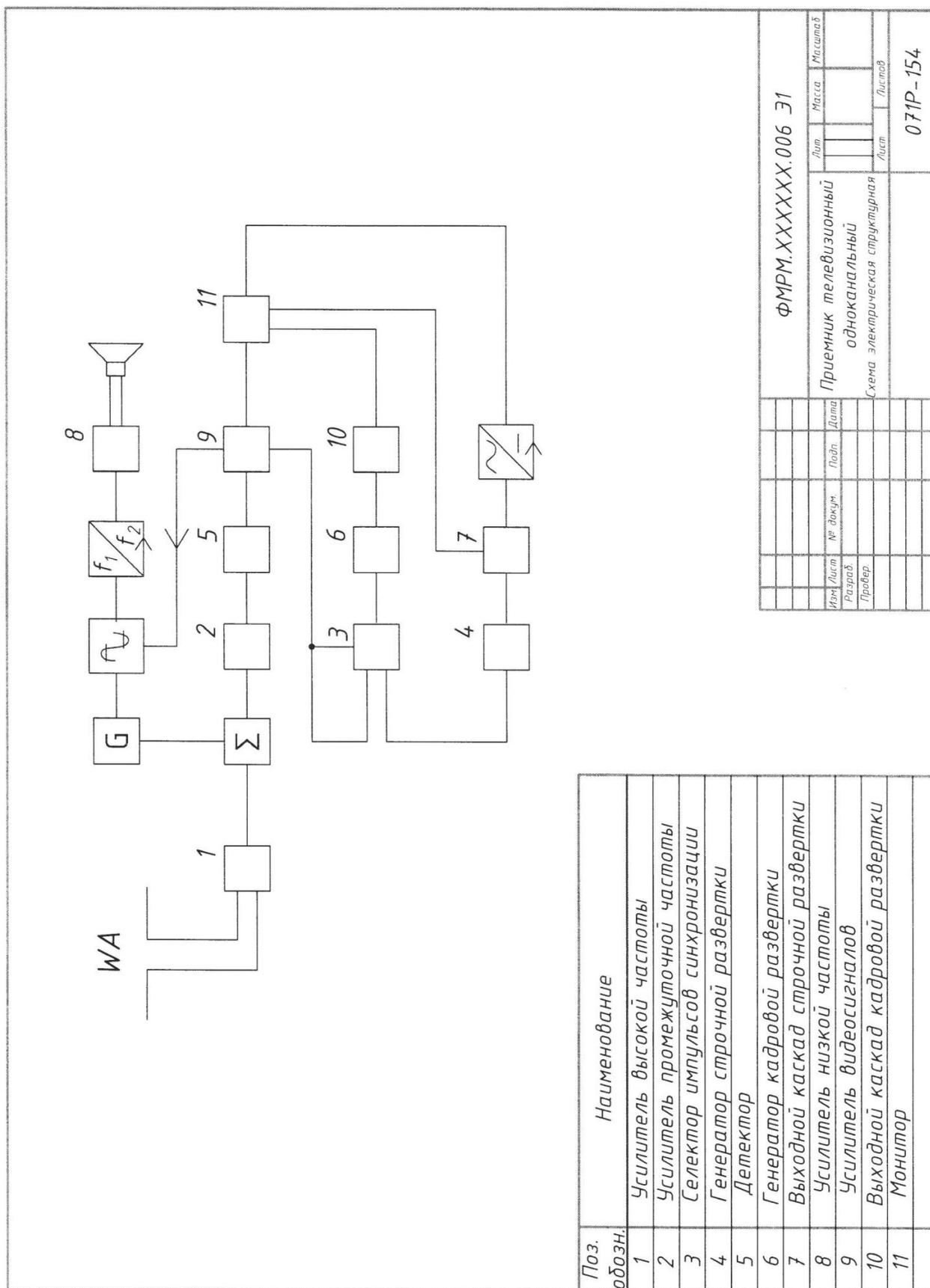
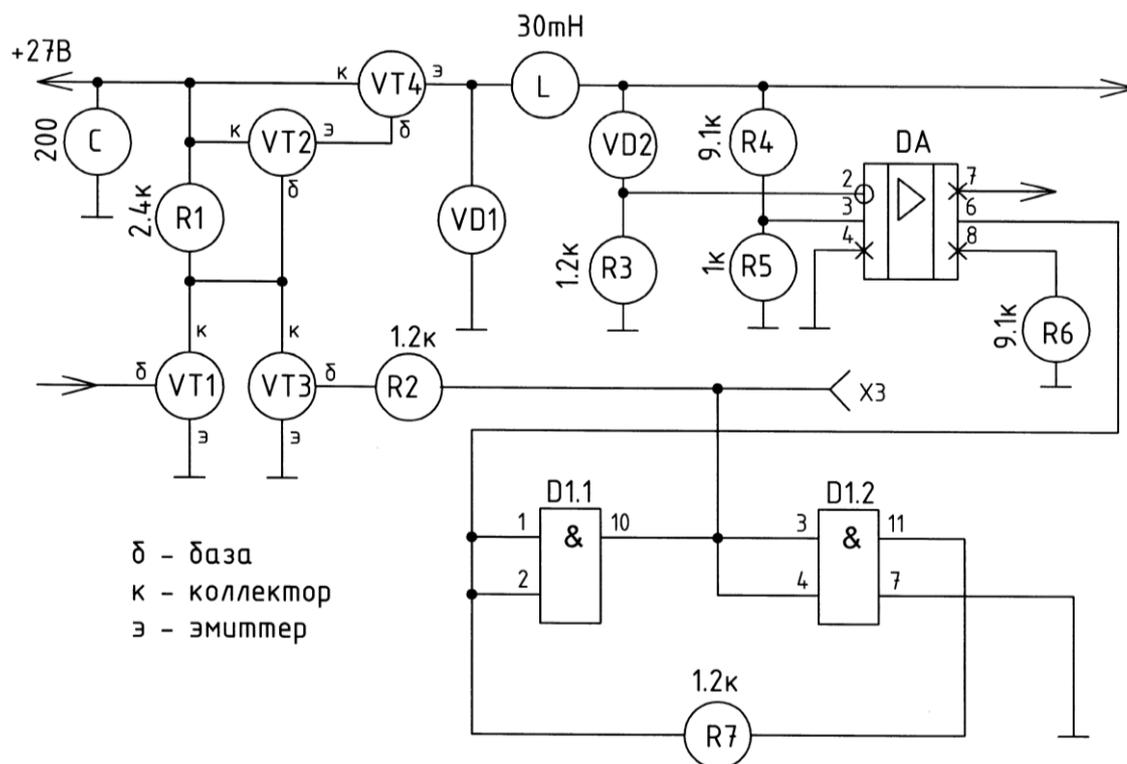


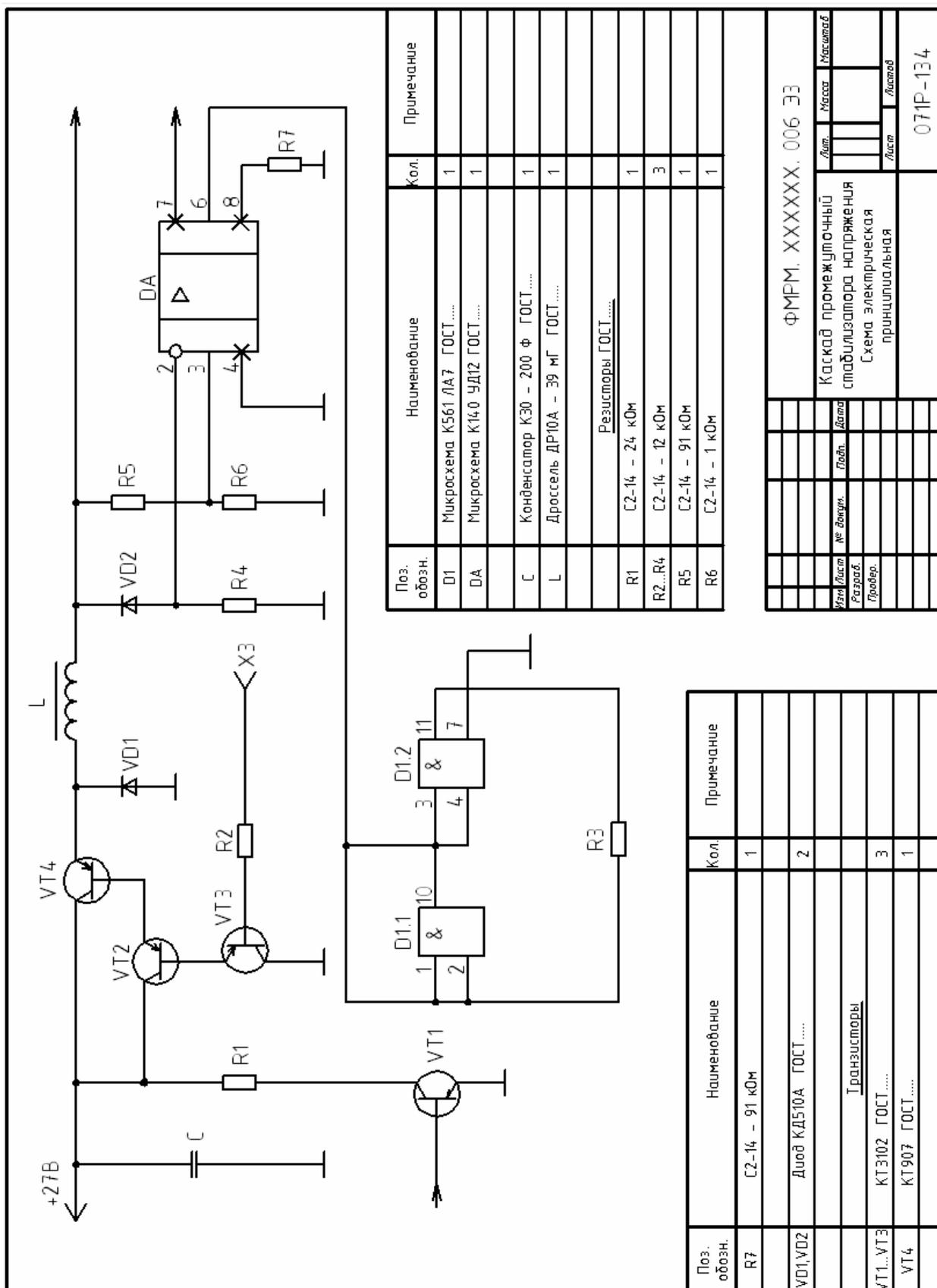
Рисунок А.2 – Пример выполненного задания «Схема электрическая структурная»

Наименование изделия: Промежуточный каскад импульсного стабилизатора напряжения.



Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
C	Конденсатор К30	2.728 - 74	4, п1	3
DA	Основное поле К140УД2	2.743 - 91		20
D1.1; D1.2	Устройства К561ЛА7	2.743 - 91		20
L	Дроссель ДР 10А	2.723 - 68	2, п8	10
R1 ... R7	Резисторы С2-14	2.728 - 74	1, п1	11
VD1, VD2	Диоды КД 510А	2.730 - 73	5, п1	25
VT1 ... VT3	Транзисторы КТ 3012	2.730 - 73	7, п1	29
VT4	Транзистор КТ 907	2.730 - 73		29

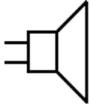
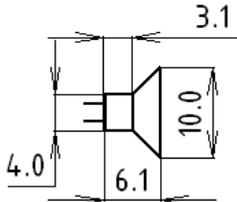
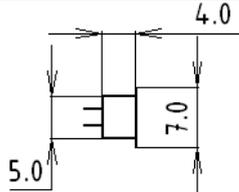
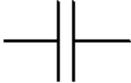
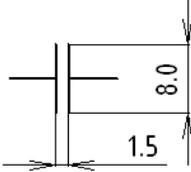
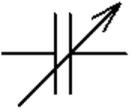
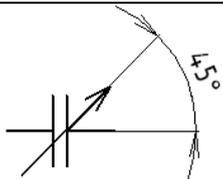
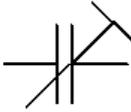
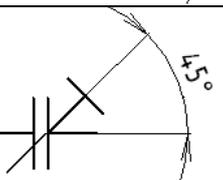
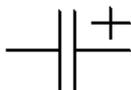
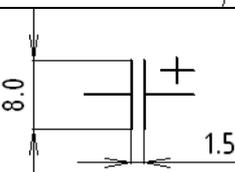
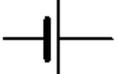
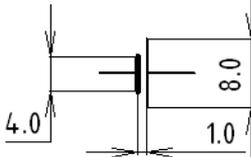
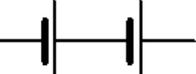
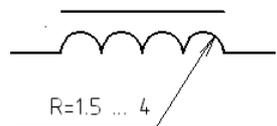
Рисунок А.3 – Пример варианта задания «Схема электрическая принципиальная»



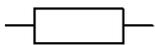
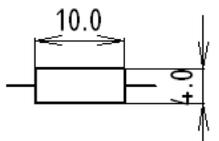
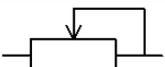
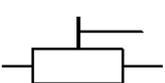
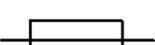
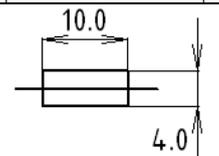
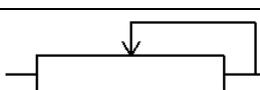
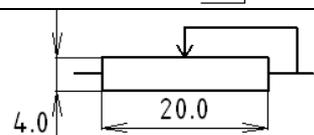
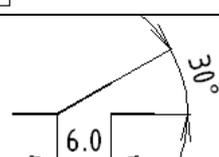
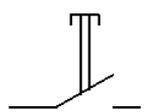
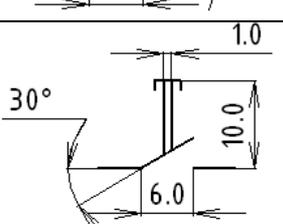
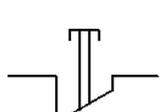
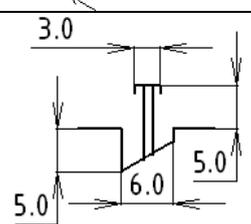
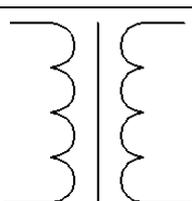
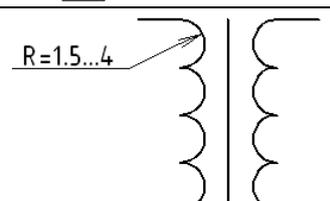
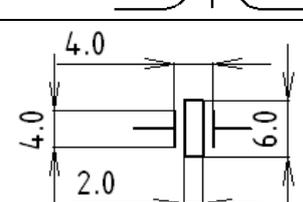
ФРМ. XXXXXX. 006 ЭЭ			
Лист	Масштаб	Лист	Листов
Каскад промежуточный стабилизатора напряжения			
Схема электрическая принципиальная			
			071P-134

Рисунок А.4 – Пример выполненного задания «Схема электрическая принципиальная». В перечне элементов записывают ГОСТ на изделие. В учебном задании номер ГОСТа не указывать.

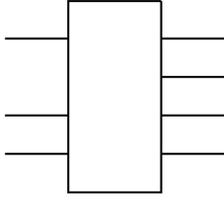
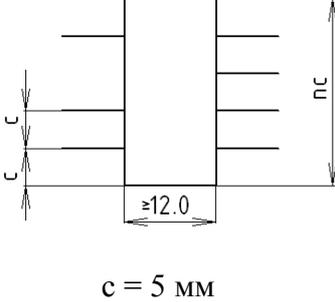
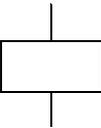
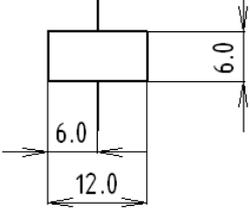
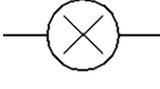
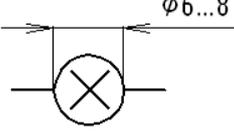
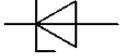
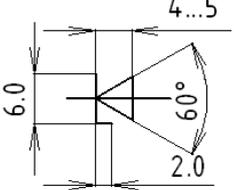
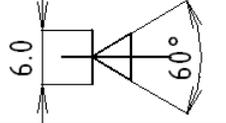
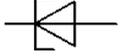
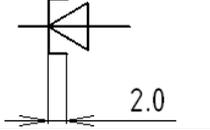
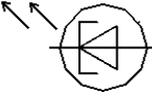
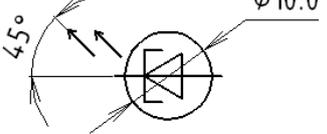
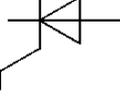
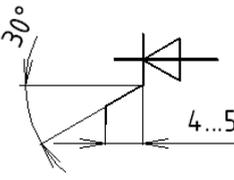
Таблица А.1 – Условные графические обозначения в схемах электрических принципиальных

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				

Продолжение таблицы А.1

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			

Продолжение таблицы А.1

Название элемента	Буквенное обозначение	Графическое обозначение элемента	Размеры УГО элемента	Номера ГОСТов на УГО
20 Микросхема	D DA		 c = 5 мм	2.743 – 91
21 Катушка электро-механическая, устройство, реле	K			2.756 – 73
22 Пускатель	KM			
23 Лампа накаливания осветительная и сигнальная	H			2.732 – 68
24 Стабилитрон	VD			
25 Диод				
26 Туннельный диод	VD			2.730 – 73
27 Светодиод	V			
28 Триодный незапираемый тиристор с управлением по катоду	VS			

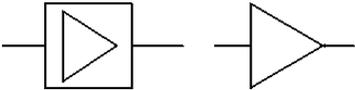
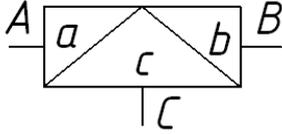
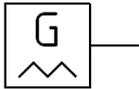
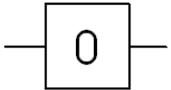
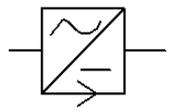
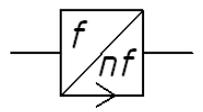
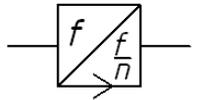
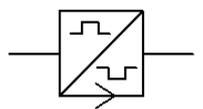
Продолжение таблицы А.1

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>	ХТ			2.755 – 74
<p>31 Корпус, заземленный корпус</p>	-			2.751 – 73

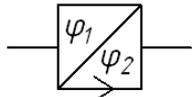
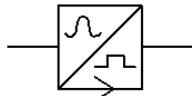
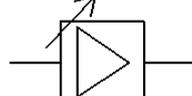
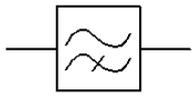
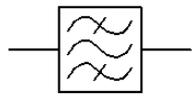
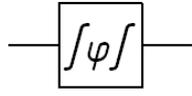
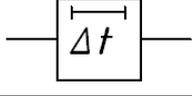
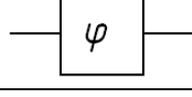
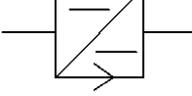
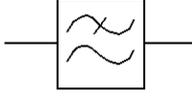
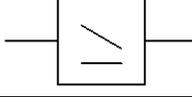
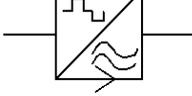
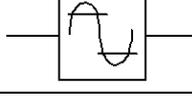
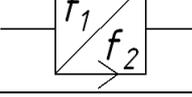
Таблица А.2 – Условные графические обозначения в схемах электрических структурных (ГОСТ 2.737 – 68)

Наименование	Условно-графическое обозначение по ГОСТ 2.737 – 68
1 Устройство	
2 Генератор	<p>(12×12мм)</p>
3 Преобразователь	

Продолжение таблицы А.2

Наименование	Условно-графическое обозначение по ГОСТ 2.737 - 68
4 Усилитель	
5 Фильтр	
6 Модулятор	 <p style="text-align: right;">(12×30мм)</p>
7 Атенюатор	
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.2

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	
27 Преобразователь постоянного тока в переменный	
28 Фильтр нижних частот	
29 Компрессор	
30 Модулятор телеграфный	
31 Ограничитель максимальных напряжений	
32 Преобразователь частоты	

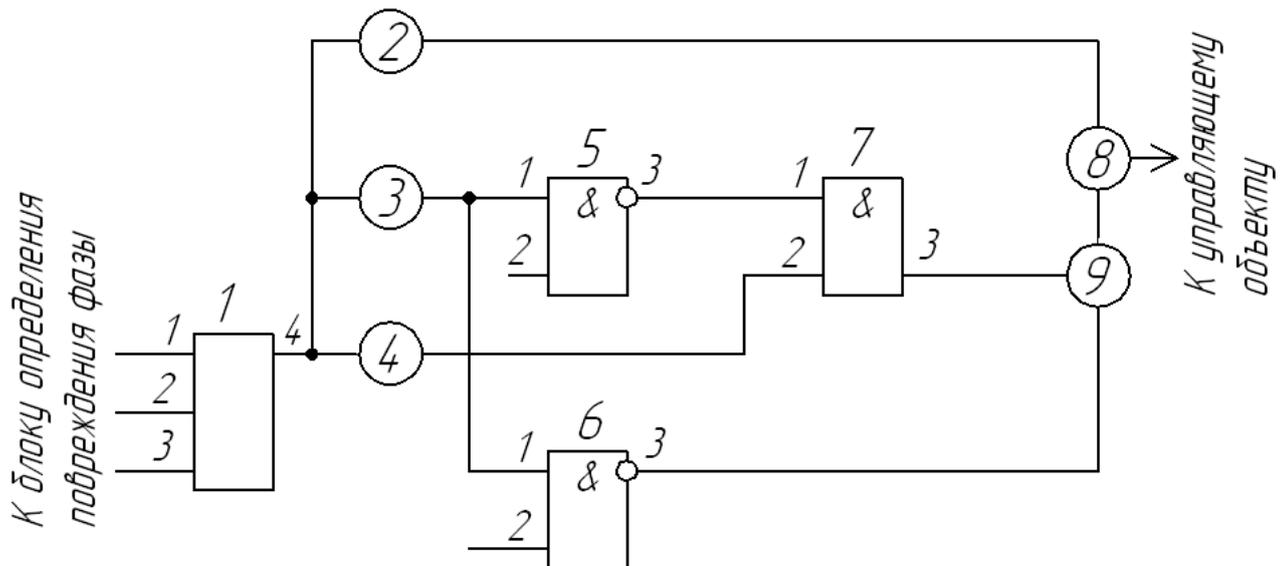
Приложение Б

Варианты задания «Схемы электрические» - лист 1 «Схема электрическая структурная», «Схема электрическая функциональная»

Вариант 1

Схема электрическая функциональная
Наименование изделия:

Регулятор



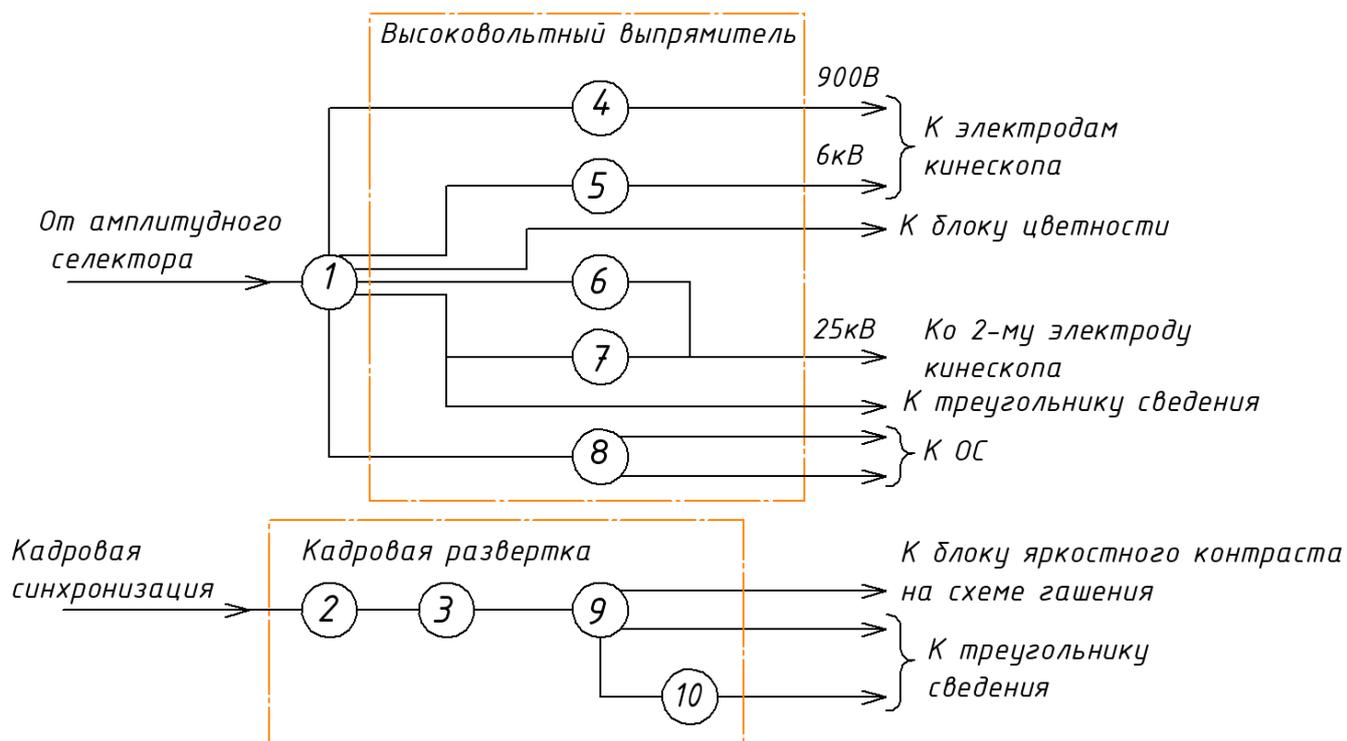
Позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование	Примечание
1	Логический элемент ИЛИ	
2, 4	Блок времени на отпускание	
3	Блок времени на срабатывание	
5, 6	Логический элемент И-НЕ	
7	Логический элемент И	
8	Преобразователь	УГО в таблице А.2
9	Блок фазового управления	

Вариант 2

Схема электрическая структурная

Наименование изделия:

Кадровая развертка и высоковольтный выпрямитель цветного телевизора



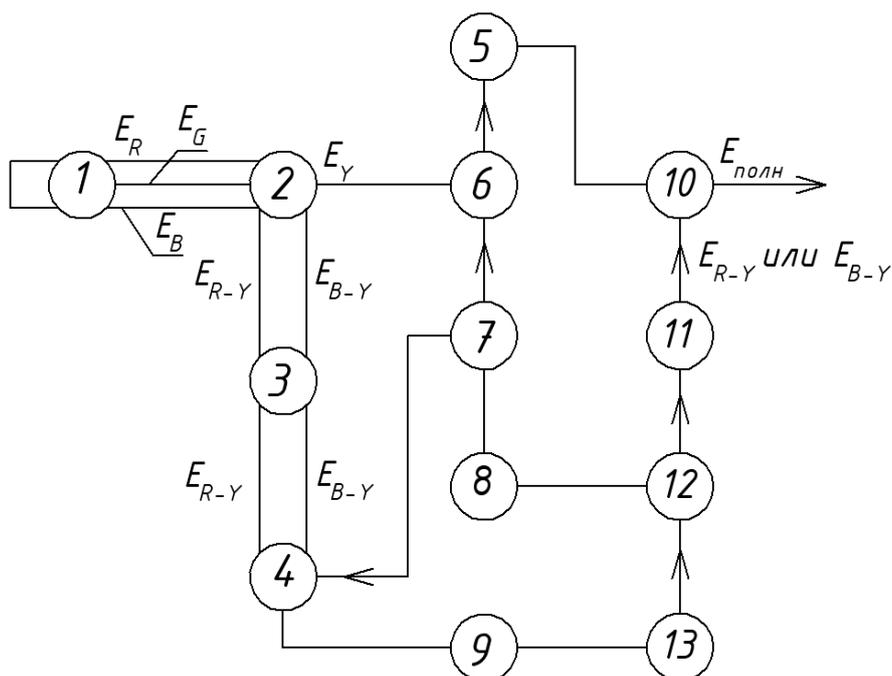
Позиционное обозначение на варианте	Наименование устройства	Примечание
1	Строчная развертка	
2	Заданный генератор	УГО в таблице А.2
3	Эмиттерный повторитель	
4	Выпрямитель ускоряющего напряжения	УГО в таблице А.2
5	Выпрямитель фокусирующего напряжения	УГО в таблице А.2
6	Высоковольтный выпрямитель	УГО в таблице А.2
7	Стабилизатор высокого напряжения	
8	Корректор подушкообразного искажения	
9	Выходной каскад	
10	Усилитель импульсов сведения	УГО в таблице А.2

Вариант 3

Схема электрическая структурная

Наименование изделия:

Передающая система цветного телевидения



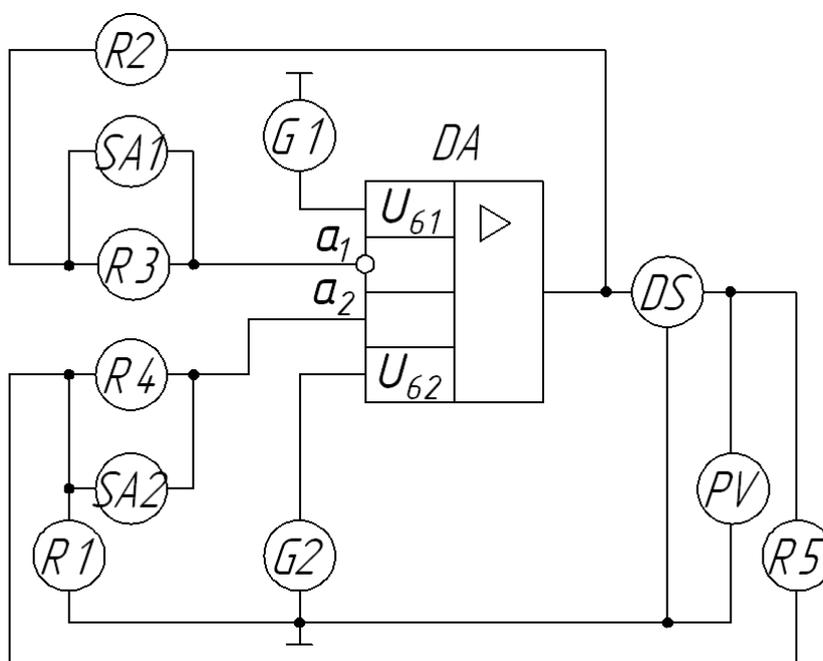
Позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование устройства	Примечание
1	Передающая камера	
2	Кодирующая матрица	
3	Низкочастотное предискажение	
4	Электронный коммутатор	УГО в таблице А.2
5	Линия задержки	УГО в таблице А.2
6	Смеситель 1	
7	Синхрогенератор	
8	Коммутатор фазы поднесущей	
9	Фильтр	УГО в таблице А.2
10	Смеситель 2	
11	Высокочастотное предискажение	
12	Частотный модулятор	УГО в таблице А.2
13	Амплитудный ограничитель	УГО в таблице А.2

Вариант 4

Схема электрическая функциональная

Наименование изделия:

Измерение входных токов и разности входных токов операционных усилителей (ОУ)



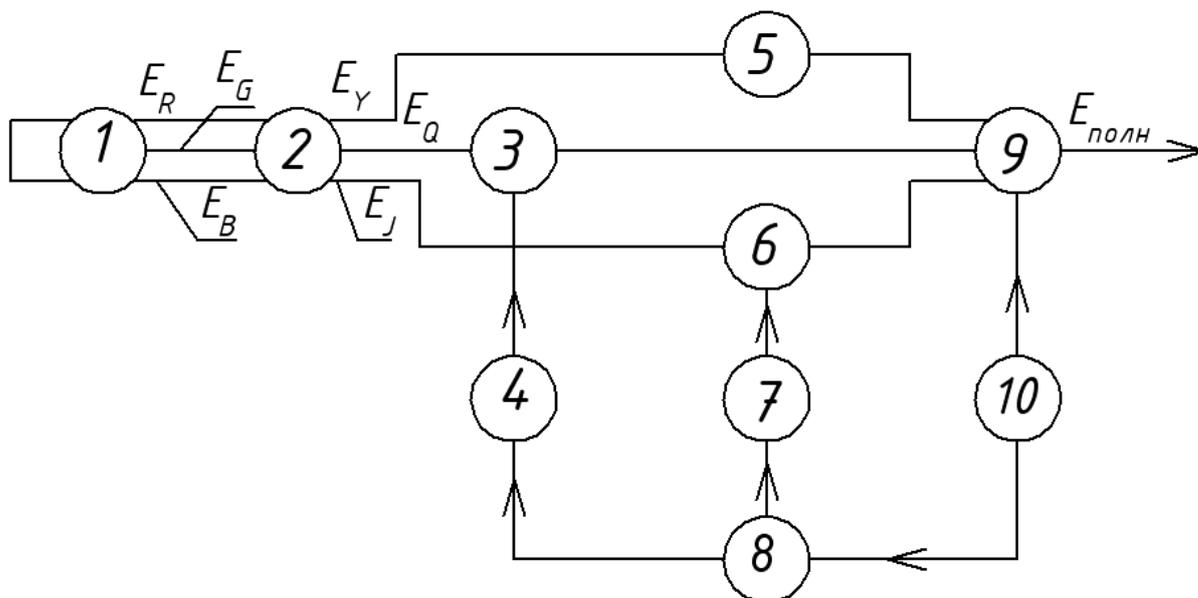
<i>Позиционное обозначение на варианте схемы</i>	<i>Наименование</i>	<i>Примечание</i>
<i>R1 – R5</i>	<i>Резисторы</i>	<i>УГО в таблице А.1</i>
<i>SA1 – SA2</i>	<i>Устройство коммутации</i>	
<i>G1 – G2</i>	<i>Генераторы</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
<i>DA</i>	<i>Проверяемый ОУ</i>	
<i>DS</i>	<i>Устройство выборки и хранения</i>	
<i>PV</i>	<i>Измеритель постоянного напряжения</i>	

Вариант 5

Схема электрическая структурная

Наименование изделия:

Передающая часть системы цветного телевидения



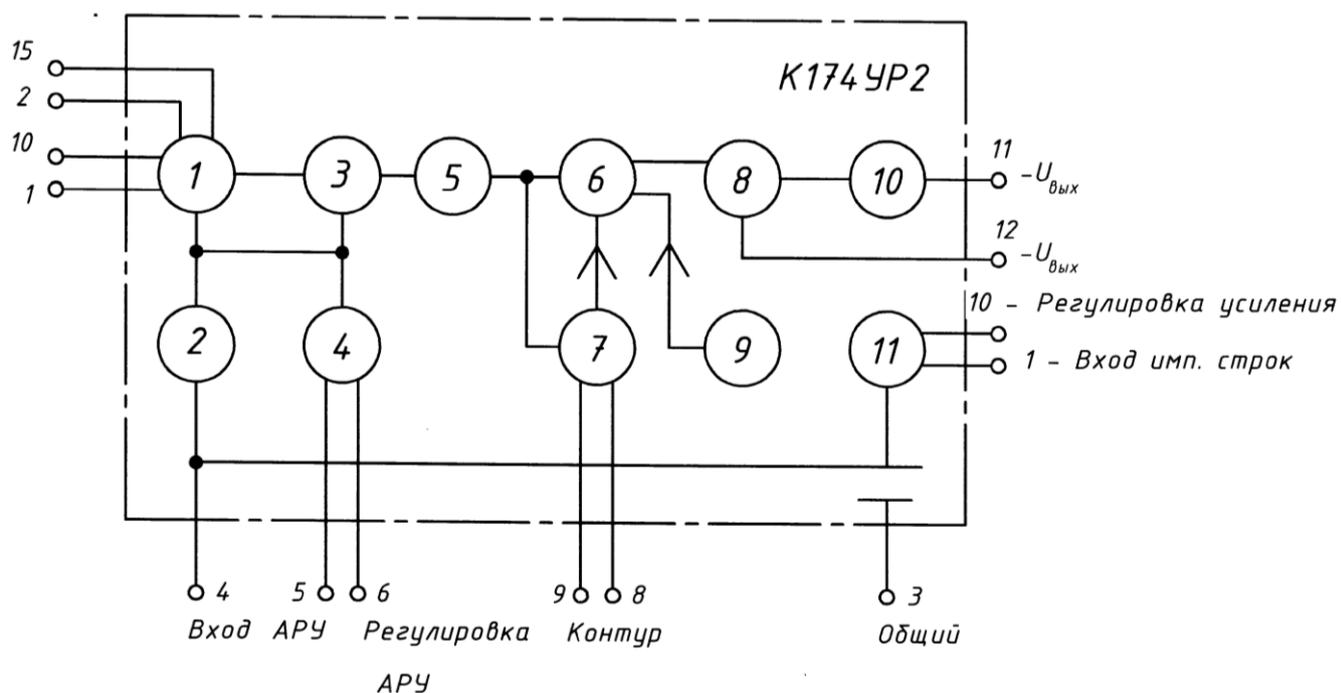
<i>Позиционное обозначение на варианте схемы</i>	<i>Наименование устройства</i>	<i>Примечание</i>
1	<i>Передающая камера</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
2	<i>Кодирующая матрица</i>	
3	<i>Балансный модулятор</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
4	<i>Сдвиг 90°</i>	
5	<i>Линия задержки</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
6	<i>Балансный модулятор</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
7	<i>Сдвиг 1 - 180° и коммутация</i>	
8	<i>Генератор поднесущей</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
9	<i>Смеситель</i>	
10	<i>Синхрогенератор</i>	

Вариант 6

Схема электрическая структурная

Наименование изделия:

Микросхема К147УР2



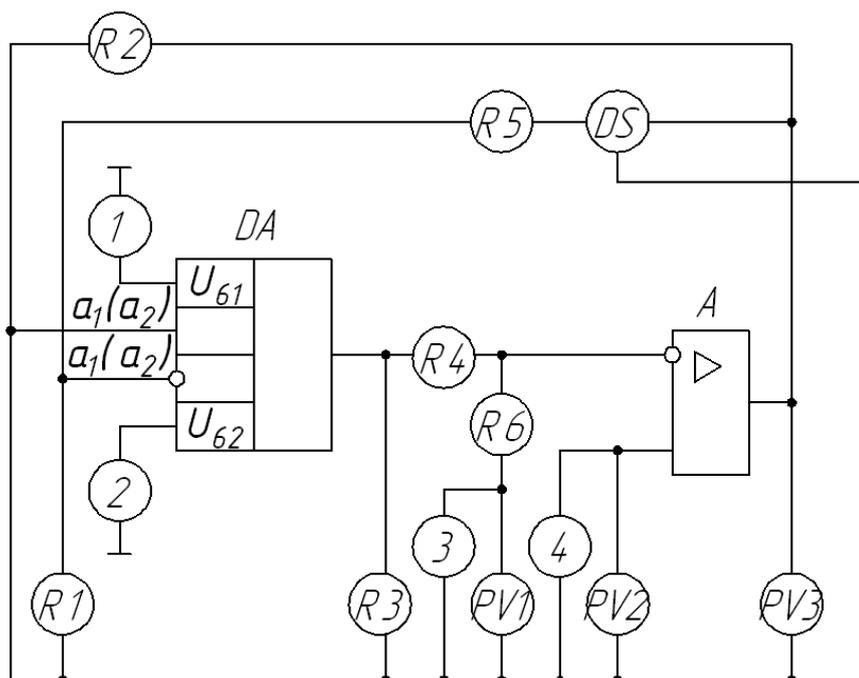
Позиционное обозначение на варианте	Наименование устройства	Примечание
1	Усилитель промежуточной частоты 1-ый	УГО в таблице А.2
2	Регулирующий усилитель	УГО в таблице А.2
3	Усилитель промежуточной частоты 2-ый	УГО в таблице А.2
4	Пороговый усилитель	УГО в таблице А.2
5	Усилитель промежуточной частоты 3-ий	УГО в таблице А.2
6	Детектор	
7	Ограничитель	УГО в таблице А.2
8	Предварительный видеоусилитель	УГО в таблице А.2
9	Компенсационная схема	
10	Фазоинвертор	УГО в таблице А.2
11	Ключевой усилитель	УГО в таблице А.2

Вариант 7

Схема электрическая функциональная

Наименование изделия:

Блок измерения коэффициента усиления операционных усилителей и компараторов напряжения



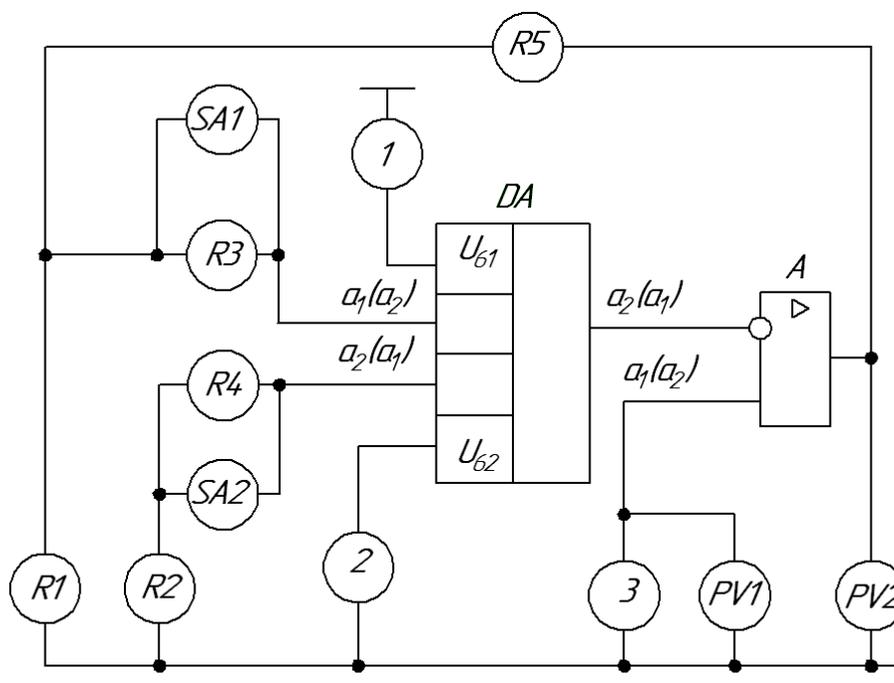
<i>Позиционное обозначение на варианте схемы</i>	<i>Наименование</i>	<i>Примечание</i>
<i>R1 – R6</i>	<i>Резисторы</i>	<i>УГО в таблице А.1</i>
<i>1 – 4</i>	<i>Источники постоянного напряжения</i>	
<i>DA</i>	<i>Проверяемый ОУ и КН</i>	
<i>DS</i>	<i>Устройство выборки и хранения</i>	
<i>A</i>	<i>Вспомогательное устройство балансировки</i>	
<i>PV1 – PV3</i>	<i>Измерители постоянного напряжения</i>	

Вариант 8

Схема электрическая функциональная

Наименование изделия:

Измерение напряжения и э.д.с. смещения нуля операционных усилителей



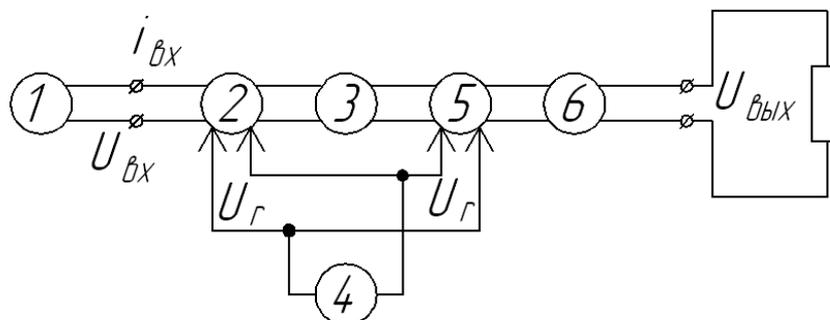
Позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование	Примечание
R1 – R5	Резисторы	УГО в таблице А.1
SA1 – SA2	Устройство коммутации	
1 – 3	Источники постоянного напряжения	
PV1 – PV3	Измерители постоянного напряжения	
DA	Проверяемый ОУ	
A	Вспомогательное устройство балансировки	

Вариант 9

Схема электрическая функциональная

Наименование изделия:

УПТ с переносом спектра частот сигнала



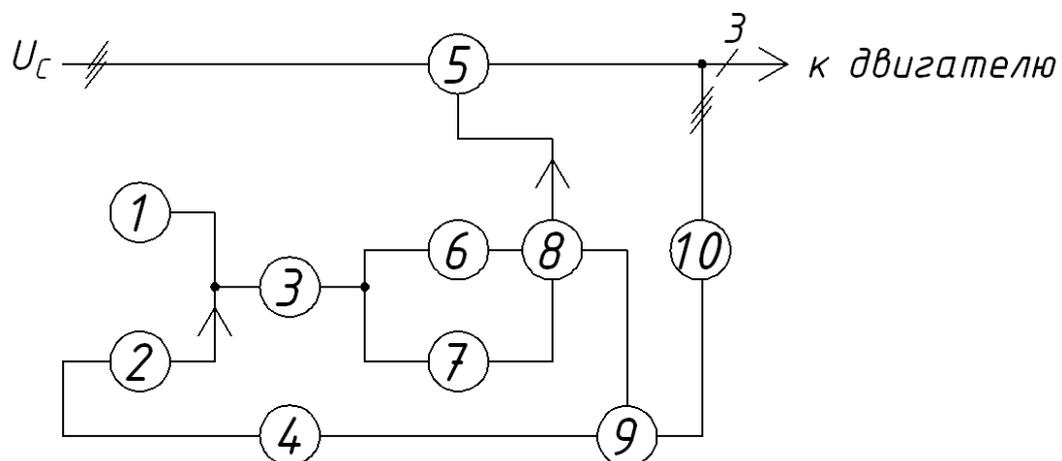
<i>Позиционное обозначение на варианте схемы</i>	<i>Наименование</i>	<i>Примечание</i>
1	<i>Сигнал на входе</i>	
2	<i>Модулятор балансный</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
3	<i>Усилитель</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
4	<i>Генератор</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>
5	<i>Демодулятор балансный</i>	
6	<i>Фильтр ФНЧ</i>	<i>УГО в таблице А.2</i>

Вариант 10

Схема электрическая структурная

Наименование изделия:

Устройство управления торможением частотно-регулируемого электропривода.



Позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование устройства	Примечание
1	Пульт управления	
2	Ключевой элемент	
3	Задатчик	
4	Формирователь	УГО в таблице А.2
5	Преобразователь частоты	УГО в таблице А.2
6	Блок управления напряжением	
7	Блок управления частоты	
8	Система управления	
9	Компоратор	
10	Датчик	

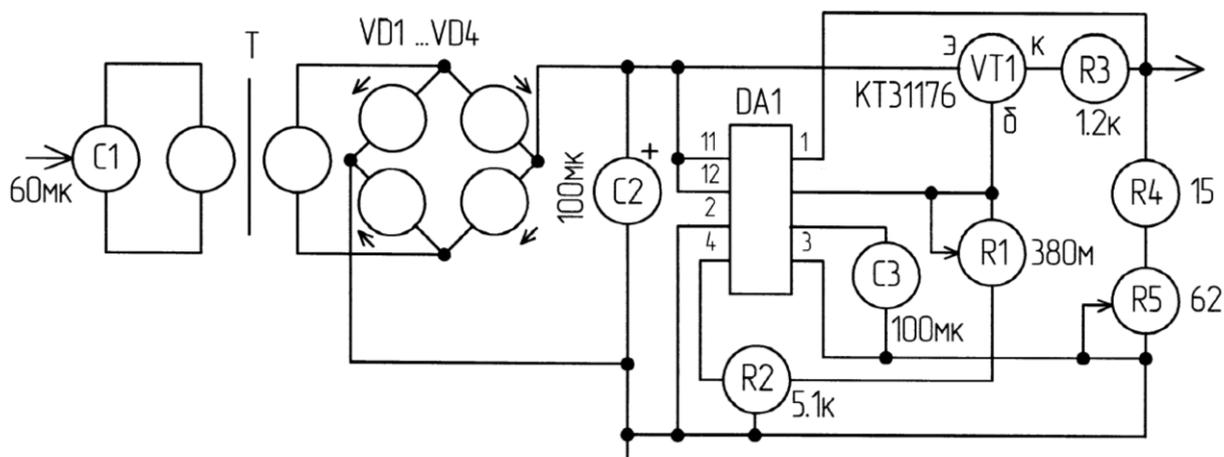
Приложение В

Варианты задания «Схемы электрические» - лист 2 «Схема электрическая принципиальная»

Вариант 1

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: *Выпрямительное устройство*

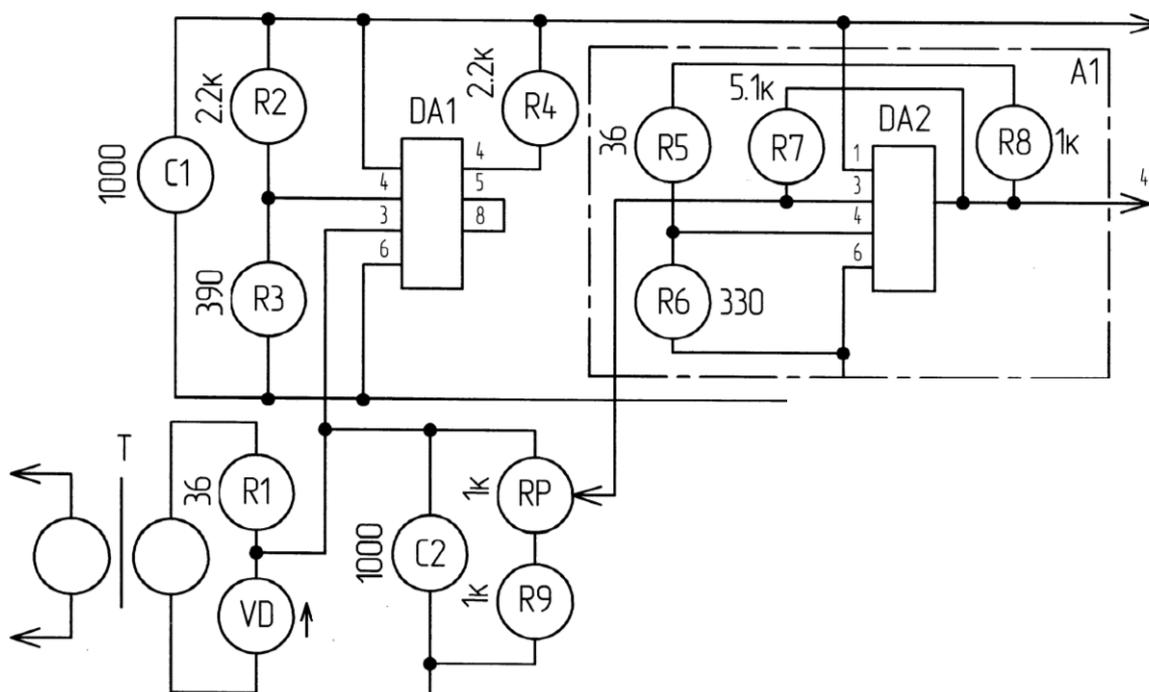


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
C1	Конденсатор К76	2.728 - 74	4, п1	3
C2	Конденсатор К50	2.728 - 74	4, п1	3
C3	Конденсатор К30	2.728 - 74	4, п1	3
DA1	Микросхема КР142ЕН2Б	2.743 - 791		20
R1	Резистор С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
R2... R4	Резистор С2-14	2.728 - 74	1, п1	11
R5	Резистор С113	2.728 - 74	1, п1	11
VD1...VD4	Диоды КД510А	2.730 - 73	5, п1	25
T	Трансформатор НЭИС 322.678 ЭЗ	2.723 - 68	2, п16	18
VT1	Транзистор КТ 3117 Б		7, п1	29

Вариант 2

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Регулятор напряжения

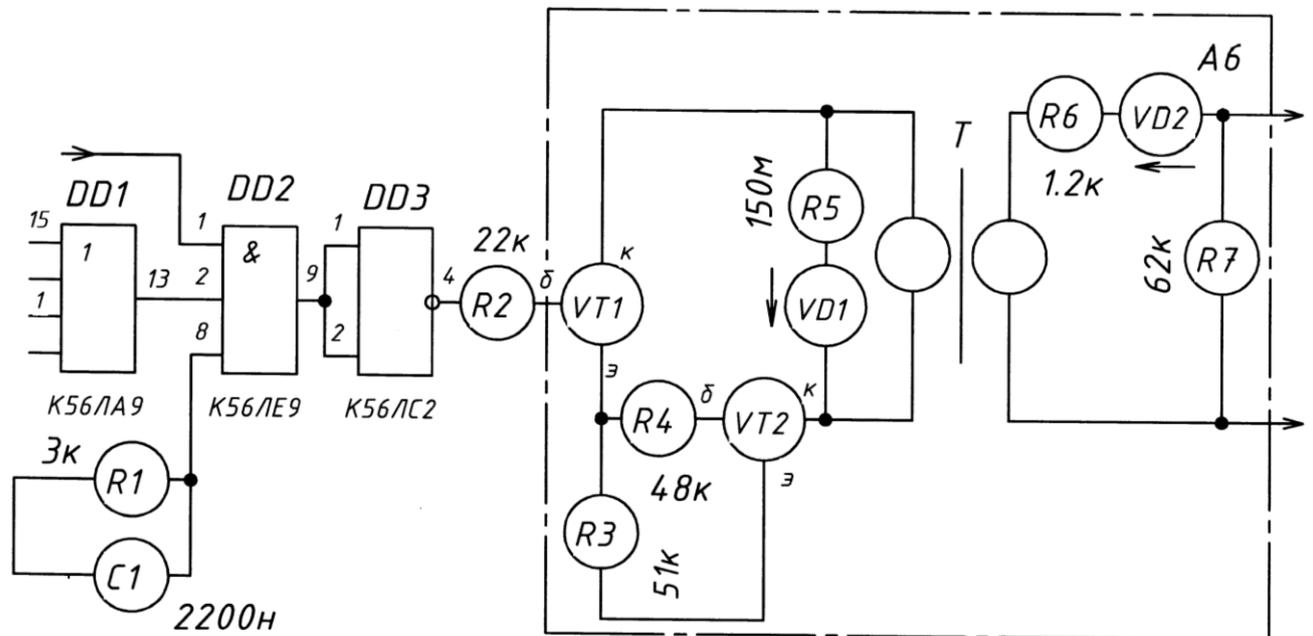


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
С1, С2	Конденсатор К-50	2.728 - 74	4, п1	3
DA1	Микросхема КР142ЕН2Б	2.743 - 91		20
DA2	Микросхема К554КАР	2.743 - 91		20
R1...R7	Резистор С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
R8	Резистор С2-14	2.728 - 74	1, п1	11
R9	Резистор С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
RP	Потенциометр СПЗ	2.728 - 74	1, п4	15
VD	Диод КД227А	2.730 - 73	5, п1	25
T	Трансформатор ТПН247-122/220-50	2.723 - 68	2, п16	18

Вариант 3

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Пороговое устройство и усилитель

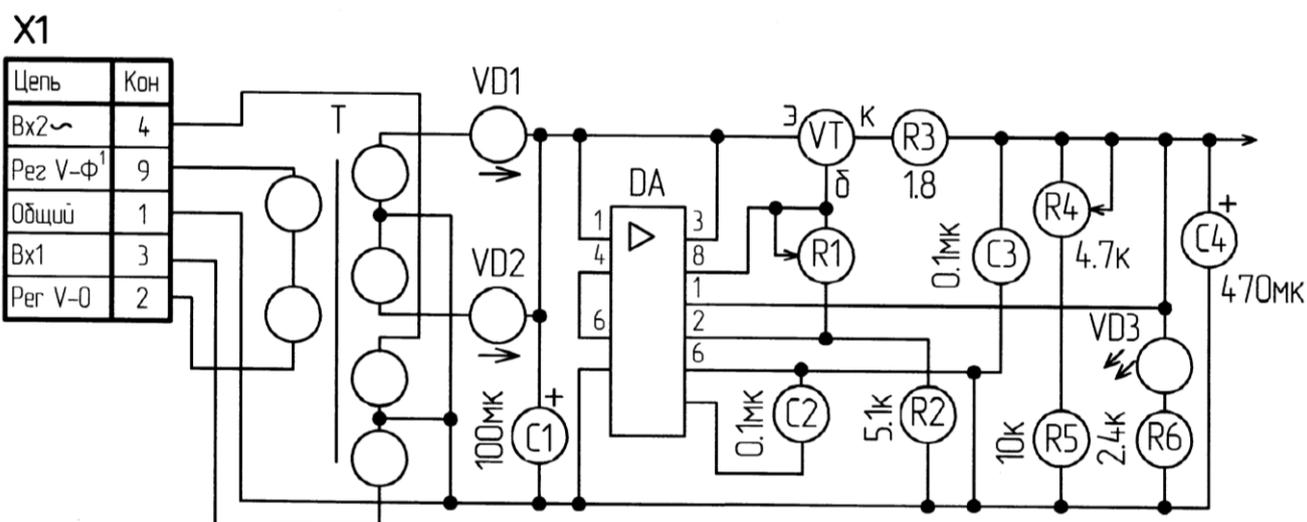


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
C1	Конденсатор К-10	2.728 - 74	4, п1	3
DD1	Микросхема К56ЛА9	2.743 - 91		20
DD2	Микросхема К56ЛЕ5	2.743 - 91		20
DD3	Микросхема К56ЛС2	2.743 - 91		20
R1...R4	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
R5	Резистор С2-14	2.728 - 74	1, п1	11
R6... R7	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
VD1, VD2	Диоды КД510А	2.730 - 73	5, п1	25
T	Трансформатор НЭИС 322.678	2.723 - 68	2, п16	18
VT1, VT2	Транзисторы КТ 3117 Б	2.730 - 73	7, п1	29

Вариант 4

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: *Выпрямитель*

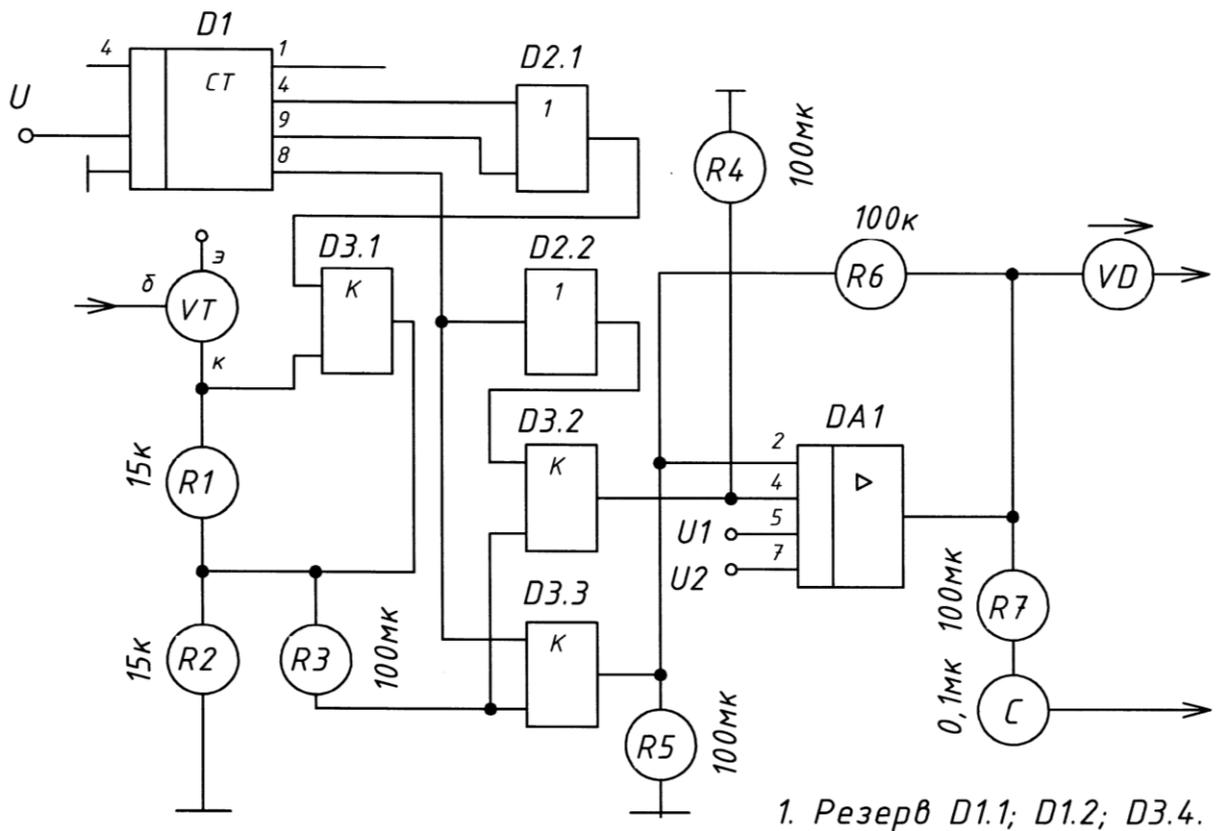


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
C1	Конденсатор К50	2.728 - 74	4, п1	3
C2	Конденсатор КМ6	2.728 - 74	4, п1	3
C3, C4	Конденсаторы К50	2.728 - 74	4, п1	3
DA	Микросхема КР142ЕН2Б	2.743 - 91		20
R1	Резистор СПЗ-14	2.728 - 74	1, п1	11
R2	Резистор С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
R3	Резистор С2-14	2.728 - 74	1, п1	11
R4	Резистор СПЗ-14	2.728 - 74	1, п1	11
R5, R6	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
VD1, VD2	Диоды КД 227А	2.730 - 73	5, п1	25
VD3	Светодиод АЛС 331А	2.730 - 73	9, п7	27
VT1	Транзистор КТВ 17 В	2.730 - 73	7, п1	29
T	Трансформатор ТПП 247-127/220-80	2.723 - 68	2, п19	18

Вариант 5

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Система тактовой синхронизации (фрагмент)

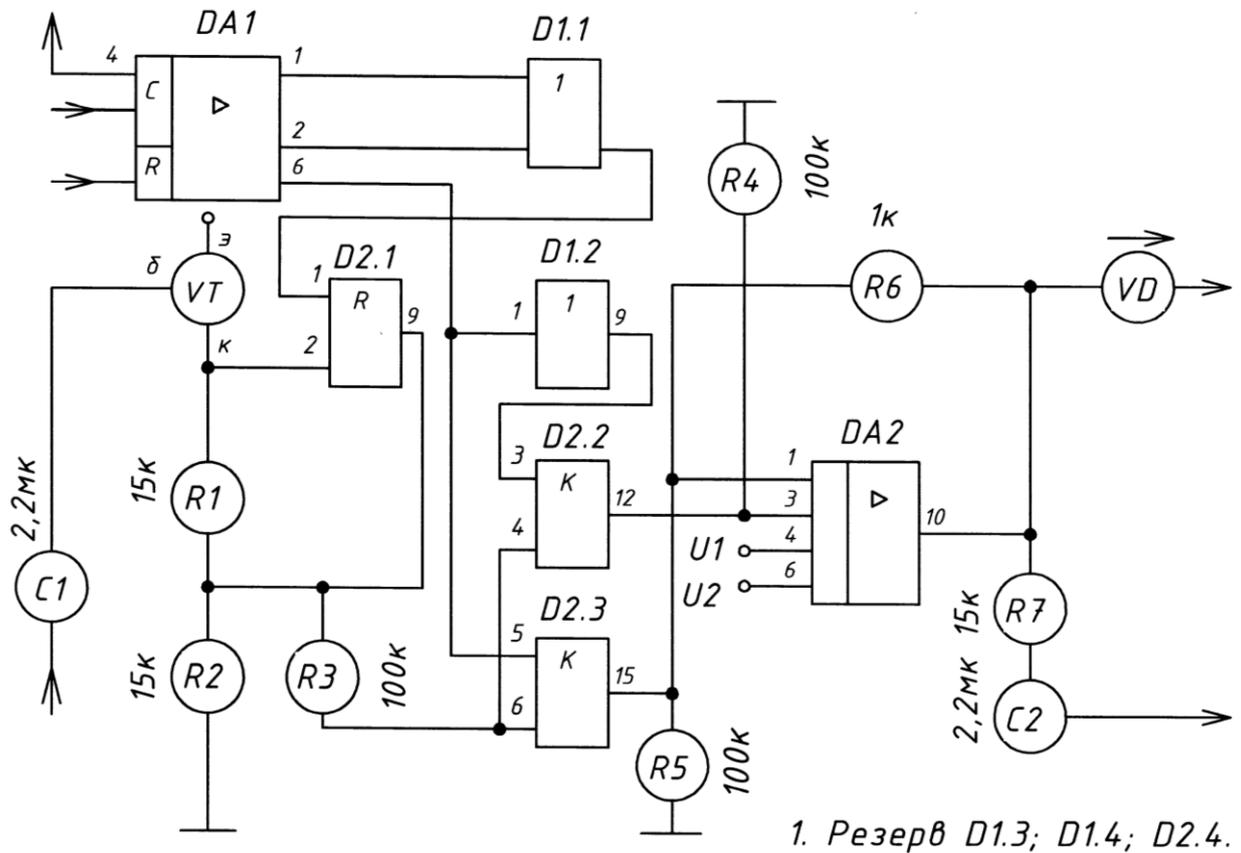


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
C	Конденсатор К50	2.728 - 74	4, п1	3
D1	Микросхема КР142ЕН2Б	2.743 - 91		20
D2.1 ... D3.3	Микросхема К561ЛА7	2.743 - 91		20
DA1	Микросхема К140УД12	2.743 - 91		20
R1 ... R7	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
VD	Диод КД 510А	2.730 - 73	5, п1	25
VT	Транзистор КТ3117Б	2.730 - 73	7, п1	29

Вариант 6

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Система тактовой синхронизации (фрагмент)

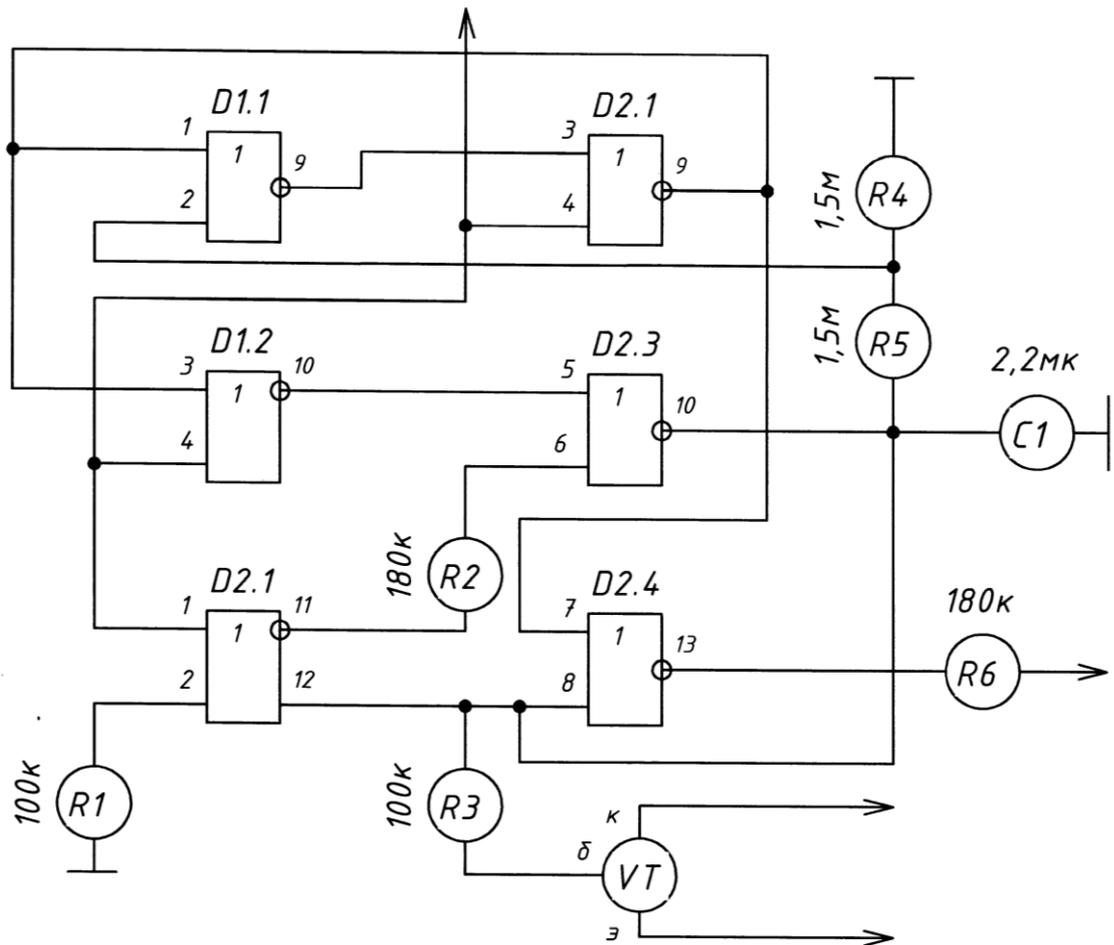


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
C1, C2	Конденсаторы К50	2.728 - 74	4, п1	3
D1.1 ... D2.3	Микросхема К561ЛА7	2.743 - 91		20
DA1, DA2	Микросхема К140УД12	2.743 - 91		20
R1 ... R7	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
VD	Диод КД 510А	2.730 - 73	5, п1	25
VT	Транзистор КТ3102	2.730 - 73	7, п1	29

Вариант 7

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Система тактовой синхронизации (фрагмент)



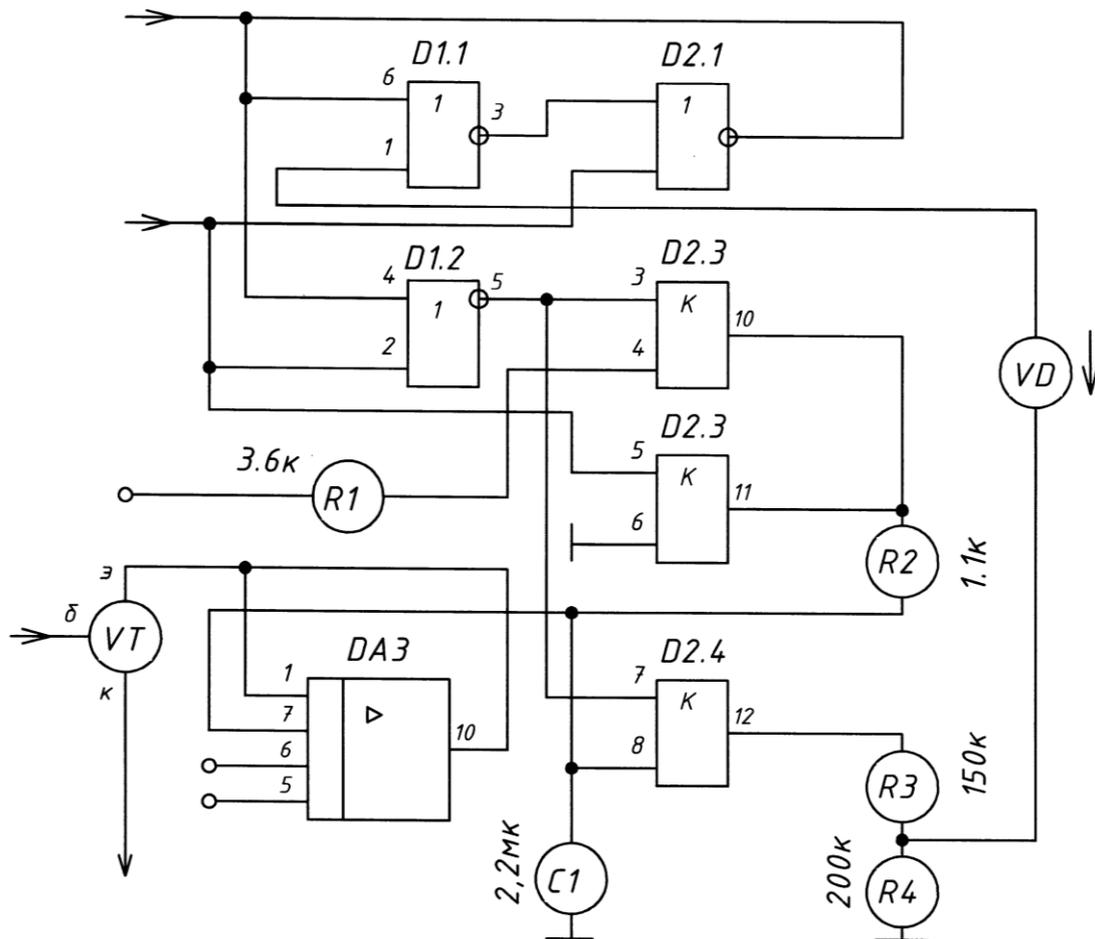
1. Резерв D1.3; D1.4.

Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
С	Конденсатор К50	2.728 - 74	4, п1	3
D1.1 ... D2.4	Микросхема К561А7	2.743 - 91		20
R1 ... R7	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
VT	Транзистор КТ3117Б	2.730 - 73	7, п1	29

Вариант 8

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Система синхронизации по несущей



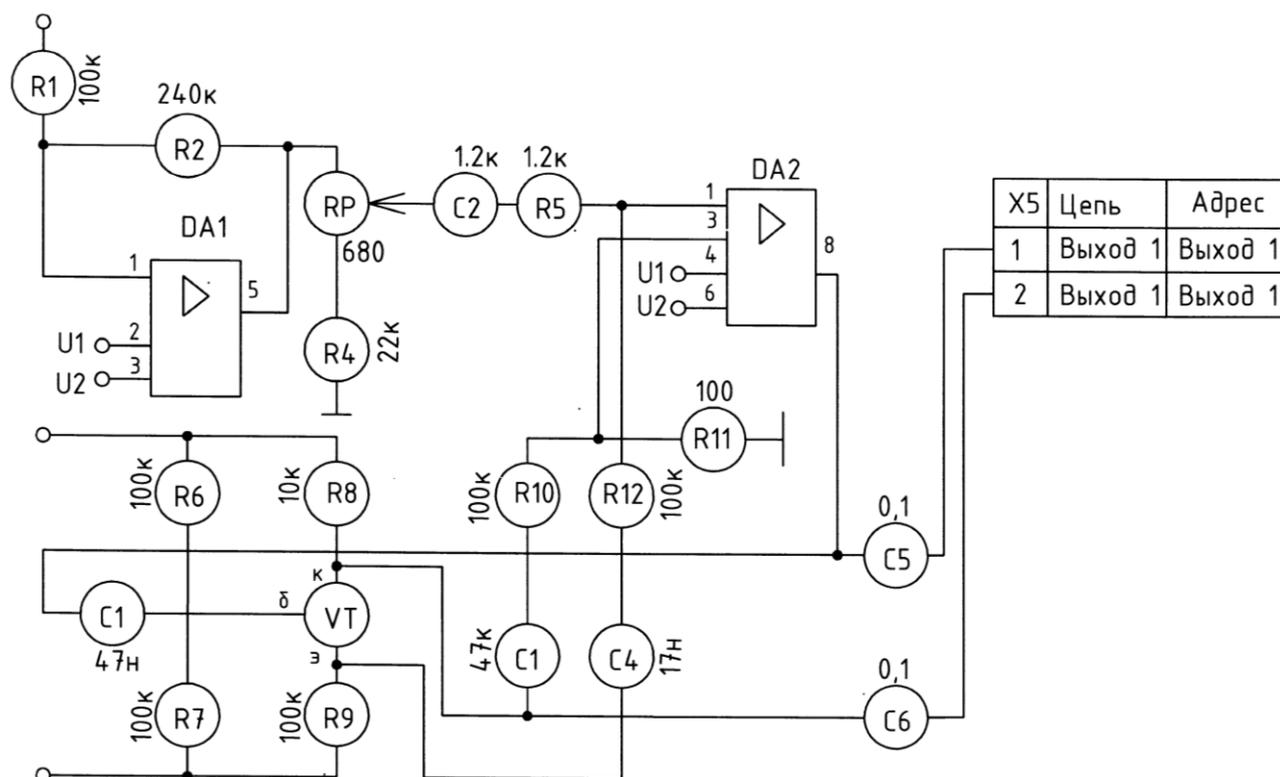
1. Резерв D1.3; D1.4.

Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
С	Конденсатор К50	2.728 - 74	4, п1	3
D1.1 ... D2.4	Микросхема К561ЛА7	2.743 - 91		20
DA3	Микросхема К140УД12	2.743 - 91		20
R1 ... R4	Резисторы С2-14	2.728 - 74	1, п1	11
VD	Диод КД 510А	2.730 - 73	5, п1	25
VT	Транзистор КТ3117Б	2.730 - 73	7, п1	29

Вариант 9

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Система тактовой синхронизации (фрагмент)

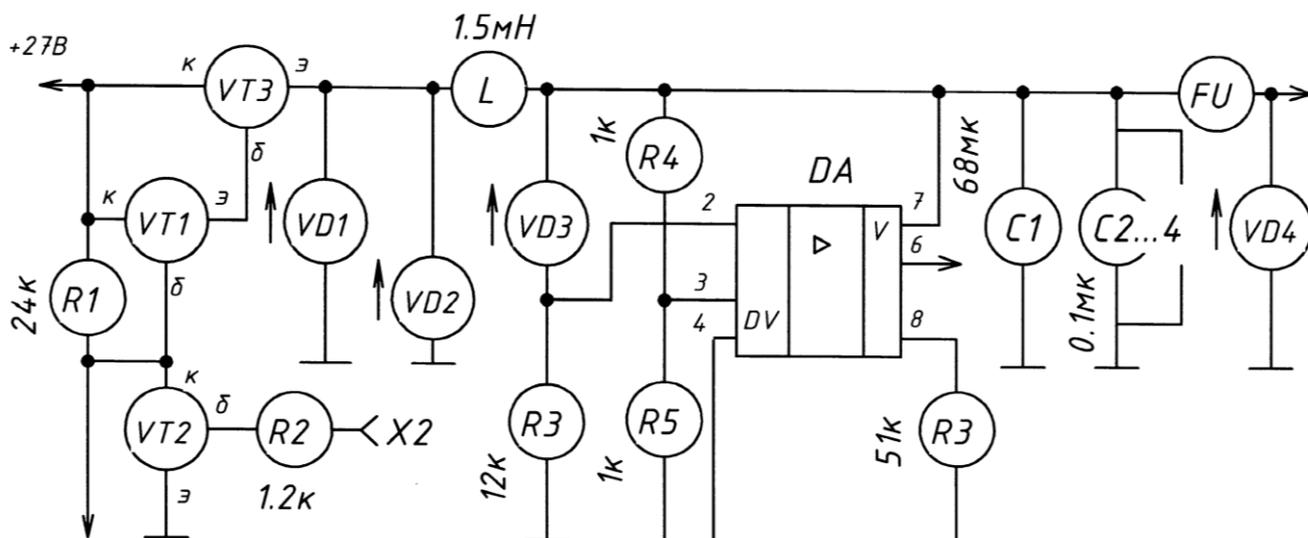


Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
С1 ... С6	Конденсатор RM6	2.728 - 74	4, п1	3
DA1, DA2	Микросхема К140УД12	2.743 - 91		20
R1 ... R12	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
RP	Потенциометр СПЗ-44	2.728 - 74	1, п64	15
VT	Транзистор КТ3102	2.730 - 73	7, п1	29

Вариант 10

Схема электрическая принципиальная

Наименование изделия: Входной каскад импульсного стабилизатора



Буквенно-позиционное обозначение на варианте схемы	Наименование, тип элемента	ГОСТ на УГО	№ таблицы и пункт в ГОСТе	№ УГО в таблице А.1
С1 ... С4	Конденсаторы К50	2.728 - 74	4, п1	3
DA	Микросхема К140УД12	2.743 - 91		20
R1 ... R6	Резисторы С2-23	2.728 - 74	1, п1	11
VD1, VD2	Диоды КД 522	2.730 - 73	5, п1	25
VD3, VD4	Диоды КС170Д 522	2.730 - 73	5, п4	25
VT1 ... VT3	Транзисторы КТ3102	2.730 - 73	7, п1	29
FU	Предохранитель 2А	2.727 - 68	3, п2	14

Приложение Г
(справочное)

Буквенные коды некоторых видов элементов по ГОСТ 2.710-81

Таблица Г.1 - Буквенные коды некоторых видов элементов

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
А	Устройство (общее обозначение)	Усилители, лазеры, мазеры	
В	Преобразователи электрических величин в неэлектрические и наоборот, АЦП, ЦАП	Громкоговоритель Телефон (капсуль) Микрофон Звукосниматель	ВА ВF ВМ ВS
С	Конденсаторы		
Д	Схемы интегральные, микросборки	ИС аналоговая ИС цифровая Устройство хранения информации Устройство задержки	DA DD DS DT
Е	Элементы разные	Нагревательный элемент Лампа осветительная	EK EL
F	Разрядники, предохранители, устройства защиты	Элемент защиты по току Предохранитель плавкий Элемент защиты по напряжению	FA FU FV
Г	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
Н	Устройства индикации и сигнализации	Индикатор символьный	HG
К	Реле, контакты	Реле токовое Реле напряжения	KA KV
Л	Катушки индуктивности, дроссели		
М	Двигатели		
Р	Приборы измерительные	Амперметр Счетчик импульсов Частотомер Омметр Измеритель времени действия, часы Вольтметр	PA PC PF PR PT PV

Продолжение таблицы 2

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбуквенный код
Q	Выключатели в силовых цепях	Выключатель автоматический	QF
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный Варистор	RK RP RS RU
S	Устройства коммутационные	Выключатель, переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический	SA SB SF
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Трансформатор напряжения	TA TV
U	Устройства связи	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель	UB UR UI UZ
V	Приборы электровакуумные, полупроводниковые	Диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Линии и элементы СВЧ	Антенна	WA
X	Соединения контактные	Контакт скользящий Штырь (вилка) Гнездо (розетка) Соединение разборное Соединение высокочастотное	XA XP XS XT XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит	YA
Z	Устройство оконечное, фильтры	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ

Лариса Яковлевна Мефодьева

Инженерная графика
«Схемы электрические»

Учебное пособие

Редактор