

# ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

# ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

**Принципиальные электрические схемы** определяют полный состав приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, защиты измерения и сигнализации. Принципиальные схемы служат основанием для разработки других документов проекта: монтажных таблиц щитов и пультов, схем внешних соединений и др.

При разработке систем автоматизации технологических процессов **принципиальные электрические схемы** обычно выполняют схему управления задвижкой, схему автоматического и дистанционного управления насосом, схему сигнализации уровня в резервуаре и т. п.

Используя эти схемы, составляют в случае необходимости принципиальные электрические схемы, охватывающие целый комплекс отдельных элементов.

Любая схема представляет собой определенным образом составленное сочетание отдельных, электрических цепей и функциональных узлов, выполняющих ряд стандартных операций:

- **передачу** командных сигналов от органов управления или измерения к исполнительным органам;

- **усиление** или **размножение** командных сигналов, их **сравнение**, **превращение** кратковременных сигналов в длительные и, наоборот;
- **блокировку** сигналов и т. п.

К элементарным цепям могут быть отнесены **типовые схемы включения измерительных приборов различного назначения.**

**Разработка принципиальных электрических схем** требует применения элементарных электрических цепей и типовых функциональных узлов, компоновки их в единую схему и удовлетворения предъявляемых к схемам требований, а также упрощения и минимизации схем.

Каждая схема должна обеспечивать **высокую надежность, простоту и экономичность, четкость действий при аварийных режимах, удобство оперативной работы, эксплуатации, четкость оформления.**

**Надежность.** Под надежностью схемы понимают ее способность безотказно выполнять свои функции в течение определенного интервала времени в заданных режимах работы.

**Простота и экономичность** проектируемых схем обеспечивается применением стандартной, наиболее дешевой аппаратуры и типовых (нормализованных) узлов;

сокращением до минимума числа элементов в схеме и ограничением их номенклатуры;

применением систем электропривода производственных механизмов, обеспечивающих высокие энергетические показатели в установившихся и переходных режимах работы, и т. п.

**Четкость действия схемы при аварийных режимах.**  
Принципиальная электрическая схема в системах автоматизации технологических процессов должна быть построена так, чтобы при возникновении аварийных режимов, вызванных неисправностями в цепях управления,

обеспечивалась безопасность обслуживающего персонала и предотвращалось дальнейшее развитие аварии, приводящее к повреждению механического или электрического оборудования и браку продукции.

**Удобство оперативной работы.** Принципиальная электрическая схема должна обеспечивать оптимальные условия для работы оперативного персонала. Это требование предусматривает упрощение операций, производимых обслуживающим персоналом при управлении; сокращение числа органов управления; возможность быстрого выбора необходимого режима работы; и т. д.

**Удобство эксплуатации.** Принципиальная электрическая схема спроектирована так, чтобы ее эксплуатация в производственных условиях была простой, минимум затрат и внимания эксплуатационного персонала, работ с соблюдением необходимых мер безопасности.



**Четкость оформления.** Оформление любой электрической схемы следует выполнять ясно, просто и компактно. Графическое оформление схемы должно способствовать наилучшему восприятию содержания схемы.

В процессе проектирования систем автоматизации технологических процессов принципиальные электрические схемы разрабатывают в следующем порядке:

1) на основании **функциональной схемы автоматизации (ФСА)** составляют технические требования, предъявляемые к принципиальной электрической схеме;

2) применительно к этим требованиям **устанавливают условия и последовательность действия схемы;**

3) каждое из заданных условий действия схемы изображают в виде **элементарных цепей**, отвечающих данному условию действия;

4) элементарные цепи объединяют в **общую схему**;

5) производят **выбор аппаратуры и электрический расчет параметров элементов** (сопротивлений обмоток реле, нагрузки контактов и т. п.);

6) корректируют схему в соответствии с возможностями **принятой аппаратуры**;

7) проверяют в схеме возможность возникновения ложных или обходных цепей или ее неправильной работы при повреждениях элементарных цепей или контактов;

8) рассматривают возможные варианты решения и принимают окончательную схему к имеющейся аппаратуре.

# ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СХЕМ

**Принципиальные электрические схемы управления, регулирования, измерения, сигнализации, питания, входящие в состав проектов автоматизации технологических процессов, выполняют в соответствии с требованиями государственных стандартов по правилам выполнения схем, условным графическим обозначениям, маркировке цепей и буквенно-цифровым обозначениям элементов схем.**

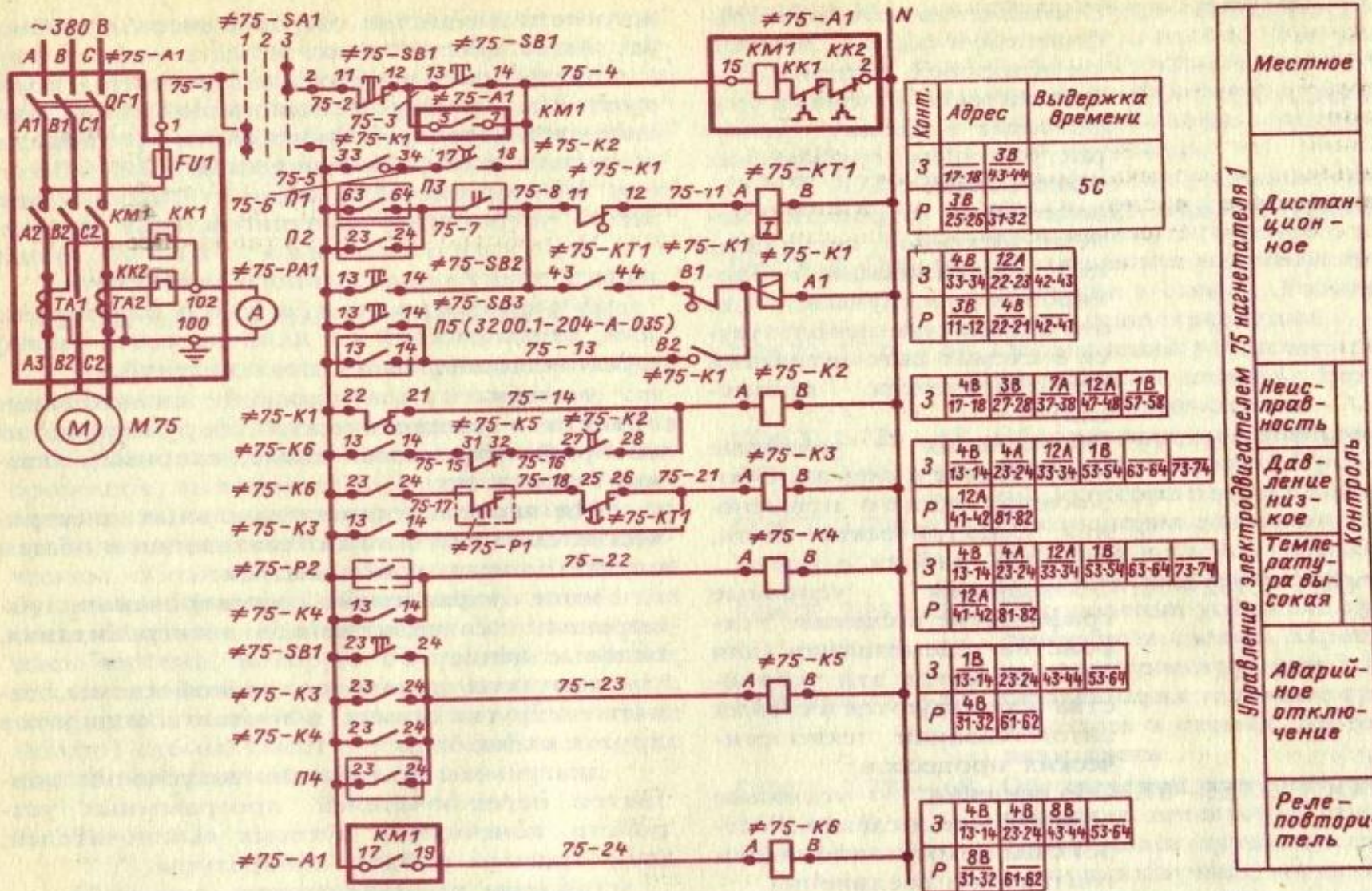


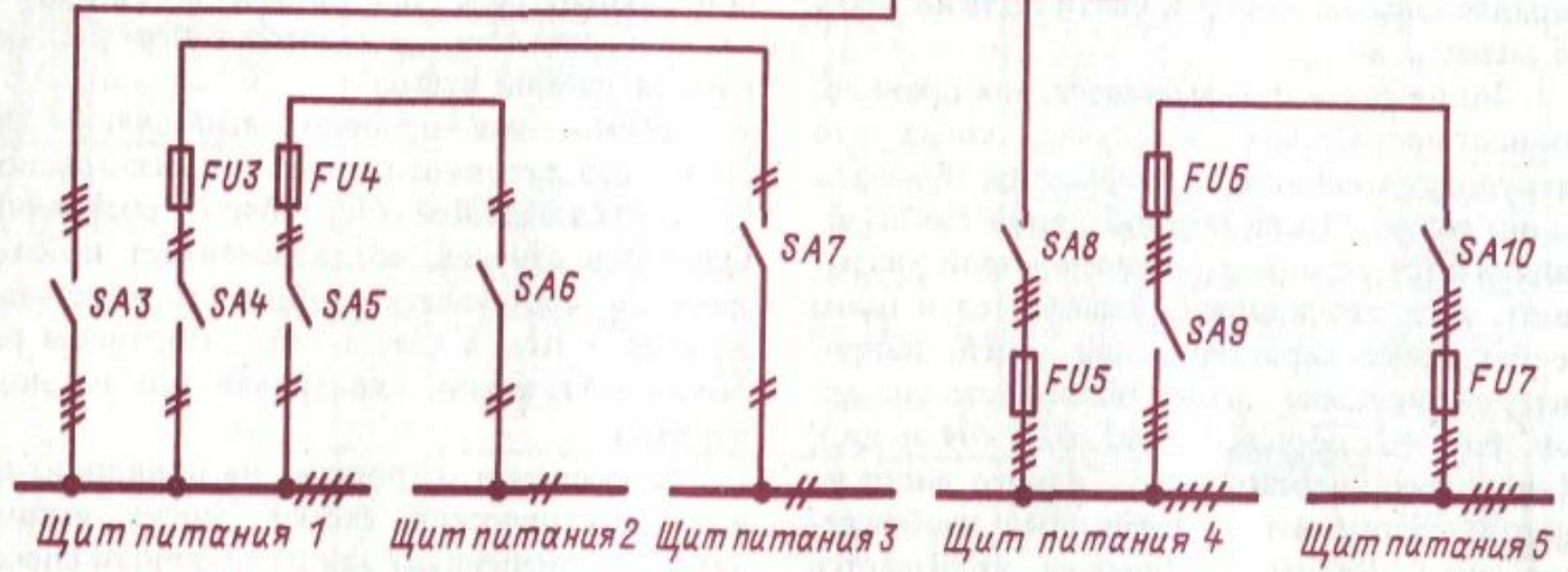
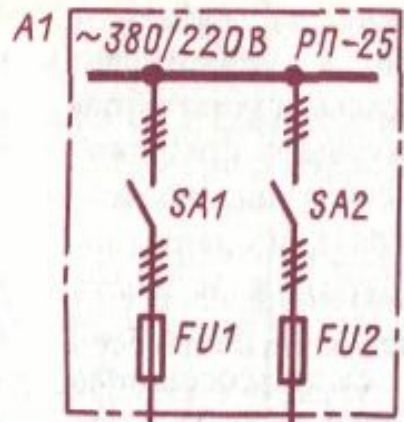
Рисунок 1- Пример выполнения принципиальной схемы управления

**Графическое обозначение элементов и соединяющие их линии связи** необходимо располагать на схеме таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о взаимодействии ее составных частей. Линии связи должны состоять из горизонтальных и вертикальных отрезков и иметь наименьшее число изломов и пересечений.

**Линии связи** показываются полностью. В случае, когда это затрудняет чтение схем, допускается обрывать линии связи. Место обрыва линии связи заканчивается стрелкой, около которой указывают, куда эта линия подключается и характеристики цепей. Рядом с обрывом указывается обозначение этой линии.

Элементы, составляющие функциональную группу или устройство, не имеющие самостоятельной принципиальной схемы, на схемах выделяются штрих-пунктирными линиями.





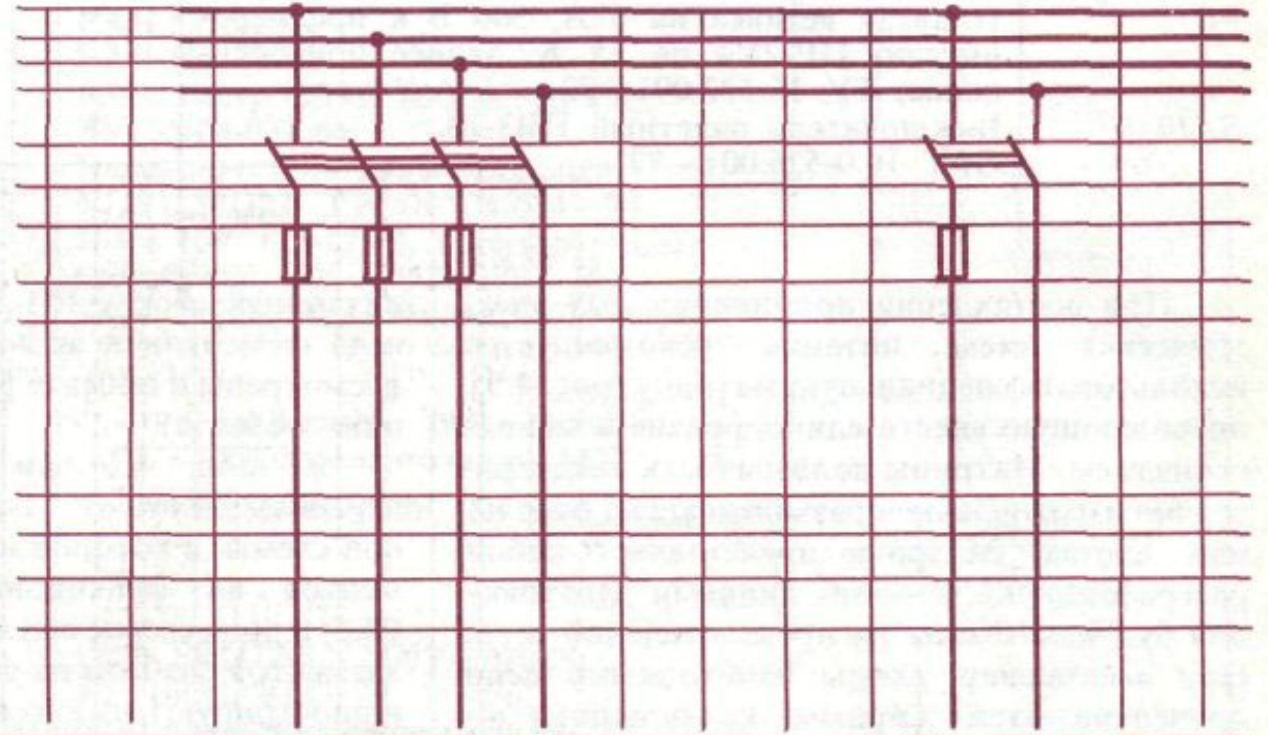


При составлении принципиальных электрических схем иногда бывает целесообразно некоторые элементы показывать разнесенным способом. Допускается также при изображении элементов разнесенным способом на свободном поле схемы помещать условные графические обозначения элементов, выполненные совмещенным способом.

Принципиальные электрические схемы питания, управления, измерения, сигнализации выполняют, как правило, в многолинейном изображении. При многолинейном выполнении схемы каждую цепь изображают отдельной линией, а элементы, содержащиеся в этих цепях — отдельными условными графическими обозначениями.

Принципиальные электрические схемы электропитания выполняют, как правило, отдельно для питающей и распределительной сетей. Схема питающей и распределительной сетей могут изображаться на отдельных листах .

Щит...



Характеристика электроприемника	Поз.				
	Тип				
	Напряжение, В				
	Мощность, В·А (Вт)				
	Место установки				

При составлении принципиальных электрических схем питания рекомендуется использовать специальную матрицу позволяющую внести единообразие в выполнение схем. Матрица представляет собой разграфленную тонкими линиями заготовку для будущей схемы распределительной сети. При выполнении схемы необходимые цепи прочерчиваются жирным карандашом по линиям матрицы.

Данные об элементах, входящих в состав принципиальной электрической схемы — аппаратах, приборах и т. п., должны быть записаны в перечень элементов, который оформляется в виде таблицы.

Связь перечня с условными графическими обозначениями элементов осуществляется через позиционные обозначения.

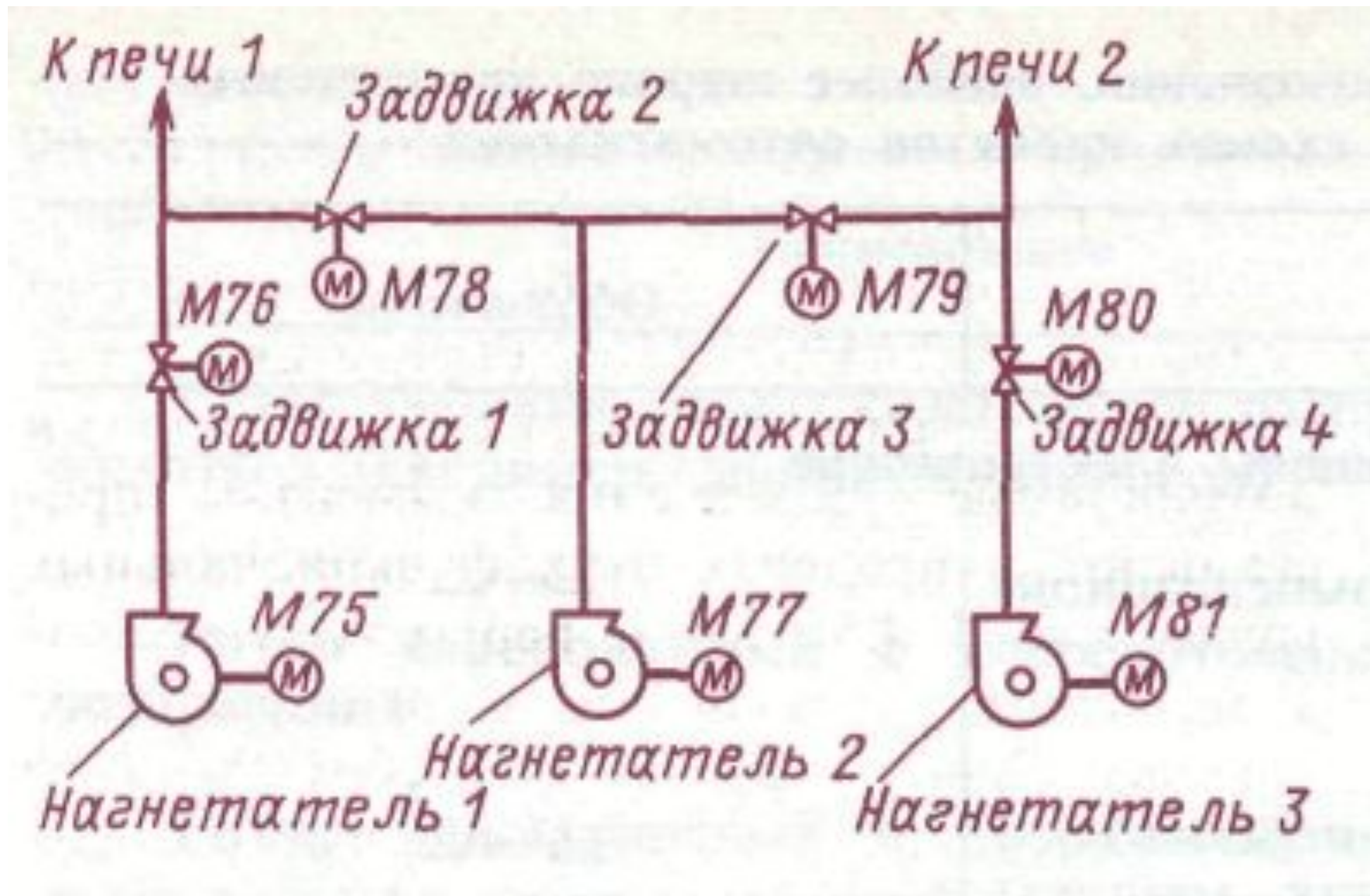


Рисунок 4- Пример выполнения поясняющей технологической схемы

**Принципиальные электрические схемы систем автоматизации со сложными технологическими процессами** рекомендуется дополнять поясняющей технологической схемой и схемой блокировок работы оборудования. Схема блокировочных зависимостей и циклограмма работы оборудования должны указывать последовательность его работы.

Циклограммы работы аппаратуры, таблицы применяемости, пояснения и примечания помещают на принципиальных электрических схемах только в случаях, когда они необходимы и способствуют более легкому прочтению схемы.

В сложных схемах для облегчения нахождения составных частей реле, изображенных разнесенным способом, рекомендуется разбивать поле схемы на зоны, а около графического обозначения обмотки реле помещать таблицу с указанием в ней типов контактов реле, обозначений контактов и место на схеме, адрес, где контакты эти расположены.

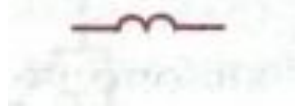
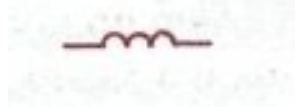
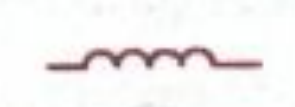
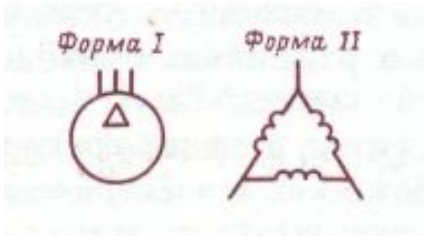
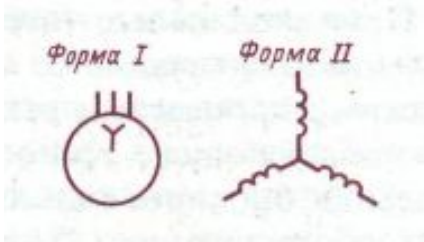
# УСЛОВНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ

Графическое обозначение элементов схем устанавливаются группой стандартов «Обозначения условные графические в схемах».


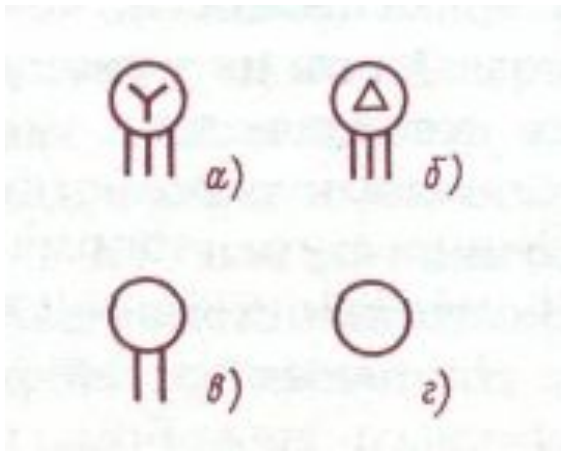
С помощью этих графических изображений могут быть выполнены принципиальные электрические схемы проектов автоматизации практически любой сложности.

Условные графические обозначения элементов схем изображают в размерах, установленных в стандартах на условные графические обозначения (ГОСТ 2.747-68, ГОСТ 2.755-74, ГОСТ 2.756-76).

# ГОСТ 2.722 – МАШИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ



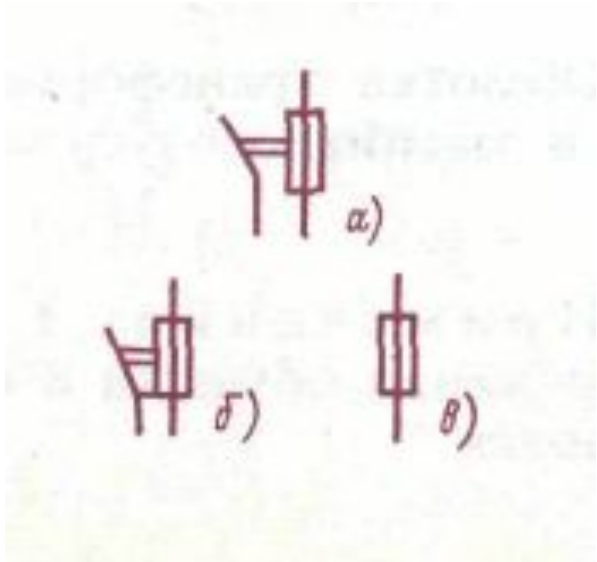
Наименование	Обозначение
Обмотка компенсационная, добавочных полюсов	
Обмотка статора машины переменного тока	
Обмотка параллельного возбуждения машины постоянного тока	
Статор с трехфазной обмоткой:	
а) соединение в треугольник	
б) соединение в звезду	



<p>Ротор без обмотки:</p>	
<p>а) соединение в звезду  б) соединение в треугольник  в) однофазной или постоянного тока</p>	
<p>Ротор с распределенной обмоткой:</p>	
<p>а) соединение в звезду  б) соединение в треугольник  в) однофазной или постоянного тока  г) короткозамкнутый</p>	



# ГОСТ 2.727-68

<p>Предохранитель пробивной</p>	
<p>Предохранитель плавкий</p>	
<p>Предохранитель с сигнализирующим устройством</p> <p>а) с самостоятельной сигнализацией</p> <p>б) с общей сигнализацией</p> <p>в) без сигнализации</p>	

# ГОСТ 2.734-68

Волновод общее обозначение



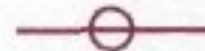
а) прямоугольный



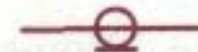
б) квадратный



в) круглый



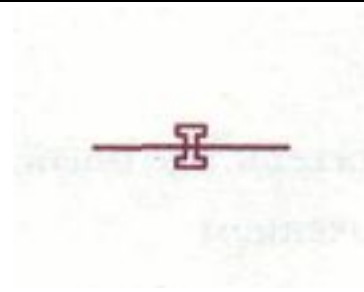
г) коаксиальный



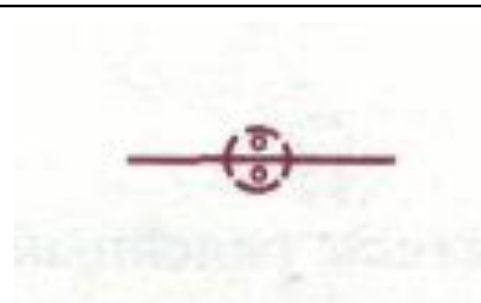
д) П-образный



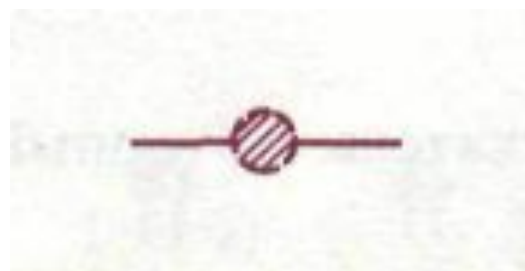
е) H-образный



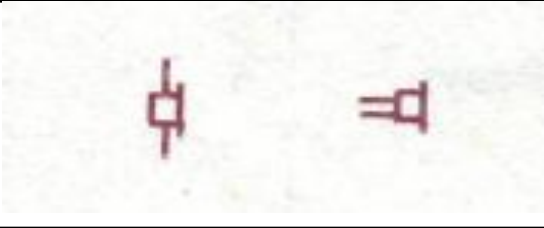
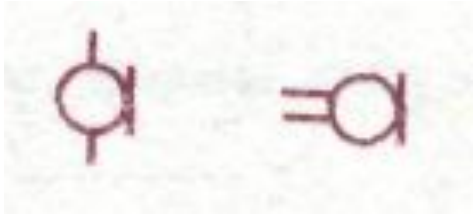
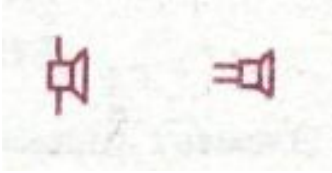

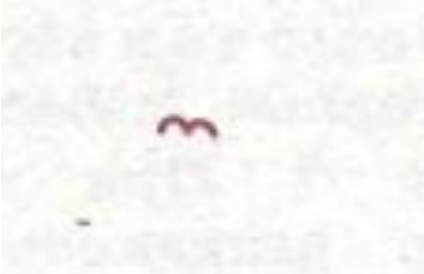
Линии двухпроводного  
экранирования



Волновод диэлектрический



# ГОСТ 2.741-68

Телефон	
Микрофон	
Громкоговоритель	
Прибор электромагнитный	
Прибор электродинамический	

Прибор электростатический	
Прибор магнетриционный	
Прибор угольный	
Звонок электрический	

# Звонок электрический

а) постоянного тока

б) переменного тока



Для обозначения участков цепей принципиальных электрических схем применяют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита. Допускается перед обозначениями проставлять обозначения, характеризующие функциональное назначение цепи. В этом случае последовательность чисел допускается устанавливать в пределах функциональной цепи. При необходимости перед обозначениями цепей управления, защиты, сигнализации и измерения можно проставлять обозначение фаз переменного тока  $A, B, C$ .

На принципиальных электрических схемах обозначения, как правило, проставляются: при горизонтальном расположении цепей — над участком проводника, при вертикальном расположении цепей — справа от участка проводника. Чтение принципиальных электрических схем и особенно эксплуатация электрических установок значительно упрощается, если при разработке схем производить обозначение цепей по функциональному признаку в зависимости от их назначения.

# УСЛОВНЫЕ БУКВЕННО-ЦИФРОВЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ СХЕМ

Каждый элемент схемы, устройство или функциональная группа элементов должны иметь условное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81.

Система условных буквенно-цифровых обозначений, предусмотриваемая указанным стандартом, позволяет производить в сокращенной форме запись сведений об элементах, устройствах, функциональных группах (в дальнейшем наряду с этими понятиями будет также применяться слово «объект»), показанных на схеме в графической форме, и делать ссылки на соответствующие объекты в перечнях элементов, пояснительной записке и т. п.



ГОСТ 2.710 — 81 предусматривает следующие типы условных обозначений:

- обозначение высшего уровня — условное обозначение, присвоенное объекту, имеющему схему и перечень элементов ;
- обозначение функциональной группы — условное обозначение, передающее, информацию о функциональном назначении функциональной группы;
- обозначение конструктивного расположения — условное обозначение, указывающее место расположения элемента или устройства в изделии;
- позиционное обозначение — условное обозначение, присвоенное каждому элементу и устройству, входящему в состав изделия, и содержащее информацию о виде элемента;

В принципиальных электрических схемах проектов автоматизации из перечисленных типов условных обозначений, как правило, применяются: позиционные обозначения элементов схем, обозначения электрических контактов и составное обозначение.

Составное обозначение образовывается, как правило, из обозначения функциональной группы и позиционного обозначения. В составное обозначение может быть включено и обозначение электрического контакта.

Составное обозначение вводится в сложных схемах, когда целесообразно различные схемы сгруппировать в функциональные группы и выделить какие-либо устройства.

# ОБОЗНАЧЕНИЕ КВАЛИФИЦИРУЮЩЕГО СИМВОЛА

Тип условного обозначения	Квалифицирующий символ	Наименование применяемого знака
Высший уровень	=	Равно
Функциональная группа	≠	Не равно
Конструктивное расположение	+	Плюс
Электрический контакт	- :	Минус Двоеточие
Адресное	()	Круглые скобки

Обозначение функциональной группы образуют из букв, в сокращенной форме указывающих функциональное назначение группы, и порядкового номера.

Допускается применять цифровое обозначение функциональной группы, в этом случае его нужно записывать с квалифицирующим символом.

Обозначение функциональной группы указывают у ее изображения сверху или справа. Одинаковым функциональным группам следует присваивать одно и то же условное обозначение.

Допускается в условные обозначения одинаковых функциональных групп включать порядковые номера, отделяя их от основного обозначения.

Позиционные обозначения должны быть присвоены всем элементам и устройствам, изображенным на принципиальной электрической схеме.

Для построения позиционного обозначения в качестве кода вида элементов рекомендуется применять двухбуквенные коды. Однако в зависимости от конкретного содержания схемы элемент какого-либо типа может быть обозначен и одной буквой — общим кодом вида элемента.

Например, если в схеме магнитного пускателя не содержится реле, то пускатель можно обозначить буквой *K*, хотя пускатель имеет и двухбуквенный код (*KM*).

## ГОСТ 2.710-81

Однобуквенный код	Группа видов элементов	Пример вида элемента	Двухбуквенный код
<i>A</i>	Устройство (общее обозначение)	-	-
<i>B</i>	Преобразователи неэлектрических величин в электрические или наоборот (кроме генераторов и источников питания); аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики, используемые для указания или измерения	<p>Громкоговоритель</p> <p>Магнитострикционный элемент</p> <p>Детектор ионизирующих излучений</p> <p>Сельсин-приемник</p> <p>Телефон (капсюль)</p> <p>Сельсин-датчик</p> <p>Тепловой датчик</p> <p>Фотоэлемент</p> <p>Микрофон</p>	<p><i>BA</i></p> <p><i>BB</i></p> <p><i>BO</i></p> <p><i>BE</i></p> <p><i>BK</i></p> <p><i>BC</i></p> <p><i>BK</i></p> <p><i>BL</i></p> <p><i>BM</i></p>

<i>C</i>	Конденсаторы	-	-
<i>D</i>	Микросхемы интегральные, микросборки	Микросхема интегральная аналоговая Микросхема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения информации  Устройство задержки	<i>DA</i>  <i>DD</i>  <i>DS</i>  <i>DT</i>
<i>E</i>	Элементы разные	Нагревательный элемент Лампа осветительная Пиропатрон	<i>EK</i>  <i>EL</i>  <i>ET</i>

<i>F</i>	Разрядники, предохранители, устройства защитные	<p>Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия</p> <p>Дискретный элемент защиты по току инерционного действия</p> <p>Предохранитель плавкий</p> <p>Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник</p>	<p><i>FA</i></p> <p><i>FP</i></p> <p><i>FU</i></p> <p><i>FV</i></p>
<i>G</i>	Генераторы, источники питания	Батарея	<i>GB</i>



<p><i>H</i></p>	<p>Устройства индикационные и сигнальные</p>	<p>Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации</p>	<p><i>HA</i>  <i>HG</i>  <i>H</i></p>
<p><i>K</i></p>	<p>Реле, контакторы, пускатели</p>	<p>Реле указательное Реле токовое Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель Реле поляризованное Реле времени Реле напряжения</p>	<p><i>KH</i> <i>KA</i> <i>KK</i> <i>KM</i> <i>KP</i>  <i>KT</i> <i>KV</i></p>

Позиционные обозначения проставляют на схеме рядом с условными графическими обозначениями элементов с правой стороны или над ними.

Если поле схемы разбито на зоны или схема выполнена строчным способом, то справа от позиционного обозначения или под позиционным обозначением каждой составной части элемента или устройства допускается указывать в скобках обозначение зон или номера строк, в которых изображены все остальные составные части этого элемента или устройства. На схемах питающей сети систем электропитания установок автоматизации в тех случаях, когда они выполняются в однолинейном изображении, около одного условного графического обозначения, заменяющего несколько условных графических обозначений одинаковых элементов, указывают позиционные обозначения всех этих элементов.

Часто при составлении схемы возникает необходимость у ключей выбора режимов работы, переключателей, приборов, у другой аппаратуры помещать соответствующие надписи, знаки или графические обозначения.

Обозначение электрического контакта. У всех выводов элементов и устройств, изображенных на схемах, должны быть указаны их обозначения, нанесенные на изделия или установленные в их документации.

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

Для отличия на схеме обозначений выводов от обозначений других элементов, например от обозначений цепей и т. п., допускается записывать обозначения выводов с соответствующим квалифицирующим символом; на принципиальных электрических схемах проектов автоматизации обозначения выводов.