

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Л.А. СМЕРНОВА, Д.Т. МУСИН, В.Н. СОСКОВ

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СХЕМ
УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Казань 2014

УДК 774
ББК 30.11
С50

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент Казанского национального
исследовательского технологического университета *Р.Н. Хусаинов*;
доктор технических наук, профессор Казанского государственного
энергетического университета *К.Х. Гильфанов*

Смирнова Л.А., Мусин Д.Т., Сосков В.Н.

С50 Технология создания схем: учеб. пособие / Л.А. Смирнова, Т.Д.
Мусин, В.Н. Сосков. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2014. – 99 с.

В учебном пособии рассматривается один из разделов дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» – создание схемной документации. Даны основные положения и правила выполнения схем, в том числе автоматизированным способом, в соответствии со стандартами ЕСКД.

Целью настоящего учебного пособия является ознакомление студентов с общими правилами выполнения различных видов и типов схем, графическими изображениями и обозначениями в схемах, особенностями создания различных схем, возможностью их выполнения автоматизированным способом.

Пособие предназначено для студентов 1-го курса всех инженерных направлений, изучающих использование современных технологий при проектировании и разработке схемной документации.

Данное учебное пособие может быть полезным для студентов, изучающих дисциплины общепрофессионального цикла, а также при выполнении курсовых и выпускных квалификационных работ.

УДК 774
ББК 30.11

ВВЕДЕНИЕ

Схемная документация (СД) является неотъемлемой частью комплекта конструкторских документов (КД) для многих изделий и вместе с другими документами обеспечивает данные, необходимые для их проектирования, изготовления, монтажа, регулировки и эксплуатации. Схема является одним из видов графической модели изделия.

Проектирование схемной документации, содержащей различные компоненты, представляет собой особую область конструкторской деятельности. Существенным её отличием от машиностроительного проектирования является представление графической информации. Большинство компонентов изделия имеют, как минимум, два изображения: реальное – чертеж или трехмерная модель изделия и условное графическое обозначение (УГО) для представления компонентов на схемах.

УГО, с помощью которых передается информация о функции и строении схем, соединяются между собой линиями, которые показывают различные функциональные связи: механические, пути прохождения электрического тока, материальные проводники (провода, кабели, шины), экранирующие оболочки, корпуса приборов, условные границы устройств и функциональных групп и т. д.

Правила и требования к выполнению схемной документации устанавливаются стандартами ЕСКД. Комплекс основополагающих стандартов ЕСКД в последние годы подвергся кардинальной переработке с учетом требований международных стандартов ISO¹ и IEC. В ЕСКД появились новые виды КД: электронные модели изделия (ЭМИ), электронные структуры изделия (ЭСИ), электронные документы, правила их выполнения, учета, хранения, передачи и изменения. Установлен равноправный статус двух форм конструкторской документации: бумажной (традиционной) и электронной (2D и 3D модели) и возможность их преобразования друг в друга.

Знание современных требований и правил составления схем, умение разрабатывать электронную схемную документацию средствами современных программных продуктов, является необходимым условием при подготовке специалистов-энергетиков.

¹ ISO (International Standards Organization) – Международная организация по стандартизации. Работами по стандартизации в области электротехники, электроники и связи занимается IEC (International Electrotechnical Commission) Международная электротехническая комиссия – МЭК.

Материалы пособия сгруппированы по разделам:

1. Приводятся общие правила и требования к выполнению схемной документации, на основании ряда измененных и вновь введенных стандартов ЕСКД.

2. Рассматриваются особенности выполнения различных видов схем, наиболее распространенных в инженерной практике.

3. Излагаются общие требования к электронной схемной документации. Создание схем в электронной форме сопровождается выполнением практических примеров.

4. Для лучшего представления системы УГО элементов схем и других обозначений даны выдержки из соответствующих стандартов.

5. Приведены варианты индивидуальных графических заданий и контрольные вопросы для закрепления изучаемого материала.

Материал, представленный в пособии, поможет в формировании таких компетенций, как:

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- освоение правил оформления и создания современной конструкторской документации в соответствии с требованиями ЕСКД (ПК-12);
- освоение и использование современных технологий создания, преобразования и применения конструкторской документации, используемой в своей профессиональной деятельности (ОК-11, ПК-10, ПК-12);
- способность работать самостоятельно (ОК-8).

Предполагается, что студент имеет базовую компьютерную подготовку по Windows 7, владеет основными приемами работы в системах автоматизированного проектирования (САПР), изучаемых в учебном процессе при создании различной конструкторской документации.

Материал, представленный в пособии, может быть полезен студентам на любых этапах обучения, как при выполнении заданий по курсу инженерной графики, так и в дальнейшем при выполнении специальных курсовых и дипломных проектов.

Содержание учебного пособия соответствует требованиям государственного образовательного стандарта для всех технических специальностей.

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензентам за замечания и советы, направленные на улучшение содержания данного пособия.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Схема – это документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними [1, 2].

Схемы изделий всех отраслей промышленности, а также электрические схемы энергетических сооружений (электрических станций, электрооборудования промышленных предприятий и т.п.) могут быть выполнены в бумажной и электронной формах как электронные чертежи и (или) как электронные модели [2].

 При выполнении схем в виде электронных конструкторских документов, кроме [2], следует дополнительно руководствоваться положениями, изложенными в [3].

1.1. Термины и определения

В соответствии с [2] установлены следующие термины и определения, используемые при выполнении схемной документации:

- *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. Примерами элемента схемы могут служить – резистор, контакт реле, труба, насос, муфта и т.п.;
- *устройство* – совокупность элементов, представляющая единую конструкцию. Устройство может не иметь в изделии определенного функционального назначения;
- *функциональная группа* – совокупность элементов, выполняющих в изделии определенную функцию и не объединенных в единую конструкцию.

1.2. Виды и типы схем

Общие требования к выполнению схем классифицируются по назначению, а также по типу элементов и связей между ними. Виды, типы схем

и их обозначения установлены для схем изделий всех отраслей промышленности в [2].

Виды схем в зависимости от видов элементов и связей, входящих в состав изделия (установки), и их коды представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Вид схемы	Определение	Код вида схемы
Электрическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии и их взаимосвязи	Э
Гидравлическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие жидкость, и их взаимосвязи	Г
Пневматическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие воздух, и их взаимосвязи	П
Газовая (кроме пневматической)	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие с использованием газа, и их взаимосвязи	Х
Кинематическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений механические составные части и их взаимосвязи	К
Вакуумная	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи вакуума либо создающие вакуум, и их взаимосвязи	В
Оптическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений оптические составные части по ходу светового луча	Л
Энергетическая	Документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части энергетических установок и их взаимосвязи	Р
Деления	Документ, содержащий в виде условных обозначений состав изделия, взаимосвязь составных частей, их назначение и взаимосвязи	Е
Комбинированная	Документ, содержащий элементы и взаимосвязи различных видов схем одного типа	С

В зависимости от основного назначения виды схем подразделяются на *типы*. Типы схем и их коды представлены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Тип схемы	Определение	Код типа схемы
Структурная	Документ, определяющий основные функциональные части изделия, их назначение и взаимосвязи	1
Функциональная	Документ, поясняющий процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия (установки) в целом	2
Принципиальная	Документ, определяющий полный состав элементов и взаимосвязей между ними, дающий полное (детальное) представление о принципах работы изделия (установки)	3
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
Подключения	Документ, показывающий внешние подключения изделия	5
Общая	Документ, определяющий составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации	6
Расположения	Документ, определяющий относительное расположение составных частей изделия (установки), а при необходимости также жгутов (проводов, кабелей), трубопроводов, световодов и т.п.	7
Объединенная	Документ, содержащий элементы различных типов схем одного вида	0

Примечание. Наименования типов схем, указанные в скобках, устанавливают для электрических схем энергетических сооружений

Наименование и код схем 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 состоит из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы, например: **Э3** – схема электрическая принципиальная, **Э4** – схема электрическая соединений, **Г1** – схема гидравлическая структурная.

Допускается разрабатывать схемы совмещенные, когда на схеме одного типа помещают сведения, характерные для схем другого типа, например, на схеме соединений изделия (установки) показывают его внешние подключения. При выполнении схем совмещенных должны быть соблюдены правила, установленные для схем соответствующих видов.

Каждой схеме присваивается обозначение как самостоятельному конструкторскому документу [4].

К схемам или взамен схем выпускают в виде самостоятельных документов *таблицы*, содержащие сведения о расположении устройств, соединениях, местах подключения и другую информацию. Таким документам присваивается код, состоящий из буквы **Т** и кода соответствующей схемы. Например, код таблицы соединений к электрической схеме соединений будет обозначаться **ТЭ4**.

В основной надписи документа в графе 1 указывают наименование изделия, а также наименование документа «**Таблица соединений**».

Таблицы соединений записывают в спецификацию после схем, к которым они выпущены, или вместо них.

Контрольные вопросы

1. Что называется схемой?
2. Каким нормативным документом классифицируются схемы?
3. Какие виды схем существуют и их обозначение на чертеже?
4. Какие типы схем существуют и их обозначение на чертеже?
5. Чем отличается вид схемы от типа схемы?
6. Чем определяется наименование и код схем? Укажите коды схем электрической структурной, электрической функциональной, электрической принципиальной.
7. Чем отличается структурная схема от функциональной схемы?
8. Что называется элементом схемы?
9. В чем различие понятий функциональная часть и функциональная группа?

2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ СХЕМ

Комплектность схем на изделие определяется разработчиком в зависимости от особенностей изделия. 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). Общие требования к выполнению схем устанавливает стандарт [2].

2.1. Построение схемы

Схемы могут выполняться на нескольких листах или в виде совокупности схем одного типа.



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

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

На схемах изображают элементы и устройства в виде условных графических обозначений, линий взаимосвязи, буквенно-цифровых обозначений (БЦО), помещают таблицы, текстовую информацию, основную надпись.

2.1.1. Форматы. Основная надпись

Форматы листов схем выбираются в соответствии с требованиями, установленными в [5, 6]. Предпочтительными являются стандартные форматы.

Выбранный формат должен обеспечивать компактное выполнение схемы, не нарушая ее наглядности и удобства пользования ею, а также возможность выполнения схем автоматизированным способом.

Основная надпись на чертеже схем выполняется по форме 1 в соответствии с [7]. Наименование схемы вписывают в графу 1 основной надписи, после наименования изделия, для которого выполняется схема. Каждой схеме присваивают код, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы. Пример заполнения основной надписи дан на рис. 2.1.

					XXX XXX.XXX ЭЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Блок питания Схема электрическая принципиальная	Лит.	Масштаб
Разраб.	Иванов ИИ						1:1
Проб.	Петров ПП					Лист	Листов 1
Т. контр.						XXXX гр. XX-X-XX	
Н. контр.							
Утв.							

Рис. 2.1. Пример заполнения основной надписи

2.1.2. Графические обозначения

При выполнении схем применяют следующие графические обозначения:

- УГО², установленные стандартами ЕСКД и международными стандартами ISO;
- нестандартизованные УГО (применяют при необходимости);
- внешние очертания (в том числе аксонометрические), представляющие собой упрощенные конструкторские изображения изделий;
- прямоугольники произвольных размеров.

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

Применение на схемах тех или иных категорий графических обозначений определяется правилами выполнения конкретных схем.

УГО общего применения на схемах, выполняемых вручную или автоматизированным способом, изделий всех отраслей промышленности и строительства устанавливает [8]. Выдержки из ГОСТ 2.721-74 обозначений общего применения даны в табл. П1.1–П1.7 приложения 1.

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.

УГО функциональных частей и соединяющих их линий взаимосвязи располагают на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Допускается располагать УГО на схеме в том же порядке, в котором они расположены в изделии, при условии, что это не нарушает удобство чтения схемы.

УГО элементов изображают в размерах, установленных в соответствующих стандартах для конкретных видов схем.

УГО, соотношения размеров которых приведены в стандартах на модульной сетке, должны изображаться на схемах в размерах, определяемых по вертикали и горизонтали количеством шагов модульной сетки **М**.

Шаг модульной сетки может быть любым, но одинаковым для всех элементов и устройств данной схемы.

² УГО – графический символ (схематический знак), форма которого может не соответствовать изображению реальной конструкции элемента (устройства).

Пример модульной сетки для определения размеров УГО дан на рис. 2.2.

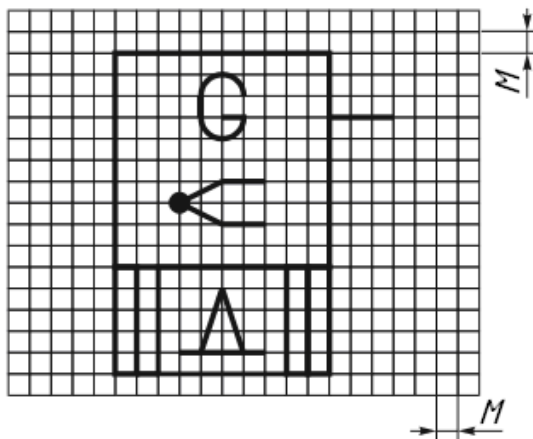


Рис. 2.2. Пример модульной сетки размеров УГО

Если размеры на УГО в стандарте не указаны, то графические обозначения на схеме должны иметь размеры изображений УГО, как они представлены в соответствующих стандартах. Допускается пропорционально увеличивать УГО (при вписывании в них поясняющих знаков) или уменьшать все обозначения, сохраняя четкость схемы.

УГО элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах. Для упрощения рисунка схемы (сокращения изломов и пересечений линий связи) УГО допускается изображать повернутыми на угол кратный 45° или 90° , а также зеркально повернутыми. Повороты и зеркальное изображение УГО целесообразно выполнять только в том случае, если при этом не нарушается смысл и удобство чтения схемы.

☞ При выполнении схем автоматизированным способом УГО элементов схем, как правило, представлены в базах данных соответствующих библиотечных модулей. Библиотечные УГО допускается редактировать согласно правилам, установленным в соответствующих стандартах. УГО элемента, который отсутствует в библиотеке, создается пользователем, согласно установленному на УГО стандарту, и добавляется в библиотеку.

Размеры УГО, а также толщины их линий должны быть одинаковыми на всех схемах для данного изделия. Расстояние между отдельными УГО должно быть не менее 2,0 мм. Расстояние (просвет) между двумя соседними линиями УГО должно быть не менее 1,0 мм.

Рядом с УГО элементов (устройств, функциональных групп), входящих в изделие и изображенных на схеме, проставляют обозначения согласно правилам, изложенным в [2]. Обозначения используются для:

➤ однозначной записи в сокращенной форме сведений об элементах, устройствах и функциональных группах (далее части объекта) в документации на объект;

- ссылок на соответствующие части объекта в текстовых документах;
- нанесения непосредственно на объект, если это предусмотрено в его конструкции.

Обозначения могут быть буквенные, буквенно-цифровые и цифровые. Применение обозначений в документах устанавливается правилами выполнения соответствующих документов (схем, чертежей, и т.д.).

2.1.3. Линии взаимосвязи

В зависимости от назначения и типа схем линиями изображают: механические взаимосвязи, электрические взаимосвязи (функциональные, логические и т.п.), 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 в [2, 8].

Линии взаимосвязи должны состоять, как правило, из горизонтальных и вертикальных отрезков с расстоянием между ними не менее 3 мм. В отдельных случаях допускается применять наклонные отрезки линии связи, длину которых следует по возможности ограничивать. Линии должны иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений.

Толщины линий выбирают в зависимости от формата схемы и размеров УГО. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине, которая выбирается в зависимости от размеров схемы. Выбранные толщины линий должны быть постоянными во всем комплекте схем на изделие. УГО и линии связи выполняют линиями одной и той же толщины. Наименование, начертание, толщины линий (по отношению к толщине сплошной толстой основной – S) и их назначение даны в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Наименование	Начертание	Толщина линий	Основное назначение
Сплошная толстая основная		S, 2S	Линии электрической связи; графические обозначения элементов (УГО); провод; кабель; шина; линия групповой связи; Примечание. Допускается для линий групповой связи применять утолщенные (2S) линии
Сплошная тонкая		S/3...S/2	Линии электрической связи; графические обозначения элементов (УГО)

Наименование	Начертание	Толщина линий	Основное назначение
Штриховая	— — — —	S	Линия экранирования, механической связи
Штрихпунктирная тонкая	— · — · — ·	$S/3 \dots S/2$	Условные границы устройств, функциональных групп
Штрихпунктирная с двумя точками тонкая	— · · — · · — · ·	от $S/3 \dots S/2$	Линия разъединительная (для графического разделения частей схемы)

Линии, соединяющие графические обозначения на схемах, показывают, как правило, полностью. Если линии взаимосвязи затрудняют чтение схемы, их можно обрывать. Обрывы линий заканчивают стрелками, около которых указывают обозначение или наименование, присвоенное этой линии (номер провода, номер трубопровода, наименование сигнала, подключение, полярность и т.д.).

При выполнении схемы на нескольких листах линии, переходящие с одного листа на другой, следует обрывать за пределами изображения схемы без стрелок. Рядом с обрывом линий указывают обозначение или наименование, присвоенное данной линии (номер провода, наименование сигнала и т.д.), а в круглых скобках – номер листа, на который переходит линия связи и номер зоны (при ее наличии), например: (5, А6) – линия переходит на лист 5 в зону А6, или же обозначение документа при выполнении схем самостоятельными документами.

Примеры выполнения обрыва линий связи на схемах показаны на рис. 2.3, 2.4.

Подробные рекомендации по изображению и обозначению обрыва линий связи в соответствии с ГОСТ 2.721-74 даны в табл. П1.7 приложения 1.

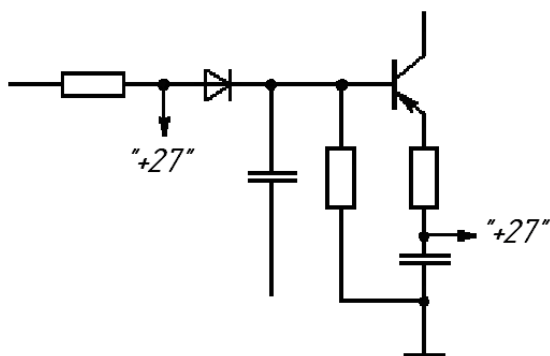


Рис. 2.3. Пример выполнения обрыва линии связи в пределах одного листа

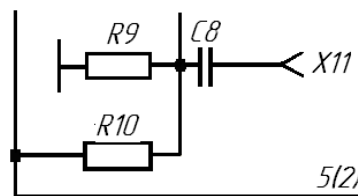


Рис. 2.4. Пример выполнения линии связи, переходящей с одного листа на другой

Элементы, составляющие устройство или функциональную группу, имеющие (или нет) самостоятельную принципиальную схему, выделяют на схеме разными линиями:

- имеющие самостоятельную принципиальную схему – выполняют в виде фигуры сплошной линией, равной по толщине линиям взаимосвязи;
- не имеющие самостоятельную принципиальную схему – выполняют в виде фигуры из контурных штрихпунктирных линий, равных по толщине линиям взаимосвязи.

Примеры выполнения этого правила показаны на рис. 2.5.

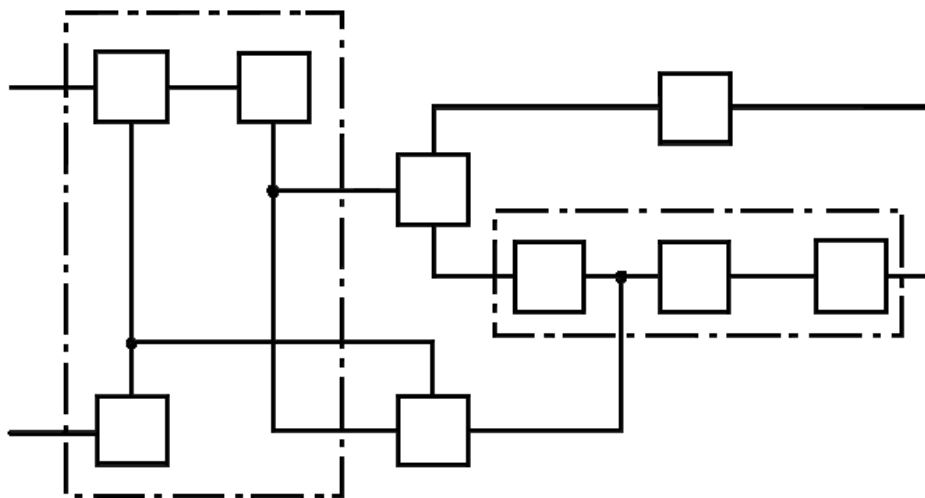


Рис. 2.5. Изображение на схеме устройств, имеющих и не имеющих самостоятельной принципиальной схемы

Схему можно выполнять в пределах условного контура, упрощенно изображающего конструкцию изделия. В этих случаях условные контуры выполняют сплошными тонкими линиями.

2.1.4. Текстовая информация на схемах

На схемах допускается приводить различные технические данные, характер которых определяется видом и типом схемы. Текстовые данные приводят на схемах в тех случаях, когда содержащиеся в них сведения нецелесообразно или невозможно выразить графически или в виде УГО. Содержание текста должно быть кратким и точным. На схемах не должны применяться сокращения слов, за исключением сокращений, установленных в стандартах.

Текстовые данные, в зависимости от их содержания и назначения, могут быть расположены: рядом или внутри УГО; над линиями взаимосвязи; в разрыве этих линий; рядом с концами линий связи, на свободном поле схемы.

Правила выполнения текстовых надписей на схеме в соответствии с ГОСТ 2.721-74 даны в табл. П1.7, П1.8 приложения 1.

На схемах около УГО помещают номинальные значения их параметров, а также надписи и знаки для пояснения условий эксплуатации и т.п.

Текстовые данные, относящиеся к линиям, ориентируют параллельно горизонтальным участкам соответствующих линий. При большой плотности схемы допускается вертикальная ориентация данных.

Надписи, знаки или графические обозначения, предназначенные для нанесения на изделие, на схеме заключают в кавычки. Если на изделие должна быть нанесена надпись в кавычках, то на поле схемы обязательно приводят указания.

Пример выполнения текстовых надписей на схеме показан на рис. 2.6.

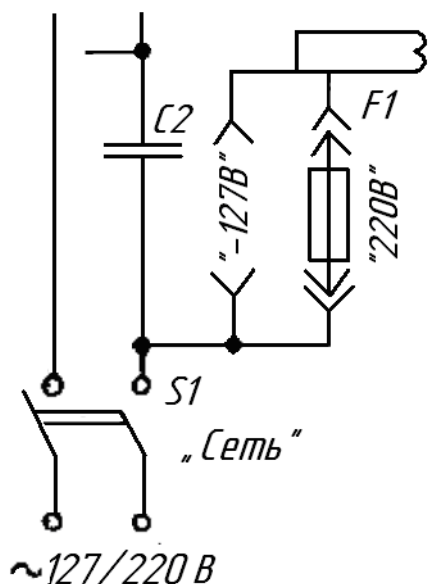


Рис. 2.6. Пример выполнения текстовых надписей на схеме

Для простых схем допускается все сведения об элементах помещать около УГО на полках линий-выносок.

На поле схемы, над основной надписью допускается помещать необходимые технические указания, например о прокладке линий связи, предельных положениях отдельных элементов и т.п.

При выполнении схемы на нескольких листах технические указания, являющиеся общими для всей схемы, располагают на свободном поле (по возможности над основной надписью) первого листа схемы. Технические указания, относящиеся к отдельным элементам, располагают в непосредственной близости от УГО элемента или на свободном поле того листа схемы, где они являются наиболее необходимыми для удобства чтения схемы.

2.1.5. Перечень элементов

Технические данные об элементах схем записывают в *перечень элементов*, при этом связь перечня с условными графическими обозначениями элементов следует осуществлять через позиционные обозначения.

Перечень элементов оформляют в виде таблицы, заполняемой сверху вниз (рис. 2.7), и размещают на первом листе схемы над основной надписью, расстояние между ними должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня элементов помещают слева от основной надписи, повторяя заголовок таблицы.

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание

Рис. 2.7. Форма таблицы перечня элементов

В графах перечня указывают следующие данные:

- в графе «Поз. обознач.» – позиционное обозначение элемента (устройства) или позиционной группы;
- в графе «Наименование» – наименование элемента (устройства) в соответствии с документом, на основании которого элемент применён в обозначении этого документа;
- в графе «Кол.» – количество элементов;
- в графе «Примечание» рекомендуется указывать технические данные элемента, не содержащиеся в его наименовании.

Запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройств (или функциональной группы).

Элементы перечня записывают группами в алфавитном порядке буквенных позиционных обозначений. В пределах каждой группы, имеющей одинаковые БЦО, элементы располагают по возрастанию порядковых номеров.

При выполнении на схеме цифровых обозначений в перечень их записывают в порядке возрастания.

Для облегчения внесения изменений допускается оставлять несколько незаполненных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри групп – между элементами.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в перечень элементов в одну строку. В этом случае в графу «Поз. обознач.» вписывают только позиционные обозначения с наименьшим и наибольшим порядковыми номерами, например: **R3, R4** (для двух элементов), **C5 ... C9** (для трех и более элементов). В графу «Кол.» в этом случае записывают общее количество элементов.

При записи элементов одинакового наименования, отличающихся техническими характеристиками и имеющих одинаковое буквенное позиционное обозначение, допускается в графе «Наименование» записывать в виде заголовка общее наименование, тип и обозначение документа (ГОСТ, ТУ), на основании которого эти элементы были применены.

Для облегчения внесения изменений рекомендуется оставлять несколько свободных строк между отдельными группами элементов, а при большом количестве элементов внутри группы – и между элементами.

При присвоении позиционных обозначений элементам в пределах устройств или функциональных групп, не имеющих самостоятельных принципиальных схем, запись элементов, входящих в каждое устройство (функциональную группу), начинают с наименования устройства или функциональной группы, которое записывают в графе «Наименование» и подчеркивают. Ниже наименования должна быть оставлена одна свободная строка, выше – не менее одной свободной строки.

☞ При автоматизированном выполнении документации наименование устройства (функциональной группы) допускается не подчеркивать.

Если в изделии имеются элементы, не являющиеся самостоятельными конструкциями, то при записи их в перечень элементов графу «Наименование» не заполняют, а в графе «Примечание» помещают поясняющую надпись.

В виде самостоятельного документа перечень элементов выполняется на формате **A4**. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104-2006 (форма 2 и 2а). Документу присваивают код, например, для перечня элементов электрической принципиальной схемы – **ПЭЗ**.

Пример заполнения таблицы перечня элементов дан на рис. 2.8.

Поз. обознач	Наименование	Кол.	Примечание
L1	Катушка индуктивности АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	1	
	Резисторы		
R1	МЛТ-0,5-300 кОм $\pm 5\%$ ГОСТ ...	1	
R2	1СП-1-1-560 Ом $\pm 20\%$ - А-ВС- -3-12,5 ГОСТ ...	1	
R3	ПЭВ-10-3 кОм $\pm 5\%$ ГОСТ ...	1	
	Резисторы МЛТ ГОСТ ...		
	Резисторы СП ГОСТ ...		
R4	МЛТ-0,5-150 кОм $\pm 10\%$	1	
R5	1СП-1-1-560 Ом $\pm 10\%$ - А-ВС-3-12,5	1	
R6	МЛТ -0,5-150 кОм $\pm 10\%$	1	
R7, R8	МЛТ -0,25-100 кОм $\pm 10\%$	2	
R9	1СП-1-1-560 Ом $\pm 10\%$ - А-ВС-3-12,5	1	
Ф1	Фильтр АБВГ.ХХХХХХ.ХХХ	1	

Рис. 2.8. Пример заполнения таблицы перечня элементов

☞ Для электронных документов перечень элементов оформляют только в виде самостоятельного документа. При включении элементов схемы в электронную структуру изделий (ЭСИ) перечень элементов, оформленный по ГОСТ 2.701, рекомендуется получать из ЭСИ в виде отчета.

2.1.6. Условности и упрощения на схемах

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, проставляются обозначения. При этом должны быть учтены все элементы, устройства или функциональные группы, входящие в это параллельное соединение (рис. 2.9).

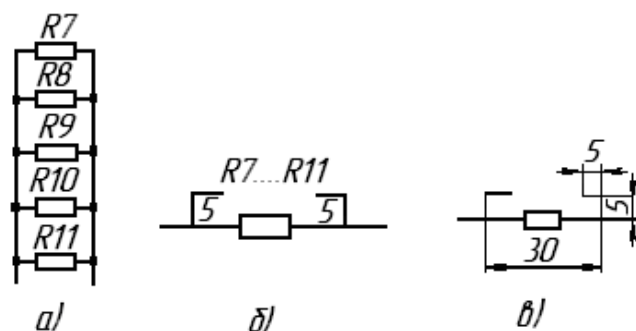


Рис. 2.9. Изображение элементов схемы, соединенных параллельно:

а – развернутое; б – упрощенное; в – рекомендуемые размеры

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

Изображения условностей и упрощений приводятся на примерах электрических схем.

При последовательном соединении трех (и более) одинаковых элементов рекомендуется изображать только первый и последний элементы, соединенные штриховой линией взаимосвязи. Над линией указывают общее количество элементов (рис. 2.10).

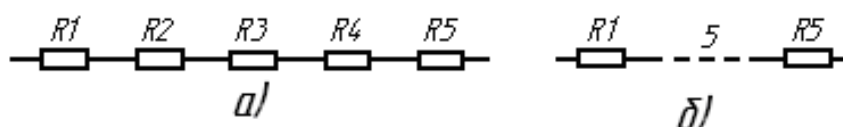


Рис. 2.10. Изображение элементов схемы, соединенных последовательно:

a – развернутое; *б* – упрощенное

При присвоении элементам (устройствам, функциональным группам) обозначений должны быть учтены элементы (устройства, функциональные группы), не изображенные на схеме (рис. 2.11).

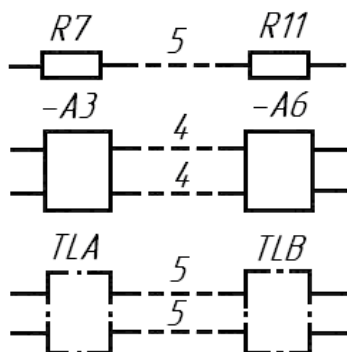


Рис. 2.11. Пример выполнения данного правила

При этом над штриховой линией указывают общее количество одинаковых элементов. Элементы в этом случае записывают в перечень элементов в одну строку.

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

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

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.

Контрольные вопросы

1. Какие графические обозначения используются на схеме?
2. Какое положение для УГО допускается использовать при его изображении на схеме?
3. Какие размеры УГО предпочтительны при их изображении на схеме? Допускается ли увеличение (уменьшение) размеров УГО?
4. Какова рекомендуемая толщина линий вычерчивания УГО?
5. Какую схему рекомендуется выполнять на одном листе?
6. Какая схема может выполняться в виде самостоятельного документа на форматах А4?
7. В чем отличие схемы электрической принципиальной от схем электрической структурной и функциональной?

3. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СХЕМ

При изучении правил составления схемной документации в инженерной графике рассматриваются различные виды и типы схем, которые применяются при разработке и эксплуатации изделий.

Наряду с общими правилами их составления, изложенными в разд. 1, различные виды схем имеют свои характерные особенности, обусловленные их функциональным назначением. Иногда это существенные различия в изображении условных графических обозначений, использовании позиционных обозначений, имеются особенности и в построении линий взаимосвязи и т.д. Знание правил и требований ЕСКД необходимо для умения правильно составлять различные виды схем, используя не только традиционные, но и, современные способы проектирования схемной документации на основе компьютерных технологий.

В пособии приводятся наиболее разработанные и распространенные на практике виды электрических и тепловых схем.

3.1. Электрические схемы

Схема электрическая – документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, действующие при помощи электрической энергии, и их взаимосвязи [10].

В зависимости от основного назначения схемы электрические подразделяют на следующие типы: *структурные; функциональные; принципиальные; соединений; подключения; общие; расположения.*

Правила выполнения электрических схем изделий всех отраслей промышленности, а также электрических схем энергетических сооружений устанавливает стандарт [2].

Правила построения УГО элементов, устройств и функциональных групп в электрических схемах устанавливают стандарты для конкретных видов и типов схем. Наиболее распространенные стандарты на условные графические обозначения в электрических схемах указаны в группе стандартов [11–23].

Условные буквенно-цифровые обозначения на электрических схемах, выполняемых вручную или автоматизированным способом, изделий всех отраслей промышленности и строительства устанавливает стандарт [24].

На электрических схемах допускается помещать поясняющие надписи, диаграммы или таблицы, определяющие последовательность процессов во времени, а также указывать параметры в характерных точках (величины

токов, напряжений, формы и наличие импульсов, математические зависимости и т.д.).

3.1.1. Особенности выполнения электрических схем

Линия электрической взаимосвязи – линия схемы, указывающая прохождение определенного сигнала.

Линии электрической связи на принципиальной схеме носят условный характер и не являются изображением реальных проводов. Это позволяет располагать условные графические изображения элементов в соответствии с развитием рабочего процесса, а не в соответствии с действительным расположением этих элементов в изделии, и соединять их выводы кратчайшим путем.

Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее количество изломов и взаимных пересечений (рис. 3.1).

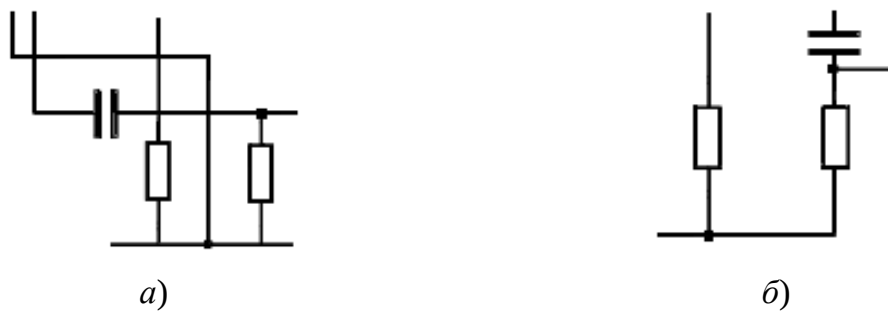


Рис. 3.1. Изображение фрагмента схемы:
а – нерациональное; б – рациональное

Согласно ГОСТ 2.721-74 графическое пересечение линий связи изображается под прямым углом, а место соединения линий электрической связи – точкой.

Линии электрической связи при пересечении не должны изменять направление в точке пересечения. Изменение направления должно осуществляться на небольшом расстоянии от точки пересечения (рис. 3.2).

Линию электрической связи с одним ответвлением допускается изображать без точки (рис. 3.3).

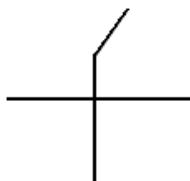


Рис. 3.2. Изменение направления линии электрической связи



Рис. 3.3. Линия электрической связи с одним ответвлением

Допускается излом линии электрической связи под углом 90° и 135° . Пересечение наклонных линий может быть использовано для соединения соответствующих элементов в симметричных цепях (рис. 3.4).

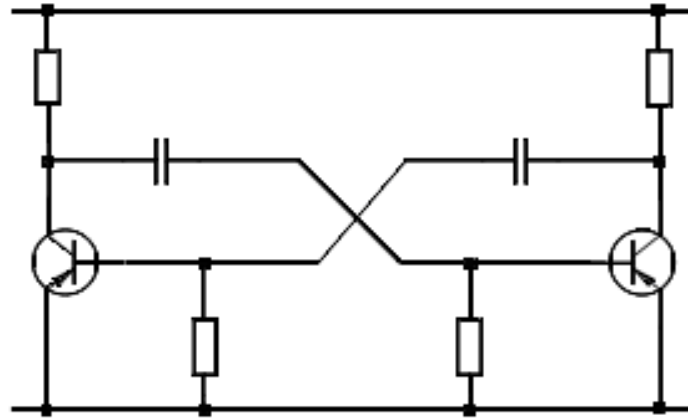


Рис. 3.4. Пересечение наклонных линий связей для соединения элементов в симметричных цепях

Для упрощения графики схемы (уменьшения количества линий) рекомендуется применять условное графическое слияние отдельных линий в *групповые линии связи* согласно следующим правилам.

Каждая линия в месте слияния должна быть помечена порядковым номером (рис. 3.5, а). Линии, соединяемые в групповую связь, как правило, не должны иметь разветвлений, т.е. всякий условный номер должен встречаться на линии групповой связи только два раза. В случае разветвлений их количество указывают после порядкового номера линии через дробную черту (рис. 3.5, б).

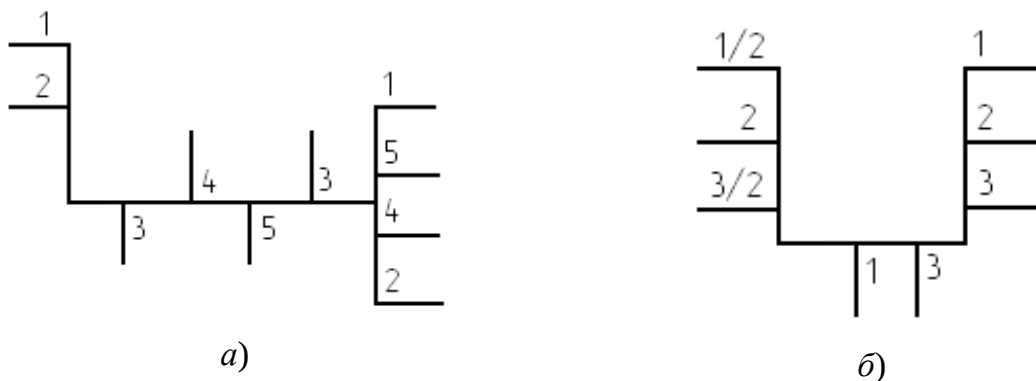


Рис. 3.5. Изображение групповых линий связи:
а – без разветвлений; б – с разветвлениями

Во всем комплекте схем соединяемые линии должны быть изображены одним из двух способов – под прямым углом или с изломом под углом 45° к групповой линии (рис. 3.6).

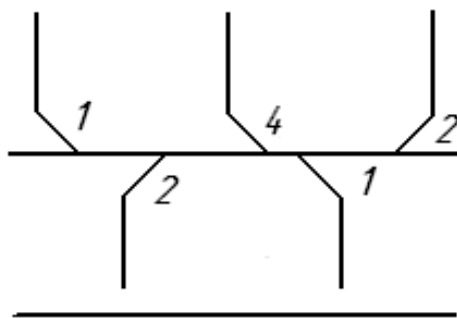


Рис. 3.6. Изображение ответвлений линий групповой связи

Расстояние между соседними линиями, отходящими в разные стороны, должно быть не менее 2 мм, а точка излома должна быть удалена от линии групповой связи не менее чем на 3 мм.

Подробные рекомендации по изображению и обозначению линий электрических связей даны в табл. П1.7 приложения 1.

Схемы рекомендуется выполнять строчным способом. УГО, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой.

Условные графические обозначения элементов изображают на схеме в положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах, или повернутыми на угол, кратный 90° (рис. 3.7, а). Допускается УГО поворачивать на угол кратный 45° , если это упрощает графику схемы (рис. 3.7, б).

Если повороты и зеркальные изображения УГО приводят к искажению их смысла, то их следует выполнять в том положении, в котором они приведены в соответствующих стандартах (рис. 3.8).

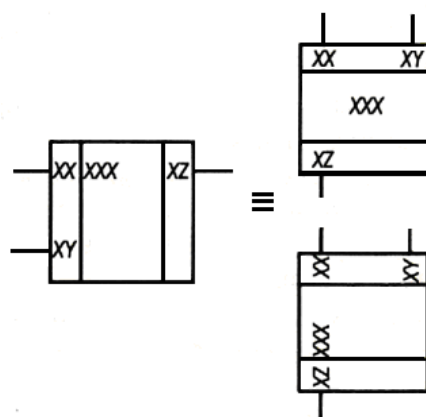
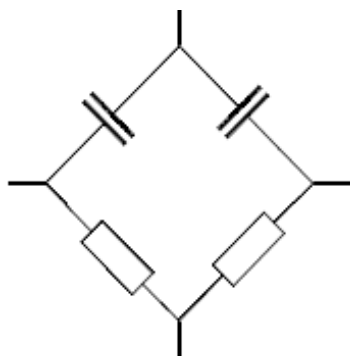
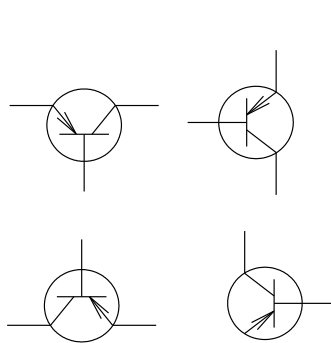


Рис. 3.7. Примеры допустимого положения УГО электрических элементов

Рис. 3.8. Ориентация УГО в схеме

Квалифицирующие символы (световой поток и т.п.) при поворотах условных графических обозначений не должны менять своей ориентации (рис. 3.9).



Рис. 3.9. Изображение положения квалифицирующих символов при повороте УГО

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.

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

Примеры наиболее распространенных условных графических обозначений электрических схем приведены в табл. П2.2–П2.7 приложения 2.

Всем элементам, устройствам и функциональным группам изделия, изображенным на схеме, присваиваются в соответствии с [24] буквенно-цифровые позиционные обозначения, содержащие информацию о виде элемента и его порядковом номере в пределах данного вида. Позиционное обозначение состоит, в общем случае, из трех частей, имеющих самостоятельное смысловое значение: буквенного кода элемента, его порядкового номера, а также квалифицирующего символа (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Тип условного обозначения	Классифицирующий символ	Примечание
1. Обозначение высшего уровня (устройство)	=	
2. Обозначение высшего уровня (функциональная группа)	≠	Допускается #
3. Конструктивное обозначение	+	
4. Обозначение элемента (позиционное обозначение)	—	
5. Обозначение электрического контакта	:	
6. Адресное обозначение	()	Обозначение заключают в круглые скобки

Для обозначений используют прописные буквы латинского алфавита, являющиеся начальными или характерными для наименования элемента, арабские цифры, начиная с единицы в пределах группы с одинаковыми пози-

ционными обозначениями в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме, например, **Н1**, **Н2**, ..., **Н15** и т.д.

Буквы и цифры в позиционных обозначениях на схеме выполняются шрифтом одного размера. Порядковые номера должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов или устройств на схеме сверху вниз в направлении слева направо. Правила буквенно-цифровых обозначений в схемах определены в стандартах для конкретных видов схем.

Буквенные коды наиболее распространенных элементов приведены в табл. П2.1 приложения 2.

3.1.2. Упрощения при изображении электрических схем

Элементы и устройства на схеме изображают совмещенным и (или) разнесенным способами.

При совмещенном способе составные части элементов или устройств изображают на схеме в непосредственной близости друг к другу с учетом их конструктивного взаимодействия. БЦО присваивают один раз всему устройству или элементу. Совмещенным способом могут быть изображены УГО элементов, состоящих из многих частей, например, реле, переключатели и др.

При изображении на схеме элемента разнесенным способом позиционные обозначения элемента проставляют около каждой составной части. Если различные составные части элемента включены в различные функциональные узлы изделия, то в позиционное обозначение элемента допускается включать обозначение устройства (группы), в которое входит элемент, например, **А3–К5** – реле **К5**, входящее в устройство **А3**.

Изображения реле и переключателей совмещенным и разнесенным способами показаны на рис. 3.10, 3.11.

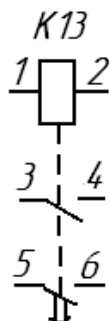


Рис. 3.10. Изображение совмещенным способом

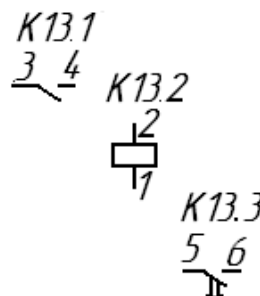


Рис. 3.11. Изображение разнесенным способом

На изображении одной схемы могут быть использованы одновременно оба способа (рис. 3.12).

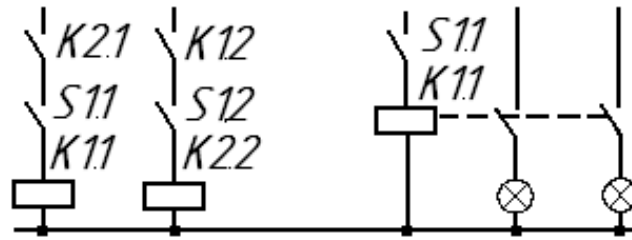


Рис. 3.12. Совместное изображение разнесенным и совмещенным способом

Схемы выполняют в многолинейном и однолинейном изображении. При многолинейном изображении каждую цепь показывают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в цепях, отдельными УГО (рис. 3.13, а).

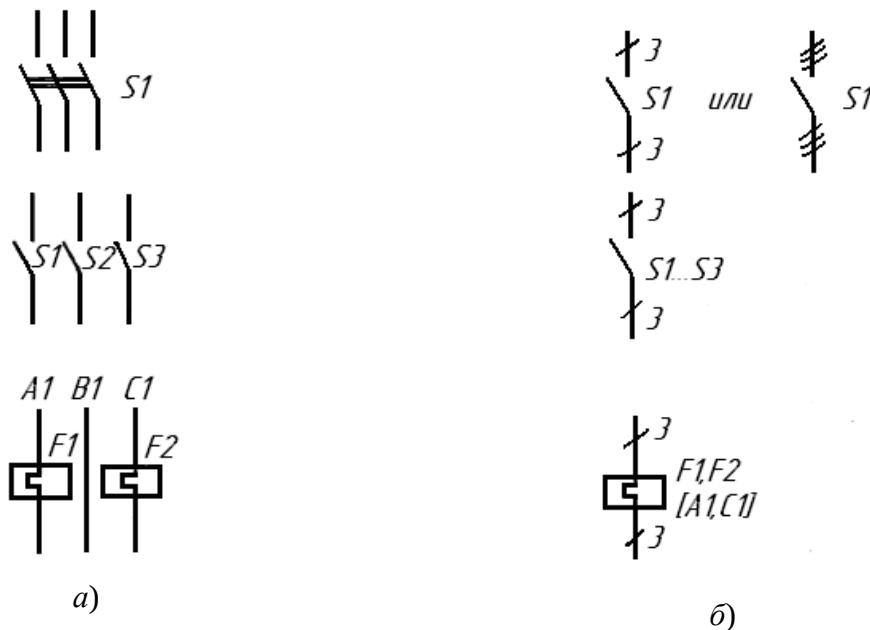


Рис. 3.13. Изображение схемы:
а – многолинейное; б – однолинейное

При однолинейном изображении цепи, выполняющие идентичные функции, показывают одной линией, а одинаковые элементы этих цепей – одним УГО (рис. 3.13, б).

Подробные рекомендации по изображению и обозначению линий электрических связей даны в табл. П1.7 приложения 1.

3.1.3. Правила выполнения электрических принципиальных схем

Принципиальная схема служит основой для разработки других конструкторских документов – схемы соединений и расположения, чертежей конструкции изделия и является наиболее полным документом для изучения работы изделия. На принципиальной схеме изображают все электрические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изде-

лии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (соединители, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

При графическом оформлении принципиальной схемы следует руководствоваться правилами и рекомендациями, установленными в [10], а также в стандартах для конкретных видов схем.

Схемы выполняются для изделий, находящихся в отключенном положении. Элементы схем показываются условными графическими обозначениями, установленными в соответствующих стандартах.

Элементы и устройства изображают на схемах совмещенным или разнесенным способом (см. рис. 3.10, 3.11).

Разнесенным способом выполняют схемы автоматики и электрооборудования, содержащие много контакторов, реле и различных контактов [25]. При выполнении таких схем рекомендуется использовать строчный способ, располагая при этом отдельные цепи одну под другой таким образом, чтобы изображения этих цепей образовывали параллельные строки (горизонтальные или вертикальные).

При выполнении схемы строчным способом допускается нумерация строк арабскими цифрами, указание назначения цепей. Обозначения цепей на принципиальных схемах (кроме схем цифровой вычислительной техники) выполняется в соответствии с [19].

При изображении на одной схеме различных функциональных цепей допускается различать их толщиной линий. На одной схеме рекомендуется применять не более трех размеров линий по толщине. При необходимости на поле схемы помещают соответствующие пояснения.

Для упрощения схемы допускается несколько электрически несвязанных 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 связи помечают в месте слияния, а при необходимости и на обоих концах, условными обозначениями.

Схемы могут изображаться как многолинейным, так и однолинейным способами (см. рис. 3.13).

Порядковые номера позиционных обозначений должны быть присвоены в соответствии с последовательностью расположения элементов (устройств) на схеме сверху вниз в направлении слева направо.

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

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 в соответствии с правилами, установленными в [2].

Позиционные обозначения элементов, параметры которых подбирают при регулировке, отмечают на схеме и в перечне звездочкой, например **R1***, а на поле схемы помещают запись «Подбирают при регулировании». В перечне указывают наименование и параметр элемента, близкого к расчетному.

В некоторых случаях, например, в принципиальных схемах на микросборках, около УГО и позиционных обозначений указывают номиналы резисторов и конденсаторов. При этом допускается применять упрощенный способ обозначения единиц измерений.

Пример упрощенного способа обозначения единиц измерения показан на рис. 3.14–3.16.

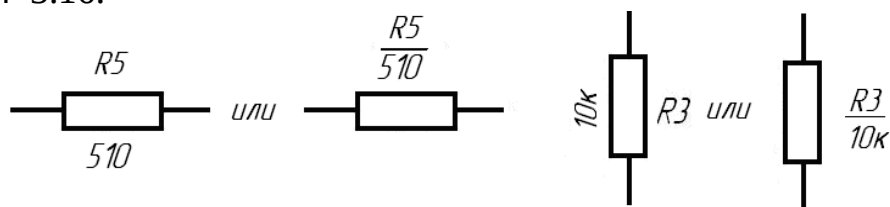


Рис. 3.14. Упрощенный способ обозначения единиц изменения для резисторов: от 0 до 999 Ом – без указания единиц измерения; от $1 \cdot 10^3$ до $999 \cdot 10^3$ Ом – в килоомах с обозначением единицы измерения строчной буквой к, от $1 \cdot 10^6$ до $999 \cdot 10^6$ Ом – в мегаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой М, свыше $1 \cdot 10^9$ Ом – в гигаомах с обозначением единицы измерения прописной буквой Г

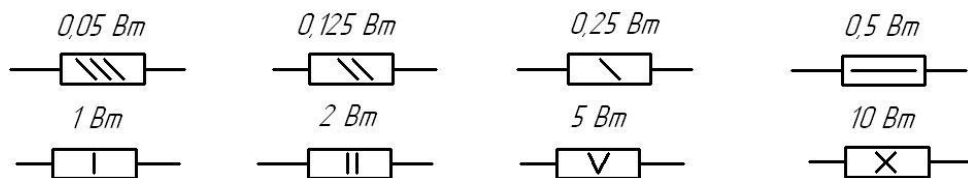


Рис. 3.15. Пример обозначения тепловой мощности резисторов

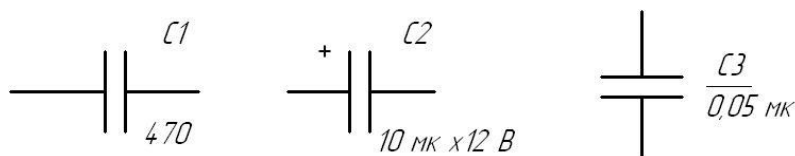


Рис. 3.16. Упрощенный способ обозначения емкости конденсаторов: от 0 до $9999 \cdot 10^{-12}$ Ф – в пикофарадах без указания единицы измерения, от $1 \cdot 10^{-8}$ до $9999 \cdot 10^{-6}$ Ф – в микрофарадах с обозначением единицы измерения строчными буквами мк

При обозначении резисторов и конденсаторов в графе «Наименование» таблицы перечня элементов схемы кроме значения номинала должны быть указаны типы (марки) этих элементов.

На принципиальных электрических схемах при необходимости могут показываться элементы схем другого вида, например элементы пневма-

тических, гидравлических или кинематических схем, а также элементы, не входящие в данную установку, но необходимые для разъяснения принципа ее работы. Графическое обозначение таких элементов и устройств отделяют на схеме штрихпунктирными линиями, равными по толщине линиям связи, и помещают надписи, указывая в них местонахождение этих элементов, а также необходимые данные.

3.1.4. Схемы цифровой и аналоговой техники

Электрические схемы цифровой и аналоговой техники являются основными документами при разработке, изготовлении, наладке и эксплуатации электронных вычислительных устройств. Особенностью таких схем является модульный принцип построения конструкции на базе единых унифицированных конструктивных элементов.

При выполнении электрических схем для изделий цифровой вычислительной техники, наряду с требованиями [2, 8, 10], следует учитывать целый ряд специфических требований, установленных в [19, 20, 22].

Общие правила построения УГО элементов цифровой вычислительной техники устанавливает [20].

☞ Установленные вышеуказанными стандартами правила выполнения схем и УГО предусматривают исполнение документации ручным и (или) автоматизированным способом.

УГО элемента цифровой техники имеет форму прямоугольника, к которому подводят линии выводов. УГО элемента может содержать три поля: *основное* и два *дополнительных*, расположенных по обе стороны от основного (рис. 3.17).

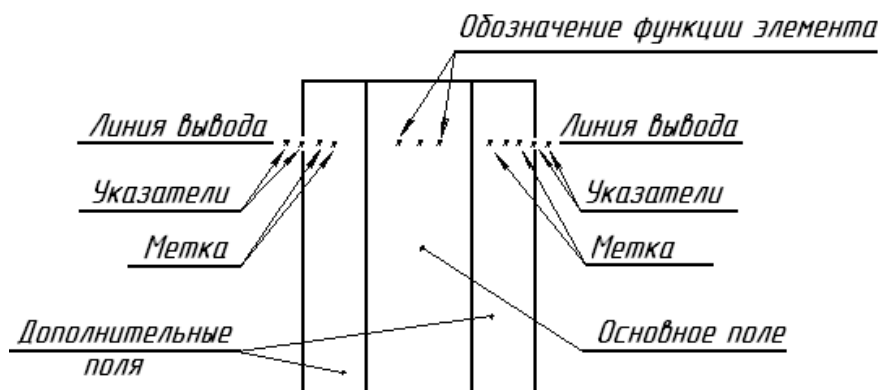
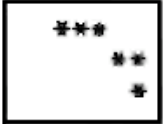
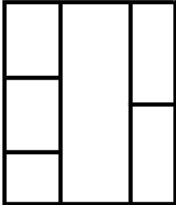
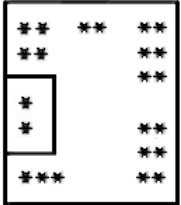


Рис. 3.17. Общий вид УГО элемента цифровой вычислительной техники

УГО может состоять только из основного поля, или из основного поля и одного дополнительного, которое располагают справа или слева от основного, а также из основного поля и двух дополнительных (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Наименование	Обозначение
УГО, содержащее только основное поле	
УГО, содержащее основное поле и одно (правое) дополнительное поле	 или 
УГО, содержащее основное поле и одно (левое) дополнительное поле	 или 
УГО, содержащее основное поле и два дополнительных, разделенных на зоны. Количество зон не ограничено	 или 

Примечание. Знаками «*» обозначены функции и метки выводов элементов.

В первой строке основного поля УГО помещают в виде символа обозначение функции, выполняемой элементом. В последующих строках основного поля располагают информацию о наименовании (типе) или коде устройства (элемента), т.е. идентификатор, в последующих строках – БЦО или порядковый номер, обозначение конструктивного расположения, адресное обозначение УГО и другую информацию.

В дополнительных полях помещают информацию о назначениях выводов (метки выводов, указатели).

Размеры УГО определяют:

- по высоте – числом линий выводов, числом интервалов, числом строк информации в основном и дополнительных полях, размером шрифта;
- по ширине – наличием дополнительных полей, числом знаков, помещаемых в одной строке внутри УГО (с учетом пробелов), размером шрифта.

УГО элементов допускается поворачивать на угол, кратный 90° , располагая при этом входы сверху, а выходы – снизу. При повороте УГО на угол 180° или 270° на линиях выводов необходимо указывать стрелками направление распространения информации.

Правила выполнения показаны на рис. 3.18.

УГО элементов на схеме могут изображаться совмещено, при этом элементы, изображенные совмещенным способом, допускается разделять

графически линиями связи. Группу элементов, изображенных совмещенно и содержащих частично или полностью одинаковую информацию в основном поле УГО, допускается изображать упрощенно.

Примеры выполнения показаны на рис. 3.19, 3.20.

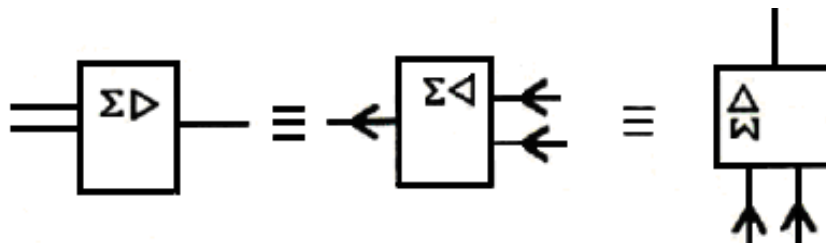


Рис. 3.18. Ориентация УГО

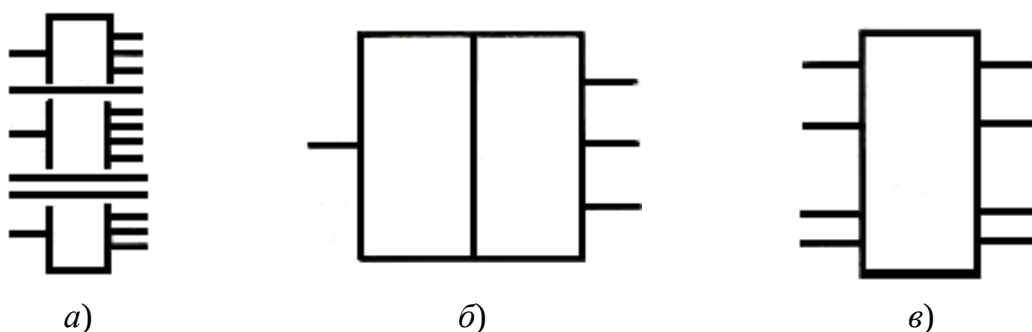


Рис. 3.19. Примеры изображения УГО совмещенным способом:

а – разделенное линиями связи; *б* – изображение УГО стороной, перпендикулярной распространению информации; *в* – изображение УГО элементов, не имеющих логического соединения

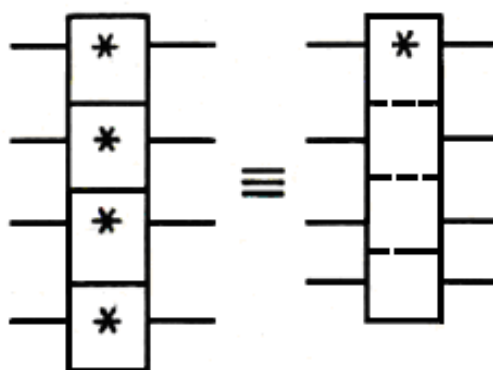


Рис. 3.20. Пример упрощенного изображения

Основные элементы УГО, используемые в схемах цифровой и аналоговой техники, даны в табл. П2.4, П2.5 приложения 2.

БЦО элементов и устройств является обязательным, его допускается помещать над УГО. Буквенные обозначения элементов присваиваются в соответствии с [11].

Обозначения основных функций элементов цифровой техники выполняется в соответствии с [20]. Характер и расположение информации поясня-

ются на поле схемы. Адресное обозначение указывает расположение УГО на схеме.

Примеры обозначений элементов цифровой вычислительной техники по [20] приведены на рис. 3.21.

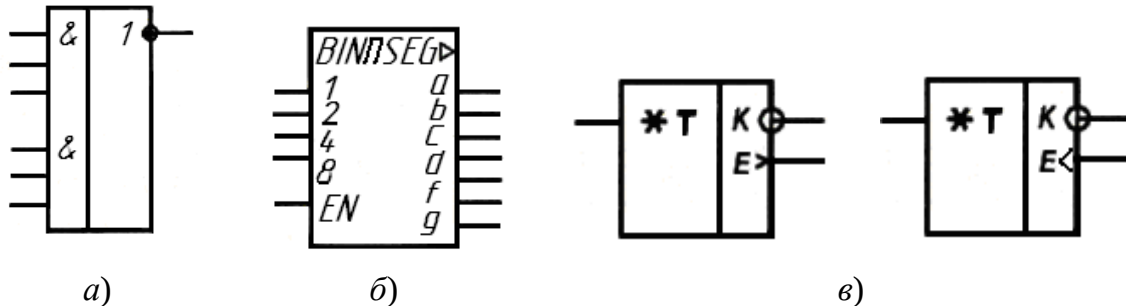


Рис. 3.21. Примеры обозначений элементов цифровой вычислительной техники:
а – элемент **И-ИЛИ-НЕ**; б – преобразователь-усилитель двоичного кода; в – наборы нелогических элементов: транзисторов типа **p-n-p** и **n-p-n**

Условные графические обозначения аналоговых элементов выполняются согласно требованиям стандартов [20, 22].

Допускается изображать в виде прямоугольников элементы устройства, не выполняющие логических функций – аналоговые и аналого-цифровые элементы, диодные, резисторные сборки и т.д.

Обозначение функций, выполняемых аналоговыми элементами, устанавливает стандарт [21]. Аналоговый сигнал обозначается символом $\cap$ или $\wedge$, цифровой – #, преобразование цифро-аналоговое – #/ $\wedge$.

Входы аналогового элемента изображают с левой стороны, выходы – с правой стороны прямоугольника. Допускается другая ориентация УГО, при которой входы располагают сверху, а выходы – снизу.

Выводы элементов могут быть обозначены указателями и метками. Указатели изображают на линии контура или около линии контура УГО на линии связи. Метки образуют из прописных букв латинского алфавита, арабских цифр и специальных знаков и помещают в дополнительных полях.

Примеры обозначения аналоговых элементов по [21] даны на рис. 3.22.

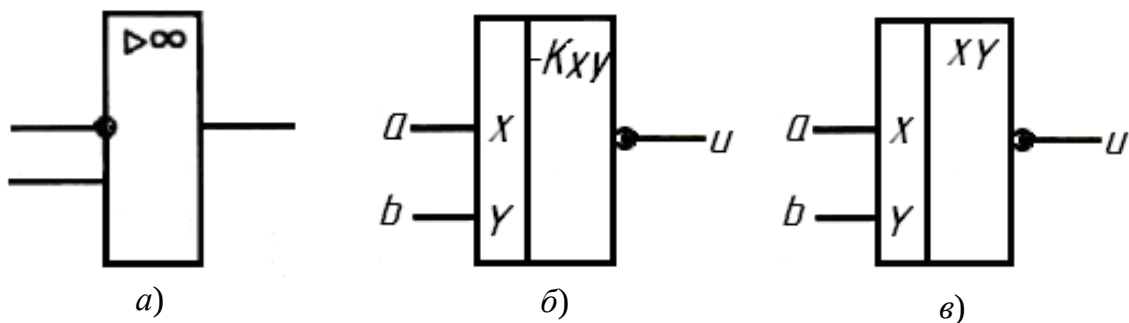


Рис. 3.22. Примеры обозначения аналоговых элементов:
а – операционный усилитель; б – перемножитель; в – делитель

3.1.5. Схемы электрических обмоток и изделий с обмотками

Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками для всех отраслей промышленности устанавливает стандарт [27].

Для обмоток и изделий с обмотками (трансформаторов, электрических машин и т.д.) выполняют одну или несколько электрических схем следующих типов: *структурную, принципиальную, соединений, подключений, расположения*.

Схемы выполняют в виде самостоятельных документов, допускается помещать при необходимости схему на поле сборочного чертежа изделия с обмотками.

Правила выполнения структурных, принципиальных схем и схем подключения устанавливает [2].

Схемы соединения и схемы расположения выполняют в соответствии с [26, 27].

Общие правила построения графических обозначений изделий (установок) устанавливает [8], а также специальные стандарты на эти изделия (установки).

УГО элементов обмоток на схемах, выполняемых вручную или автоматизированным способом, изделий всех отраслей промышленности и строительства представлены в [13].

Устанавливаются три способа построения УГО для трансформаторов и автотрансформаторов:

- упрощенный однолинейный;
- упрощенный многолинейный (форма I);
- развернутый (форма II).

В упрощенных однолинейных обозначениях обмотки трансформаторов и автотрансформаторов изображают в виде окружностей (рис. 3.23, а). Выводы обмоток показывают одной линией с указанием на ней количества выводов в соответствии с требованиями [8]. В автотрансформаторах сторону высшего напряжения изображают в виде развернутой дуги (рис. 3.24).

В упрощенных многолинейных (форма I) обмотки трансформаторов (рис. 3.23, в) и автотрансформаторов (рис. 3.23, г) изображают аналогично упрощенным однолинейным обозначениям, показывая выводы обмоток.

В развернутых обозначениях (форма II) обмотки трансформаторов и автотрансформаторов изображают в виде цепочек полуокружностей.

Для выделения различных обмоток допускается выполнять полуокружности в УГО разными радиусами.

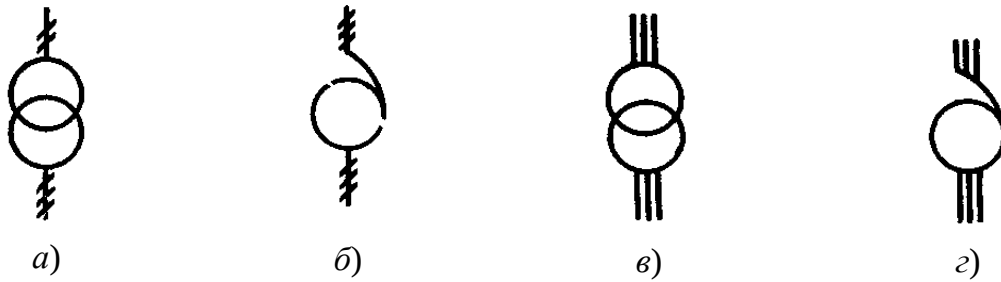


Рис. 3.23. Способы построения УГО для трансформаторов и автотрансформаторов:
а, б – упрощенное однолинейное обозначение обмотки трансформатора и автотрансформатора; *в, г* – упрощенное многолинейное (форма 1) обозначение обмотки трансформатора и автотрансформатора

Обозначения элементов катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов, автотрансформаторов, магнитных усилителей, контактных соединений приведены в табл. П2.6 и П2.7 приложения 2.

Схемы выполняются преимущественно в однолинейном исполнении. На поле схемы допускается помещать необходимые технические данные: число полюсов, фаз, число параллельных ветвей, вид обмотки и т.д.

Согласно [28] для идентификации линий связи (проводов) применяют маркировку цветом. Могут быть использованы следующие цвета: черный, коричневый, красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой (включая светло-голубой), фиолетовый, серый, белый, розовый, бирюзовый.

Контрольные вопросы

1. Какие нормативные документы устанавливают правила выполнения электрических схем цифровой и аналоговой техники?
2. На какие поля делится УГО элемента цифровой и аналоговой техники?
3. Как определяются размеры УГО цифровых и аналоговых элементов?
4. Какую информацию помещают в первой строке основного поля УГО, в дополнительных полях?
5. Как определяют размеры УГО цифровых и аналоговых элементов?
6. Какой нормативный документ устанавливает правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками?
7. Какие формы представления трансформаторов используются на упрощенных однолинейных (многолинейных) схемах?
8. В каких случаях целесообразно использование совмещенного (разнесенного) способов изображения электрических схем?
9. В каком исполнении выполняются схемы изделий с обмотками?
10. Какие технические данные допускается помещать на поле схемы изделий с обмотками?

3.2. Схемы тепловые энергетических установок

Тепловая схема представляет собой графическое изображение основного и вспомогательного оборудования тепловых станций, объединяемого линиями трубопроводов. Тепловая схема является обязательным конструкторским документом, который разрабатывается на всех этапах проектирования энергетических установок (парогенераторов, паровых и газовых турбоустановок, тепловых и атомных электростанций).

С учетом задач учебного процесса по курсу «Инженерная графика» схемы адаптированы. Вид их определен в пособии, следуя [2], как комбинированный, поскольку схемы содержат элементы и взаимосвязи схем двух видов – энергетической и гидравлической.

Различают следующие виды тепловых схем:

➤ *функциональную (развернутую)* – указывают все устанавливаемое оборудование, а также все трубопроводы, соединяющие оборудование с расположенной на них запорной и регулирующей арматурой (рис. 3.24, а). Функциональная схема определяет количество основного и вспомогательного оборудования, арматуры, байпасных линий, пусковых и аварийных систем, их типоразмеры и сопровождается соответствующей спецификацией;

➤ *структурную* – степень детализации структурной схемы определяется характером решаемых задач. Пример структурной схемы представлен на рис. 3.24, б;

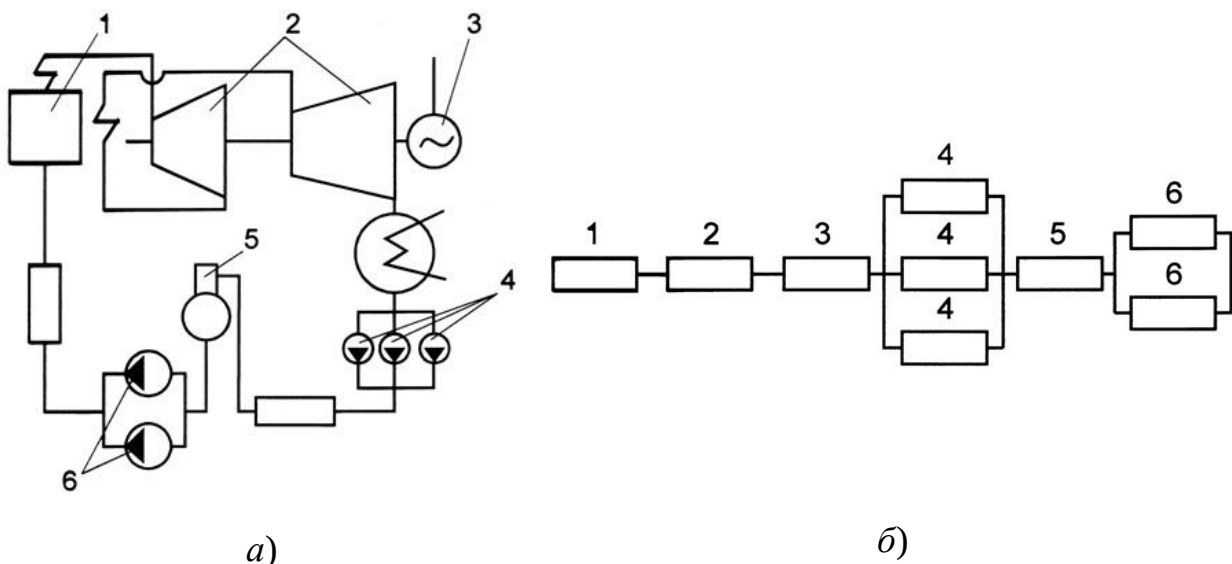


Рис. 3.24. Схема тепловая:

1 – котел; 2 – паровая турбина; 3 – электрогенератор; 4 – конденсатные насосы;
5 – деаэратор; 6 – питательные насосы

➤ *принципиальную* – указывают условно лишь основное оборудование (теплоагрегаты, подогреватели, деаэраторы, насосы), обеспечивающего осуществление технологического цикла и связи между ними (трубопроводы), не указывается арматура и всевозможные вспомогательные устройства;

➤ *рабочую (или монтажную)* – указывают отметки расположения трубопроводов, их наклоны, арматуру, крепления, размеры и т.д. Схему обычно выполняют в ортогональной, а наиболее сложные узлы в аксонометрической проекции с полным указанием расположения и наклона трубопровода, используемой арматуры, креплений и т.д.

В технической и учебной литературе тепловые схемы выполняются только в двух видах: принципиальные и полные (развернутые). Такие схемы широко используются на стадии эскизного проектирования. Пример упрощенной тепловой принципиальной схемы дан на рис. 3.25.

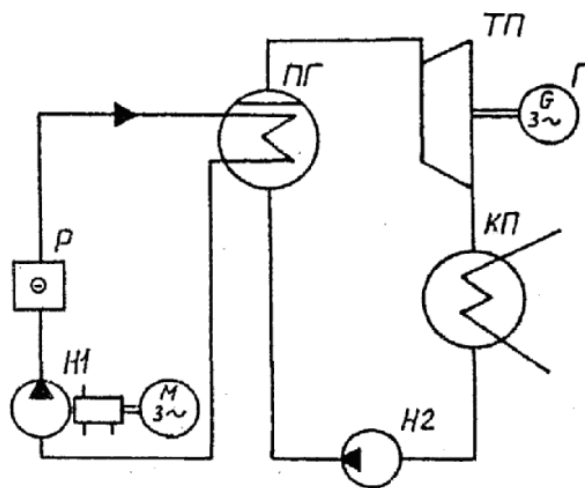


Рис. 3.25. Упрощенная схема тепловая принципиальная:

Р – реактор ВВЭР³; ПГ – парогенератор реактора ВВЭР; ТП – паровая турбина;
КП – конденсатор поверхностный; Н1 – главный циркуляционный насос (ГНЦ);
Н2 – насос; Г – генератор трехфазного тока

Единых правил выполнения и оформления тепловых схем, к сожалению, не разработано. Поэтому в пособии, при составлении этого раздела, руководствовались правилами выполнения схем изделий всех отраслей промышленности, а также схем энергетических сооружений [2] и различными литературными источниками.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба. Действительное пространственное расположение составных частей установки не учитывают.

Тепловые схемы должны быть выполнены компактно, сохраняя ясность во всех узлах схемы и легко читаться. Форматы, на которых выполня-

³ ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор.

ются схемы, должны быть удобны для пользования при монтаже и эксплуатации установок.

В тепловые схемы входят различные по виду и назначению устройства: энергетическое оборудование, гидравлические и электрические устройства, трубопроводная арматура и др. Так как схемы включают УГО различных элементов, поэтому правила их выполнения установлены в группе соответствующих стандартов. Так УГО гидравлических, пневматических элементов даны в стандартах [29–32]. УГО основного и вспомогательного оборудования устанавливает стандарт [33]. Примеры УГО основного энергетического оборудования, УГО гидравлических, пневматических элементов и трубопроводной арматуры приведены соответственно в табл. П2.9, П2.10–П2.12 и П2.14 приложения 2.

При этом необходимо учитывать, что УГО однотипных устройств может отличаться в зависимости от вида схемы. Так для тепловых схем УГО теплообменного аппарата устанавливает ГОСТ СПДС 21.403-80, а для гидравлических и пневматических схем – ГОСТ ЕСКД 2.789-68.

Размеры УГО тепловых схем задаются в соответствующих стандартах [30–35]. В основном УГО энергетического оборудования приблизительно отражает конструкцию рабочего устройства.

УГО элементов на тепловых схемах рекомендуется располагать так, как это указано в соответствующем стандарте.

Все элементы и линии связи между ними в схеме показывают таким образом, чтобы создать самое полное и ясное представление о полной структуре и взаимодействии всех частей схемы.

Изображения линий связи должны состоять из вертикальных и горизонтальных участков, с минимальным количеством изломов и пересечений.

Линии связи, в случае необходимости, допускается обрывать, заканчивая стрелками, указывая адрес направления (рис. 3.26). Также около стрелок можно давать параметры рабочей среды и характеристики трубопроводов, например, диаметр условного прохода D_N и др.

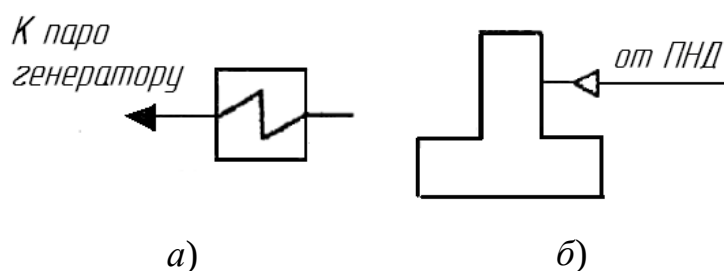


Рис. 3.26. Примеры выполнения обрыва линий связи:
а – рабочая среда – жидкость; б – рабочая среда – пар

На тепловой схеме должна быть обозначена рабочая среда (острый пар, пар, конденсат и др.) на каждом участке. Для этих целей используются линии различной толщины и начертания с их последующей расшифровкой.

☞ При выполнении схем автоматизированным способом для изображения рабочей среды используются линии одинаковой толщины с маркерами или линии различных цветов.

Каждому элементу присваивается БЦО. В учебной и технической литературе на тепловых схемах используются цифровые обозначения.

В проектной и рабочей документации на схемах используются буквенно-цифровые обозначения. БЦО составляется по начальным или характерным буквам названий элементов, которым присваиваются заглавные буквы русского алфавита.

☞ Для схем, выполняемых автоматизированным способом, рекомендуется для БЦО использовать, по аналогии с электрическими схемами, заглавные буквы латинского алфавита.

Перечень элементов тепловых схем выполняется согласно правилам, установленным в ГОСТ 2.791-74, однако существует ряд своих особенностей.

Для установок, УГО которых включает в себя несколько отдельных элементов, рекомендуется все элементы, относящиеся к этой установке, заключать в прямоугольник, выполненный утолщенной штрихпунктирной линией и присваивать общее позиционное обозначение. Например, для турбины с цилиндрами высокого, среднего и низкого давлений используются следующие обозначения: турбина паровая – ТП1, около составных частей выполняются соответствующие пояснения – ЦВД, ЦСД, ЦНД. В перечне эти элементы образуют отдельную группу с общим наименованием, в которых указывается обозначение турбины. Ниже записываются составные части турбины с их характеристиками.

Пример записи данного правила в перечне элементов представлен на рис. 3.27.

<i>Поз. обознач.</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>	<i>Примечание</i>
<i>ТП1</i>	<i>Турбина паровая К-1000-60/15000</i>		
	<i>ЦВД – однолопаточный</i>	<i>1</i>	
	<i>ЦНД – двухлопаточный</i>	<i>2</i>	

Рис. 3.27. Пример выполнения записи для установки, УГО которой содержит несколько отдельных элементов

Полная тепловая схема включает в себя полный состав элементов, входящих в энергетическую установку (или станцию), и все линии взаимосвязи между ними (рис. 3.28).

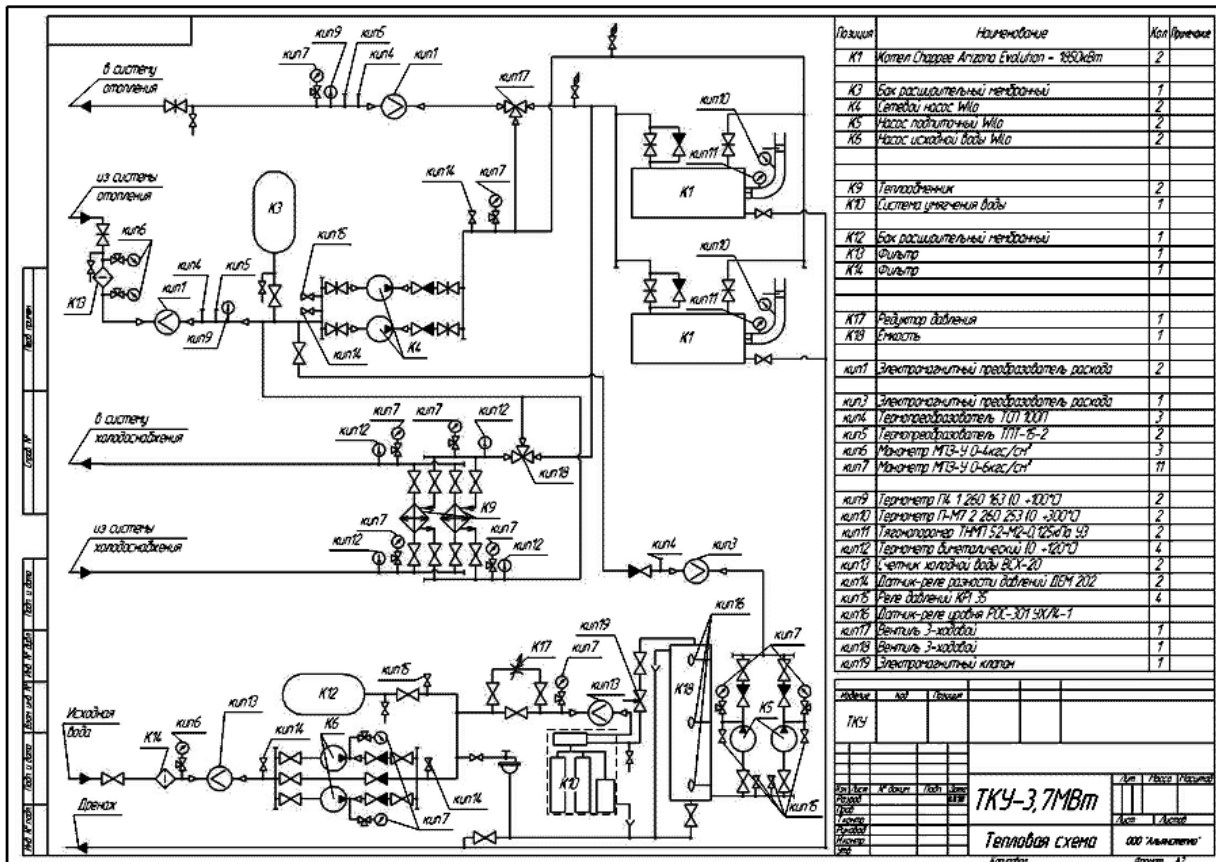


Рис. 3.28. Пример изображения полной тепловой схемы с таблицей перечня элементов

Полные тепловые схемы разрабатываются на стадиях технического и рабочего проектов.

Контрольные вопросы

1. Какие основные нормативные документы используются при разработке тепловых схем?
2. В чем отличие схемы тепловой принципиальной от схемы тепловой структурной, функциональной, рабочей?
3. Какие условные графические обозначения используются на тепловых схемах?
4. Какие особенности в изображении линий связи используются на тепловых схемах?
5. Как изображаются линии связи на тепловых схемах автоматизированным способом?
6. Какие особенности правил заполнения таблицы перечня для тепловых схем?

4. ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

В соответствии с [3, 6] конструкторскую документацию, как правило, выполняют автоматизированным способом на бумажном носителе и/или в виде электронного документа (ДЭ).

Электронный документ – документ, выполненный как структурированный набор данных, создаваемых программно-техническим средством. ДЭ получают в результате автоматизированного проектирования (разработки) или преобразования документов, выполненных в бумажной форме, в электронную форму. В случаях, когда одновременно применяют бумажные и электронные формы документов, допускается их взаимное преобразование друг в друга. Взаимное соответствие между документами в электронной и бумажной формах обеспечивает разработчик. При выполнении документации в виде ДЭ должны соблюдаться требования, изложенные в [3].

Для создания конструкторской документации в электронной форме широко используются различные системы автоматизированного проектирования (САПР). Важнейшей характеристикой любой современной САПР, наряду с инструментальными средствами моделирования, является возможность автоматизации различными вспомогательными средствами процессов создания чертежей, содержащих типовые элементы. Чаще всего такие подсистемы представляют собой подключаемые модули или библиотеки, функционирующие в графической среде системы и позволяющие, на основе ее базовых функций, быстро создавать и использовать различные стандартные элементы с учетом специфики конкретной отрасли промышленности. *Библиотека* – это программный модуль или приложение, созданное для расширения стандартных возможностей автоматизированных систем.

Также для решения конкретных задач существуют *узкоспециализированные модули*. Это, как правило, небольшие программы, автоматизирующие решение узкопрофильной задачи конкретной отрасли промышленности. Эти приложения могут быть как самостоятельными, так и подключаться к библиотечным модулям системы. Для разработки схемной документации приоритетным является использование библиотечных модулей системы.

Принцип организации работы с библиотечными модулями, как правило, одинаков для всех САПР: запускается система, подключается и открывается нужная библиотека для выбора соответствующих библиотечных элементов, которые затем вставляются в создаваемый документ.

База библиотечных модулей содержит, как правило, основной состав элементов. При отсутствии элементов предусмотрена возможности создания новых и редактирования существующих элементов, то есть наполнение эле-

ментной базы данных (БД). Создание и накопление базы по таким элементам является одной из первоочередных задач, успешное решение которой позволяет значительно ускорить процесс проектирования.

Выполнение схемной документации автоматизированным способом требует от пользователя знания правил и требований к выполнению схем в соответствии с требованиями ЕСКД, а также практических навыков работы с программными продуктами, используемыми в учебном процессе. Для выполнения практических примеров использовались прикладная библиотека системы КОМПАС-Электрик Express и узкоспециализированный модуль SPlan7. Такое предпочтение в выборе программ обусловлено желанием продемонстрировать возможности работы прикладных программ, встроенных в систему, и самостоятельного узкоспециализированного модуля.

Практический пример 1. Выполнить построение схемы электрической принципиальной, представленной на образце (рис. 4.1). Создать перечень элементов схемы, используя данные в таблице (рис. 4.2). Для построения схемы использовать библиотеку КОМПАС-Электрик Express V13.

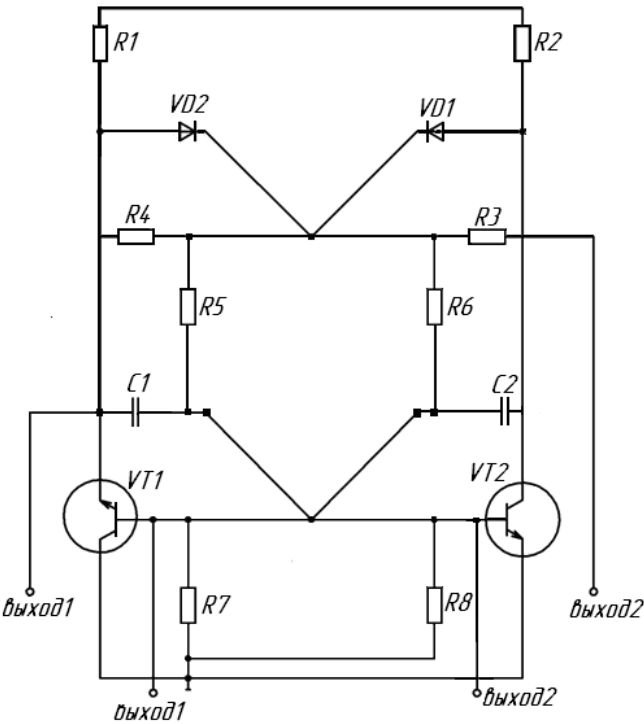


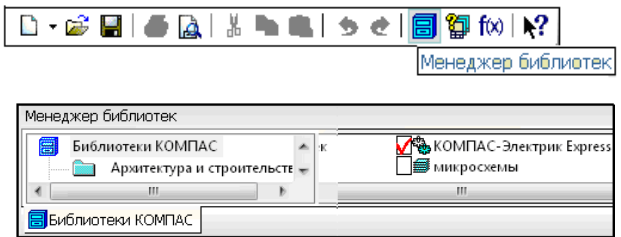
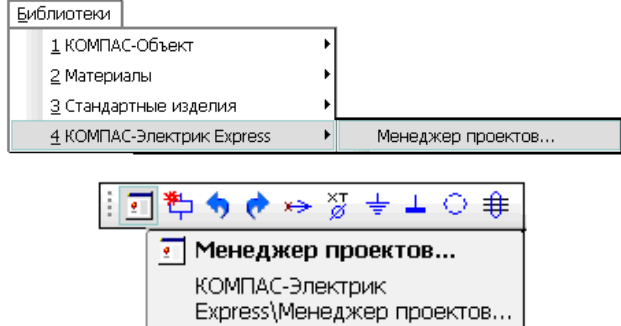
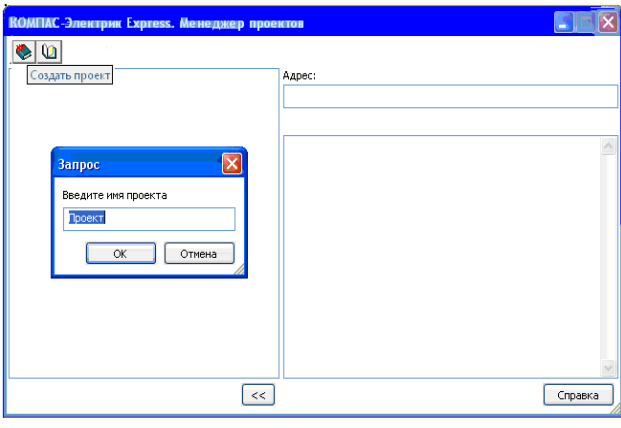
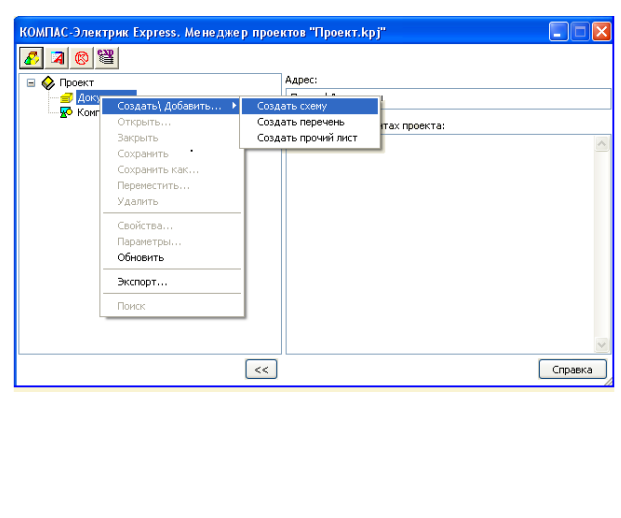
Рис. 4.1. Схема электрическая принципиальная

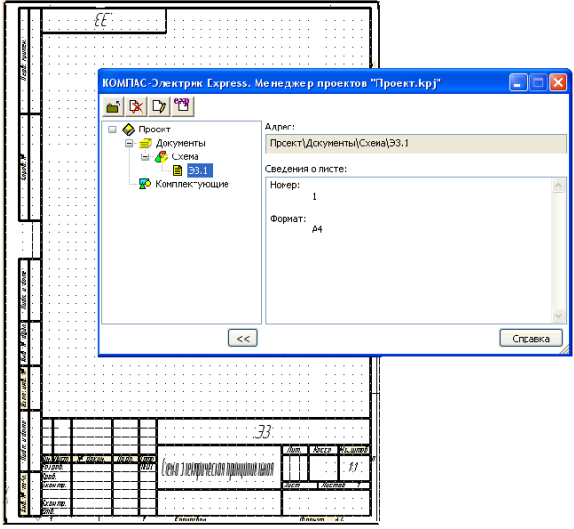
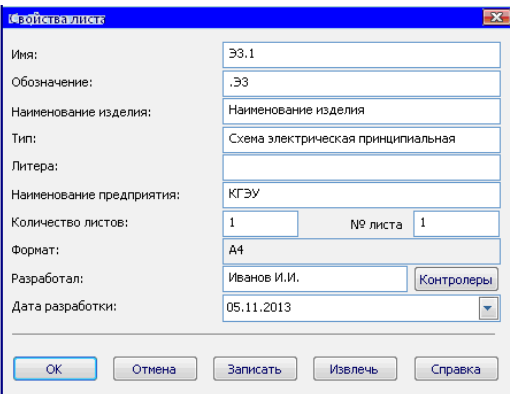
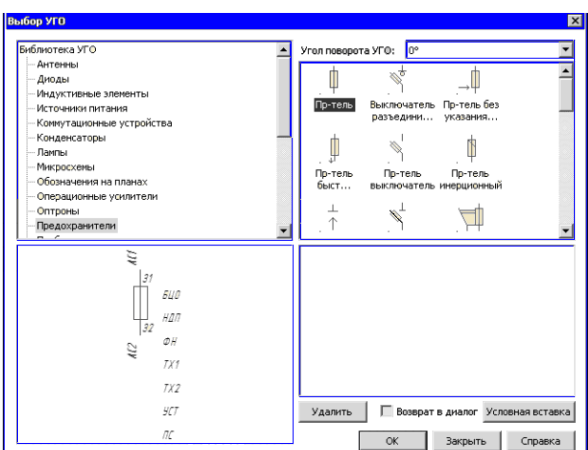
Идентификация	Наименование	Кол.	Примечание
C1	конденсатор КМ-55-М750 600нФ 5% ОЖО 460043 ТУ	1	
C2	конденсатор К50-6-160-500нФ 20% ок0464.096 ТУ	1	
R1	резистор МТ-0,125-6200м ГОСТ7113-77	1	
R2	резистор МТ-0,125-5,1кОм ГОСТ7113-77	1	
R3	резистор МТ-0,125-7500м ГОСТ7113-77	1	
R4	резистор МТ-0,125-15кОм ГОСТ7113-77	1	
R5	резистор МТ-0,125-7500м ГОСТ7113-77	1	
R6	резистор МТ-0,125-15кОм ГОСТ7113-77	1	
R7	резистор МТ-0,125-15кОм ГОСТ7113-77	1	
R8	резистор МТ-0,125-6200м ГОСТ7113-77	1	
VD1	диод Д18 ТТЗ.362 016 ГОСТ14342-75	1	
VD2	диод Д18ТТЗ.362 016 ГОСТ14342-75	1	
VT1	транзистор UN308В ГОСТ14830-75	1	
VT2	транзистор UN308В ГОСТ14830-75	1	

Рис. 4.2. Перечень элементов

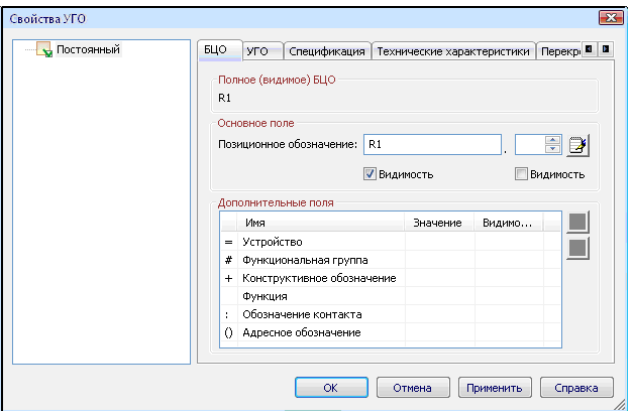
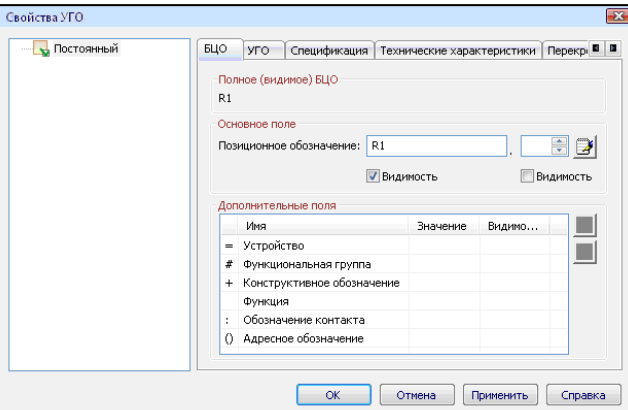
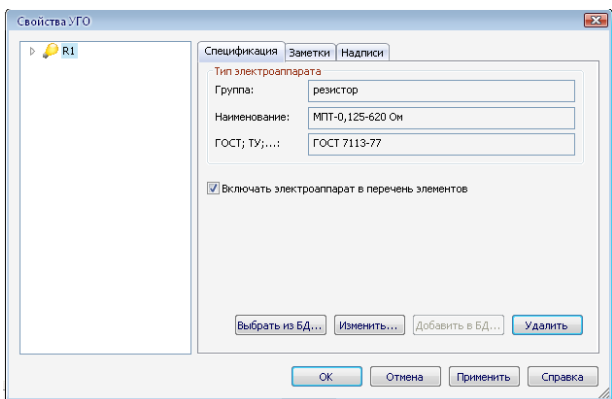
Последовательность выполнения примера дана в табл. 4.1.

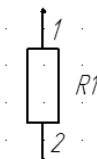
Таблица 4.1

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите КОМПАС-3D V13. Нажмите кнопку  Менеджер библиотек на Стандартной панели. На панели Менеджера библиотек щелчком мыши подключите библиотеку КОМПАС-Электрик Express	
Выполните команду Библиотеки/КОМПАС-Электрик Express/Менеджер проектов из Главного меню редактора КОМПАС-График или нажмите кнопку  Менеджер проектов на панели КОМПАС-Электрик Express. На экран выводится главное окно Менеджера проектов	
Для создания проекта нажмите кнопку  Создать проект в окне Менеджера проектов. В окне диалога в поле Введите имя проекта проекту автоматически присваивается имя Проект. Можно использовать другое имя создаваемому проекту Для подтверждения выполненных действий нажмите кнопку ОК	
В результате автоматически создается Дерево нового проекта, содержащее два раздела: Документы и Комплектующие. В окне Менеджера проектов щелкните правой кнопкой мыши в разделе Документ и выполните из контекстного меню команду Создать схему. После выполнения команды на экран выводится лист документа электрической принципиальной схемы. В окне Менеджера проектов в Дереве отображается первый лист документа Схема ЭЗ.1	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для просмотра или редактирования свойств проекта, выделите его название в <i>Дереве</i>, из контекстного меню вызовите команду <i>Свойства</i>. В окне диалога введите необходимые данные проекта: имя проекта, обозначение, наименование изделия и др. Для создания схемы сверните окно <i>Менеджера проектов</i> и активируйте лист схемы. Примечание. Закрыть окно <i>Менеджера проектов</i> можно после сохранения всех документов проекта	 
Для вставки элементов на лист схемы выполните команду <i>КОМПАС-Электрик Express/УГО</i> или нажмите кнопку  <i>УГО</i> на панели <i>КОМПАС-Электрик Express</i>. На экран выводится окно диалога <i>Выбор УГО</i>. В окне диалога щелчком мыши раскройте нужную группу элементов, например, <i>Резисторы</i> и выберите УГО для представления на схеме – <i>Резистор постоянный</i>. Нажмите кнопку <i>ОК</i>. Выбранное УГО фиксируется щелчком мыши на листе схемы, после чего на экран автоматически выводится диалог <i>Свойства УГО</i>. Примечание. Выбор группы может выполняться в произвольной последовательности или согласно расположению элементов на схеме	

Продолжение табл. 4.1

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
К свойствам УГО относятся: тип, БЦО, зажимы, технические характеристики и перекрестные ссылки. Для ввода БЦО элемента в окне диалога <i>Свойства УГО</i> выберите вкладку БЦО. В поле <i>Позиционное обозначение</i> введите соответствующее обозначение, например, для резистора – R, номер элементу присваивается автоматически. Тип УГО заносится в перечень элементов	 
Для выбора типа УГО перейдите на вкладку Спецификация, нажмите на кнопку Выбрать из БД... и определите тип необходимого аппарата из списка, нажмите OK. Поля области <i>Тип электроаппарата</i> заполнятся автоматически. Если типа аппарата нет в БД, введите данные аппарата вручную. Для этого нажмите кнопку Изменить, в разделе <i>Тип электроаппарата</i> введите значения в поля: Группа – резистор; Наименование – МПТ-0,25-620 Ом; ГОСТ 7113-77. Нажмите кнопку Добавить в БД и кнопку OK. Примечание. Для отображения аппарата в перечне элементов опция Включить электроаппарат в перечень элементов должна быть активной	

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для соединения УГО элементов выполните команду КОМПАС-Электрик Express/Линии связи/ Линии электрической связи или нажмите одноименную кнопку  на панели КОМПАС-Электрик Последовательно укажите курсором точки прохождения линии электрической связи на схеме. Примечание. При подведении курсора к УГО на нем подсвечиваются точки подключения. После выполнения соединений для завершения команды нажмите кнопку [Esc]. Аналогичным образом на лист выставляются все элементы, входящие в схему, и соединяются линиями связи. Введите данные для элементов, которые отсутствуют в БД	 Линия электрической связи 
В окне Менеджера проектов щелкните правой кнопкой мыши в разделе Документ и выполните из контекстного меню команду Создать перечень. При наличии данных в базе Перечень элементов создается в автоматическом режиме	
Для получения твердой копии выполните команду Файл/Печать...	

Практический пример 2. Выполнить построение схемы тепловой, представленной на образце (рис. 4.3). Для построения схемы использовать специализированный модуль **SPlan7**.

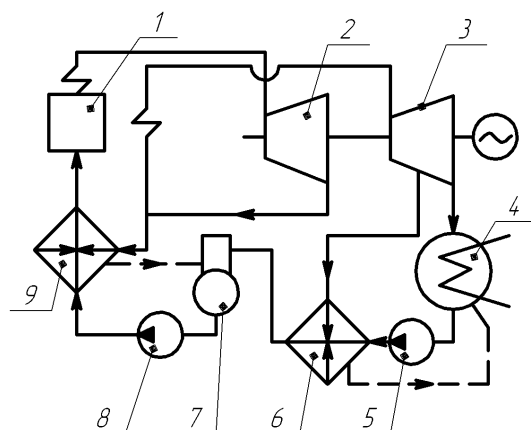
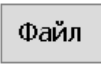
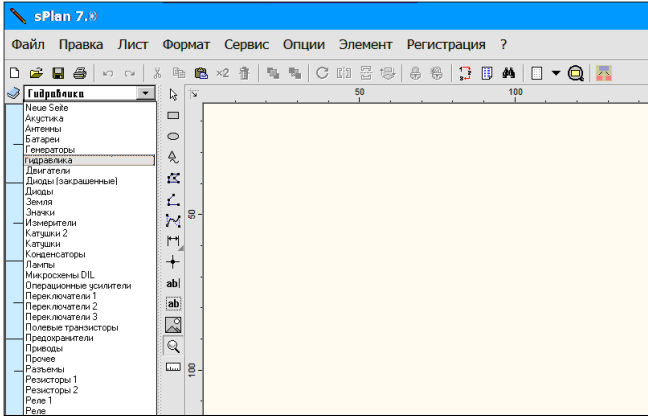
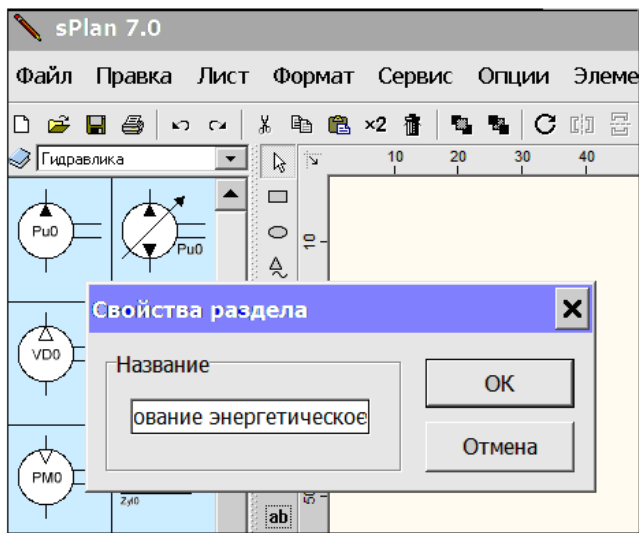


Рис. 4.3. Схема тепловая принципиальная паротурбинного энергетического блока на органическом топливе

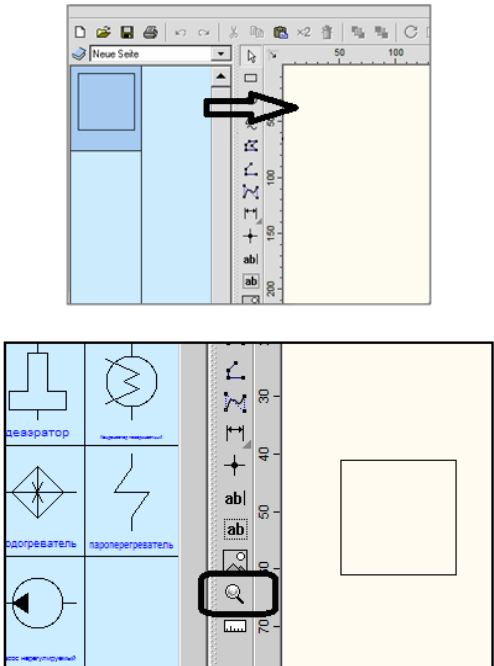
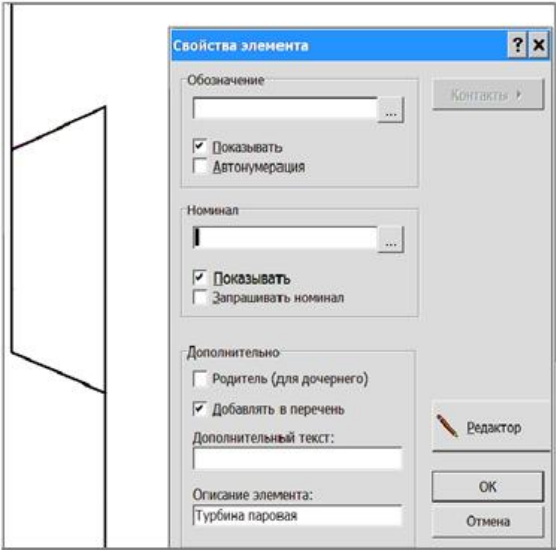
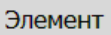
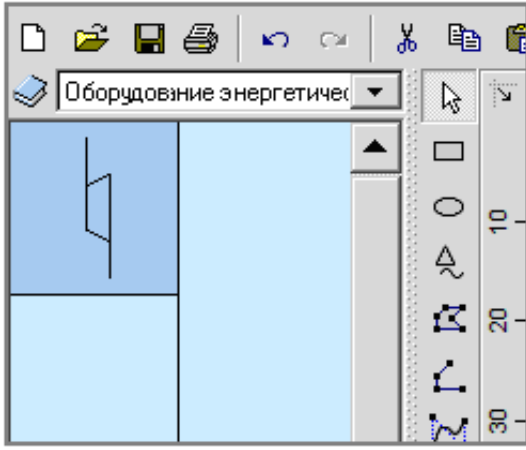
- 1 – котел; 2, 3 – цилиндры высокого и низкого давления турбины; 4 – конденсатор;
 5 – конденсатный насос; 6 – регенеративный подогреватель низкого давления;
 7 – деаэратор; 8 – питательный насос; 9 – регенеративный подогреватель высокого давления

Последовательность выполнения примера дана в табл. 4.2.

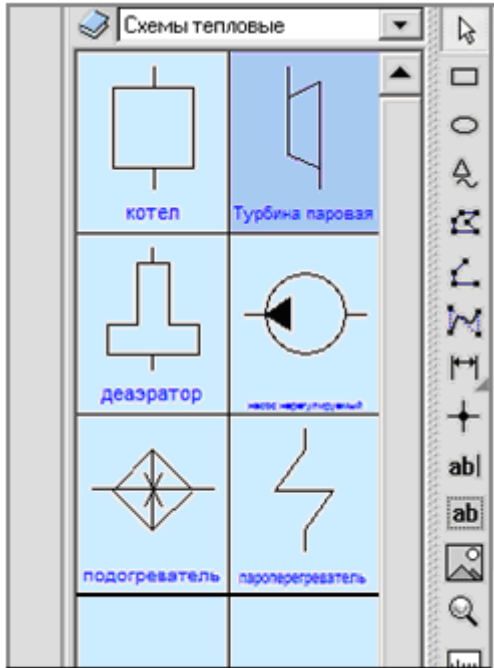
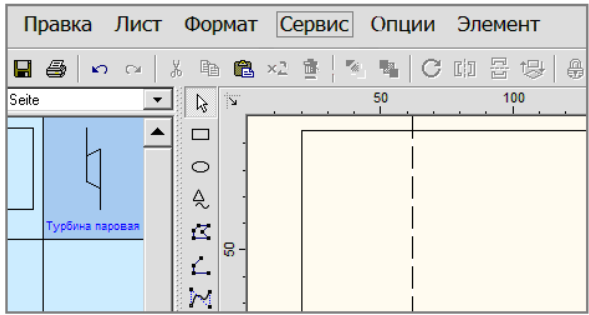
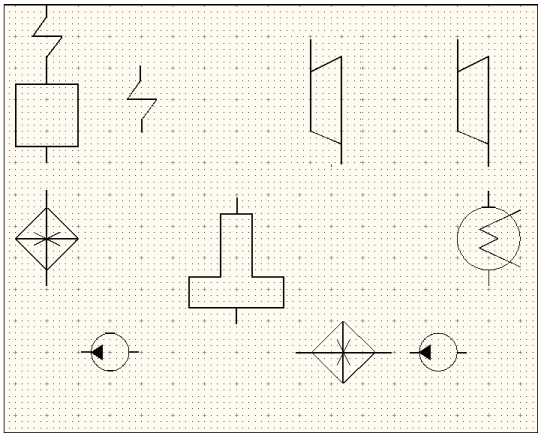
Таблица 4.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Запустите sPlan7 . Создайте лист в разделе меню , настройте оформление чертежа: Формат/Открыть формат/Files/RU/Рамка/А4книж.sbk. Шаг и отображение сетки можно настроить, выполнив последовательно команду меню Опции/Основные параметры/Сетка	
Щелчком мыши на нужном значке библиотеки или из списка соответствующего  раздела, например, , выберите нужный элемент	
При необходимости можно создать новый раздел библиотеки. Для этого щелкните правой кнопкой мыши в поле элементов уже открытой библиотеки, в контекстном меню выберите команду Создать новую страницу библиотеки. В окне диалога Свойства раздела введите и поле название, например, Оборудование энергетическое по ГОСТ21403–80	

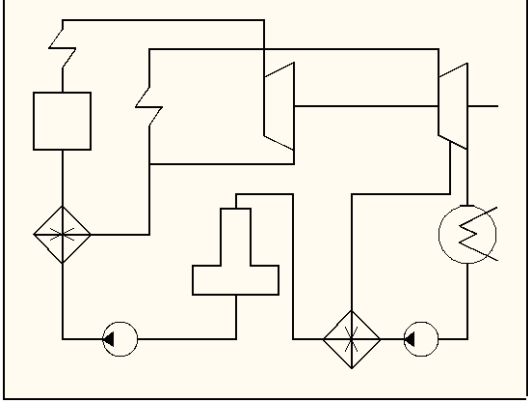
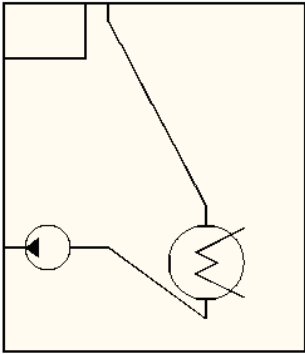
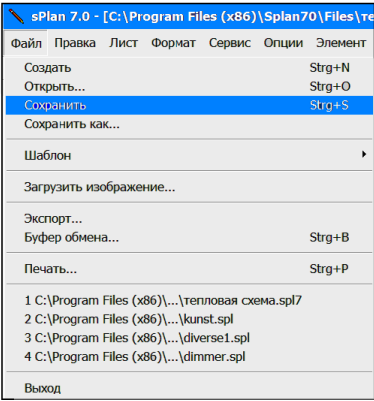
Продолжение табл. 4.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Для создания нового элемента библиотеки щелкните правой кнопки мыши и выполните в контекстном меню команду Создать новый компонент (будет создан новый элемент в виде квадрата), перетащите его копию в поле чертежа и отредактируйте изображение в соответствии с его стандартным графическим обозначением по ГОСТ 21.403-80. Для обеспечения точности и удобства построений можно увеличить изображение на экране лупой 	
Для определения свойств элемента щелкните дважды мышью на его изображении. В окне диалога Свойства элемента введите в соответствующие поля название элемента, особенности изображения и обозначения. При необходимости отредактируйте в отдельном окне редактора элементов	
Закончив создание и редактирование элемента и, указав предварительно курсором на сам элемент, можно копировать элемент(ы) в библиотеку через главное меню  или аналогичные команды из контекстного меню	

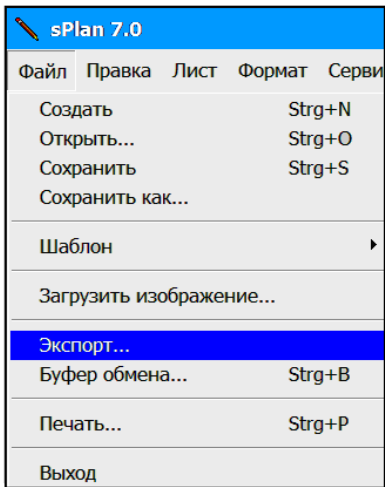
Продолжение табл. 4.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Дополните библиотеку всеми необходимыми элементами (компонентами), входящими в создаваемую схему, например: турбиной паровой, конденсатором поверхностным, котлом, пароперегревателем, деаэратором и т. д.	
Для удобства построений при вычерчивании схемы целесообразно использовать вертикальные и горизонтальные направляющие, выполнив последовательно команды из меню Сервис/Направляющие/Новая вертикальная (горизонтальная) направляющая	
Используя библиотечные элементы, создайте схему в соответствии с образцом. Изображения элементов схемы расставьте на листе в соответствии с предполагаемой компоновкой	

Продолжение табл. 4.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Соедините УГО посредством необходимых линий связи  с применением привязок, сетки и направляющей	
Для перемещения элементов на листе с сохранением привязки к линиям связи можно воспользоваться режимом Резиновая лента, после чего требуется выровнять линии связи, исходя из общих требований стандартов к изображению схем	
Узлы линий связи следует обозначить соответствующим элементом . По окончании построения схемы поставьте позиционные обозначения, используя функцию нумерации 	
Для сохранения выполненной схемы выполните команду Файл/Сохранить	

Окончание табл. 4.2

Требуемые действия и комментарии	Иллюстрации
Полученный документ можно экспортировать в растровом или векторном формате для работы в других программных продуктах, указав Файл/Экспорт с возможностью выбора необходимого формата (расширения файла) и качества изображения	 The screenshot shows the 'sPlan 7.0' application window with the 'Файл' (File) menu open. The menu items are: 'Создать' (Create) with shortcut 'Strg+N', 'Открыть...' (Open...) with 'Strg+O', 'Сохранить' (Save) with 'Strg+S', 'Сохранить как...' (Save as...), 'Шаблон' (Template) with a right-pointing arrow, 'Загрузить изображение...' (Load image...), 'Экспорт...' (Export...) which is highlighted in blue, 'Буфер обмена...' (Clipboard...) with 'Strg+B', 'Печать...' (Print...) with 'Strg+P', and 'Выход' (Exit).
Для вывода чертежа (схемы) на печать выполните команду Файл/Печать...	

Контрольные вопросы

1. Какие нормативные документы устанавливают виды электронных документов?
2. Назовите электронные схемные документы.
3. Какие системы используются для разработки электронных документов?
4. Перечислите общие приемы работы с библиотечными модулями.

5. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

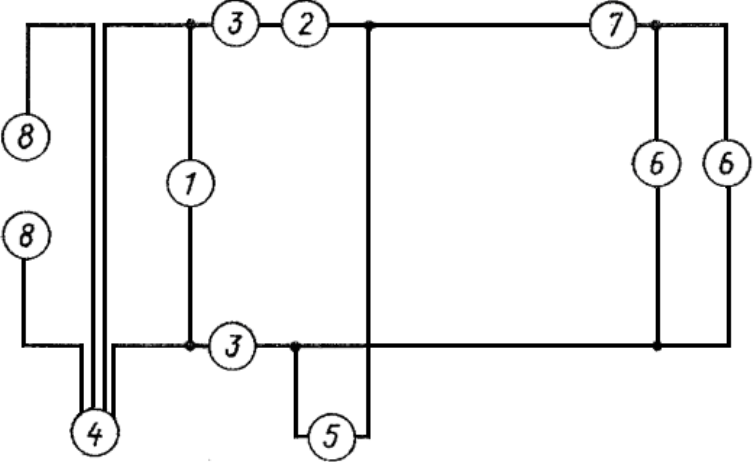
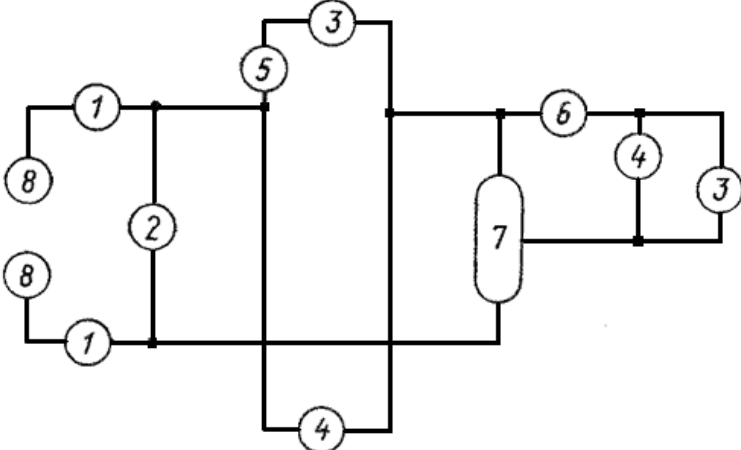
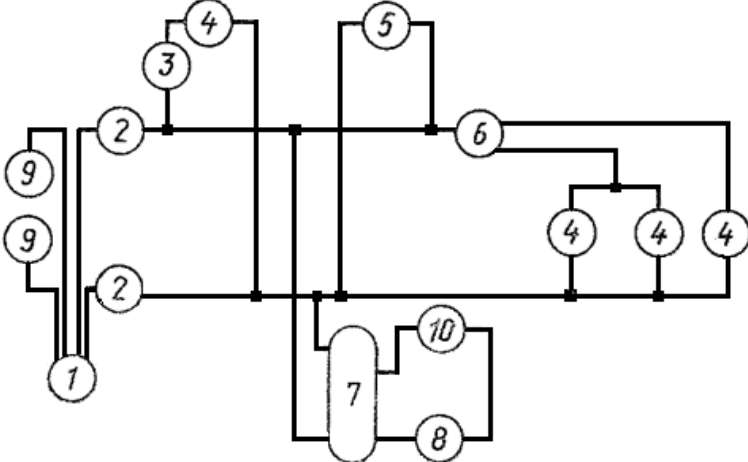
5.1. Выполнение электрических схем

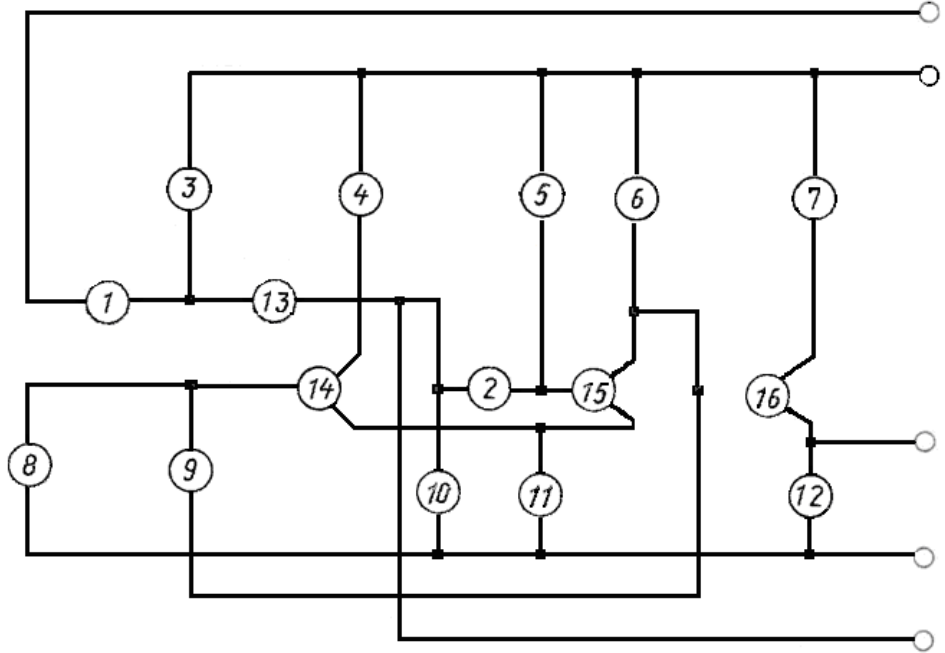
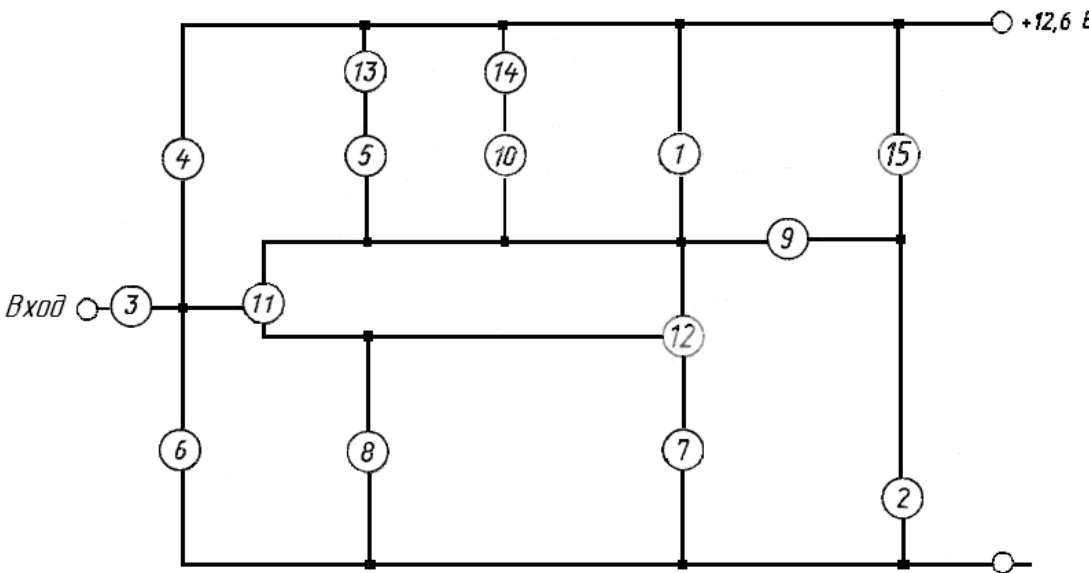
1. Оформить электрическую принципиальную схему и перечень элементов к ней в соответствии с предложенным вариантом (табл. 5.1). При создании схемы следует руководствоваться положениями, изложенными в ГОСТ 2.701-2008, ГОСТ 2.702-2011, ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.722-68, ГОСТ 2.723-68, ГОСТ 2.725-68, ГОСТ 2.727-68 (2002), ГОСТ 2.728-74, ГОСТ 2.743-91, ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.755-87, ГОСТ 2.759-82.

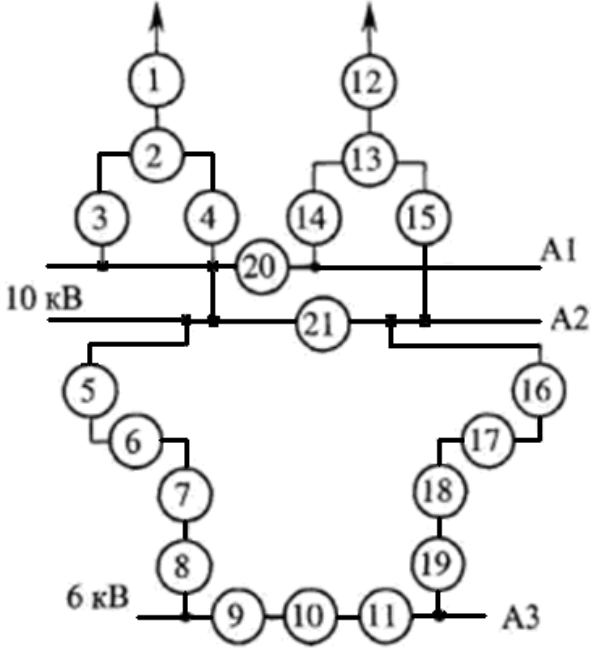
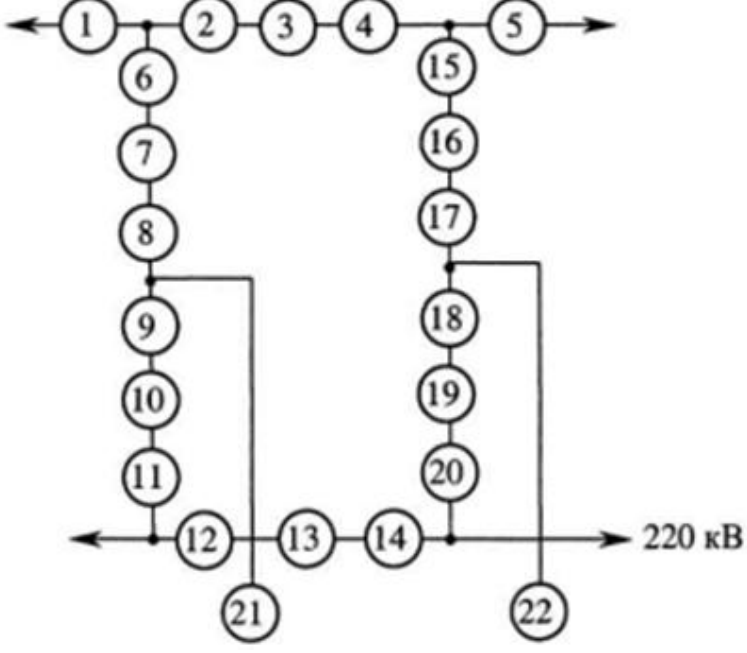
2. Изображение схемы выполнить на формате А4 или А3 с основной надписью по форме 1 ГОСТ 2.104-2006. Элементы, показанные на заготовке схемы в упрощенных очертаниях (в виде пронумерованных окружностей), заменить условными графическими обозначениями в соответствии с правилами, изложенными в стандартах ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.722-68, ГОСТ 2.723-68, ГОСТ 2.725-68, ГОСТ 2.727-68 (2002), ГОСТ 2.743-91, ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.755-87, ГОСТ 2.759-82.

Таблица 5.1

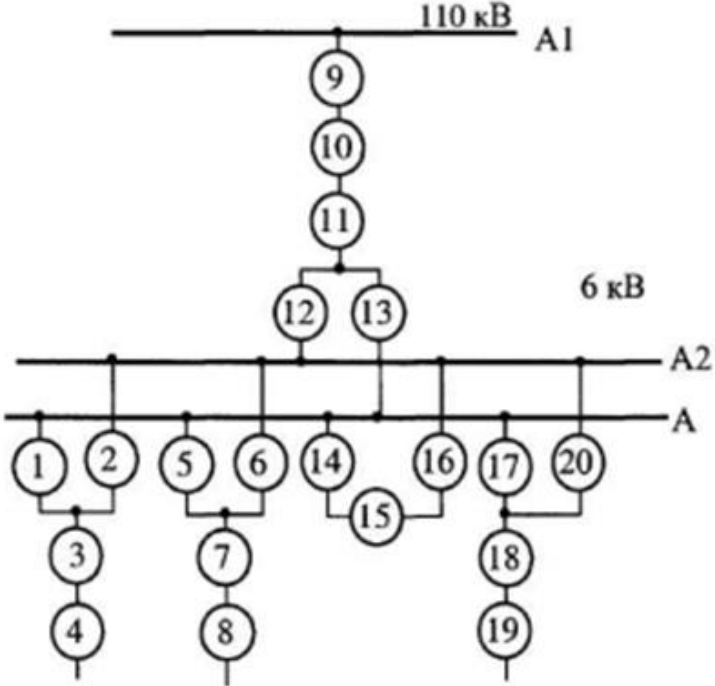
Вариант	Задание
1	1 – счетчик; 2 – предохранитель плавкий; 3 – выключатель однополюсный; 4 – лампа накаливания; 5 – выключатель-кнопка; 6 – розетка; 7 – трансформатор; 8 – звонок; 9 – зажим
2	1 – предохранитель плавкий; 2 – амперметр; 3 – розетка; 4 – выключатель однополюсный; 5 – вольтметр; 6 – лампа накаливания; 7 – переменный резистор; 8 – зажим

Вариант	Задание
3	 1 – вольтметр; 2 – амперметр; 3 – предохранитель; 4 – счетчик; 5 – розетка; 6 лампа накаливания; 7 – выключатель однополюсной; 8 – жазим
4	 1 – предохранитель; 2 – вольтметр; 3 – лампа накаливания; 4 – розетка; 5 – выключатель однополюсной; 6 – амперметр; 7 – переменный резистор; 8 – жазим
5	 1 – счетчик; 2 – предохранитель; 3 – выключатель однополюсной; 4 – лампа накаливания; 5 – розетка; 6 – переключатель; 7 – трансформатор; 8 – звонок; 9 – жазим; 10 – выключатель-кнопка

Вариант	Задание
6	 1 – конденсатор МБМ-160-0,05; 2 – конденсатор БМ-2-200-0,015; 3 – резистор УЛМ-0,12-22 кОм; 4 – резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм; 5 – резистор УЛМ-0,12-22 кОм; 6, 12 – резистор МЛТ-0,25-4,7 кОм; 7 – резистор МЛТ-0,25-330 Ом; 8 – резистор УЛМ-0,12-4,7 кОм; 9 – резистор УЛМ-0,12-18 кОм; 10 – резистор УЛМ-0,12-10 кОм; 11 – резистор УЛМ-0,12-150 кОм; 13 – диод Д223; 14–16 – транзистор П14А
7	 1 – конденсатор К50-6 20,0; 2 – конденсатор К50-6 50,0; 3 – конденсатор К50-6 10,0; 4 – резистор ОМЛТ-0,125-0,15 кОм; 5, 6 – резистор ОМЛТ-0,125-5,1 кОм; 7 – резистор ОМЛТ-0,125-1,2 кОм; 8 – резистор ОМЛТ-0,5-33 кОм; 9 – резистор ОМЛТ-0,125-39 кОм; 10 – резистор ОМЛТ-0,125-220 кОм; 11, 12 – транзистор КН315Б; 13 – диод Д 106; 14 – стабилитрон КС133; 15 – микроамперметр ИП-150 мкА

Вариант	Задание
8	 1, 12 – автотрансформатор АТДЦТН63000/220/110 ГОСТ 17544-93; 2, 13 – реактор РБС -10-2х630-0.25УЗ ГОСТ 14794-79; 3, 4, 5, 14, 15, 16, 20, 21 – выключатель МГГ-10-3150-45ТЗ ТУ 16-520.114-73; 6, 17 – трансформатор ТМ-1600/10 ГОСТ11929-87Е; 7, 10, 18 – выключатель ВЭС-6-40/2500УЗ ТУ 16-520.223-79; 8, 9, 11, 19 – разъединитель РЛНД-10/400У1 ТУ 16-520.151-83
9	 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20 – разъединитель РНД-220Б/125ОТ ТУ 16-520.240-82; 3, 7, 10, 13, 16, 19 – выключатель ВМТ220Б40/1600Т1 ТУ 16-674.047-85; 21, 22 – автотрансформатор АТДЦТН 125000/220/110 ГОСТ 17544-93

Окончание табл. 5.1

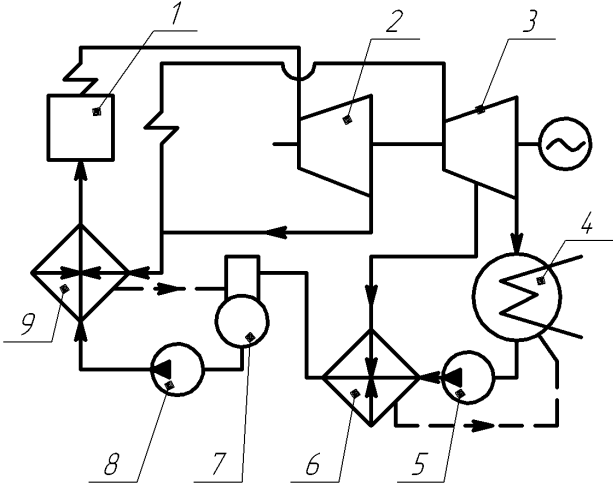
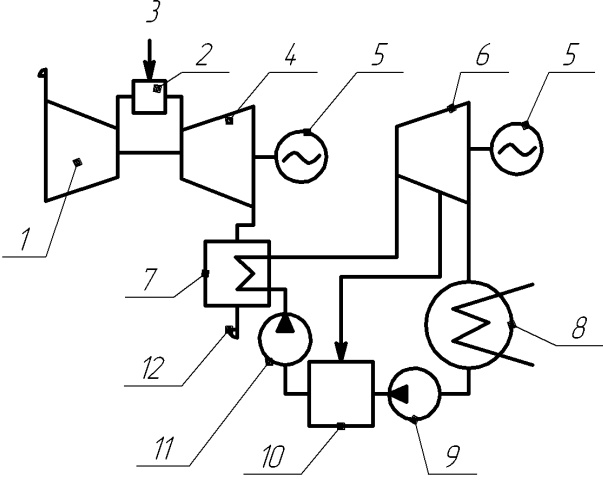
Вариант	Задание
10	 1, 2, 5, 6, 12, 13, 14, 16, 17, 20 – разъединитель РЛНД-10/400У1 ТУ 16-520.151-83; 3, 18 – реактор РБНГ 10-1600-35У1 ГОСТ 14794-79; 4, 7, 11, 15, 19 – выключатель ВЭ-6-40/3150ТЗ ТУ 16-250.223-79; 8 – генератор ТВФ-63-2ЕУЗ ТУ 16-651.008-84; 9 – выключатель ВМТПОБ-25/1250 ТУ 16-520.223-79; 10 – трансформатор ТДТН-25000/110 ГОСТ 12965-93

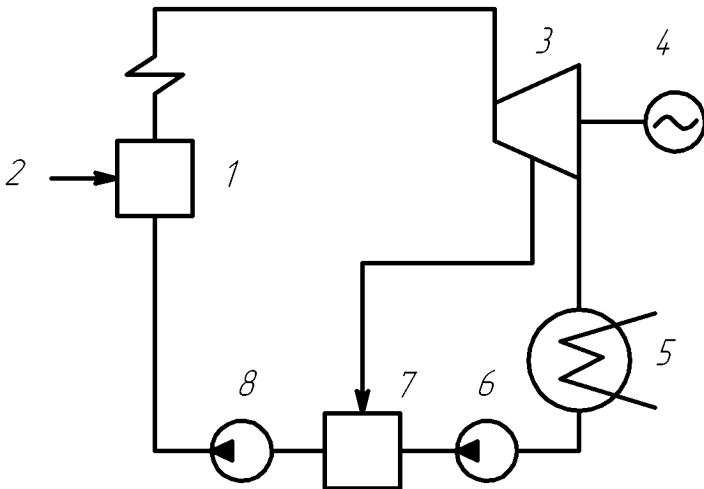
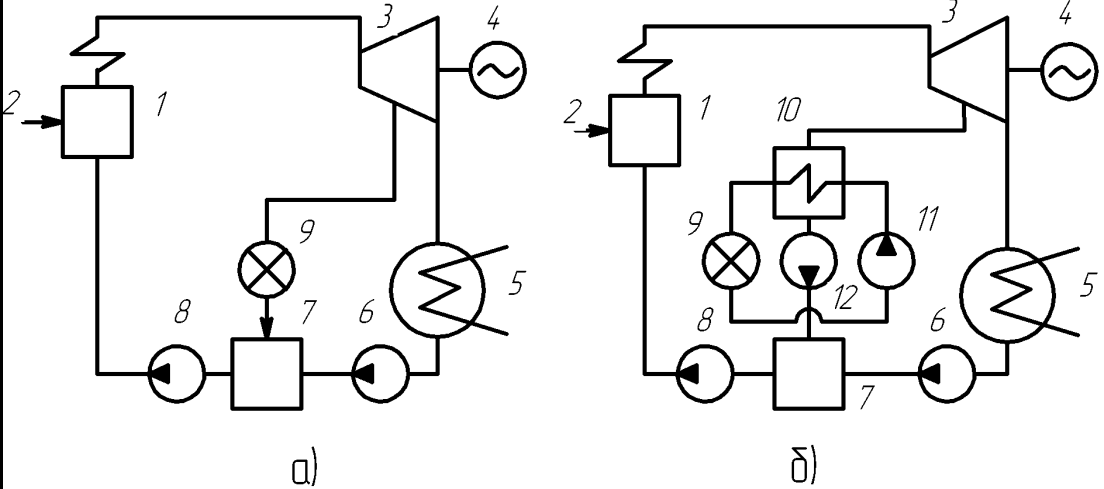
5.2. Выполнение тепловых схем

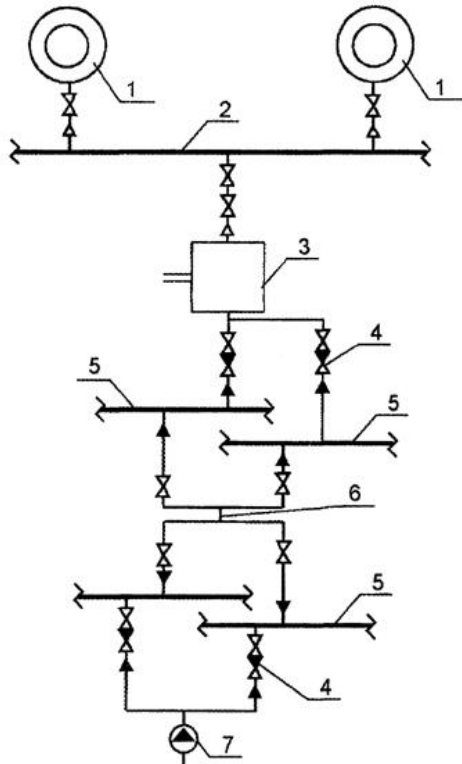
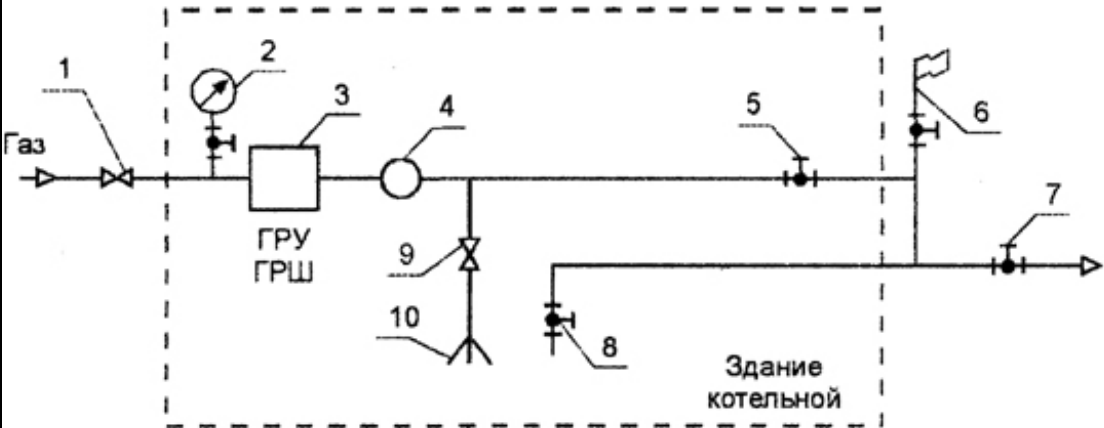
1. Оформить тепловую схему и перечень элементов к ней в соответствии с предложенным вариантом (табл. 5.2). При создании схемы следует руководствоваться положениями, изложенными в стандартах: ГОСТ 2.701-2008, ГОСТ 2.721-74, ГОСТ 2.782-68, ГОСТ 2.780-96, ГОСТ 2.781-96, ГОСТ 2.782-96, ГОСТ 2.784-96, ГОСТ 2.785-70, ГОСТ 2.789-74, ГОСТ 2.791-74, ГОСТ 21.403-80.

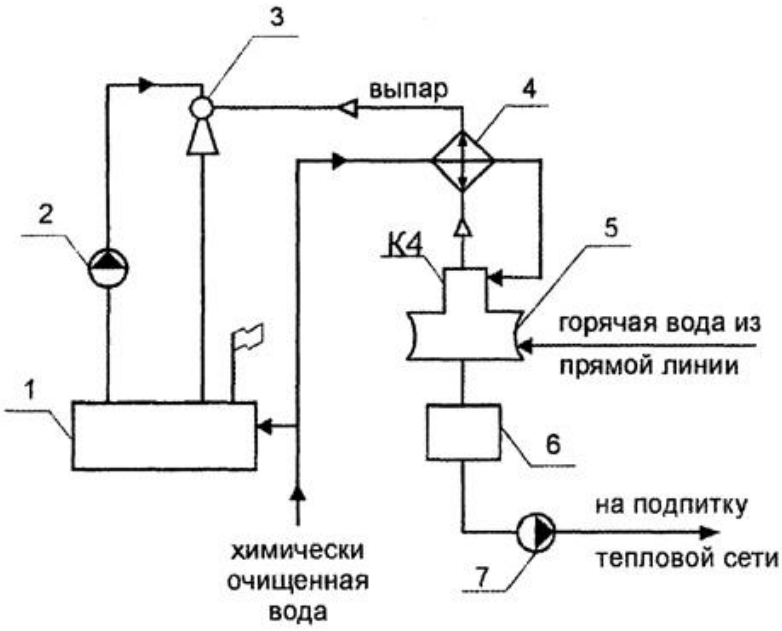
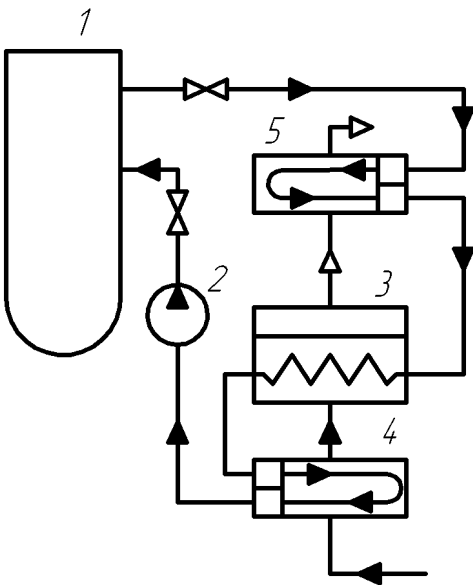
2. Изображение схемы выполнить на формате А4 или А3 с основной надписью по форме 1 ГОСТ 2.104-2006.

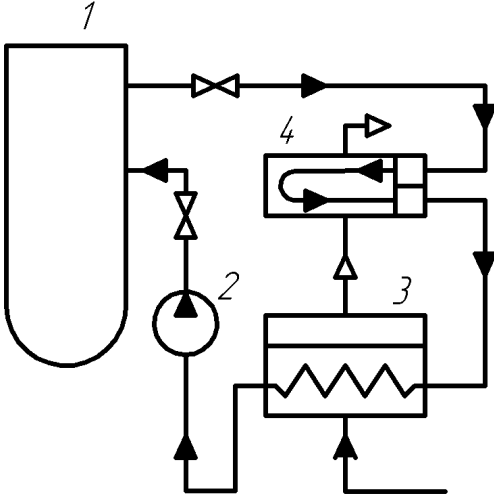
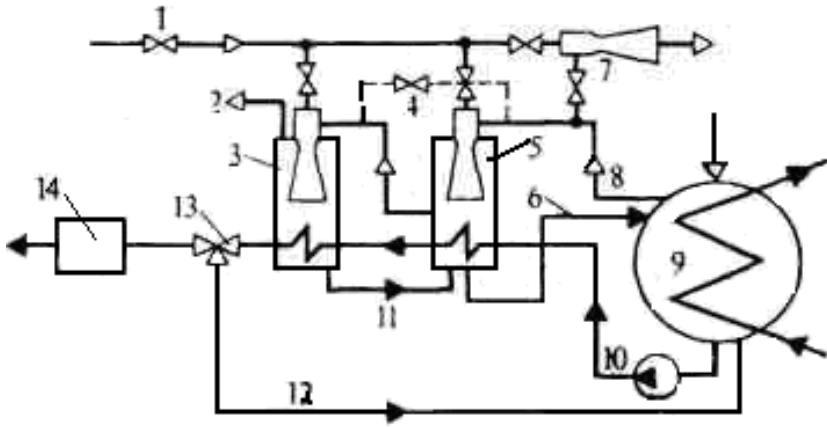
Таблица 5.2

Вариант	Задание
1	 Схема принципиальная паротурбинного энергетического блока: 1 – котел; 2, 3 – цилиндры высокого и низкого давления турбины; 4 – конденсатор; 5 – конденсатный насос; 6 – регенеративный подогреватель низкого давления; 7 – деаэратор; 8 – питательный насос; 9 – регенеративный подогреватель высокого давления
2	 Схема принципиальная парогазовой установки: 1 – компрессор; 2 – камера сгорания; 3 – топливо; 4 – газовая турбина; 5 – электрический генератор; 6 – паровая турбина; 7 – котел-утилизатор; 8 – конденсатор паровой турбины; 9 – конденсатный насос; 10 – регенеративный подогреватель в паровом цикле; 11 – питательный насос котла-утилизатора; 12 – дымовая труба

Вариант	Задание
3	 Принципиальная схема КЭС: 1 – котел (парогенератор); 2 – топливо; 3 – паровая турбина; 4 – электрический генератор; 5 – конденсатор отработавшего пара турбины; 6 – конденсатный насос; 7 – регенеративный подогреватель; 8 – питательный насос парового котла
4	 а) б) Принципиальная тепловая схема ТЭЦ: 1 – котел (парогенератор); 2 – топливо; 3 – паровая турбина; 4 – электрический генератор; 5 – конденсатор отработавшего пара турбины; 6 – конденсатный насос; 7 – регенеративный подогреватель (для варианта б – сборный бак конденсата); 8 – питательный насос парового котла; 9 – потребитель теплоты; 10 – подогреватель сетевой воды; 11 – сетевой насос; 12 – конденсатный насос сетевого подогревателя

Вариант	Задание
5	 Схема питательных трубопроводов: 1 – потребители пара; 2 – главный паропровод; 3 – паровой котел; 4 – обратный клапан; 5 – трубопровод питательной воды; 6 – перемычка; 7 – питательный насос
6	 Принципиальная схема газоснабжения котельной: 1 – отключающее устройство на вводе; 2 – манометр; 3 – газорегуляторная установка; 4 – расходомер; 5 – кран продувочного газопровода котельной; 6 – продувочный газопровод; 7 – кран штуцера отбора проб; 8 – кран продувочного газопровода котла; 9 – отключающее устройство котла; 10 – горелка котла

Вариант	Задание
7	 Схема включения вакуумного деаэратора: 1 – бак резервной воды; 2 – насос; 3 – водоструйный эжектор; 4 – охладитель выпара; 5 – вакуумный деаэратор; 6 – питательный бак деаэрированной воды; 7 – подпиточный насос
8	 Теплотехническая схема с пароперегревателем и водяным экономайзером (двухконтурные АЭС с ВВЭР): 1 – реактор; 2 – главный циркуляционный насос; 3 – испаритель; 4 – водяной экономайзер; 5 – пароперегреватель

Вариант	Задание
9	 Теплотехническая схема без водяного экономайзера с пароперегревателем (двухконтурные АЭС с ВВЭР): 1 – реактор; 2 – главный циркуляционный насос; 3 – испаритель; 4 – пароперегреватель
10	 Схема включения паровых эжекторов для отсоса газовойздушной смеси из конденсаторов: 1 – подвод рабочего пара; 2 – выпуск воздуха; 3 – вторая ступень основного эжектора; 4 – перемычка для возможности работы одной второй ступени при пуске турбины; 5 – первая ступень основного эжектора; 6 – отвод конденсата в паровой объем конденсатора; 7 – пусковой эжектор; 8 – отсос воздуха из конденсатора; 9 – конденсатор турбины; 10 – конденсатный насос; 11 – перепуск конденсата рабочего пара эжектора из холодильника второй ступени в холодильник первой ступени; 12 – трубопровод для рециркуляции конденсата турбины при ее пуске; 13 – клапан рециркуляции и поддержания уровня в конденсаторе; 14 – конденсатоочистка

Приложение 1

Обозначения условные графические в схемах.

Обозначения общего применения

(выдержки из ГОСТ 2.721-74)

Таблица П1.1

Обозначения направлений распространения тока, сигнала, информации и потока энергии

Наименование	Обозначение
1. Распространение тока, сигнала, информации и потока энергии:	
а) в одном направлении	
б) в обоих направлениях не одновременно	
в) в обоих направлениях одновременно	
1.1. Направление тока, сигнала, информации и потока энергии	
а) передача	
б) прием	
1.2. Распространение энергии в направлениях:	
а) от токоведущей шины	
б) к токоведущей шине	
в) в обоих направлениях	
2. Поток жидкости:	
а) в одном направлении (например, вправо)	
б) в обоих направлениях	
3. Поток газа (воздуха):	
а) в одном направлении (например, вправо)	
б) в обоих направлениях	
Примечания к пп. 2 и 3:	
Если необходимо уточнить рабочую среду в трубопроводах, то следует применять обозначения по ГОСТ 3464-63.	
При выполнении схем автоматизированным способом допускается вместо зачернения применять наклонную штриховку, например, поток жидкости	

Таблица П1.2

Обозначения направления движения

Наименование	Обозначение
1. Движение прямолинейное:	
а) одностороннее	
б) возвратное	
в) одностороннее с выстоем	
г) возвратное с выстоем	
д) одностороннее с ограничением	
Примечание. Если необходимо указать, что перемещение осуществляется на определенное расстояние, то значение расстояния следует проставлять над изображением стрелки, например, перемещение на 40 мм	
е) возвратно-поступательное	
2. Движение вращательное:	
а) одностороннее	
б) возвратное	
в) одностороннее с выстоем	
г) с ограничением движения в направлении вращения.	
Примечание. Если необходимо указать, что поворот осуществляется на определенный угол, то значение угла поворота следует проставлять над изображением стрелки, например, поворот осуществляется на угол 45°	

Таблица П1.3

Обозначения линий механической связи

Наименование	Обозначение
1. Линия механической связи в гидравлических и пневматических схемах	
2. Линия механической связи в электрических схемах	
Примечание. При небольшом расстоянии между элементами и их составными частями допускается применять следующее обозначение	
3. Разветвление линии механической связи в электрических схемах:	
а) под углом 90°	

Окончание табл. П1.3

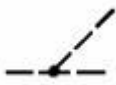
Наименование	Обозначение
б) под углом 45°	
4. Пересечение линий механической связи в электрических схемах:	
а) под углом 90°	
б) под углом 45°	

Таблица П1.4

Обозначение передачи движения

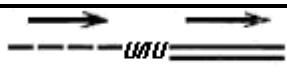
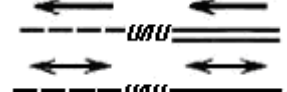
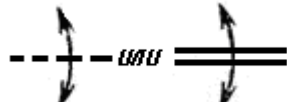
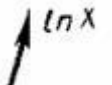
Наименование	Обозначение
1. Линия механической связи, передающей движение:	
а) прямолинейное одностороннее в направлении, указанном стрелкой	
б) прямолинейное возвратное	
в) прямолинейное с ограничением с одной стороны	
г) вращательное по часовой стрелке (наблюдатель слева)	
д) вращательное в обоих направлениях	
2. Линия механической связи со ступенчатым движением	

Таблица П1.5

Обозначение регулирования

Наименование	Обозначение
1. Регулирование воздействием органов управления:	
а) линейное	
б) нелинейное	

Продолжение табл. П1.5

Наименование	Обозначение
2. Регулирование автоматическое:	
а) линейное	
б) нелинейное	
Примечания: 1. При выполнении указания способа регулирования применяют следующие обозначения:	
а) регулирование ручкой, выведенной наружу	
б) регулирование инструментом; элемент регулирования (например, ось потенциометра) выведен наружу	
в) регулирование инструментом; элемент регулирования (например, ось потенциометра) находится внутри устройства	
г) при выполнении схем автоматизированным способом допускается вместо зачернения применять наклонную штриховку	
3. Около квалифицирующего символа допускается указывать уточняющие данные:	
а) регулирование при токе, равном нулю	
б) регулирование линейное при напряжении равном нулю	
в) функциональная зависимость регулирования, например, логарифмическая зависимость	
г) при изображении ступенчатого регулирования допускается указывать число ступеней, например, регулирование пятиступенчатое	
д) при необходимости указания направления движения органа регулирования, при котором происходит увеличение регулируемой величины, используют стрелку, например, регулирование ручкой, выведенной наружу	
4. Условное графическое обозначение, с которым применяется регулирование:	
а) конденсатор с подстроечным регулированием	

Окончание табл. П1.5

Наименование	Обозначение
б) усилитель с автоматическим регулированием усиления	
5. Функция преобразования, например, аналого-цифрового	X/Y A/D

Таблица П1.6

**Общие элементы условных графических обозначений,
линии для выделения и разделения частей схемы и для экранирования**

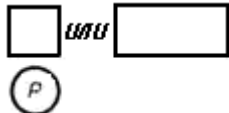
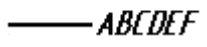
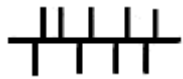
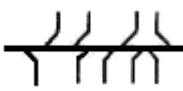
Наименование	Обозначение
1. Прибор, устройство	
2. Баллон (электровакуумного и ионного прибора), корпус (полупроводникового прибора)	
3. Линия для выделения устройств, функциональных групп, частей схемы	
4. Экранирование	
Примечания: При уточнении характера экранирования под изображением линии экранирования проставляют буквенные обозначения соответственно: а) электростатическое	
б) электромагнитное	
5. Экранирование группы элементов	
Примечание. Экранирование допускается изображать с любой конфигурацией контура	
6. Экранирование группы линий электрической связи	
7. Индикатор контрольной точки	

Таблица П1.7

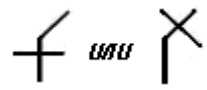
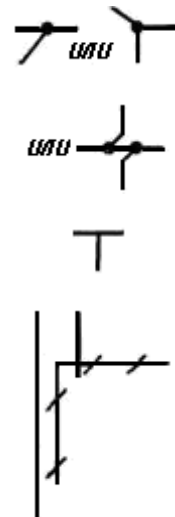
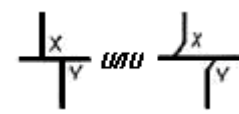
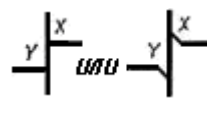
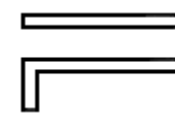
Обозначения электрических связей, проводов, кабелей и шин

Наименование	Обозначение
1. Линия электрической связи, провода, кабели, шины, линия групповой связи	
Примечания: 1. Допускается защитный проводник (РЕ) изображать тонкой штрихпунктирной линией.	

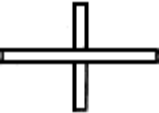
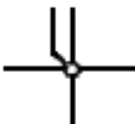
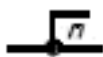
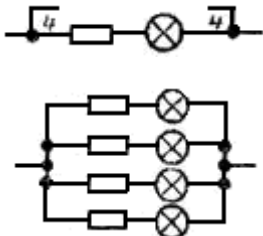
Продолжение табл. П1.7

Наименование	Обозначение
2. При необходимости для линий групповой связи применяются утолщенные линии. 3. При наличии текста к линии электрической связи, кабелю, шине или к линии групповой связи текст помещают: а) над линией б) в разрыве линии в) в начале или в конце линии	    
2. Графическое разветвление (слияние) линий электрической связи в линию групповой связи, разводка жил кабеля или проводов жгута. Примечания: 1. Расстояние между соседними линиями, отходящими в разные стороны, должно быть не менее 2 мм. 2. Для облегчения поиска отдельных линий связи можно указывать направление каждой линии при помощи излома под углом 45°, при этом: а) точка излома должна быть удалена от групповой линии связи не менее чем на 3 мм; б) наклонные участки соседних линий, изображенных по одну сторону от групповой линии связи, не должны пересекаться или иметь общие точки	 
3. Графическое разветвление (слияние) линий групповой связи	   
4. Графический излом линий электрической связи, линий групповой связи, провода, кабеля, шины:	
а) под углом 90°	
б) под углом 135°	

Продолжение табл. П1.7

Наименование	Обозначение
5. Пересечение линий электрической связи, линий групповой связи электрически не соединенных проводов, кабелей, шин, электрически не соединенных	
Линии должны пересекаться под углом 90° Примечание. Линия, имеющая излом под углом 135°, не должна пересекаться с другой линией в точке излома	
6. Линия электрической связи с ответвлениями: а) с одним	
б) с двумя	
Примечания: 1. Ответвления допускается изображать под углами, кратными 45° 2. Линию электрической связи с одним ответвлением допускается изображать без точки 3. Если при выполнении схем автоматизированным способом линии групповой связи выполняют неутолщенными, то для графического отделения этих линий от пересекающихся с ними или параллельных им линий электрической связи на линию групповой связи наносят наклонные штрихи.	
7. Линии электрической связи, графически сливаемые и расположенные	
а) вертикально	
б) горизонтально	
Примечание. На месте знаков X и Y должны быть указаны условные обозначения линий по ГОСТ 2.702-2011	
8. Обрыв линии электрической связи	
Примечание. На месте знака X указывают необходимые данные о продолжении линии на схеме	
9. Шина	

Продолжение табл. П1.7

Наименование	Обозначение
10. Ответвление шины	
11. Шины, графически пересекающиеся и электрически не соединенные	
12. Отводы (отпайки) от шины.	
Примечание п.п. 9–12. Изображение шин при помощи двойных линий применяется в тех случаях, когда необходимо графически отделить их от изображения линии электрической связи	
13. Группа проводов, подключенных к одной точке электрического соединения:	
а) два провода	
б) четыре провода	
в) более четырех проводов	
14. Линия электрической связи с ответвлением в несколько параллельных идентичных цепей. Внутри обозначения ответвления указывают общее количество параллельных цепей, включая изображенную цепь, например: Изображение соответствует изображению	 
15. Группа линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение, изображенная:	
а) однолинейно	

Окончание табл. П1.7

Наименование	Обозначение
б) многолинейно	
Примечания:	
1. В однолинейном изображении буква n заменяется числом, указывающим количество линий в группе, например группа линий электрической связи, состоящей из семи линий	
2. При многолинейном изображении группы для облегчения поиска линий допускается разбивать группу линий на подгруппы при помощи интервалов. При этом в каждой подгруппе должно быть одинаковое количество линий; крайняя подгруппа может содержать меньшее количество линий	
В однолинейном изображении группы линий электрической связи, состоящей из 2–4 линий, допускается изображать:	
а) группу из двух линий	
б) группу из трех линий	
в) группу из четырех линий	
Переход группы линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение, от многолинейного изображения к однолинейному (например, восемь линий)	
Группа линий электрической связи, имеющих общее функциональное назначение, каждая из которых имеет ответвление	

Таблица П1.8

Обозначения рода тока и напряжения

Наименование	Обозначение
1. Постоянный ток, основное обозначение	
Примечание. Если невозможно использовать основное обозначение, то используют следующее обозначение.	
2. Полярность постоянного тока:	
а) положительная	+
б) отрицательная	-
3. Переменный ток, основное обозначение	
Примечание. Допускается справа от обозначения переменного тока указывать величину частоты, например	
а) переменного тока частотой 10 кГц	
б) переменного тока в диапазоне частот от 100 до 600 кГц	
4. Постоянный и переменный ток	
5. Пульсирующий ток	

Приложение 2

Таблица П2.1

**Буквенные коды, определяющие вид электрических элементов
(выдержки из ГОСТ 2.710-81)**

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры электрических приборов	Двух-буквенный Код
<i>A</i>	Устройство (общее обозначение)		
<i>B</i>	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) или наоборот, аналоговые или многозарядные преобразователи или датчики для указания или измерения	Громкоговоритель	<i>BA</i>
		Магнитострикционный элемент	<i>BB</i>
		Детектор ионизирующих излучений	<i>BD</i>
		Сельсин-приёмник	<i>BE</i>
		Телефон (капсюль)	<i>BF</i>
		Сельсин-датчик	<i>BC</i>
		Тепловой датчик	<i>BR</i>
		Фотоэлемент	<i>BL</i>
		Микрофон	<i>BV</i>
		Датчик давления	<i>BP</i>
		Пьезоэлемент	<i>BQ</i>
		Датчик частоты вращения (тахогенератор)	<i>BR</i>
		Звукосниматель	<i>BS</i>
		Датчик скорости	<i>BV</i>
<i>C</i>	Конденсаторы	Силовая батарея конденсаторов	<i>CB</i>
<i>D</i>	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая	<i>DA</i>
		Схема интегральная цифровая, логический элемент	<i>DD</i>
		Устройство хранения информации	<i>DS</i>
		Устройство задержки	<i>DT</i>
<i>E</i>	Элементы разные	Нагревательный элемент	<i>EK</i>
		Лампа осветительная	<i>EL</i>
		Пиропатрон	<i>ET</i>
<i>F</i>	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия	<i>FA</i>
		Дискретный элемент защиты по току инерционного действия	<i>FP</i>
		Предохранитель плавкий	<i>FU</i>
		Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	<i>FV</i>
<i>G</i>	Генераторы, источники питания	Батарея	<i>GB</i>
		Синхронный компенсатор	<i>GC</i>

Продолжение табл. П2.1

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры электрических приборов	Двух-буквенный Код
<i>H</i>	Устройства индикационные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации	<i>HA</i>
		Индикатор символьный	<i>HG</i>
		Прибор световой сигнализации	<i>HL</i>
<i>K</i>	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое	<i>KA</i>
		Реле указательное	<i>KN</i>
		Реле электротепловое	<i>KK</i>
		Реле напряжения	<i>KV</i>
		Контактор, магнитный пускатель	<i>KM</i>
		Реле частоты	<i>KF</i>
		Реле времени	<i>KT</i>
		Реле промежуточное	<i>KL</i>
<i>L</i>	Катушка индуктивности, дроссели	Дроссели люминесцентного освещения	<i>LL</i>
		Реакторы	<i>LR</i>
<i>M</i>	Двигатели		
<i>P</i>	Приборы, измерительное оборудование Примечание. Сочетание PE применять не допускается	Амперметр	<i>PA</i>
		Счётчик импульсов	<i>PC</i>
		Частотометр	<i>PF</i>
		Счётчик активной энергии	<i>PI</i>
		Счётчик реактивной энергии	<i>PK</i>
		Омметр	<i>PR</i>
		Регистрирующий прибор	<i>PS</i>
		Часы, измеритель времени действия	<i>PT</i>
		Вольтметр	<i>PV</i>
		Ваттметр	<i>PW</i>
<i>Q</i>	Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание оборудования и т.д.)	Выключатель автоматический	<i>QF</i>
		Выключатель нагрузки	<i>QW</i>
		Выключатель секционный	<i>QK</i>
		Выключатель шиносоединительный	<i>QA</i>
		Разъединитель	<i>QS</i>
		Короткозамыкатель	<i>QN</i>
		Отделитель	<i>QR</i>
		Рубильник	<i>QS</i>
<i>R</i>	Резисторы	Терморезистор	<i>RK</i>
		Потенциометр	<i>RP</i>
		Шунт измерительный	<i>RS</i>
		Варистор	<i>RU</i>
<i>S</i>	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительные	Выключатель или переключатель	<i>SA</i>
		Выключатель кнопочный	<i>SB</i>
		Выключатель автоматический	<i>SF</i>

Окончание табл. П2.1

Первая буква кода	Группа видов элементов	Примеры электрических приборов	Двух буквенный Код
S	Примечание. Обозначение SF применяют для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей	Выключатели, срабатывающие от различных воздействий:	
		от уровня	SL
		от давления	SP
		от положения (путевой)	SQ
		от частоты вращения	SR
		от температуры	SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока	TA
		Электромагнитный стабилизатор	TS
		Трансформатор напряжения	TV
U	Устройства связи Преобразователи электрических величин	Модулятор	UB
		Демодулятор	UR
		Преобразователь частотный.	UF
		Выпрямитель	UD
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Диод, стабилитрон	VD
		Прибор электровакуумный	VL
		Транзистор	VT
		Тиристор	VS
W	Линия и элементы СВЧ	Линия электропередачи	W
		Ответвитель	WE
		Короткозамыкатель	WK
		Вентиль	WS
	Антенны	Трансформатор, фазовращатель	WT
		Аттенюатор	WU
		Антенна	WA
X	Соединения контактные	Токосъёмник, контакт скользящий	XA
		Штырь	XP
		Гнездо	XS
		Соединение разборное	XT
		Соединитель высокочастотный	XW
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Муфта с электромагнитным приводом	YC

Таблица П2.2

Обозначения условные графические в схемах.
Приборы электроизмерительные
(выдержки из ГОСТ 2.729-68)

Наименование	Обозначение
1. Прибор электроизмерительный	
показывающий	
регистрирующий	
интегрирующий (например, счётчик электрической энергии)	
Примечания: 1. При необходимости изображения нестандартных электроизмерительных приборов следует использовать сочетания соответствующих основных обозначений, например, комбинированный прибор (показывающий и регистрирующий). 2. Для указания назначения электроизмерительного прибора в его обозначение вписывают условные графические обозначения, установленные ЕСКД, а также буквенные обозначения единиц измерения или измеряемых единиц, которые помещают внутри графического обозначения электроизмерительного прибора	
а) амперметр	A
б) вольтметр	V
в) вольтметр дифференциальный	ΔV
г) вольтамперметр	VA
д) ваттметр	W
е) ваттметр суммирующий	ΣW
ж) варметр	Var
з) микроамперметр	μA
и) миллиамперметр	mA
к) милливольтметр	mV
л) омметр	Ω
м) мегомметр	M Ω
н) частотомер	Hz
фазометр:	
о) измеряющий сдвиг фаз	φ
п) измеряющий коэффициент мощности	cos φ
р) счётчик ампер-часов	Ah
с) счётчик ватт-часов	Wh
т) счётчик вольт-ампер-часов реактивный	Varh
у) термометр, пирометр	t [°]
ф) индикатор полярности	±

Окончание табл. П2.2

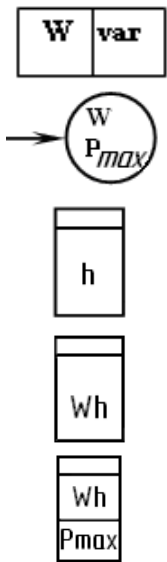
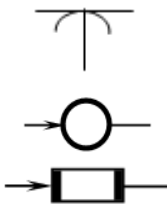
Наименование	Обозначение
Примечание. В обозначения электроизмерительных приборов допускается вписывать необходимые данные согласно действующим стандартам на электроизмерительные приборы. Например: самопишущий комбинированный ваттметр и варметр индикатор максимальной активной мощности, имеющий связь с ваттметром счётчик времени счётчик ватт-часов, измеряющий энергию, передаваемую в одном направлении счётчик ватт-часов с регистрацией максимальной активной мощности	
2. Токосъёмник:	
троллейный кольцевой Примечание. Допускается использовать следующее обозначение	

Таблица П2.3

Обозначения условные графические в схемах.
Резисторы, конденсаторы, токосъёмники.
Источники электромеханические
(выдержки из ГОСТ 2.728-74, 2.726-68, 2.732-68)

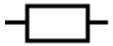
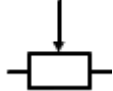
Наименование	Обозначение
Резистор постоянный	
Резистор переменный	
Примечания. Стрелкой обозначается подвижный контакт. Неиспользованный вывод допускается не изображать	
Конденсатор постоянной мощности	
Примечание. Для указания поляризованного конденсатора используют обозначение	

Таблица П2.4

**Обозначения условные графические в схемах.
Примеры УГО элементов цифровой техники
(выдержки из ГОСТ 2.743-91)**

Наименование	Обозначение
Элемент «НЕТ»	
Элемент 3И-НЕ качество рисунка	
Элемент 3ИЛИ-НЕТ	
Комбинированный элемент 2И-ИЛИ с инвертированным выходом	
Элемент 4И-НЕТ с открытым коллектором на выходе	
Расширитель	
Элемент проверки четности или нечетности	
Инвертирующий усилитель с порогом Шмитта	
Триггер Шмита с логическим элементом 4И на входе	

Окончание табл. П2.4

Наименование	Обозначение
Преобразователь двоично-десятичного кода в десятичный	
Преобразователь с трех линий на восемь	
Преобразователь двоичного кода в двоично-десятичный	
Мультиплексор на 8 входов	
Электронный коммутатор	

Таблица П2.5

Обозначения условные графические в схемах.
Примеры УГО элементов аналоговой техники
(выдержки из ГОСТ 2.759-82)

Наименование	Обозначение
Усилитель инвертирующий (инвертор) с коэффициентом усиления 1	

Окончание табл. П2.5

Наименование	Обозначение
Усилитель суммирующий	
Усилитель интегрирующий	
Усилитель дифференцирующий	
Перемножитель с коэффициентом передачи	
Делитель	
Усилитель логарифмирующий	
Преобразователь сигналов, общее обозначение	
Преобразователь полярных координат в прямоугольные	

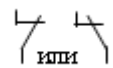
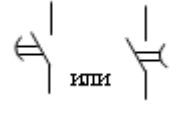
Таблица П2.6

**Обозначения условные графические в схемах. Примеры УГО
катушек индуктивности, дросселей, трансформаторов,
автотрансформаторов и магнитных усилителей
(выдержки из ГОСТ 2.723-68)**

Наименование	Обозначение	
	Форма I	Форма II
Обмотка трансформатора, автотрансформатора, дросселя и магнитного усилителя. Примечания: Количество полуокружностей в изображении обмотки и направление выводов не устанавливаются. При изображении магнитных усилителей, трансдукторов разнесенным способом используют следующие обозначения:		
а) рабочая обмотка		
б) управляющая обмотка		
в) магнитопровод		
Для указания начала обмотки используют точку		
Магнитопровод: а) ферромагнитный		
Примечания: Для немагнитного магнитопровода указывают химический символ металла, например, магнитопровод медный посмотреть в стандарте одно или несколько примечаний Магнитопровод ферритовый (изображают толстой линией)	 	
б) ферромагнитный с воздушным зазором		
в) магнитодиэлектрический		
Примечание. Количество штрихов в обозначении магнитопровода не устанавливается		
г) Исключен. (Изм. № 1)		
Характер кривой намагничивания отражают при помощи следующих знаков: а) прямоугольная петля гистерезиса б) непрямоугольная петля гистерезиса		
Первичная обмотка трансформатора тока		
Обмотка запоминающего трансформатора		

Таблица П2.7

**Обозначения условные графические в электрических схемах.
Примеры УГО коммутационных и контактных соединений
(выдержки из ГОСТ 2.755-87)**

Наименование	Обозначение
Контакты коммутационного устройства	
замыкающий	
размыкающий	
переключающий	
переключающий с нейтральным центральным положением	
замыкающий дугогасительный	
размыкающий дугогасительный	
замыкающий с автоматическим срабатыванием	
Контакт:	
выключателя	
разъединителя	
выключателя-разъединителя	
контакт концевого выключателя: замыкающий	
размыкающий	
Контакт, замыкающий с замедлением, действующим:	
при сбрасывании	

Окончание табл. П2.7

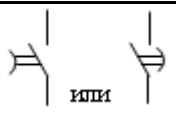
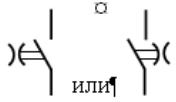
Наименование	Обозначение
при возврате	
при срабатывании и возврате	

Таблица П2.8

**Условные графические обозначения в схемах.
Примеры УГО разрядников, предохранителей**
(выдержки из ГОСТ 2.727-68)

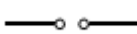
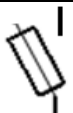
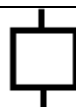
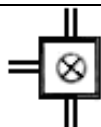
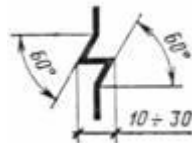
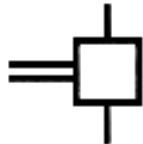
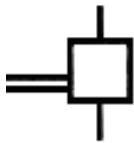
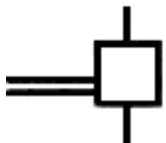
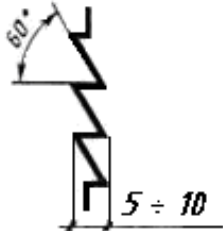
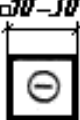
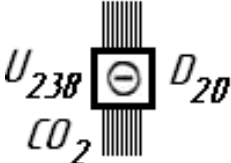
Наименование	Обозначение
Искровой промежуток:	
двухэлектродный, общее обозначение	
трёхэлектродный	
Разрядник, общее обозначение	
Примечание. Если необходимо уточнить тип разрядника, то применяют следующие обозначения:	
разрядник вентильный и магнитовентильный	
разрядник шаровой	
Предохранитель пробивной	
Предохранитель плавкий, общее обозначение	
Примечание. Допускается в обозначении предохранителя указывать утолщённой линией сторону, которая остаётся под напряжением	
Выключатель-предохранитель	
Разъединитель-предохранитель	
Выключатель-разъединитель (с плавким предохранителем)	

Таблица П2.9

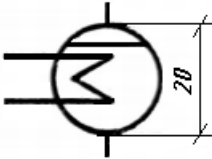
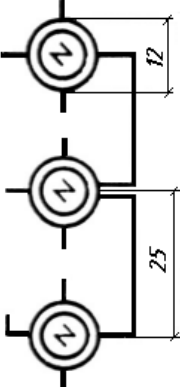
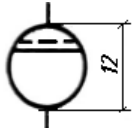
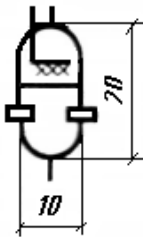
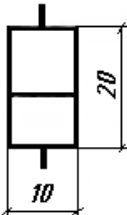
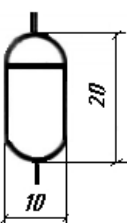
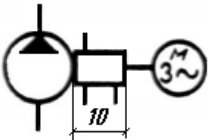
**Условные графические обозначения в схемах.
Примеры УГО энергетического оборудования
(выдержки из ГОСТ 21.403-80)**

Наименование	Обозначение
Котел, камера сгорания газотурбинной установки (общее обозначение)	
Котел паровой	
Котел водяной (бойлер)	
Камера сгорания газотурбинной установки, на- пример, для производства горячего газа	
Пароперегреватель	
Котел с пароперегревателем	
Котел на твердом топливе с пароперегревателем	
Котел на газообразном топливе	
Котел на жидком топливе	
Котел на горючих отходах	

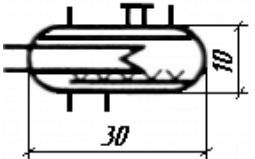
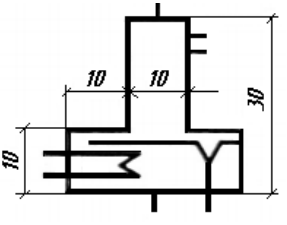
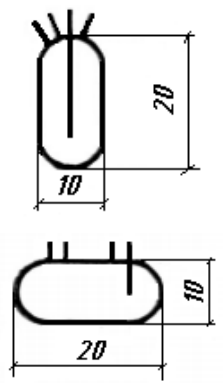
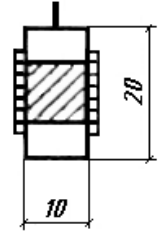
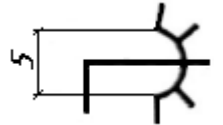
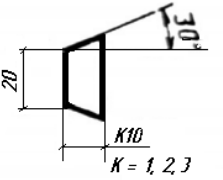
Продолжение табл. П2.9

Наименование	Обозначение
Котел с электронагревом	
Экономайзер	
Реактор ядерный (общее обозначение) Примечания: Ядерное топливо обозначают символом с указанием концентрации в процентах, который помещают слева от обозначения, например, 3 % U_{235}	 U_{235} 
Замедлитель обозначают символом, который помещают справа от обозначения, например, графит	
Реактор с обозначением числа петель (например, трехпетельный)	
Реактор с зоной воспроизводства	
Реактор, охлаждаемый водой под давлением	
Реактор, охлаждаемый кипящей водой	
Реактор трехпетельный на природном уране (U_{238}) с тяжелой водой (D_{20}), в качестве замедлителя охлаждаемый газом (CO_2)	

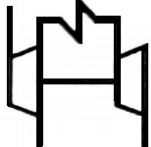
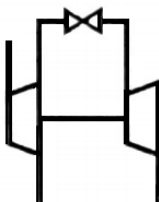
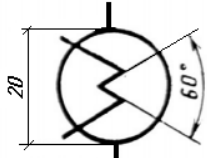
Продолжение табл. П2.9

Наименование	Обозначение
Парогенератор реактора ВВЭР	
Парогенератор модульный реактора БН	
Сепаратор реактора РБМК	
Компенсатор давления теплоносителя ядерного реактора (паровой)	
Компенсатор давления теплоносителя ядерного реактора (газовый)	
Гидроемкость	
Насос ГЦН	

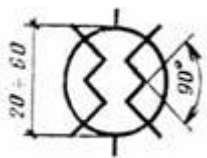
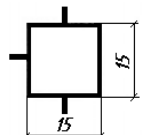
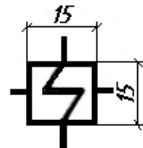
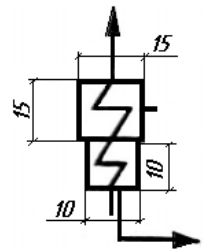
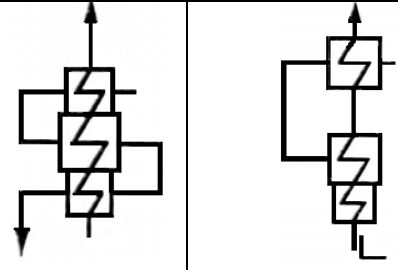
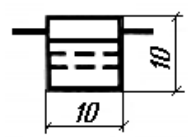
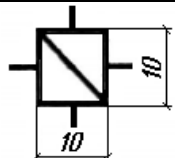
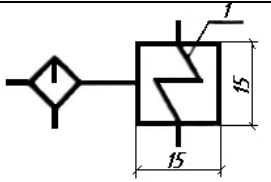
Продолжение табл. П2.9

Наименование	Обозначение
Барботер	
Деаэратор I контура	
Монжюс	
Аппарат контактный	
Спринклер	
Турбина (общее обозначение)	
Турбина паровая. Цилиндр турбины однопоточный	

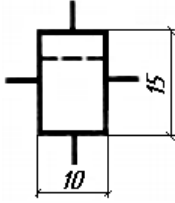
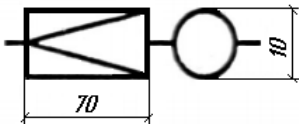
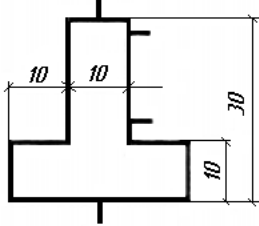
Продолжение табл. П2.9

Наименование	Обозначение
Турбина паровая с нерегулируемым отбором пара	
Турбина паровая с промежуточным перегревом	
Турбина паровая с одним регулируемым отбором пара	
Турбина паровая двухпоточная Цилиндр турбины двухпоточный	
Турбина газовая, например, на горячем газе	
Турбина воздушная	
Турбина гидравлическая	
Конденсатор поверхностный	

Продолжение табл. П2.9

Наименование	Обозначение
Конденсатор поверхностный двухпоточный	
Теплообменник смешивающий	
Подогреватель поверхностный (общее обозначение)	
Подогреватель с поверхностью нагрева для переохлаждения конденсата	
Подогреватель с поверхностью нагрева парохладителя и переохладителя конденсата	
Сепаратосборник	
Испаритель турбоустановки	
Сепаратор-пароперегреватель промежуточный (СПП) одноступенчатый* *Если сепаратор многоступенчатый, поз. 1 повторяют в зависимости от числа ступеней	

Окончание табл. П2.9

Наименование	Обозначение
Колонка разделительная (сепаратор-расширитель)	
Редукционно-охладительная установка (РОУ)	
Деаэратор (рабочее давление деаэратора предоставляется в контурах бака)	
Потребитель тепла	

УГО вспомогательного оборудования и водоподготовки, представленные в ГОСТ 21.403-80, в Приложении не приводятся.

Таблица П2.10

Условные графические обозначения в схемах.
Примеры УГО гидравлических и пневматических элементов
(выдержки из ГОСТ 2.780-96)

Наименование	Обозначение
Бак под атмосферным давлением	
Бак с внутренним давлением выше атмосферного	
Бак с внутренним давлением ниже атмосферного	
Аккумулятор пневматический (баллон, воздухосборник), изображается только вертикально	
Аккумулятор гидравлический	
Аккумулятор пневмогидравлический	

Окончание табл. П2.10

Наименование	Обозначение
Фильтр для жидкости или воздуха	
Фильтр-влагоотделитель с ручным спуском конденсата	
Влаго- или маслоотделитель	
Сепаратор (водоотделитель)	
Конденсатоотводчик (конденсационный горшок)	
Увлажнитель	
Осушитель воздуха (химическим способом)	
Аппарат теплообменный (нагреватель)	
Аппарат теплообменный (охладитель)	
Аппарат теплообменный (охладитель и нагреватель)	
Горловина заливная (заправочный штуцер)	

Таблица П2.11

**Условные графические обозначения гидравлических
и пневматических аппаратов, устройств управления
и контрольно-измерительных приборов**
(выдержки из ГОСТ 2.781-96)

Наименование	Обозначение
Клапан обратный	
Дроссель	
Указатель давления	
Манометр дифференциальный	

Окончание табл. П2.11

Наименование	Обозначение
Термометр	
Указатель уровня жидкости (изображается только вертикально)	
Указатель расхода	
Расходомер	
Тахометр	

Таблица П2.12

**Условные графические обозначения
гидравлических и пневматических насосов и двигателей
(выдержки из ГОСТ 2.782-74)**

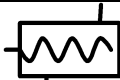
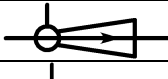
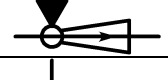
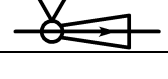
Наименование	Обозначение
Насосы	
Ручной	
Шестеренный	
Винтовой	
Ротационный лопастной	
Лопастной центробежный	
Радиально поршневой	
Струйный (инжектор, эжектор)	
Водоструйный	
Пароструйный	
Вентиляторы	
Центробежный	
Осевой	

Таблица П2.13

**Условные графические обозначения
элементов трубопроводов
(выдержки из ГОСТ 2.784-74)**

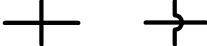
Наименование	Обозначение
Трубопровод всасывания, напора, слива	
Соединение трубопроводов	
Пересечение трубопроводов (без соединения)	
Сифоны (гидрозатвор)	
Компенсатор	
Соединение трубопроводов разъемное	
Общее назначение	
Фланцевое	
Штуцерное резьбовое	
Муфтовое резьбовое	
Муфтовое эластичное	
Конец трубопровода под разъемное соединение	
Общее назначение	
Фланцевое	
Штуцерное резьбовое	
Муфтовое резьбовое	
Муфтовое эластичное	
Опоры трубопроводов	
Неподвижная	
Подвижная	
Направляющая	

Таблица П2.14

Условные графические обозначения трубопроводной арматуры
(выдержки из ГОСТ 2.785-96)

Наименование	Обозначение
Вентиль (клапан) запорный проходной	
Вентиль запорный угловой	
Вентиль трехходовой	
Вентиль (клапан) регулирующий проходной	
Вентиль (клапан) регулирующий угловой	
Клапан обратный (невозвратный) проходной, (движение среды от белого треугольника к черному)	
Клапан обратный (невозвратный) угловой	
Клапан предохранительный	
Клапан дроссельный	
Клапан редукционный (вершина треугольника направлена в сторону повышения давления)	
Клапан воздушный автоматический	
Задвижка	
Кран проходной	
Кран угловой	
Кран концевой	
Смеситель	

Таблица П2.15

Буквенные позиционные обозначения основных элементов
гидравлических и пневматических схем
(выдержки из ГОСТ 2.704-76)

Наименование	Буквенные позиционные обозначения
Устройство (общее назначение)	У
Гидроаккумулятор (пнеумоаккумулятор)	АК
Аппарат теплообменный	АТ
Гидробак	Б
Влагоотделитель	ВД
Вентиль	ВН
Гидровытеснитель	ВТ
Пневмоглушитель	Г

Окончание табл. П2.15

Наименование	Буквенные позиционные обозначения
Гидродвигатель (пневмодвигатель) поворотный	Д
Делитель потока	ДП
Гидродроссель (пневмодроссель)	ДР
Гидрозамок (пневмозамок)	ЗМ
Гидроклапан (пневмоклапан)	К
Гидроклапан (пневмоклапан) выдержки времени	КВ
Гидроклапан (пневмоклапан) давления	КД
Гидроклапан (пневмоклапан) обратный	КО
Гидроклапан (пневмоклапан) предохранительный	КП
Гидроклапан (пневмоклапан) редуционный	КР
Компрессор	КМ
Гидромотор (пневмомотор)	М
Манометр	МН
Гидродинамическая передача	МП
Маслораспылитель	МР
Масленка	МС
Гидродинамическая муфта	МФ
Насос	Н
Насос аксиально-поршневой	НА
Насос-мотор	НМ
Насос пластинчатый	НП
Насос радиально-поршневой	НР
Пневмогидропреобразователь	ПГ
Гидропреобразователь	ПР
Гидрораспределитель (пневмораспределитель)	Р
Реле давления	РД
Гидроаппарат (пневмоаппарат) золотниковый	РЗ
Гидроаппарат (пневмоаппарат) клапанный	РК
Регулятор потока	РП
Ресивер	РС
Сепаратор	С
Сумматор потока	СП
Термометр	Т
Гидродинамический трансформатор	ТР
Устройство воздухоспускное	УВ
Гидроусилитель	УС
Фильтр	Ф
Гидроцилиндр (пневмоцилиндр)	Ц

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 2.102-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. – М.: Стандартиформ, 2007.
2. ГОСТ 2.701-2008. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Стандартиформ, 2009.
3. ГОСТ 2.051-2006. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения. – М.: Стандартиформ, 2013.
4. ГОСТ 2.201-80. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов. Издание официальное. Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Изд-во стандартов, 1988.
5. ГОСТ 2.301-68*. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система конструкторской документации. Форматы. – М. ИПК Изд-во стандартов, 2001
6. ГОСТ 2.004-88. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – М.: Стандартиформ, 2007.
7. ГОСТ 2.104-2006. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. – М.: Стандартиформ, 2006.
8. ГОСТ 2.721-74. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – М.: Стандартиформ, 2008.
9. ГОСТ 2.303-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Линии. – М.: Стандартиформ, 2007.
10. ГОСТ 2.702-2011. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем. – М.: Стандартиформ, 2011.
11. ГОСТ 2.722-68. Государственный стандарт Союза ССР. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.
12. ГОСТ 2.723-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схе-

мах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители. – М.: ИПК Изд-во стандартов 2002.

13. ГОСТ 2.725-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Устройства коммутирующие. – М.: Стандартиформ, 2010.

14. ГОСТ 2.726-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Токоъемники. – М.: Стандартиформ, 2002.

15. ГОСТ 2.727-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители. – М.: Стандартиформ, 2002.

16. ГОСТ 2.728-74. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы. – М.: Стандартиформ, 2002.

17. ГОСТ 2.729-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные. – М.: Стандартиформ, 2002.

18. ГОСТ 2.730-73. Государственный стандарт союза ССР. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2002.

19. ГОСТ 2.743-91. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 1994.

20. ГОСТ 2.747-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2001.

21. ГОСТ 2.759-82. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 1998.

22. ГОСТ 2.767-89. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Реле защиты. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2004.

23. ГОСТ 2.755-87. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Устройства коммутационные и контактные соединения. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 1998.

24. ГОСТ 2.710-81. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах. – М.: Стандартиформ, 2007.

25. Александров К.К. Электротехнические чертежи и схемы / К.К. Александров, Е.Г. Кузьмина. – Второе изд. испр. и доп. – М.: издание МЭИ, 2004. – 297 с.: ил.

26. ГОСТ 2.709-89. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2002.

27. ГОСТ 2.708-81. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем цифровой вычислительной техники. – М.: Стандартиформ, 2008.

28. ГОСТ 2.705-70 П. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2004.

29. ГОСТ Р МЭК 60204-1-2007. Национальный стандарт Российской Федерации. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Часть 1. – М.: Стандартиформ, 2008.

30. ГОСТ 2.780-96. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды. Емкости гидравлические и пневматические. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, переиздание 2004.

31. ГОСТ 2.782-96. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические. – М.: ИПК. Изд-во стандартов, 2002.

32. ГОСТ 2.784-96. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, переиздание 2005.

33. ГОСТ 2.785-70. Государственный стандарт союза ССР. Единая система конструкторской документации. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная. – М., переиздание 1998.

34. ГОСТ 2.789-74. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Аппараты теплообменные. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Минск, переиздание 2004.

35. ГОСТ 21.403-80 СПДС. Государственный стандарт союза ССР. Система проектной документации для строительства. Обозначения условные

графические в схемах. Оборудование энергетическое. Государственный комитет по делам строительства. – М.

36. ГОСТ 2.791-74 Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Отстойники и фильтры. Переиздание 2002

37. Методические указания по курсу «Инженерная графика». Выполнение тепловых схем энергетических установок / И.В. Гордеев и др. – М.: Изд-во МЭИ, 1992. – 32 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	5
1.1. Термины и определения	5
1.2. Виды и типы схем	5
2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ СХЕМ	9
2.1. Построение схемы	9
2.1.1. Форматы. Основная надпись	9
2.1.2. Графические обозначения	10
2.1.3. Линии взаимосвязи	12
2.1.4. Текстовая информация на схемах	14
2.1.5. Перечень элементов	16
2.1.6. Условности и упрощения на схемах	18
3. ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СХЕМ	21
3.1. Электрические схемы	21
3.1.1. Особенности выполнения электрических схем	22
3.1.2. Упрощения при изображении электрических схем	26
3.1.3. Правила выполнения электрических принципиальных схем	27
3.1.4. Схемы цифровой и аналоговой техники	30
3.1.5. Схемы электрических обмоток и изделий с обмотками	34
3.2. Схемы тепловые энергетических установок	36
4. ВЫПОЛНЕНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ	41
5. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ	52
5.1. Выполнение электрических схем	52
5.2. Выполнение тепловых схем	56
Приложение 1	62
Приложение 2	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	94

Учебное издание

**Смирнова Любовь Александровна,
Мусин Дамир Талгатович,
Сосков Владимир Николаевич**

ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ СХЕМ

Учебное пособие

Кафедра инженерной графики КГЭУ

Редактор издательского отдела *Н.А. Артамонова*
Компьютерная верстка *Н.А. Артамоновой*

Подписано в печать 07.04.14.

Формат 60×84/8. Бумага «Business». Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. 11,6. Уч.-изд. л. 12,9. Тираж 500 экз. Заказ № 4753.

Редакционно-издательский отдел КГЭУ, 420066, Казань, Красносельская, 51