

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 02.05.2024 10:28:10
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра вычислительной техники



ОФОРМЛЕНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРИНЦИПАЛЬНОЙ

Методические указания по выполнению лабораторной
работы для студентов направления подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Курск 2022

УДК 621.396

Составители: Д.В.Титов, Т.А. Ширабакина

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *И.Е.Чернецкая*

Оформление схемы электрической принципиальной: методические указания по выполнению лабораторной работы / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Д.В.Титов, Т.А. Ширабакина. - Курск, 2022. - 32 с.: ил. 20, прилож. 5.- Библиогр.: с. 17.

Содержатся методические рекомендации по изучению основных правил разработки и оформления электрических схем электронных средств в соответствии с требованиями ЕСКД.

Методические указания соответствуют требованиям рабочей программы по дисциплине «Конструкторско-технологическое обеспечение производства ЭВМ» направления подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

Предназначены для студентов направления подготовки 09.03.01 очной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 09.09.22. Формат 60×84 1/16.
Усл. печ. л. 17. Уч.-изд. л. 16. Тираж 100 экз. Заказ 1808. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

1 Цель занятия

Изучение основных правил разработки и оформления электрических схем электронных вычислительных средств (ЭВС) в соответствии с требованиями ЕСКД.

2 Графическое оформление схемы электрической принципиальной

2.1 Основные определения

Схема электрическая – документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии, и их взаимосвязи.

Схемы электрические в зависимости от основного назначения подразделяют на следующие типы:

- структурные (Э1);
- функциональные (Э2);
- принципиальные (Э3);
- соединений (Э4);
- подключения (Э5);
- общие (Э6);
- расположения (Э7).

Принципиальная схема – это схема, определяющая полный состав элементов и связи между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

Элемент — составная часть объекта, которая имеет самостоятельное графическое обозначение, а также определенное функциональное назначение и не может быть разделена на части, имеющие самостоятельное функциональное назначение (резистор, конденсатор и др.).

Устройство — совокупность элементов, представляющая единую конструкцию (блок, плата). Может не иметь в объекте строго определенного функционального назначения.

Функциональная группа — совокупность элементов, выполняющих в объекте определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

Функциональная часть — элемент, устройство или функциональная группа, имеющие в объекте строго определенное функциональное назначение.

Функциональная цепь — линия, канал, тракт определенного назначения (канал звука, видеоканал, тракт СВЧ).

Линия взаимосвязи — линия на схеме, указывающая на наличие связи между функциональными частями объекта.

Линия электрической связи — линия на схеме, указывающая путь прохождения тока, сигнала и т. д.

Объект — условное наименование изделия, устройства, установки, сети, применяемое в качестве общего понятия.

Схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, в частности, чертежей, а также ими пользуются при наладке, регулировке, контроле, эксплуатации и ремонте изделий.

Необходимое количество типов схем, разрабатываемых на проектируемое изделие, а также количество схем каждого типа определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. Комплект схем должен быть по возможности минимальным, но содержать сведения в объеме, достаточном для проектирования изготовления, эксплуатации и ремонта изделия. Между схемами одного комплекта должна быть установлена однознач-

ная связь, обеспечивающая возможность быстрого получения необходимой информации об элементах, устройствах и соединениях на всех схемах данного комплекта.

2.2 Обозначение схем

Схемы обозначают в соответствии с ГОСТ 2.201-80 «Обозначение изделий и конструкторских документов», устанавливающим единую обезличенную классификационную систему обозначения изделий и их конструкторских документов.

Обозначение присваивают каждому изделию. Обозначение изделия является одновременно обозначением его основного конструкторского документа (чертежа, схемы и пр.). Обозначение изделия и его конструкторского документа не должно повторно использоваться для обозначения другого изделия и конструкторского документа.

Для студенческих работ классификационный номер для чертежа схемы электрической принципиальной (например, ПРКС.110012.043 Э3) строится следующим образом: ПР- практическая работа; КС - буквенный код специальности; 11 – номер группы; 00 – запасные символы; 12 – порядковый номер студента в списке группы; 043 – номер варианта задания; Э3 – код схемы электрической принципиальной.

2.3 Требования к рисунку схемы

Схемы выполняют без соблюдения масштаба, действительное пространственное расположение составных частей объекта не учитывают или учитывают приближенно. Расположение условных графических обозначений на схеме определяется удобством чтения схемы и должно обеспечивать наилучшее представление о структуре изделия и взаимосвязи его составных частей. Для этого при построении рисунка схемы должны соблюдаться следующие условия: элементы, совместно выполняющие определенные функции, должны быть сгруппированы и расположены соответственно развитию процесса слева направо; расположение элементов внутри функциональных групп должно обеспечивать наиболее простую конфигурацию цепей (с минимальным количеством изломов и пересечений линий связи); дополнительные и вспомогательные цепи (элементы и связи между ними) должны быть выведены из полосы, занятой основными цепями.

Допускается условные графические обозначения элементов располагать в таком же порядке, как они расположены в изделии, если это не нарушает удобочитаемости схемы. Для повышения наглядности схем допускается изображать графические обозначения элементов или функциональных групп разнесенным способом, т. е. располагать их составные части в разных местах схемы. В этом случае на поле схемы можно указывать полные условные графические обозначения функциональных частей или таблицы, разъясняющие их расположение.

Линии связи изображают в виде горизонтальных и вертикальных отрезков, имеющих минимальное количество изломов и взаимных пересечений. Для упрощения рисунка схемы допускается применять наклонные линии, ограничивая, по возможности, их длину. Величина промежутка между двумя соседними параллельными линиями должна быть не менее 2 мм независимо от принятой толщины линий.

Допускается выполнять схемы в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия (условные контуры при этом выполняются сплошными тонкими линиями).

На схемах разрешается графически выделять устройства, функциональные группы, части схемы, относящиеся к определенным постам, помещениям и т. д., а также части схем, непосредственно не входящие в изделие, но изображаемые для лучшей удобочитае-

мости схемы. Для выделения устройств и функциональных групп используется тонкая штрихпунктирная линия с одной точкой, а для графического разделения частей схемы - тонкая штрихпунктирная линия с двумя точками. Очерчиваемая фигура, как правило, должна быть прямоугольником.

2.4 Графические обозначения

Электрические элементы и устройства на схеме изображают в виде условных графических обозначений (УГО), установленных стандартами ЕСКД или построенных на их основе. При необходимости применяют нестандартизованные условные графические обозначения. Стандартизованные или строящиеся на основе стандартизованных графические обозначения на схемах не поясняют; нестандартизованные обозначения должны быть пояснены на свободном поле схемы.

Если на условные обозначения установлено несколько допустимых вариантов выполнения, различающихся геометрической формой и степенью детализации, то их применяют в зависимости от назначения и типа разрабатываемой схемы, а также количества информации, которую необходимо передать на схеме графическими средствами. При этом на всех схемах одного типа, входящих в комплект документации на изделие, применяют один выбранный вариант обозначения.

Кроме условных графических обозначений, на схемах соответствующих типов можно применять другие категории графических обозначений: прямоугольники произвольных размеров, содержащие пояснительный текст; внешние очертания, представляющие собой упрощенные конструктивные изображения изделий; прямоугольники, выполненные линией выделения устройств и функциональных групп. При этом детальные схемы соответствующих объектов выполняют на свободном поле схемы или в виде самостоятельных документов. Применение на схемах тех или иных категорий графических обозначений определяется правилами выполнения схем.

Стандартные условные графические обозначения элементов выполняют по размерам, указанным в соответствующих стандартах. Если размеры стандартом не установлены, то графические обозначения на схеме должны иметь такие же размеры, как их изображения в стандартах. При выполнении иллюстративных схем на больших форматах можно все условные графические обозначения пропорционально увеличивать по сравнению с приведенными в стандартах.

Допускается на схеме увеличивать размеры обозначений отдельных элементов, если необходимо графически выделить особое или важное значение элемента (устройства), а также поместить внутри обозначения предусмотренные стандартами квалифицирующие символы или дополнительную информацию. С целью повышения компактности схемы допускается размеры графических обозначений пропорционально уменьшать. Для обеспечения визуального восприятия схемы расстояние между двумя соседними линиями в любом графическом обозначении должно быть не менее 0,8 мм.

Условные графические обозначения элементов, используемых как составные части более сложных элементов, изображают уменьшенными по сравнению с остальными элементами схемы для сокращения общих размеров графических обозначений (например, резистор в ромбической антенне). В случаях, оговоренных соответствующими стандартами, допускается непропорциональное изменение размеров графических обозначений элементов (например, многоотводные резисторы).

Выбранные размеры и толщины линий графических обозначений должны быть выдержаны постоянными во всех схемах одного типа на данное изделие.

Ориентация условных графических обозначений. Размещение условных графических обозначений на схеме должно обеспечивать наиболее простой рисунок схемы с минимальным количеством изломов и пересечений линий электрической связи.

Рекомендуется изображать условные графические обозначения в положении, указанном в стандартах, или повернутыми относительно друг друга на углы, кратные 90° , а также зеркально повернутыми (рисунок 2.1,а).

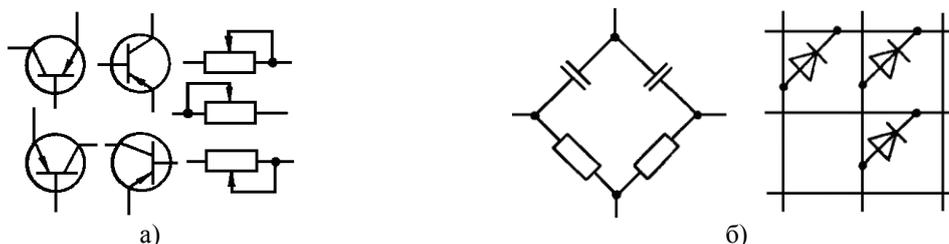


Рисунок 2.1 - Варианты изображения условных графических изображений: а - зеркально-повернутые или повернутые под углом кратным 90° ; б – повернутые под углом кратным 45°

Для упрощения начертания схем или более наглядного представления отдельных цепей допускается поворачивать условные графические обозначения на углы, кратные 45° по сравнению с их изображениями в стандарте (рисунок 2.1,б). При этом квалифицирующие символы излучения в обозначениях приборов (световой поток, рентгеновское излучение и т. п.) не должны менять своей ориентации относительно основной надписи схемы (рисунок 2.2).

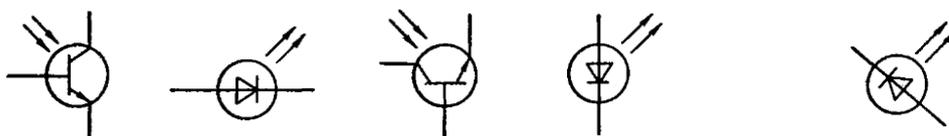


Рисунок 2.2. - Изображение символов излучения при повороте условных графических обозначений элементов

Если же поворот и зеркальные изображения условных графических обозначений приводят к искажению или потере их смысла (например, обозначения контактов), то такие обозначения выполняют в положениях, приведенных в соответствующих стандартах.

2.5 Требования к линиям на схеме

В зависимости от назначения и типа схем линиями изображают: электрические взаимосвязи (функциональные, логические и т. п.), пути прохождения электрического тока (электрические связи), механические взаимосвязи, материальные проводники (провода, кабели, шины), экранирующие оболочки, корпуса приборов и т. п., условные границы устройств и функциональных групп.

Линии на схемах всех типов выполняют в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.751-73 «Электрические связи, провода, кабели и шины». Толщины линий выбирают в зависимости от формата схемы и размеров условных графических обозначений. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине: тонкую b , утолщенную $2b$ и толстую $3b...4b$, где b — толщина линии, которая выбирается в зависимости от размеров схемы. Выбранные толщины линий должны быть постоянными во всем комплекте схем на изделие.

Электрические связи изображают, как правило, тонкими линиями b . Если необходимо графически выделить наиболее важные цепи (например, цепи силового питания), применяют утолщенные и толстые линии.

Условные графические обозначения и линии связи выполняют линиями одной и той же толщины. Оптимальная толщина $0,3...0,4$ мм, что соответствует по ГОСТ 2.303-68 сплошной тонкой линии.

Для уменьшения количества линий, изображаемых на схеме, рекомендуется применять условное графическое слияние отдельных линий в групповые линии по правилам, установленным ГОСТ 2.751-73.

При использовании групповых линий должны выполняться следующие требования. Каждая сливаемая линия в месте слияния должна быть помечена условным порядковым номером (рисунок 2.3, а); допускается помечать линии буквами или сочетанием букв и цифр.

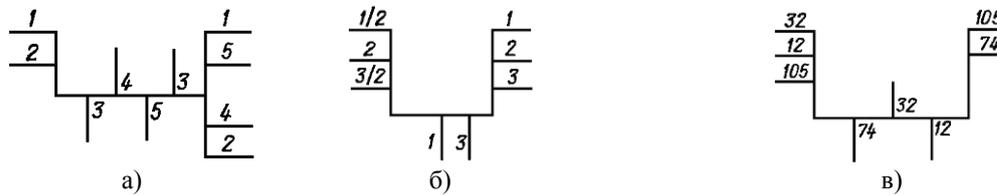


Рисунок 2.3 - Обозначения сливаемых линий: а – в месте слияния; б – при наличии разветвлений; в - если ранее уже имели обозначения номера провода

Сливаемые линии не должны иметь разветвлений, т.е. каждый условный номер должен встречаться на линии групповой связи два раза. При наличии разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту (рисунок 2.3, б). Условные порядковые номера не присваивают, если сливаемые линии уже имеют обозначения, например, номера проводов (рисунок 2.3, в).

Сливаемые линии на всех схемах комплекта изображают одним из двух способов: под прямым углом или с изломом под углом 45° к групповой линии.

Для уменьшения количества параллельных сонаправленных линий большой протяженности рекомендуется изображать их в однолинейном представлении. При этом следует сохранять порядок следования линий в группе (рисунок 2.4, а, б). Если это невозможно или нецелесообразно, то на линии наносят соответствующие метки (рисунок 2.4, в).

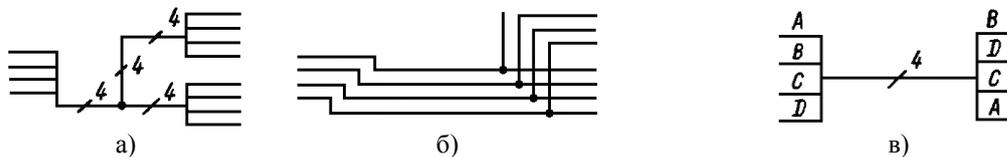


Рисунок 2.4 - Однолинейное представление линий связи в группе: а, б – сохранение порядка следования; в – несохранение порядка следования

2.6 Текстовая информация

При необходимости на схеме помещают следующие данные: наименования или характеристики электрических сигналов; обозначения электрических цепей; технические характеристики объекта, приведенные в виде текста, таблиц, диаграмм и т.п. Текстовые данные могут располагаться: рядом с графическими обозначениями или внутри них; рядом с линиями, в разрыве линий или в конце линий; на свободном поле схемы.

В зависимости от назначения текстовые данные на схеме имеют следующие формы записи: условные буквенно-цифровые обозначения (номера цепей, обозначения электрических контактов, элементов и т. п.); наименования (наименования сигналов, функциональных групп и т. п.); сплошной текст (технические требования, пояснения и т. п.); текст, разбитый на графы (например, таблицы коммутации многопозиционных переключателей); таблицы, в которых сочетаются текст и графические обозначения (например, таблицы использования контактов реле).

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно их горизонтальным участкам (рисунок 2.5, а); при большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация данных (рисунок 2.5, б).

Таблицы, помещаемые на свободном поле схемы, должны иметь наименования, раскрывающие их содержание, например: Таблица коммутации переключателей.

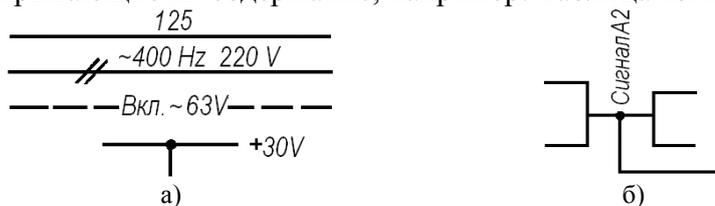


Рисунок 2.5 - Ориентация текстовых данных

Все надписи на схемах выполняют чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Допускается на одной схеме для выделения различных категорий данных применять шрифты разных размеров, например условные буквенно-цифровые обозначения, квалифицирующие символы графических обозначений, заголовки таблиц можно выполнять шрифтом большего размера в отличие от других текстовых данных.

Надписи, предназначенные для нанесения на самом изделии, помещают в кавычках возле соответствующего графического обозначения элемента.

2.7 Буквенно-цифровые обозначения в схемах

Предназначены для записи в сокращенной форме сведений об элементах, устройствах и функциональных группах в документации на объект или нанесения непосредственно на объект, если это предусмотрено в его конструкции. Обозначения элементов и функциональных групп должны быть одинаковыми на всех документах в комплекте документации на объект, т. е. должна обеспечиваться взаимосвязь документов в комплекте.

Типы условных буквенно-цифровых обозначений элементов, устройств и функциональных групп, а также правила их построения устанавливает ГОСТ 2.710—81.

Для построения обозначений используют прописные буквы латинского алфавита, арабские цифры.

Обозначение записывают в виде последовательности букв, цифр и знаков в одну строку без пробелов. Количество знаков в обозначении стандартом не устанавливается. Соседние группы в условном обозначении, имеющие самостоятельное смысловое значение, разделяют чередованием буквы и цифры (КС25, К2, 25КС или точкой, если группы состоят только из букв или только из цифр (КС, А, 2.25). Допускается разделять точкой также самостоятельные смысловые группы, состоящие из букв и цифр (01.А. 113.12).

Цифровую часть, представляющую собой порядковый номер, разрешается записывать с одинаковым количеством разрядов, заполняя старшие разряды нулями, например, А02, А09, ..., А25.

Позиционное обозначение элемента в общем случае состоит из трех частей, указывающих вид, номер и функцию элемента и записываемых без разделительных знаков и пробелов. Вид и номер являются обязательной частью условного буквенно-цифрового обозначения и присваиваются всем элементам и устройствам объекта. Указание функции элемента не является обязательным. В первой части позиционного обозначения указывается буквенный код вида элемента (одна или несколько букв латинского алфавита), во второй части – номер элемента данного вида (арабские цифры), в третьей части – буквенный код функции элемента (латинские буквы). Например: С4I – конденсатор С4, используемый как интегрирующий. Буквенный код функции допускается дополнить цифрами. При нанесенном способе изображения допускается к номеру добавлять условный номер изображения части элемента или устройства, отделяя его точкой.

2.8 Правила оформления схем электрических принципиальных

2.8.1. Схема электрическая принципиальная (код ЭЗ) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия.

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

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

2.8.3. Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии.

В обоснованных случаях допускается отдельные элементы схемы изображать в рабочем положении с указанием на поле схемы режима, для которого изображены эти элементы.

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

Элементы или устройства, используемые в изделии частично, допускается изображать неполностью, ограничиваясь изображением только используемых частей или элементов.

2.8.5. Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают в непосредственной близости друг к другу. При разнесенном способе составные части элементов и устройств изображают на схемах в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи изделия были изображены наиболее наглядно. Разнесенным способом допускается изображать все и отдельные элементы или устройства схемы.

Пример выполнения устройств совмещенным и разнесенным способами в соответствии с рисунком 2.6.

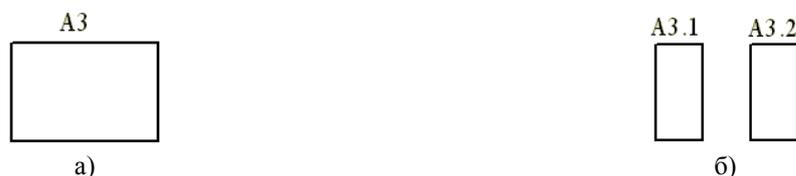


Рисунок 2.6 - Пример изображения элементов совмещенным и разнесенным способом: а - совмещенный способ; б - разнесенный способ

2.8.6. При оформлении схем, с целью повышения наглядности, рекомендуется использовать строчный способ изображения элементов (устройств), при котором УГО элементов или их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по горизонтальной или вертикальной прямой, а отдельные цепи – рядом, образуя параллельные (горизонтальные или вертикальные) строки.

При оформлении схемы строчным способом допускается нумеровать строки арабскими цифрами в соответствии с рисунком 2.7.

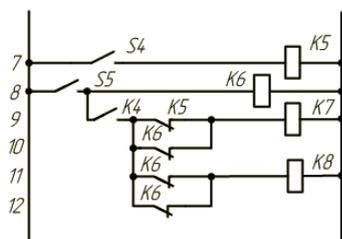


Рисунок 2.7 - Пример выполнения схем строчным способом

2.8.7. При изображении элементов (устройств) разнесенным способом допускается на свободном поле схемы помещать УГО элементов (устройств), выполненных совмещенным способом. В данном случае элементы (устройства), используемые в изделии частично, изображают полностью с указанием как использованных, так и неиспользованных частей (элементов).

Выводы (контакты) неиспользованных частей (элементов) изображают короче, чем выводы (контакты) использованных частей (элементов) в соответствии с рисунком 2.8.

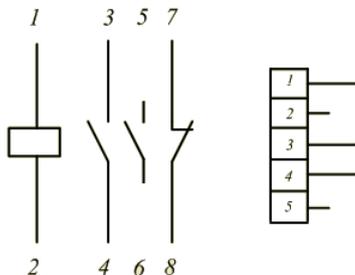


Рисунок 2.8 - Изображение выводов (контактов) использованных и неиспользованных частей

2.8.8. Схемы выполняют в многолинейном или однолинейном изображении. При многолинейном изображении каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях, – отдельными УГО в соответствии с рисунком 2.9.

При однолинейном изображении цепи, выполняющие идентичные функции, изображают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей – одним УГО в соответствии с рисунком 2.9.

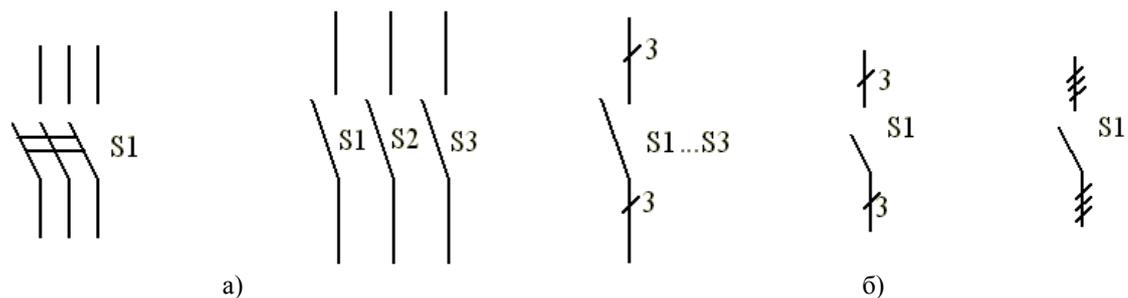


Рисунок 2.9 -Пример выполнения многолинейного и однолинейного изображения цепи: а - многолинейное изображение; б - однолинейное изображение

2.8.9. При необходимости на схеме допускается обозначать электрические цепи по правилам, установленным ГОСТ 2.709 – 89 или другим НД, действующим в отрасли.

2.8.10. В случае изображения на схеме различных функциональных цепей, для повышения удобства чтения, допускается эти цепи различать по толщине линий. На одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине, при этом на поле схемы при необходимости помещают соответствующие пояснения.

2.8.11. Для упрощения схемы допускается несколько электрически не связанных линий связи сливать в линию групповой связи, но при подходе к контактам (элементам) каждую линию связи изображают отдельной линией.

При слиянии линий связи каждую линию помечают в месте слияния, а при необходимости, и на обоих концах условными обозначениями (цифрами, буквами или их сочетанием) или обозначениями, установленными ГОСТ 2.709 – 89. Линии связи, сливаемые в линию групповой связи, как правило, не должны иметь разветвлений, т.е. всякий условный номер должен встречаться на линии групповой связи два раза. При необходимости разветвлений их количество указывается после порядкового номера линии через дробную черту в соответствии с рисунком 2.10.

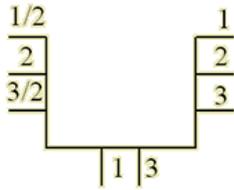


Рисунок 2.10 - Пример изображения разветвлений цепей

2.8.12. Каждый элемент и (или) устройство, имеющее самостоятельную принципиальную схему и рассматриваемое как элемент, входящие в изделие и изображенные на схеме, должны иметь позиционное буквенно-цифровое обозначение в соответствии с ГОСТ 2.710 – 81.

Устройствам, не имеющим самостоятельных принципиальных схем, и функциональным группам рекомендуется также присваивать обозначения в соответствии с ГОСТ 2.710 – 81.

2.8.13. Позиционные обозначения элементам следует присваивать в пределах изделия. Порядковые номера элементам следует присваивать, начиная с единицы, в пределах группы элементов, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное позиционное обозначение, например, С1, С2, С3 и т.д.

Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

В технически обоснованных случаях допускается изменять последовательность присвоения порядковых номеров в зависимости от размещения элементов или функциональной последовательности процесса передачи сигналов (информации).

При внесении изменений в схему (корректировке схемы) последовательность присвоения порядковых номеров может быть нарушена.

2.8.14. Позиционные обозначения проставляются на схеме рядом с УГО элементов с правой стороны или над ними.

При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционное обозначение проставляют около каждой составной части в соответствии с рисунком 2.6.

2.8.15. Если в состав изделия входят устройства, не имеющие самостоятельных принципиальных схем, то на схемах таких изделий допускается позиционные обозначения элементам устройств присваивать в пределах каждого устройства.

Если в состав изделия входит несколько одинаковых устройств, то позиционные обозначения элементам устройств следует присваивать в пределах этих устройств.

Порядковые номера элементам следует присваивать по правилам, установленным в 2.8.13.

2.8.16. На схеме изделия, в состав которого входят функциональные группы, позиционные обозначения элементам присваивают в соответствии с 2.8.13, при этом вначале присваивают позиционные обозначения элементам, не входящим в функциональные группы, а затем элементам, входящим в функциональные группы.

2.8.17. Если в изделии имеется несколько одинаковых функциональных групп, то позиционные обозначения элементов, присвоенные в одной из этих групп, следует повторять во всех последующих группах.

Обозначение функциональной группы, указывают около изображения функциональной группы сверху или справа. Пример выполнения данного правила в соответствии с рисунком 2.11.

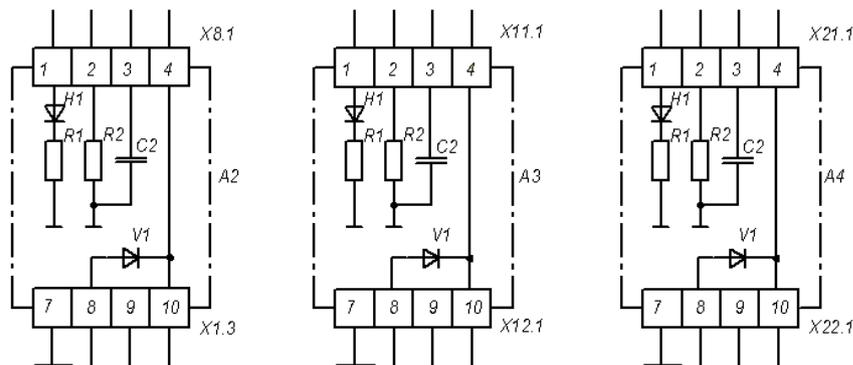


Рисунок 2.11 - Изображение на схеме одинаковых функциональных групп

2.8.18. Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то справа от позиционного обозначения или под ним допускается указывать в круглых скобках обозначения зон и номера строк, в которых изображены все составные части данного элемента или устройства в соответствии с рисунком 2.12.

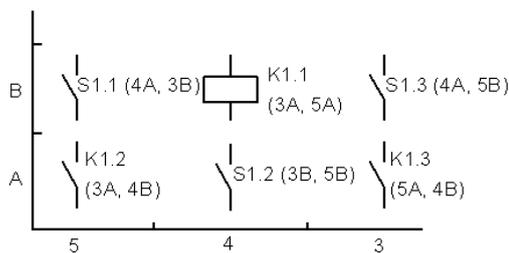


Рисунок 2.12 - Пример простановки позиционных обозначений при разбиении схемы на зоны или выполнении схемы строчным способом

2.8.19. Для повышения удобства чтения схемы допускается отдельно изображенные части элементов соединять линией механической связи, указываящей на принадлежность их к одному элементу. Позиционные обозначения элементов в этом случае проставляют у одного или у обоих концов линии механической связи.

2.8.20. При изображении отдельных элементов устройств в разных местах в позиционные обозначения этих элементов должно быть включено позиционное обозначение устройства, в которое они входят по типу =A2 – С6. Данное обозначение означает конденсатор С6, входящий в устройство А2.

2.8.21. При разнесенном способе изображения функциональной группы в состав позиционных обозначений элементов, входящих в эту группу, должно быть включено обозначение функциональной группы по типу ≠Т1 - R4. Данное обозначение означает резистор R4, входящий в функциональную группу Т1.

6.8.22. При однолинейном изображении около одного УГО, заменяющего несколько УГО одинаковых элементов (устройств), указывают позиционные обозначения всех этих элементов (устройств) в соответствии с рисунком 2.9.

Если одинаковые элементы (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 (устройства) в соответствии с рисунком 2.13.

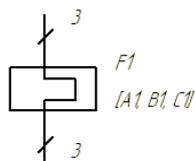


Рисунок 2.13 - Позиционное обозначение одинаковых элементов при однолинейном изображении, если элементы находятся не во всех цепях

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

Данные об элементах и устройствах должны быть записаны в перечень элементов. Связь перечня элементов с УГО элементов и устройств должна осуществляться через по-

зиционные обозначения. В технически обоснованных случаях допускается все сведения об элементах и устройствах помещать около УГО.

2.8.24. 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. текстового документа) в пределах всей схемы изделия в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1- Пример выполнения перечня элементов

Поз. обозн.	Наименование	Кол.	Примечание
C1...C3	Конденсатор К10-17а-Н90-0,22мкФ		
	ОЖ0.460.10 ТТУ	3	
	Резисторы С2-33Н ОЖ0.467.093 ТУ		
	Резисторы С2-29В ОЖ0.467.099 ТУ		
R1...R4	С2-33Н-0,5-3,3 кОм±5%-А-В-В	4	
R5	С2-33Н-0,5-10 кОм±5%-А-В-В	1	
R6	С2-29В-0,5-8,98 Ом±5%-1,0-Б	1	
A2	<u>1. Субблок 21-С. XXXX.XXXXXX.051</u>	1	
R1...R3	Резистор С2-33Н-0,5-3,3 кОм±5%-А-В-В		
	ОЖ0.467.093 ТУ	3	
P1	<u>1.1 Сумматор</u>		
C1, C2	Конденсатор К10-17а-Н90-0,22мкФ		
	ОЖ0.460.10 ТТУ	2	
V1...V4			
	Диод 2Д510А ТТ3.362.096 ТУ	4	
A3...A5	<u>2. Субблок АТС. XXXX.XXXXXX.012</u>	3	

2.8.25. При необходимости указания около УГО номиналов резисторов и конденсаторов их показывают в соответствии с рисунком 2.14 при этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений.

Для резисторов:

- от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения;
- от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом – в килоомах с обозначением единиц измерения строчной буквой «к»;
- от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом – в мегаомах с обозначением единиц измерения прописной буквой «М»;
- свыше $1 \cdot 10^9$ Ом – в гигаомах с обозначением единиц измерения прописной буквой «Г».

Для конденсаторов:

- от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф – в пикофарадах без указания единиц измерения;

- от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф – в микрофарадах с обозначением единиц измерения строчными буквами «мк».

2.8.26. Для обеспечения однозначности выполнения электрического монтажа, на схеме необходимо 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 соответствующих конструкторских документах (чертеже, электро-монтажном чертеже и т. д.).

При условном присвоении обозначений выводам (контактам) на поле схемы должны быть помещены соответствующие пояснения.

При изображении на схеме нескольких одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (контактов) допускается показывать на одном из них.

При разнесенном способе изображения одинаковых элементов (устройств) обозначения выводов (контактов) необходимо показывать на каждой составной части элемента (устройства).

Для отличия на схеме обозначений выводов (контактов) от других обозначений (например, обозначений цепей и т.п.) допускается записывать обозначения выводов (контактов) с квалифицирующим символом в соответствии с ГОСТ 2.710-81.



Рисунок 2.14 - Обозначение номиналов резисторов и конденсаторов

2.8.27. Если элемент на схеме показывают разнесенным способом, то поясняющую надпись помещают около одной составной части или на поле схемы около изображения элемента, выполненного совмещенным способом.

2.8.28. Для удобства чтения схемы рекомендуют указывать характеристики входных и выходных цепей изделия (напряжение, сопротивление и т.п.), а также контролируемые параметры на гнездах и т.п. Вместо характеристик или параметров входных и выходных цепей допускается приводить наименования цепей или контролируемых величин.

2.8.29. Если заведомо известно (например, по техническому заданию), что изделие предназначено для работы только в одном конкретном изделии, то на схеме допускается указывать адреса внешних соединений входных и выходных цепей.

Указанный адрес должен обеспечивать однозначность присоединения. Например, если выходной контакт изделия должен быть соединен с шестым контактом второго соединителя устройств А3, то адрес будет записан следующим образом: =А3 – Х2:6

При обеспечении однозначности присоединения допускается указывать адрес в общем виде, например, «Коллектор прибора КИУ».

2.8.30. 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. в соответствии с рисунком 2.15.

Конт.	Цепь	Адрес
1	+9 В стаб.	=A1-X1:1
2	"0" БР	=A1-X1:2
3	"0" Установ.	=A1-X1:3
4	+9 В стаб.	=A1-X1:4

Рисунок 2.15 - Пример изображения элемента внешнего подключения

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

Для удобства построения схемы допускается таблицы выполнять разнесенным способом.

Порядок расположения контактов в таблице определяется удобством выполнения схемы.

Допускается помещать таблицы с характеристиками цепей около УГО входных и выходных элементов в соответствии с рисунком 2.16.

Конт.	Цепь	Адрес
1	$\Delta f=0,3\dots 3\text{кГц}$; $RH=600$	=A1-X1:1
2	$U_{\text{вых}}=0,5\text{ В}$; $RH=600\text{ Ом}$	=A1-X1:2
3	$U_{\text{вых}}=+60\text{В}$; $RH=500\text{ Ом}$	=A1-X1:3
4	$U_{\text{вых}}=+20\text{В}$;	=A1-X1:4

Рисунок 2.16 - Пример таблицы с характеристиками цепей при наличии на схеме УГО входных и выходных элементов

Аналогичные таблицы рекомендуется помещать на линиях, изображающих входные и выходные цепи при условии, что эти цепи не заканчиваются соединителями. В данном случае таблицам позиционное обозначение не присваивают.

Допускается при необходимости вводить в таблицы другие дополнительные графы, а при отсутствии характеристик цепей или адресов не приводить графы с этими данными. В графе «Конт.» допускается проставлять через запятую последовательные номера нескольких контактов при условии, что они соединены между собой.

2.8.31. Для изображения многоконтактных соединителей допускается применять УГО, не показывающие отдельные контакты. В данном случае сведения о соединении контактов приводят одним из следующих способов:

- около УГО соединителей, на свободном поле схемы или на последующих листах схемы помещают таблицы с указанием адреса соединения. Если таблица расположена на свободном поле схемы или на последующих листах схемы, то над таблицей проставляют позиционное обозначение соединителя. Пример выполнения данного правила в соответствии с рисунками 2.17,а и 2.17,б;

- соединения с контактами соединителя показывают разнесенным способом в соответствии с рисунком 2.18.

В графах таблиц приводят следующие данные:

- в графе «Конт.» – номера контактов соединителя строго 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.

Конт.	Адрес	Цель	Адрес внешний
1	5	+27 В	=А1-Х1:1
2	20	-27 В	=А1-Х1:2

Конт.	Адрес
1	-К1:3
2	-К1:5

а)

б)

Рисунок 2.17 - Пример таблицы, помещаемой: а – на свободном поле схемы; б – около УГО соединителя

При изображении соединения с контактами соединителя разнесенным способом (в соответствии с рисунком 2.18), точки соединенные штриховой линией с соединителем, означают соединения с соответствующими контактами данного соединителя. Характеристики цепей при необходимости помещают на свободном поле схемы над продолжением линий связи в соответствии с рисунком 2.18.

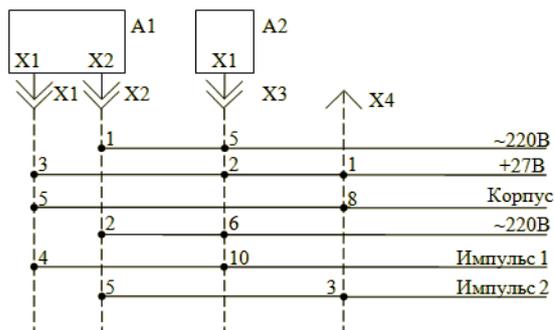


Рисунок 2.18 - Разнесенный способ изображения соединения с контактами соединителя

2.8.32. При изображении на схеме элементов, параметры которых подбирают при регулировании, около позиционных обозначений этих элементов на схеме и в перечне элементов проставляют звездочки (например, С5*), а на поле схемы помещают сноску: «*Подбирают при регулировании».

В данном случае в перечень элементов записывают элементы, параметры которых наиболее близки к теоретическим, а предельные значения параметров элементов приводят в графе «Примечание».

Если при регулировании параметра подбирают элементы различных типов, то эти элементы перечисляют в технических требованиях на поле схемы, а в графах перечня элементов приводят следующие данные:

- в графе «Наименование» – наименование элемента и параметр наиболее близкий к теоретическому;
- в графе «Примечание» – ссылку на соответствующий пункт технических требований и предельные значения параметров при подборе.

2.8.33. При изображении устройства в виде прямоугольника допускается в прямоугольнике взамен УГО входных и выходных элементов помещать таблицы с характеристиками входных и выходных цепей в соответствии с рисунком 2.19, а вне прямоугольника – таблицы с указанием адресов внешних присоединений в соответствии с рисунком 2.20. При необходимости допускается в таблицы вводить дополнительные графы.

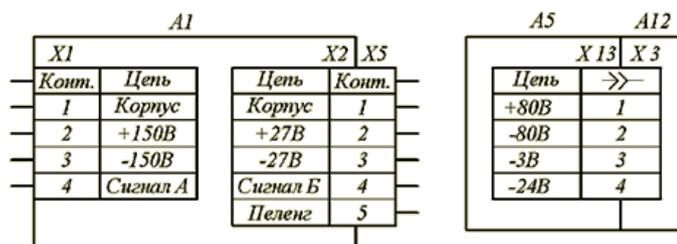


Рисунок 2.19 - Пример изображения устройства в виде прямоугольника с помещением таблиц с характеристиками входных и выходных цепей в прямоугольнике

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

Взамен слова «Конт.» в таблице допускается помещать УГО контакта соединителя (гнездо или вилка) в соответствии с рисунками 2.19 и 2.20.

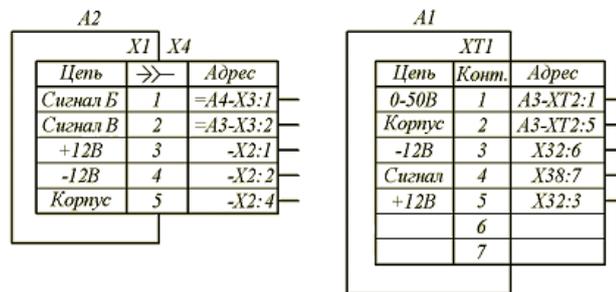


Рисунок 2.20 - Пример изображения устройства в виде прямоугольника с размещением таблиц с указанием адресов внешних присоединений вне прямоугольника

2.8.32. На поле схемы при необходимости допускается приводить указания о марках, сечениях и расцветках проводов и кабелей (многожильных проводов), для выполнения соединения элементов, а также указания о специфических требованиях к электрическому монтажу конкретного изделия, например требования о взаимном расположении отдельных цепей.

3 Контрольные вопросы

1. Что называется схемой принципиальной?
2. Как присваивают код схемам электрическим принципиальным?
3. Что такое УГО в схемах электрических принципиальных?
4. В каком положении на схемах электрических принципиальных изображают УГО?
5. УГО и позиционные обозначения интегральных микросхем.
6. Какими метками обозначают выводы интегральных микросхем?
7. УГО и позиционные обозначения коммутационных изделий.
8. Как на схемах обозначают элементы аналоговой техники?
9. Как на схемах обозначают элементы цифровой техники?
10. Как на схемах электрических принципиальных учитывают масштаб элементов?
11. Как на схемах электрических принципиальных учитывают компоновку УГО?
12. Как на схемах присваивают позиционные обозначения элементам?
13. Как на схемах наносят позиционные обозначения элементов?
14. Какие линии применяют при выполнении схем электрических принципиальных?
15. Какие размеры шрифта используют при оформлении схем?
16. Как на схемах электрических принципиальных оформляют выводы?
17. Где и как на схемах указывают характеристики входных и выходных цепей?

4 Задание для выполнения

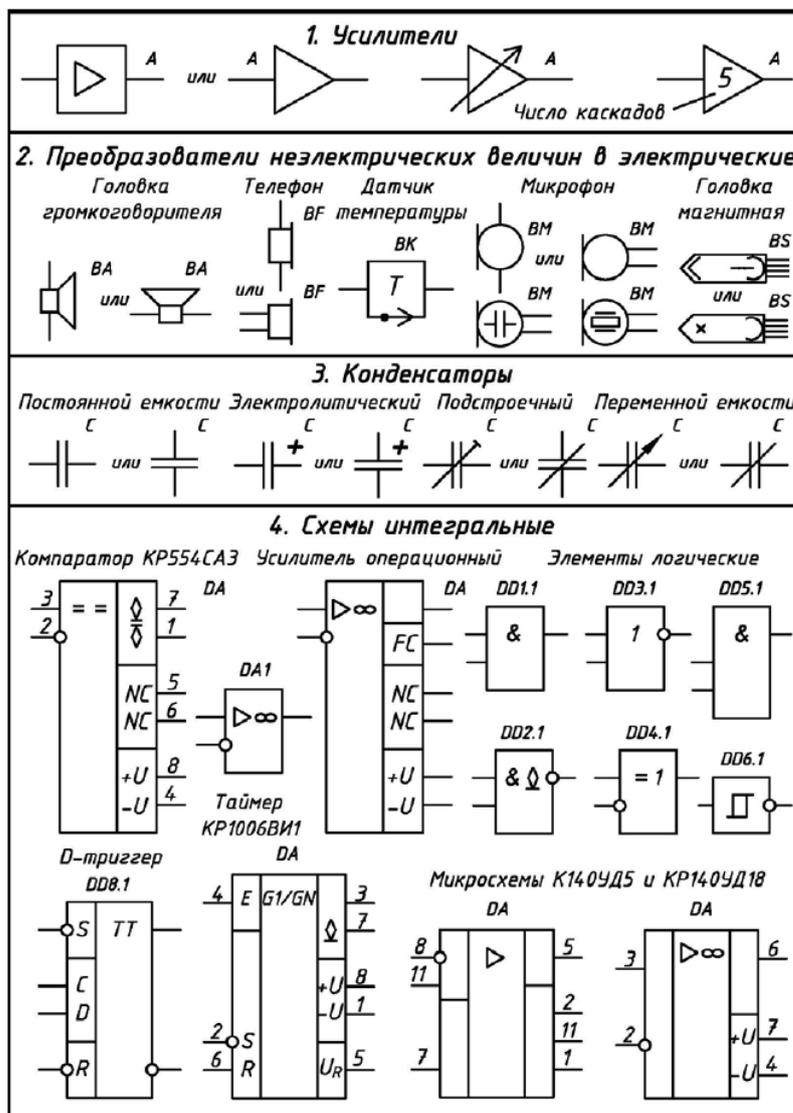
Выполнить чертеж схемы электрической принципиальной в соответствии с требованиями ЕСКД по заданию, выданному преподавателем.

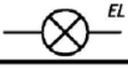
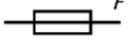
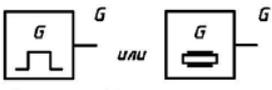
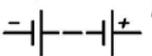
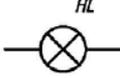
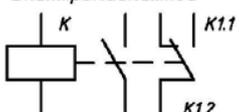
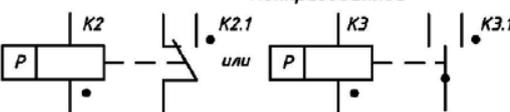
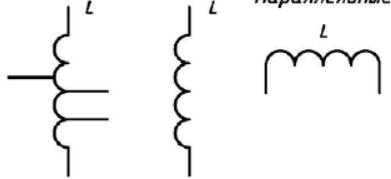
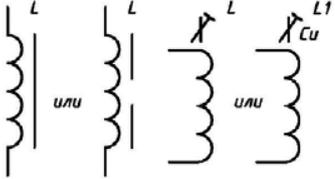
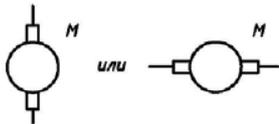
Необходимая справочная информация приведена в Приложениях 1 – 5.

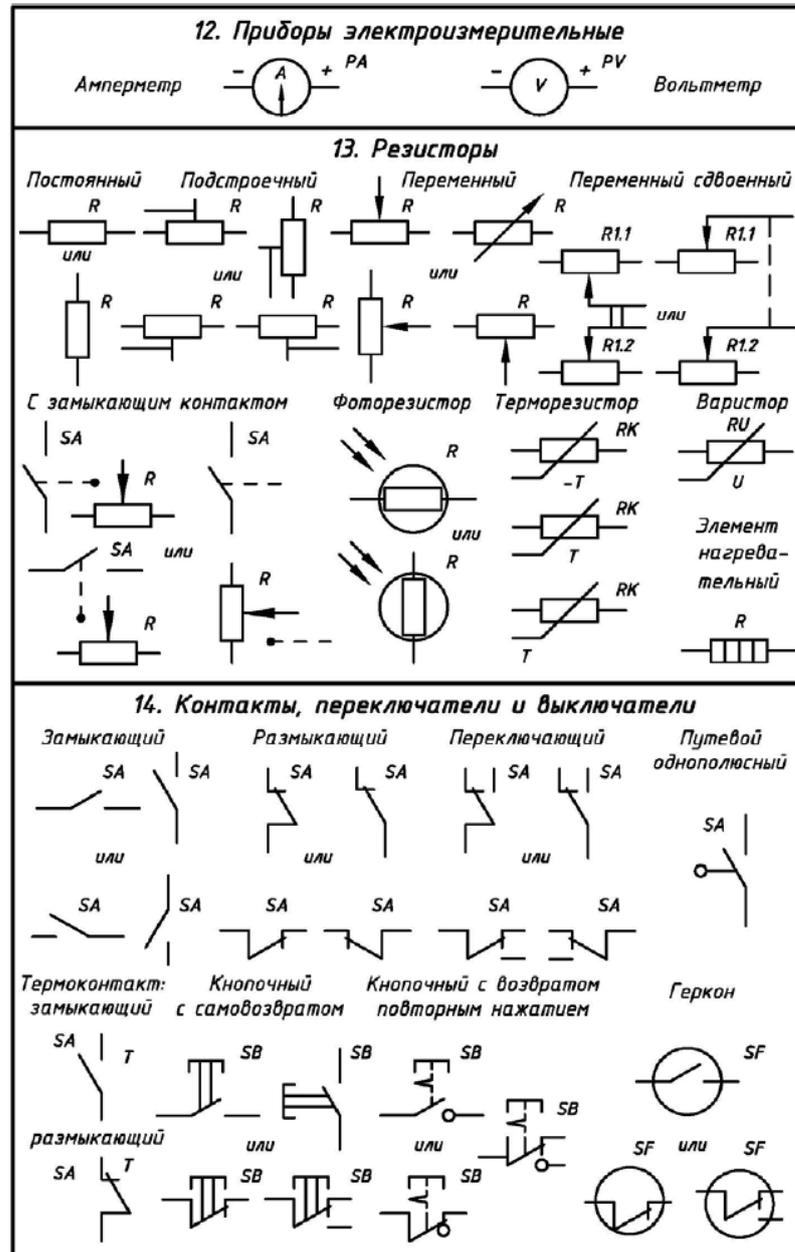
Библиографический список

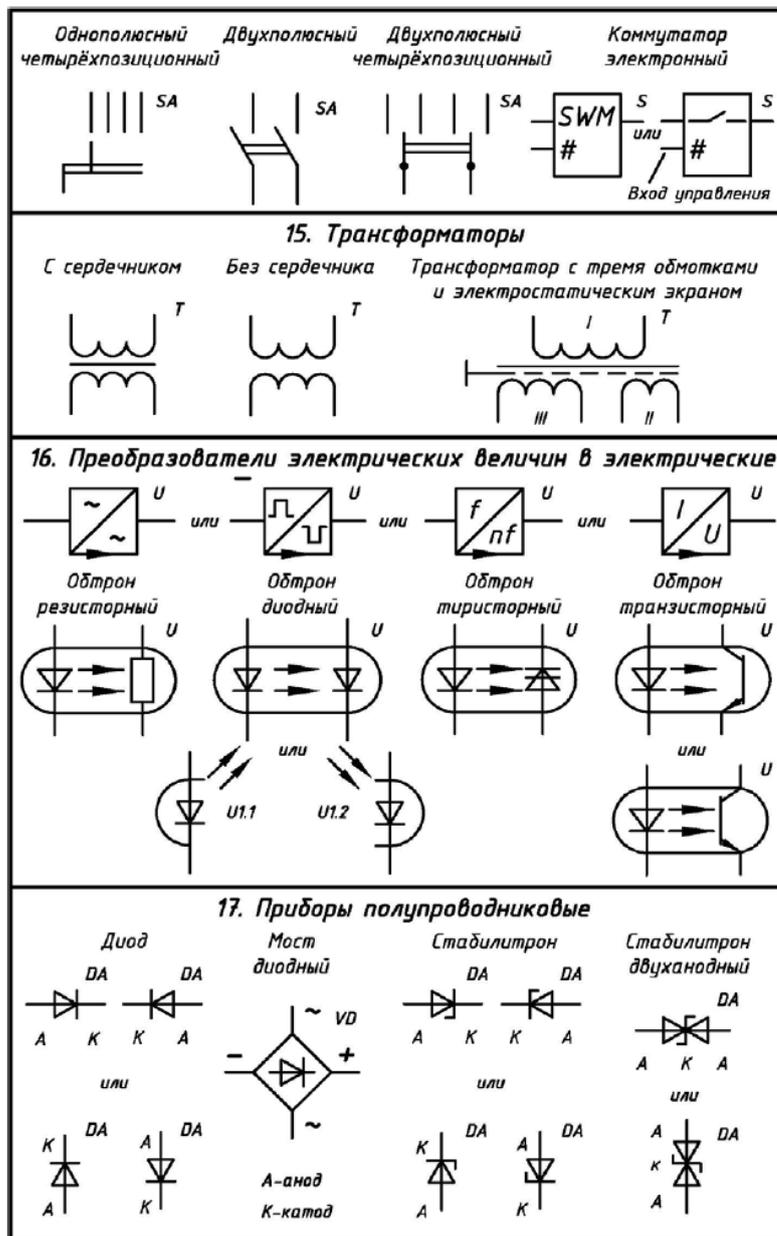
1. ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. М., Изд-во стандартов, 2008.- 8 с.
2. ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем. М., Изд-во стандартов, 2011.- 16 с.
3. ГОСТ 2.710-89 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. М., Изд-во стандартов, 1989. - 20 с.
4. ГОСТ 2.721–74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
5. ГОСТ 2.722–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические.
6. ГОСТ 2.723–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители.
7. ГОСТ 2.727–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители.
8. ГОСТ 2.728–74. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы.
9. ГОСТ 2.729–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные.
10. ГОСТ 2.730–73. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.
11. ГОСТ 2.732–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света.
12. ГОСТ 2.743-91 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники М., Изд-во стандартов, 2003.- 45 с.
13. ГОСТ 2.747–68. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений.
14. ГОСТ 2.751–73. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Электрические связи, провода, кабели, шины.
15. ГОСТ 2.755–87. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
16. ГОСТ 2.759–82. ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Микросхемы.

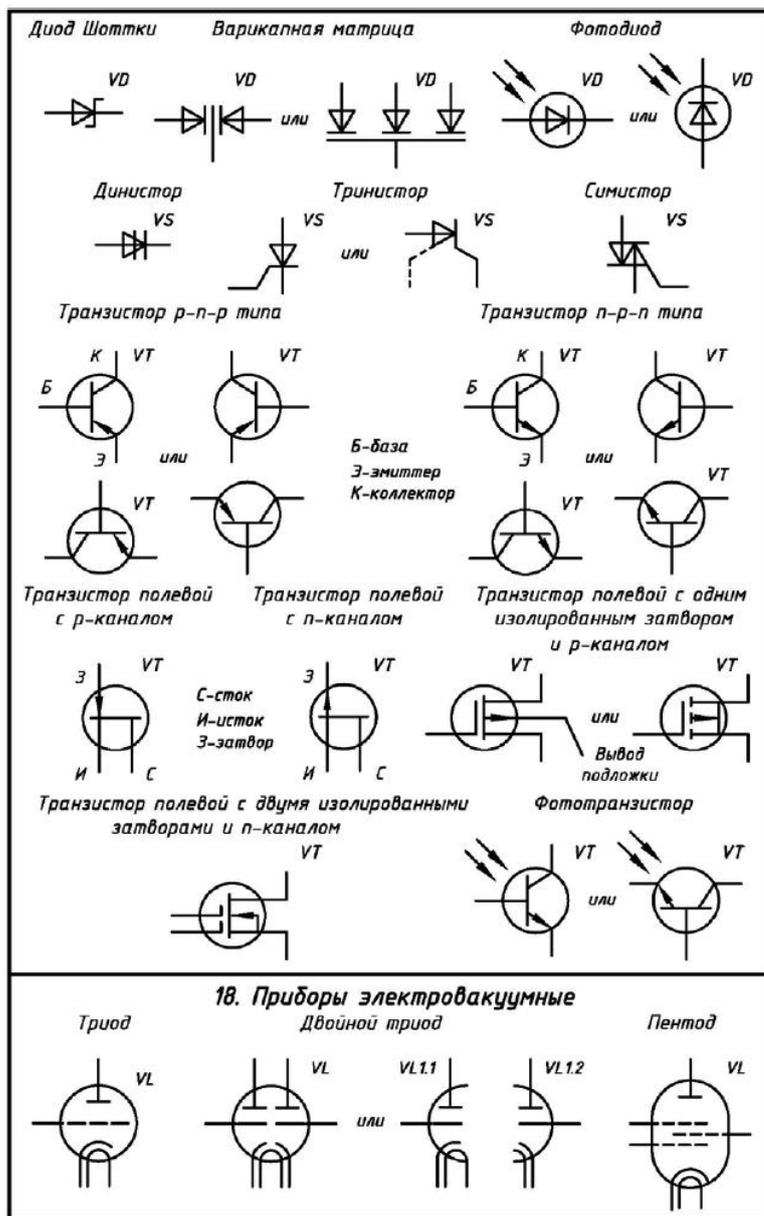
**Условные графические обозначения (УГО) элементов
для схем электрических принципиальных**

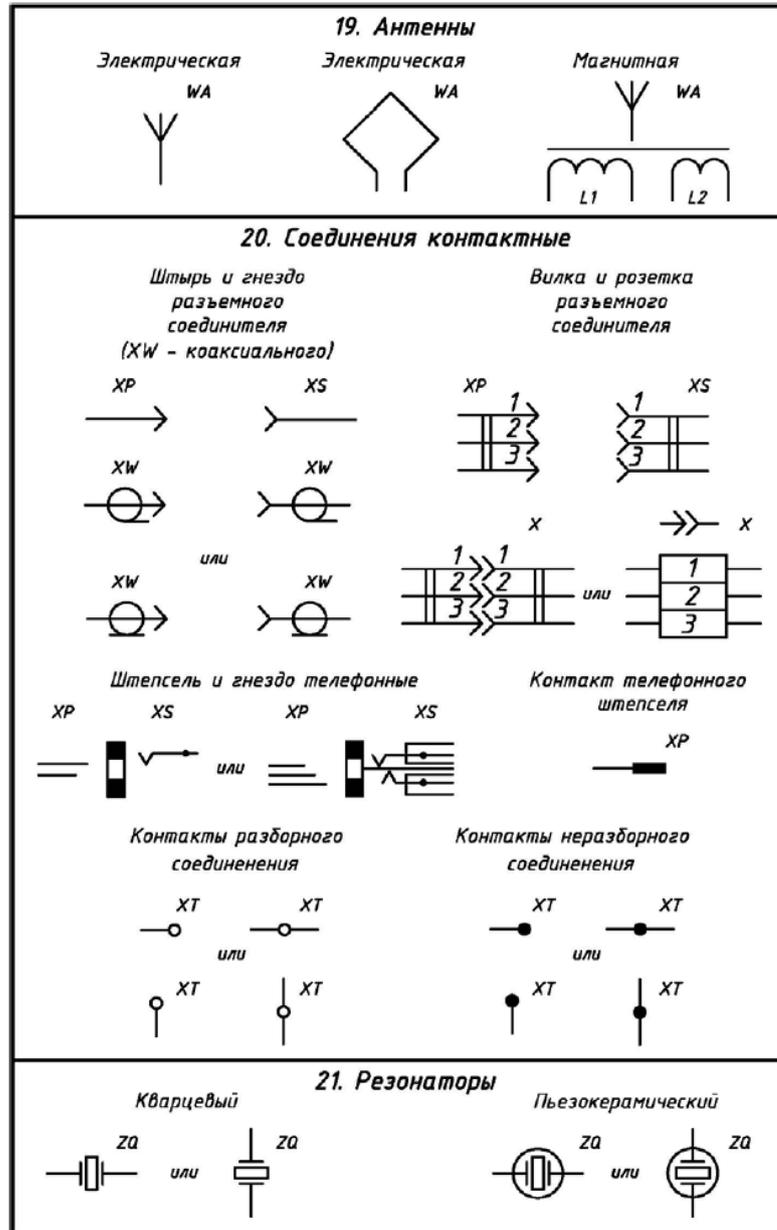


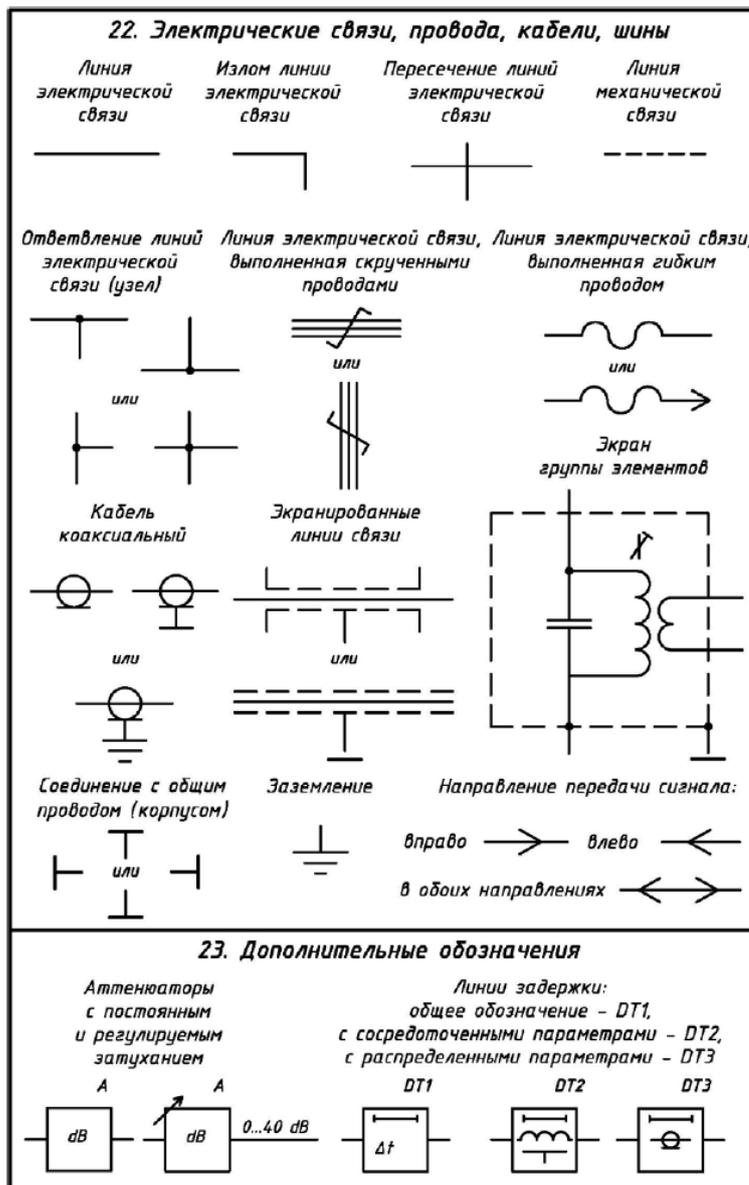
5. Элементы разные	
Лампа накаливания осветительная	
6. Предохранители	
Предохранитель плавкий	
7. Генераторы и источники питания	
 Элемент гальванический, аккумуляторный	 Батарея элементов
	
8. Устройства индикационные и сигнальные	
Светодиод	Лампа сигнальная
	
9. Реле	
Электромагнитное	Поляризованное
	
10. Катушки индуктивности и дроссели	
Прямые с отводами и без	С магнитопроводом (L1 – с медным)
	
11. Электродвигатели	
Коллекторный постоянного тока	Асинхронный
	



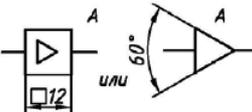
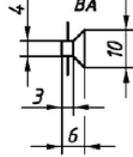
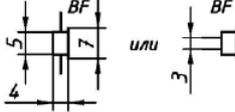
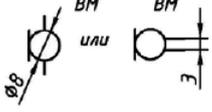
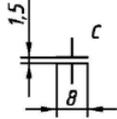
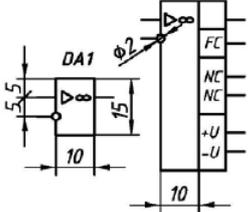
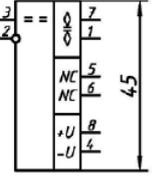
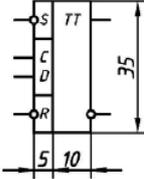
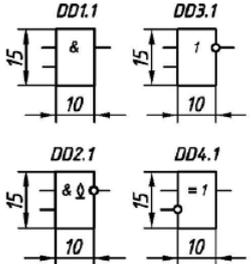
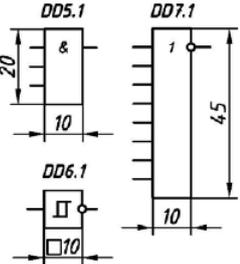
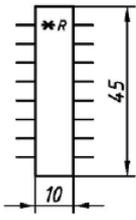








Размеры основных условных графических обозначений
Элементов для схем электрических принципиальных

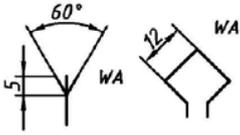
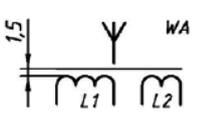
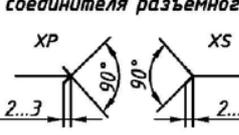
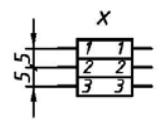
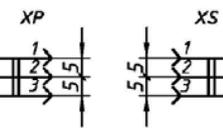
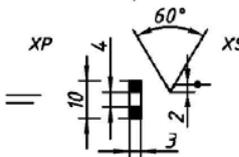
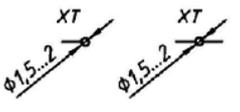
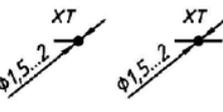
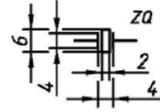
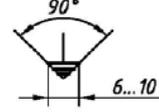
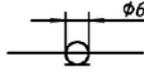
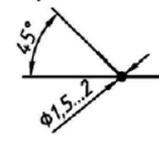
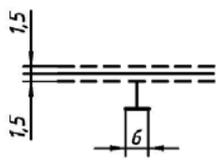
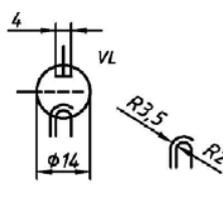
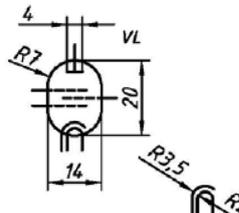
<p><i>Усилители</i></p> 	<p><i>Головка громкоговорителя</i></p> 	<p><i>Телефоны</i></p> 
<p><i>Микрофоны</i></p> 	<p><i>Конденсатор постоянной емкости</i></p> 	<p><i>Конденсатор подстроечный</i></p> 
<p><i>Усилитель операционный</i></p> 	<p><i>Компаратор КР554СА3</i></p> 	<p><i>D-триггер</i></p> 
<p><i>Элементы логические</i></p> 	<p><i>Элементы логические</i></p> 	<p><i>Набор резисторов</i></p> 

Продолжение Приложения 2

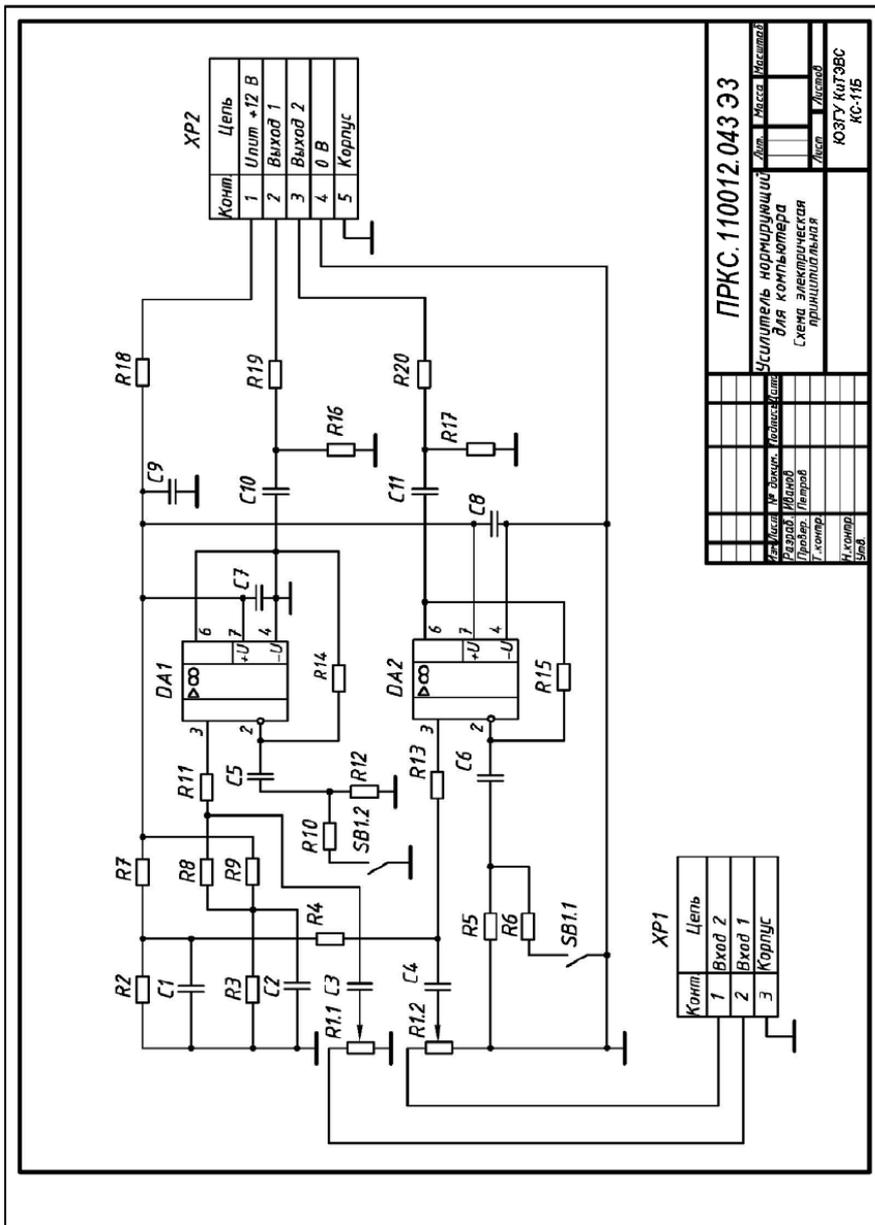
<p>Предохранитель плавкий</p>	<p>Элемент гальванический</p>	<p>Лампа сигнальная</p>
<p>Светодиод</p>	<p>Реле электромагнитное</p>	<p>Реле поляризованное</p>
<p>Катушка индуктивности, дроссель</p>	<p>Электродвигатель асинхронный</p>	<p>Приборы электроизмерительные</p>
<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Фоторезистор</p>	<p>Терморезисторы</p>	<p>Варистор</p>
<p>Контакт замыкающий</p>	<p>Контакт размыкающий</p>	<p>Контакт переключающий</p>

Продолжение Приложения 2

<p>Переключатель однополюсный четырехпоз.</p> <p>SA</p>	<p>Переключатель двухполюсный четырехпоз.</p> <p>SA</p>	<p>Выключатель кнопочный (с самовозвратом)</p> <p>SB</p>
<p>Геркон</p> <p>SF φ12</p>	<p>Обтрон резисторный</p> <p>U R6 30 12 8 3</p>	<p>Диод</p> <p>VD 5 60° 6</p>
<p>Мост диодный</p> <p>VD 14 2 2</p>	<p>Стабилитрон</p> <p>VD 1,5</p>	<p>Фотодиод</p> <p>VD 3 8 3 45° φ10</p>
<p>Динистор</p> <p>VS 2</p>	<p>Тринистор</p> <p>VS 4 30°</p>	<p>Транзистор p-n-p</p> <p>VT 4,5 φ12 9 9 60°</p>
<p>Фототранзистор p-n-p</p> <p>VT 3 8 3 45°</p>	<p>Фототранзистор n-p-n</p> <p>VT 3 8 3 45°</p>	<p>Транзистор полевой с p-каналом</p> <p>VT φ12 6 8</p>
<p>Транзистор полевой с одним изолированным затвором и p-каналом</p> <p>VT 1,5 4</p> <p>или</p> <p>Выход подложки</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и n-каналом</p> <p>VT 1</p>	

<p>Антенны электрические</p> 	<p>Антенна магнитная</p> 	<p>Штырь и гнездо соединителя разъемного</p> 
<p>Вилка и розетка соединителя разъемного (перемычка съемная)</p> 	<p>Вилка и розетка соединителя неразъемного</p> 	<p>Штепсель и гнездо телефонные</p> 
<p>Контакты соединения разборного</p> 	<p>Контакты соединения неразборного</p> 	<p>Резонатор кварцевый</p> 
<p>Соединение с общим проводом (корпусом)</p> 	<p>Заземление</p> 	<p>Кабель коаксиальный</p> 
<p>Линии электрической связи, выполненные скрученными проводами</p> 	<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p> 	<p>Ответвление линий электрической связи</p> 
<p>Экранированные линии связи</p> 	<p>Триод</p> 	<p>Пентод</p> 

Пример оформления схемы электрической принципиальной



ПРКС.110012.043 Э3	
Исполнитель нормирующей	Долг. Масса. Масштаб
Организация	
Схема электрическая	
принципиальная	
Лист	Листов
ЮЗГУ КИТЭЭС	ИС-115

Контакт	Цель
1	Вход 2
2	Вход 1
3	Корпус