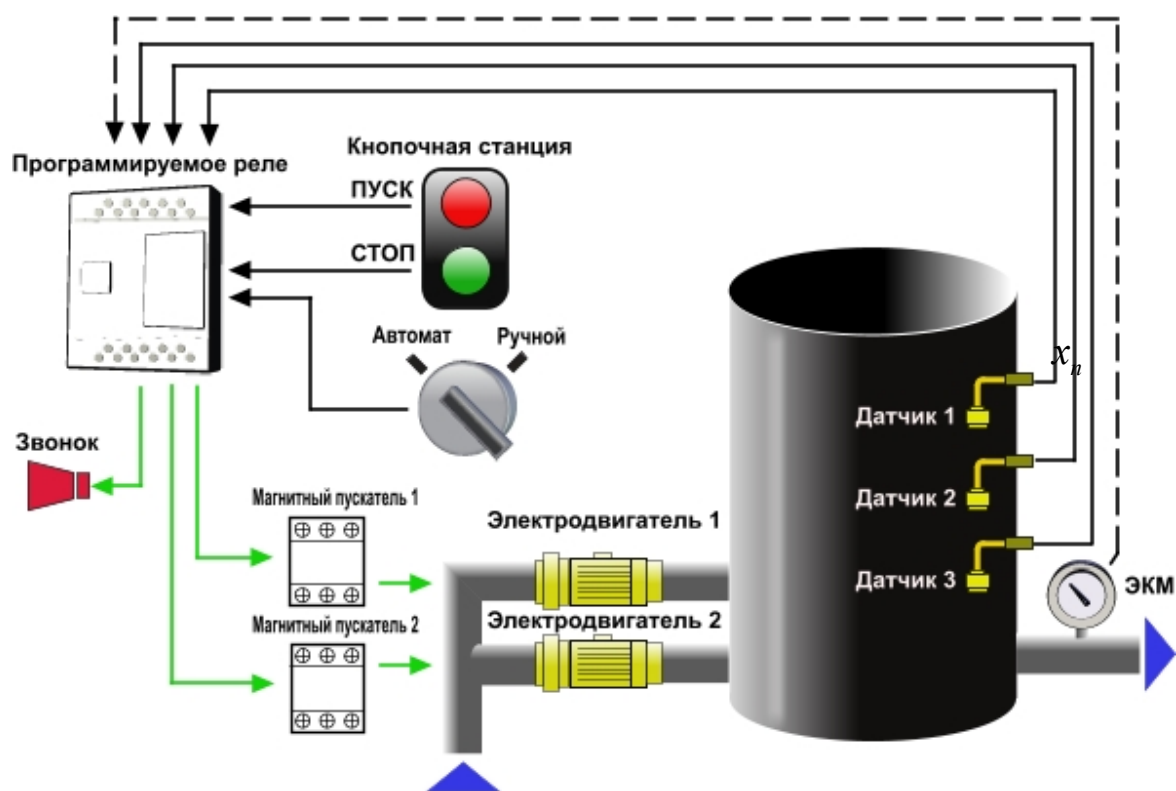


М.Ю. Прахова

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ



СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1. Основные сведения о структуре и содержании раздела “КИП и автоматика” и порядке его выполнения.....	6
1.1. Объекты трубопроводного транспорта.....	6
1.2. Обоснование выбора и описание объекта автоматизации.....	7
1.3. Порядок построения и описание ФСА.....	8
1.4. Выбор средств автоматизации объекта и составление их перечня.....	8
1.5. Описание используемых в ФСА средств автоматизации.....	9
2. Основные принципы построения систем управления технологическими процессами.....	10
2.1. Локальные автоматические системы регулирования.....	10
2.2. Системы технологического контроля и дистанционного управления.....	13
2.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).....	13
3. Составление и оформление схем автоматического управления и технологического контроля.....	15
3.1. Виды схем автоматизации.....	15
3.2. Условные обозначения основных элементов схем.....	16
3.2.1. Общие сведения о графических и буквенно-цифровых условных обозначениях.....	16
3.2.2. Приборы и средства автоматизации.....	19
3.2.3. Буквенно-цифровые обозначения элементов электрических схем.....	29
3.2.4. Графические обозначения элементов электрических схем.....	34
3.3. Оформление ФСА.....	36
3.3.1. Общие сведения.....	36
3.3.2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций.....	37
3.3.3. Примеры построения условных обозначений приборов и ТСА на схемах.....	38
3.3.4. Позиционные обозначения приборов и ТСА.....	40
3.3.5. Примеры выполнения ФСА.....	41
3.4. Принципиальные схемы автоматизации.....	43
3.4.1. Способы изображения принципиальных электрических схем.....	43

3.4.2. Исходное положение аппаратов	46
3.4.3. Позиционные обозначения элементов.....	47
3.4.4. Таблицы переключений контактов электрических аппаратов и устройств.....	47
3.4.5. Примеры выполнения принципиальных электрических схем.....	49
3.5. Электрические схемы технологического контроля и сигнализации.....	52
3.5.1. Схемы сигнализации положения.....	55
3.5.2. Схемы технологической сигнализации.....	58
Рекомендуемая литература.....	63
Приложение 1. Условные графические обозначения основных электрорадиоэлементов.....	65
Приложение 2. Обозначения основных функций элементов цифровой техники.....	98
Приложение 3. Обозначения основных меток выводов цифровых элементов.....	100
Приложение 4. Обозначения основных функций аналоговых элементов.....	102
Приложение 5. Обозначения основных меток аналоговых элементов.....	103

ВВЕДЕНИЕ

Как правило, все предприятия в системе нефтегазопроводного транспорта в той или иной мере автоматизированы, поэтому задачей является, по сути, анализ существующей схемы автоматизации объекта и разработка путей ее модернизации.

Схемы проектов автоматизации имеют ряд особенностей, обусловленных:

- использованием в схемах систем автоматизации различных средств электроавтоматики, пневмоавтоматики, гидроавтоматики и соответственно различных энергоносителей;
- построением схем автоматизации с учетом взаимосвязей с другими частями проекта (технологической, электротехнической, сантехнической и т.д.);
- разнообразием проектных решений при автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности;
- специальными технологическими требованиями к монтажу импульсных трубных и электрических проводок (уклоны, дренажи, разделительные устройства для агрессивных сред, экранирование электрических цепей и т.п.), усложняющими схемы и чертежи дополнительными деталями.

При проектировании систем автоматизации широко используются типовые схемные решения, которые в проектах не детализируются и поэтому затрудняют понимание принципов работы схемы.

Задача данного пособия — дать четкое представление об основных принципах проектирования схем автоматического управления и технологического контроля, познакомить с наиболее часто используемыми схемами измерения основных технологических параметров, сигнализации, блокировки и автоматического регулирования, а также действующими стандартами на графические и буквенно-цифровые обозначения различных устройств автоматики и их отдельных элементов.

1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИИ РАЗДЕЛА “КИП И АВТОМАТИКА” И ПОРЯДКЕ ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

1.1. Объекты трубопроводного транспорта

В системе трубопроводного транспорта нефти, нефтепродуктов и газа существуют как основные, так и вспомогательные объекты автоматизации. К основным объектам относятся резервуарные парки и нефтебазы; головные и промежуточные перекачивающие насосные станции; пункты (узлы) учета нефти; линейная часть (участки) магистрального трубопровода; газохранилища; пункты подготовки газа к транспорту; газокompрессорные станции; пункты учета газа. К вспомогательным объектам автоматизации относятся системы водо-, тепло-, масло-, энерго-, воздухообеспечения. Все эти объекты в той или иной мере автоматизированы. Кроме того, в настоящее время на основных объектах трубопроводного транспорта широко внедряются автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП), в которые входят органически связанные между собой информационно-измерительные системы (ИИС) технологических параметров, микропроцессорные средства вычислительной техники для обработки измерительной информации и системы телемеханики для передачи измерительной информации о состоянии технологического процесса в диспетчерские пункты и управления этим процессом,

Вопросы автоматизации перечисленных объектов рассматриваются в ряде литературных источников, которые приводятся в разделе “Рекомендуемая литература” и сгруппированы по следующим, наиболее часто встречающимся объектам:

- автоматизация нефтепродуктопроводов, перекачивающих станций и насосных агрегатов — источники /15. 20, 22, 23/;
- приборы для измерения, контроля, регулирования и сигнализации давления, температуры и других технологических параметров — источники /3. 9. 10. 13. 16. 28/;
- автоматизация узлов учета нефти, ИИС количества и качества перекачиваемой нефти и нефтепродуктов — источники /1, 4, 5, 6, 7, 14, 18, 22, 29/;
- приборы для контроля плотности и солесодержания — источники /1, 6, 7, 17, 28, 29/;
- автоматизация нефтебаз и резервуарных парков — источники /4, 5, 14, 15, 18, 20, 23/;

- средства контроля последовательной перекачки нефтепродуктов по трубопроводу — источник /1/;
- телемеханизация и диспетчеризация трубопроводов — источники /12, 15/;
- автоматизация газопроводов и компрессорных станций — источники /11, 12, 20, 23/;
- автоматизация газотурбинных агрегатов — источники /2, 8, 11, 21, 24/;
- средства измерения расхода, количества и качества перекачиваемого газа — источники /8, 24, 26/;
- автоматизация систем газоснабжения, газораспределительных станций и пунктов, их телемеханизация и диспетчеризация — источники /12, 15, 20, 23, 26/;
- автоматическая защита трубопроводов от коррозии и станции катодной защиты — источник /19/;
- применение микропроцессоров в системах контроля и управления трубопроводным транспортом — источник /1, 19/;
- автоматизация систем тепло-, водоснабжения и котельных — источники /19, 20, 23, 25/;

1.2. Обоснование выбора и описание объекта автоматизации

Как уже отмечалось, выбор объекта автоматизации зависит от общего содержания проекта и тех вопросов, которым в проекте должно быть уделено максимальное внимание. Именно эти факторы необходимо рассмотреть в самом начале раздела “КИП и А”, чтобы было понятно, почему рассматривается автоматизация именно данного объекта. Например, основной задачей дипломного проекта (ДП) является анализ режима работы нефтеперекачивающей станции, который определяется грамотной эксплуатацией насосных агрегатов. Поэтому вполне логично в данном случае в качестве объекта автоматизации выбрать сам насосный агрегат.

После выбора объекта автоматизации (ОА) формулируются основные требования к технологическому процессу, в который включен данный ОА, и на основе их анализа производится выбор основных технологических параметров, подлежащих измерению, контролю, защите, сигнализации или регулированию. Затем определяются места, куда и откуда необходимо передавать сигналы измерительной и командной информации. Такими местами могут быть: щитовая, операторная, местный и районный диспетчерский пункт (ДП), центральный пункт управления (ЦПУ). После этого на технологической схеме выбирают точки, в которых будет измеряться тот или иной технологический параметр или будут устанавливаться регулирующие органы с исполнительными механизмами. Затем

приступают к построению функциональной схемы автоматизации (ФСА), совмещенной с технологической схемой.

1.3. Порядок построения и описания функциональной схемы автоматизации

Функциональные схемы отражают функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, сигнализации, управления и регулирования технологического процесса и определяют оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации. Построение ФСА заключается в размещении на технологической схеме в соответствующих местах связанных между собой датчиков и вторичной аппаратуры (показывающей, регистрирующей, сигнализирующей, регулирующей и т.п.). При этом для обозначения приборов и средств автоматизации используются условные обозначения, установленные действующими стандартами. Размещение приборов и устройств автоматизации на схеме производится в зависимости от их назначения. Датчики, исполнительные механизмы и регулирующие органы размещают непосредственно в соответствующих точках технологической схемы. В нижней части схемы изображают приборы и аппаратуру, которая монтируется на щитах и пультах управления. Правила построения ФСА, а также условных обозначений приборов и средств автоматизации подробно рассмотрены дальше. ФСА выполняется тушью на листе формата А1 в соответствии с правилами ЕСКД. Допускается выполнение графической части на плоттере. Эта же схема должна быть в пояснительной записке на листе формата А3 или А4.

1.4. Выбор средств автоматизации объекта и составление их перечня

Выбор конкретных типов приборов для измерения технологических параметров ОА является важным моментом выполнения раздела. При подборе того или иного прибора необходимо обратить внимание на следующие соответствия:

- пределов измерения прибора - максимально возможному значению или диапазону изменения измеряемой физической величины;
- класса точности или погрешности прибора - допускаемым отклонениям, необходимой точности или допустимой погрешности измерения параметра, определяемыми технологическим регламентом.

Кроме этого, при выборе средств измерений необходимо учитывать условия эксплуатации (взрывоопасность, агрессивность, влажность, температуру, давление и т.п. показатели среды, в которой размещается прибор).

На выбранные средства измерений и автоматизации составляется таблица со спецификацией и метрологическими характеристиками устройств. Пример такой таблицы дан ниже (табл. 1.1).

Однотипные приборы одного и того же назначения, но обозначенные на ФСА под разными позициями, объединяют или группируют.

1.5. Описание используемых в ФСА средств автоматизации

После построения ФСА и ее описания в пояснительной записке необходимо рассмотреть используемые в ней средства автоматизации. При этом описание необходимо иллюстрировать рисунками. Один из приборов выбирается для более подробного описания. При этом желательно, чтобы этот прибор имел электрическую схему и был предназначен для измерения или регулирования наиболее распространенного или наиболее важного технологического параметра на ФСА. Таким прибором может быть, например, устройство для измерения температуры, вязкости, вибрации, плотности, давления, уровня и т.п. Принципиальная электрическая или функциональная схема выбранного прибора, помимо пояснительной записки, также изображается на листе формата А1 графической части проекта. Условные графические и буквенно-цифровые обозначения элементов, используемых в электрических схемах, даны дальше.

Подробное описание прибора должно включать назначение прибора и место его установки; принцип действия и устройство; номинальную статическую характеристику в виде формулы, таблиц или графика; класс точности и диапазон измерения; особенности монтажа, эксплуатации и поверки; преимущества и недостатки.

Таблица 1.1

Спецификация и метрологические характеристики
приборов и средств автоматизации

Позиционное обозначение	Технологический Параметр	Значение параметра	Название и тип прибора	Предел измерений	Класс точн. или погреш.
1-1, 5-1	Температура подшипников насоса	80 °С	Термометр сопротивления платиновый ТСП	(0-300)°С	± 0,1°С
1-2, 5-2	—//—	—//—	Мост электронный автом. КСМУ	(0-150)°С	0,2
2	Давление в системе смазки	(0,08-0,1) МПа	Манометр пружинный ВЭ-16рб	(0-0,2) МПа	0,5
3	Осевой сдвиг ротора	1 мм (0,5 МПа)	—//—	(0-1) МПа	0,25
4,7	Уровень масла в баке масло системы	Верхний уровень	Уровнемер ультразвуковой СУУЭ-2	(0,1-10) м	± 5 мм
6	Уровень нефтепродукта в резервуаре	(0-12) м	Уровнемер стационарный поплавковый с пружинным уравниванием УДУ-10	(0-12) м	± 4 мм

2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

2.1. Локальные автоматические системы регулирования

Всякий технологический процесс характеризуется определенными физическими величинами (параметрами). Для оптимального хода технологического процесса некоторые его параметры требуется поддерживать постоянными, а некоторые — изменять по определенному закону. При работе того или иного объекта на него воздействуют различные внешние и внутренние возмущающие факторы, нарушающие оптимальный ход технологического процесса.

Одной из основных задач автоматического регулирования является поддержание оптимальных условий протекания технологического процесса. При этом, как правило, решается одна из трех задач:

1) поддержание на заданном уровне одного или нескольких технологических параметров. Автоматические системы регулирования (АСР), решающие задачи такого типа, называются системами стабилизации. Примеры таких систем — системы регулирования давления и температуры перегретого пара в котлоагрегатах, числа оборотов в паровых и газовых турбинах и т.п.;

2) поддержание соответствия между двумя зависимыми или одной зависимой и другими независимыми величинами. Системы, регулирующие соотношения, называются следящими; к ним относятся, например, автоматические системы регулирования соотношения “топливо-воздух” в процессе подачи топлива или соотношения “расход пара-расход воды” при питании котлов водой;

3) изменение регулируемой величины во времени по определенному закону. Эти системы называются системами программного регулирования. Примером такой системы является система регулирования.

Кроме перечисленных, существуют также экстремальные (поисковые) автоматические системы, обеспечивающие максимальную эффективность функционирования технологического объекта.

В общем случае в состав простейшей АСР должны входить следующие элементы:

— объект регулирования (ОР), характеризующийся регулируемой величиной $x(t)$;

— измерительное устройство (ИУ), измеряющее регулируемую величину и преобразующее ее в форму, удобную для дистанционной передачи;

— задающее устройство (ЗУ), из которого поступает сигнал $g(t)$, определяющий заданное значение или закон изменения регулируемой величины;

— суммирующее устройство (СУ), в котором действительное значение регулируемой величины $x(t)$ сравнивается с ее требуемым значением $g(t)$ и выявляется отклонение $\mathcal{E} = g(t) - x(t)$;

— регулирующее устройство (РУ), вырабатывающее при поступлении на его вход отклонения регулирующее воздействие, которое необходимо подать на объект регулирования для устранения этого отклонения;

— исполнительный механизм (ИМ), который усиливает регулирующее воздействие и преобразует его в форму x_p , пригодную для воздействия на объект регулирования;

— регулирующий орган (РО). Исполнительные механизмы являются унифицированными, и из-за огромного многообразия объектов регулирования они часто не могут непосредственно воздействовать на регулируемую величину, поэтому это воздействие передается через специальный регулирующий орган, обычно встраиваемый в ОР;

— линии связи, через которые сигналы передаются от элемента к элементу (кабели и провода для электрических сигналов и медные, стальные или пластмассовые трубопроводы диаметром 4-20 мм для пневматических и гидравлических сигналов).

Таким образом, АСР представляет собой замкнутый контур регулирования, а его графическое изображение называется структурной схемой автоматической системы (рис.2.1).

Контур регулирования АСР имеет два канала: канал регулирования или управления от регулятора к объекту и канал главной отрицательной обратной связи от объекта к регулятору. Поскольку в реальном объекте обычно требуется регулировать несколько величин, он имеет несколько самостоятельных контуров автоматического регулирования, а обобщенный объект в каждом контуре регулирования является динамической моделью части реального объекта.

Некоторые элементы контуров регулирования конструктивно и функционально могут быть объединены (например, регулятор может быть выполнен со встроенными задающими и суммирующими устройствами). Кроме самостоятельных, или основных, контуров регулирования в системе могут быть дополнительные, или вспомогательные, контуры, предназначенные для улучшения качества регулирования.

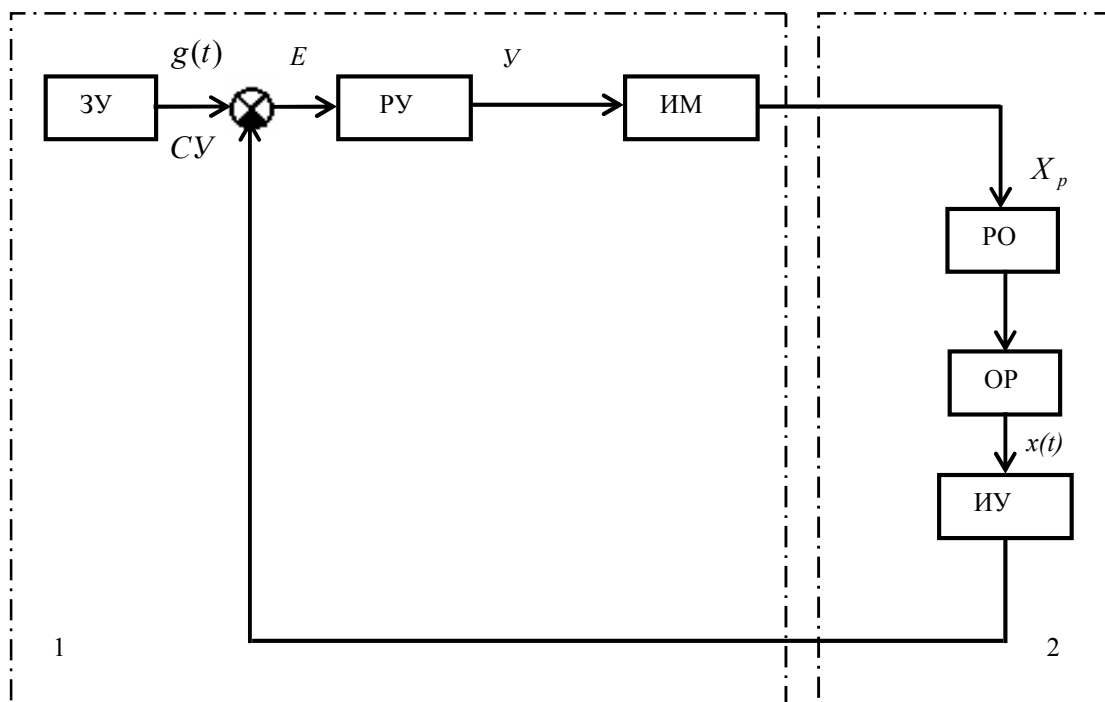


Рис.2.1. Одноконтурная АСР: 1-регулятор: 2-обобщенный объект регулирования

На рис.2.2 показана многоконтурная АСР, имеющая два дополнительных контура регулирования: дополнительную отрицательную обратную связь (ООС),

$X_{ку}$ по положению исполнительного механизма через корректирующее устройство КУ и дополнительную положительную обратную связь (ПОС) по промежуточной величине X_d объекта регулирования, имеющую связь с основной регулируемой величиной X ; X_d измеряется дополнительным измерительным устройством ИЧ_д. Таким образом в этой АСР основной контур образован элементами СУ, РУ, ИМ, РО, ОР, ИУ, СУ, а два дополнительных — соответственно СУ1, РУ, ИМ, КУ, СУ2 и СУ1, РУ, ИМ, РО, ОР, ИУ_д, СУ2, СУ1.

Дополнительные отрицательные обратные связи суммируются в промежуточном СУ2, а их результирующая составляющая суммируется с ошибкой регулирования по основному контуру в промежуточном СУ1. На вход РУ поступает воздействие $E1 = E - (X_{ку} - X_d)$.

Необходимость ввода дополнительных обратных связей вызвана следующим: для ускорения процесса регулирования необходимо увеличить скорость перемещения РО. Однако в связи с инерционностью ОР перемещение РО не сразу приведет к соответствующему изменению регулируемой величины АСР на рис.2.1. В результате при достижении РО положения, при котором в установившемся режиме значение регулируемой величины было бы равно заданному, из-за инерционности это значение не соответствует заданному, и регулятор будет оказывать дальнейшее воздействие на РО в том же направлении, т.е. РО переходит через равновесное состояние и снова вызывает отклонение регулируемой величины — теперь уже с обратным знаком. В АСР возникает колебательный процесс. Дополнительная же ООС по положению ИМ отключает регулятор после его определенного перемещения, не дожидаясь достижения регулируемой величиной заданного значения. При восстановлении ее заданного значения одновременно через дополнительную ПОС X_d уменьшается воздействие на регулятор ООС $X_{кл}$.

Дополнительные связи могут быть также и между отдельными контурами регулирования. Примером таких связанных контуров являются АСР температуры печи путем подачи в печь топлива и АСР воздуха, подаваемого в печь для сжигания топлива. Эти системы для обеспечения оптимального соотношения “топливо—воздух” в переходных режимах имеют связь между контурами регулирования. При изменении расхода топлива в регулятор расхода воздуха поступает корректирующий сигнал, в результате чего он срабатывает до поступления отклонения регулируемой величины по главной ООС своего контура, например, от ИУ содержания свободного кислорода в дымовых газах.

2.2. Системы технологического контроля и дистанционного управления

В АСУ ТП, кроме различных АСР, входят устройства технологического контроля, защиты, блокировки и дистанционного управления отдельными ИМ и РО. Технологический контроль и дистанционное управление в этих системах в отличие от АСР осуществляются по разомкнутым каналам.

Канал технологического контроля (ТК) по исполнению аналогичен каналу главной обратной связи в АСР. Он имеет первичное измерительное устройство, контролирующее параметр и преобразующее его в удобную для дистанционной передачи форму, линии связи (передачи сигнала) и вторичный показывающий, сигнализирующий или регистрирующий прибор.

Канал дистанционного управления (ДУ) имеет орган ручного включения (кнопку, ключ управления и т.п.), линию связи для передачи команды “включить-выключить”, исполнительный механизм и регулирующий орган. По исполнению канал дистанционного управления аналогичен каналу регулирования АСР. Отличие состоит только в том, что в АСР командное воздействие на ИМ поступает от АР, а в системе дистанционного управления — при включении органа ручного управления оператором: таким образом, канал ДУ и соответствующий канал ТК образуют замкнутый контур управления только через человека—оператора.

Число каналов ТК обычно гораздо больше, чем каналов ДУ.

2.3. Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП)

АСУ ТП используются для управления сложными объектами. В таких системах часть информации о ходе технологического процесса обрабатывается с помощью технических средств и выдается управляющему персоналу в виде рекомендаций о необходимом воздействии на объект управления (ОУ). Так как при этом требуется обработка большого объема информации, в состав АСУ ТП обязательно входит ЭВМ. В результате АСУ вырабатывает и реализует управляющие воздействия на технологический объект в соответствии с принятым критерием управления.

Совокупность совместно функционирующих АСУ ТП и технологического объекта управления называют автоматизированным технологическим комплексом (АТК).

Структурная схема АТК показано на рис.2.3. В нем можно выделить следующие каналы управления объектом:

выдает информацию и предложения по принятию мер, а окончательное решение о корректировке хода технологического процесса в данной ситуации принимает человек. По этому каналу система является не автоматической, а автоматизированной, т.к. замыкается через человека;

— объект - ЭВМ - человек. По этому каналу ЭВМ выдает на верхний уровень различную учетно-отчетную информацию.

3. СОСТАВЛЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ СХЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

3.1. Виды схем автоматизации

При разработке схем автоматического управления и технологического контроля применяются различные приборы и средства автоматизации, соединяемые с объектом управления и между собой по определенным схемам. В зависимости от используемых приборов и средств автоматизации (электрических, пневматических и гидравлических) и линейной связи схемы автоматизации различаются по видам и типам.

По виду схемы подразделяются на электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные. Наиболее распространенным видом являются электрические схемы.

По типам схемы автоматизации подразделяются на схемы:

- структурные, отражающие укрупненную структуру системы управления и взаимосвязи между пунктами контроля и управления объекта и отдельными должностными лицами;
- функциональные, отражающие функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, сигнализации, управления и регулирования технологического процесса и определяющие оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации;
- принципиальные, определяющие полный состав входящих в отдельный узел автоматизации элементов, модулей, вспомогательной аппаратуры и связей между ними и дающие детальное представление о принципе его работы;
- монтажные, показывающие соединения электрических и трубных проводок в пределах комплектных устройств (щитов, пультов и т.п.), а также места их присоединения и ввода (сборки коммутационных зажимов, штепсельных разъемов и т.п.)
- соединений, показывающие внешние электрические и трубные связи между измерительными устройствами и средствами получения первичной информации, с одной стороны, щиты и пульты автоматизации – с другой стороны. На схеме соединений показывают также вспомогательные элементы (фитинги, соединительные коробки и т.д.), а в необходимых случаях – шкафы силового электрооборудования.

Схемы автоматизации, как правило, выполняются без соблюдения масштаба. В монтажных схемах соблюдается действительное пространственное расположение отдельных средств автоматизации и монтажных изделий.

3.2. Условные обозначения основных элементов схем

3.2.1 Общие сведения о графических и буквенно-цифровых условных обозначениях

Условные графические обозначения образуются из простейших геометрических фигур: квадратов, прямоугольников, окружностей, а также из сплошных, штриховых линий и точек. Их сочетание по системе, предусмотренной стандартом, дает возможность легко изобразить любой требуемый элемент.

Рассмотрим принципиальные особенности построения условных графических обозначений (рис.3.1).

Один и тот же знак в зависимости от его расположения в условном обозначении приобретает разные значения. Точка, например, может обозначать (рис. 3.1,а): соединение проводников 1; ответвление импульсных трубок 2; подвижную часть контакта 3; газовое заполнение баллона ионного прибора 4; нейтральную точку многофазной обмотки 5; начало обмотки 6; положение многоконтактного переключателя, в котором контакт замкнут, 7 и т.д.

Один и тот же знак в ряде случаев в схемах различных типов имеет различное значение. Например, прямоугольник на принципиальных схемах изображает обмотку реле, магнитного пускателя; на структурной и функциональной схемах – функциональную часть устройства, на монтажной – пульт, щит и т.п.


Стандарт устанавливает общие обозначения, которые берут за основу при составлении производных обозначений, если в том или ином конкретном случае недостаточно общего обозначения. На рис.3.1 дано общее обозначение электрической машины 8, но если требуется конкретизация и нужно, например, изобразить асинхронный электродвигатель с фазным ротором и подчеркнуть, что обмотка статора соединена в звезду, а обмотка ротора — в треугольник, то, сочетая обозначение обмоток статора 9 и фазного ротора 10 со знаком соединений звезда 11 и треугольник 12 и с обозначением трехпроводной линии 13, получают производное однолинейное 14 или многолинейное 15 обозначение.

Некоторые элементы и их части имеют не одно, а несколько обозначений для схем одного типа, но каждое из них следует применять в определенных случаях. На рис.3.1, в даны три стандартных обозначения обмотки трансформатора. Обозначение 16 служит в основном для схем электроснабжения и питания, с его помощью изображен трансформатор 19. Чтобы подробно показать соединения обмоток, используют обозначение 17.

Обозначение 18 применяется только для указания вида соединения. В рассматриваемом примере обмотки двухобмоточного трансформатора 19 и 20 соединены: первичная — в звезду и вторичная — в звезду с выведенной нейтральной точкой.

Некоторые элементы и их части показывают более или менее подробно в зависимости от типа схемы. Если в схеме соединений необходимо показать кабели, идущие у путевого выключателю, то его изображают простейшим способом 21 (рис.3.1,г).

Если же нужно показать, в какие цепи введены контакты путевого выключателя, то его изображают подробно (22). Бесконтактный путевой выключатель 23 не имеет механической связи с контролируемым объектом — эта связь, например, индуктивная — и построен на бесконтактных элементах (дресселях, конденсаторах, триодах и т.п.). Такой путевой выключатель изображается простым прямоугольником, к которому подводят провода питания 1 и 2 и от которого отводят провода выводов 3, 4 и 5 для включения в схему.

При изображении логических элементов и других устройств, имеющих собственные, достаточно сложные принципиальные схемы, принято показывать только входы и выходы, т.е. такие устройства рассматриваются как элементы схемы. Например, цифровой элемент задержки (рис.3.1,д) обозначен прямоугольником 9 с входом X и выходами Y1, Y2 и Y. На дополнительном поле указаны значения времени задержки по каждому входу. Знак  служит для

обозначения логической операции “Задержка”. Таким же способом показываются усилители, стабилизаторы, генераторы частоты, источники питания и т.п. На рис.3.1,е показан источник питания 25, преобразующий переменный ток напряжения 220 В в постоянный ток напряжения 4 В.

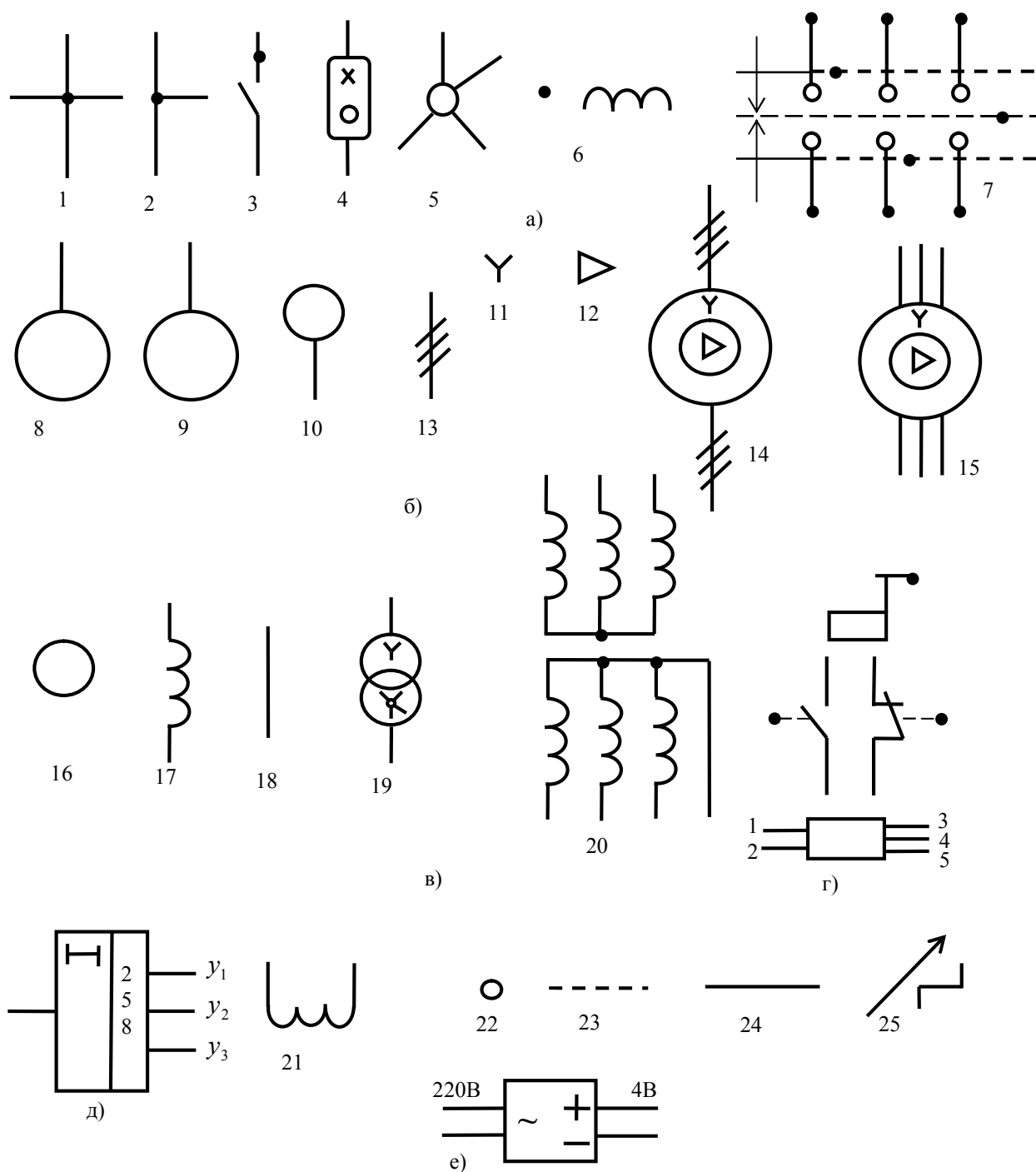


Рис.3.1. Примеры построения условных графических обозначений элементов схем: а) - различное значение на схемах точки; б) - различные обозначения электрической машины; в) - варианты обозначений обмоток трансформатора; г) - путевые выключатели; д) - логический элемент; е) – источник питания

3.2.2. Приборы и средства автоматизации

В основу условных обозначений по ГОСТ 21.404-85 положены буквенные обозначения в сочетании с простыми условными графическими обозначениями (табл.3.1).

Для всех измерительных преобразователей (датчиков), а также приборов, устанавливаемых по месту, принято единое графическое обозначение в виде окружности или овала в зависимости от объема вписываемых буквенных обозначений. То же обозначение, но разделенное горизонтальной чертой на две половины, соответствует приборам, установленным на щите или на пульте. Поскольку для отборных устройств постоянно подключенных приборов специальное обозначение отсутствует, предусмотрено специальное графическое обозначение отборного устройства, используемого для эпизодического подключения приборов, например, во время наладки, поверки и т.п.

Для получения полного обозначения прибора или средства автоматизации в его условное графическое обозначение вписывают буквенное условное обозначение, которое определяет назначение, выполняемые функции и характеристики устройства.

В табл.3.2 приведены основные значения первой буквы, соответствующей измеряемому параметру, в условном обозначении. Буквы А, В, С, I, N, O, Y, Z отсутствуют, т.к. являются резервными и в необходимых случаях могут быть использованы для ввода в обозначение информации, не предусмотренной стандартом.

Буква Х не рекомендуется к применению. Стандарт не допускает применения одной и той же резервной буквы в одном и том же проекте для обозначения разных величин.

Все буквенные обозначения построены на буквах латинского алфавита, причем место расположения буквы определяет ее значение.

Для обозначения функций, выполняемых прибором, служат семь букв, приведенных в табл.3.3.

Функция, выполняемая прибором, может быть обозначена также буквами Е, G, V, являющимися резервными среди букв, обозначающих функцию. Для обозначения формирования выходного сигнала предусмотрено пять резервных букв: К, О, Т, Y, Z.

Функциональные признаки приборов и средств автоматизации обозначаются четырьмя основными буквами (табл.3.4).

Таблица 3.1

Графические условные обозначения приборов и средств
автоматизации по ГОСТ 21.404—85

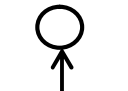

Наименование	Обозначение
<p>1. Первичный измерительный преобразователь (датчик); прибор, устанавливаемый по месту, например, на технологическом трубопроводе, аппарате, стене и т.п.:</p> <p>а) базовое обозначение;</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	 
<p>2. Прибор, устанавливаемый на щите, пульте:</p> <p>а) базовое обозначение;</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	 
<p>3. Исполнительный механизм:</p> <p>а) общее обозначение. Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не показывается;</p> <p>б) при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала открывает регулирующий орган;</p> <p>в) в той же ситуации закрывает регулирующий орган;</p> <p>г) оставляет регулирующий орган в неизменном положении;</p> <p>д) с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа)</p>	     
4. Регулирующий орган	
5. Отборное устройство без постоянно включенного прибора	

Таблица 3.2

Основные буквенные обозначения измеряемых величин по ГОСТ 2.710-81

Обозначение	Измеряемая величина	Обозначение	Измеряемая величина
D	Плотность	P	Давление, вакуум
E	Любая электрическая величина	T	Температура
F	Расход	Q	Величина, характеризующая качество, например, состав
G	Размер, положение, перемещение	S	Скорость, частота
H	Ручное воздействие	U	Несколько разнородных измеряемых величин
K	Время, временная программа	V	Вязкость
L	Уровень	W	Масса
M	Влажность	R	Радиоактивность

Таблица 3.3

Буквенные обозначения выполняемых прибором функций по ГОСТ 2.710-81

Обоз.	Отображение информации	Обоз.	Формирование вых. сигнала	Обоз.	Дополнительные обозначения
A	Сигнализация	C	Регулирование, управление	H, L	Верхний и нижний пределы измеряемой величины
I R	Показание Регистрация	S	Включение, отключение, переключение		

Таблица 3.4

Функциональные признаки приборов по ГОСТ 2.710-81

Обозначение	Функциональный признак
E	Чувствительный элемент
T	Дистанционная передача
K	Станция управления
Y	Преобразования, вычислительные функции

К чувствительным элементам относятся все элементы, выполняющие первичное преобразование, например, сужающее устройство, термопара,

терморезистор, поплавков уровнемера и т.п. Все эти элементы будут обозначаться одинаково: первая буква будет обозначать измеряемый параметр, а второй буквой будет Е. Буквой Т обозначается промежуточное преобразование с дистанционной передачей сигнала. Она используется для обозначения, например, бесшкальных манометров, манометрических термометров и т.п.

Буквой К обозначают станции управления, входящие в состав приборов.

Четыре дополнительных буквенных обозначения, приведенные в табл.3.5, используются для уточнения измеряемого параметра. Как видно, часть из них разрешается записывать строчными буквами (это вариант является более предпочтительным)

Таблица 3.5

Дополнительные буквенные обозначения, уточняющие измеряемый параметр по ГОСТ 2.710-81

Обозначение	Дополнительные значения первой буквы
D (d)	Разность, перепад
F (f)	Соотношение, доля, дробь
I	Автоматическое переключение, обегание
Q (q)	Интегрирование, суммирование во времени

В табл.3.6 приведены дополнительные буквенные обозначения характеристик работы приборов и средств автоматизации.

Отметим особенности отдельных буквенных обозначений.

Сигнализация обозначается буквой А независимо от того, вынесена сигнальная арматура на какой-либо щит или встроена в сам прибор.

Предельные значения измеряемых величин конкретизируют буквами Н и L (верхний и нижний уровни).

Контактное устройство прибора, выполняющее коммутационные операции (включение, отключение, блокировку и т.п.), обозначают буквой S.

Если контактное устройство наряду с коммутационными выполняет и сигнальные функции, то для его обозначения используются буквы SA.

Рассмотрим принцип построения всех буквенных обозначений. Основное буквенное обозначение вписывают в верхнее поле условного графического обозначения прибора (окружности или овала). В поле под чертой указывают позиционное обозначение данного прибора в конкретной схеме. При этом соблюдается следующая очередность записи информации.

Сначала записывают обозначение основной измеряемой величины и ее уточнение, если это требуется. Затем указывают функциональные признаки прибора, которые, если их несколько, также записываются в строго определенной последовательности: показание I; регистрация R; регулирование, управление С; включение, отключение, переключение S; сигнализация А. Следует помнить, что в буквенное обозначение прибора вносятся буквенные

обозначения только тех его функциональных признаков, которые используют в данной конкретной схеме.

Например, если у показывающего и самопишущего манометра в данной схеме используется только показание, он обозначается PI, а не PIR

Таблица 3.6

Дополнительные буквенные обозначения характеристик работы прибора по ГОСТ 2.710-81

Обозначение	Характеристика
Е	Энергия сигнала:
Р	электрическая
Р	пневматическая
G	гидравлическая
А	Формы сигнала:
А	аналоговая
D	дискретная
Σ	Операция, выполняемая вычислительным устройством:
К	суммирование
х	умножения сигнала на постоянный коэффициент К
:	перемножение двух и более сигналов друг на друга
f^n	деление сигналов друг на друга
$\sqrt[n]{}$	возведение величины сигнала в степень
lg	извлечение из величины сигнала корня степени n
dx/dt	логарифмирование
\int	дифференцирование
X(-1)	интегрирование
max	изменение знака сигнала
min	ограничение верхнего значения сигнала
	ограничение нижнего значения сигнала

Если, например, бесшкальный блок сигнализатора уровня снабжен контактным устройством и встроенными сигнальными лампами, то в зависимости от функций, предусмотренных конкретной схемой, условное обозначение прибора будет различным:

- если прибор используется только для включения (отключения) оборудования,
он обозначается LS;
- для сигнализации (местной или дистанционной) – LA;
- для включения (отключения) и сигнализации – LSA;
- для регулирования уровня – LC.

При необходимости дополнительная информация записывается справа от графического обозначения. Например, для конкретизации измеряемой

величины справа от окружности (овала) можно указать “напряжение”, “сила тока”, pH; вид радиоактивности: α -, β -, или γ - излучение. Когда буквой U обозначают несколько разнородных величин, измеряемых прибором, справа от обозначения приводится расшифровка этих величин.

При составлении условного обозначения комплекта средств автоматизации, состоящего из нескольких единичных обозначений, связанных друг с другом, необходимо помнить, что во всех этих обозначениях первая буква указывает измеряемый комплектом параметр. Исключение составляют устройства ручного управления, входящие в комплект, — в их обозначение шифр измеряемого параметра не вводят.

Например, в комплекте для измерения и регулирования температуры первичный измерительный преобразователь будет обозначен буквами ТЕ, вторичный регистрирующий прибор TR регулирующий блок ТС.

Однако необходимо помнить, что в комплекте, предназначенном для измерения нескольких разнородных величин, датчики обозначаются буквой, означающей измеряемый данным датчиком параметр,

Местом установки отборного устройства для постоянно подключенного прибора является точка пересечения линии связи с обозначением технологического трубопровода или аппарата. Второй конец линии связи соединяется с обозначением датчика или прибора.

На рис.3.2 показано обозначение установки термопары (а) и показывающего манометра (б) на технологическом трубопроводе; датчик расхода (например, диафрагма) устанавливается в рассечку технологического оборудования, что соответственно и обозначается (в). Для указания точного места расположения отборного устройства или точки измерения линию связи от датчика или прибора вводят внутрь контура технологического аппарата, а на ее конце изображают маленькую окружность (рис. 3.2,г).

Если направление передачи сигнала или потока среды имеет значение, на линии связи наносится соответствующая стрелка.

Щиты и пульты управления изображаются в виде прямоугольников, размеры которых определяются необходимым объемом размещаемой в них информации.

В табл.3.7 приведены условные обозначения некоторых наиболее часто встречающихся приборов и средств автоматизации, устанавливаемых по месту и на щите.

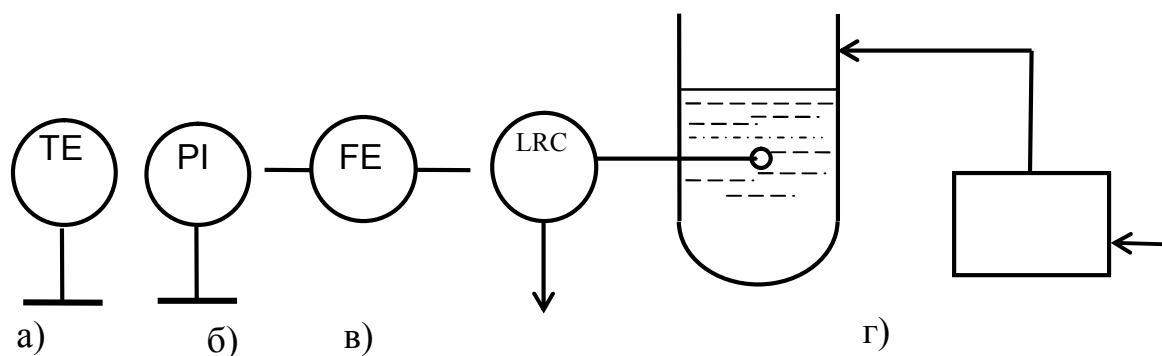







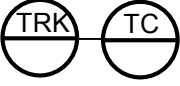






Рис. 3.2 Обозначения мест установки первичных измерительных преобразователей

Таблица 3.7

Условные обозначения приборов для измерения некоторых технологических параметров по ГОСТ 21.404—85

Условное обозначение	Наименование прибора
1	2
ТЕМПЕРАТУРА	
	Первичный измерительный преобразователь (датчик) температуры, установленный по месту, например, термопара, терморезистор, баллон манометрического термометра и т.п.
	Показывающий прибор, установленный по месту, например, стеклянный термометр
	Прибор для регистрации температуры, установленный на щите







Продолжение таблицы 3.7

1	2
	<p>Прибор для регистрации и регулирования температуры, установленный на щите</p>
	<p>Регулятор температуры бесшкальный</p>
	<p>Комплект для измерения температуры, регистрирующий, регулирующий, со станцией управления, например, вторичный прибор и регулирующий блок системы “Старт”, установленный на щите</p>
	<p>Температурное реле, установленное по месту</p>
<p>ДАВЛЕНИЕ</p>	
	<p>Показывающий прибор, установленный по месту, например, манометр, тягомер, напоромер и т.п.</p>
	<p>Показывающий прибор для измерения разности давлений, установленный по месту, например, дифманометр</p>
	<p>Бесшкальный манометр с дистанционной передачей, установленный по месту</p>
	<p>Регистратор давления, установленный на щите</p>
	<p>Электроконтактный манометр, установленный по месту</p>

Продолжение табл. 3.7

1	2
<div data-bbox="233 376 316 456">PC</div> <div data-bbox="233 689 316 770">FI</div> <div data-bbox="233 801 316 882">FQI</div> <div data-bbox="233 958 316 1039">FfR</div> <div data-bbox="233 1169 316 1249">LE</div> <div data-bbox="233 1339 338 1420">LSA^H</div> <div data-bbox="233 1473 338 1554">LCS^H</div> <div data-bbox="233 1608 338 1688">LIA^H_L</div> <div data-bbox="194 1859 277 1939">DTE</div> <div data-bbox="296 1859 379 1939">DTP</div>	<p>Регулятор давления, установленный по месту</p> <p style="text-align: center;">РАСХОД</p> <p>Первичный измерительный преобразователь, например диафрагма, турбинка, датчик индукционного расходомера и т.п.</p> <p>Показывающий расходомер, установленный по месту</p> <p>Показывающий и интегрирующий прибор измерения расхода, например, счетчик количества жидкости, установленный по месту</p> <p>Прибор для регистрации соотношения расходов, установленный на щите</p> <p style="text-align: center;">УРОВЕНЬ</p> <p>Чувствительный элемент для измерения уровня, например, поплавков или емкостной датчик</p> <p>Реле верхнего уровня (прибор для измерения уровня с контактным устройством, включенным в схему сигнализации), установленный по месту</p> <p>Сигнализатор верхнего уровня, установленный по месту и включенный в схему регулятора</p> <p>Уровнемер, установленный на щите, показывающий и сигнализирующий верхний и нижний предельные уровни</p> <p style="text-align: center;">РАЗЛИЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ</p> <p>Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный с дистанционной передачей (электрической или пневматической), установленный по месту</p>

Продолжение табл. 3.7

1	2
 Напряжение   pH  H ₂ SO ₄        	<p>Любой показывающий прибор для измерения электрической величины, установленный на щите, например, вольтметр, амперметр, ваттметр и т.п.</p> <p>Показывающий вольтметр, установленный на щите</p> <p>Датчик РН-метра</p> <p>Вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе</p> <p>Прибор для показания и сигнализации радиоактивности, а именно предельно допустимых значений α- и β-лучей, установленный по месту</p> <p>Прибор для регистрации скорости вращения, установленный на щите, например, тахогенератор</p> <p>Прибор для измерения нескольких разнородных параметров, а именно расхода и давления, регистрирующий, установленный по месту</p> <p>Преобразователь термо-ЭДС термопары в электрический сигнал, установленный на щите</p> <p>Преобразователь пневматического сигнала датчика давления в электрический, установленный по месту</p> <p style="text-align: center;">КОММУТИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ</p> <p>Ручное контактное устройство, установленное на щите, например, ключ управления, кнопка, переключатель и т.п.</p> <p>Ручной щитовой орган управления, например, панель дистанционного управления</p> <p>Пусковой аппарат для управления электроприводом, установленный на щите, например, магнитный пускатель или контактор</p>

3.2.3. Буквенно-цифровые обозначения элементов электрических схем

Буквенно-цифровые обозначения на электрических схемах занимают особое место среди условных обозначений. Они существенно дополняют соответствующее графическое изображение, определяя его функциональное назначение, место расположения, маркировку в схеме.

Условные буквенно-цифровые обозначения состояются из букв латинского алфавита (табл. 3.8) и арабских цифр. Все знаки в обозначении имеют одинаковую высоту. Буквенно-цифровое обозначение представляет собой определенное число знаков (букв и цифр), записанных последовательно, без пробелов в одну строку.

Позиционные обозначения элементов присваиваются всем без исключения элементам и устройствам, входящим в принципиальную схему. Как правило, позиционное обозначение состоит из трех частей, записываемых без разделительных знаков и пробелов. Каждая из составных частей обозначения имеет самостоятельное значение. Первая часть содержит одну или несколько букв, обозначающих вид элемента, например, R – резистор, C – конденсатор, DS – запоминающее устройство. Вторая часть обозначения представляет собой порядковый номер элемента или устройства в пределах элементов или устройств данного вида. Вторая часть обозначения записывается одной или несколькими цифрами в зависимости от числа элементов данного вида, например, R1, R2, ..., R12; C1, C2, ..., C15. Если на схеме элемент или устройство показаны разнесенными на соответствующие части, то к порядковому номеру добавляют условный номер изображенной части, например, D13.2 (второй логический элемент цифровой логической микросхемы D13). При этом в перечне элементов условный номер части элемента или устройства не указывается.

В отличие от первых двух обязательных составляющих позиционного обозначения третья составляющая может не указываться. Третья составляющая – это функциональное назначение данного элемента или устройства в рассматриваемой схеме, записанное в виде одной или нескольких букв в соответствии с табл. 3.9. Например, D7S – микросхема, выполняющая функцию запоминания (памяти). Позиционные обозначения с одинаковыми первой и второй составляющими могут иметь различные третьи составляющие, т.е. разное функциональное назначение в конкретной схеме. Например, R2N – резистор R2, используемый как измерительный; R3F – резистор R3, используемый как защитный (предохранительный).

Встречаются случаи, когда, несмотря на конкретный двухбуквенный код, функциональное назначение показывают общим однобуквенным кодом. Это зависит от конкретного содержания рассматриваемой схемы – например, если она содержит несколько магнитных пускателей и ни одного реле, то все пускатели могут обозначаться одной буквой К, несмотря на то, что имеется конкретный двухбуквенный код КМ.

Следует помнить, что однобуквенные коды, указанные в табл. 3.8, представляют собой общие обозначения групп видов и являются обязательными. Существуют ограничения на применение кодов: во-первых, в качестве самостоятельных кодов не допускается применять буквы I и O; во-вторых, не допускается применять сочетание букв PE.

Контакты реле обозначаются следующим образом: вначале указывается обозначение реле, а затем через точку – номер контакта. Так, например, если реле K1 имеет три контакта, они будут обозначены K1.1; K1.2; K1.3.

Таблица 3.8

Буквенные коды наиболее распространенных
элементов по ГОСТ 2.710-81

Однобук. код	Группа видов элементов	Примеры видов элементов	Двухбук. код
1	2	3	4
A	Устройство (общее обозначение)	Усилители, приборы телеуп- равления	
B	Преобразователи неэ- лектрических величин в электрические (кроме генераторов и источни- ков питания)	Магнестрикционный элемент Детектор ионизирующих излу- чений Сельсин-приемник Телефон (капсюль) Сельсин-датчик Тепловой датчик Фотоэлемент Микрофон Датчик давления Пьезоэлемент Датчик частоты вращения (тахогенератор) Звукосниматель Датчик скорости	BB BD BE BF BC BK BL BM BP BQ BR BS BV
C	Конденсаторы		
D	Схемы интегральные, микросборки	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения информа- ции Устройство задержки	DA DD DS DT
E	Элементы разные	Нагревательный элемент Лампа осветительная Пиропатрон	EK EL ET

Продолжение табл. 3.8

1	2	3	4
F	Разрядники, предохранители, устройства защитные	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия Дискретный элемент защиты по току инерционного действия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник	FA FP FU FV
G	Генераторы, источники питания	Батарея	GB
H	Устройства индикаторные и сигнальные	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации	HA HG HL
K	Реле, контакторы, пускатели	Реле токовое Реле указательное Реле тепловое Контактор, магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения	KA KH KK KM KT KV
L	Катушки индуктивности, дроссели	Дроссель люминесцентного освещения	LL
M	Двигатели		
P	Приборы, измерительное оборудование	Амперметр Счетчик импульсов Частотомер Счетчик активной энергии Счетчик реактивной энергии Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени Вольтметр Ваттметр	PA PC PF PI PK PR PS PT PU PW
Q	Выключатели и разъединители в силовых цепях	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель	QF QK QS
R	Резисторы	Терморезистор Потенциометр Шунт измерительный	RK RP RS

Продолжение табл. 3.8

1	2	3	4
S	Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерительных	Варистор Выключатель и переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: - уровня - давления - положения (путевой) - частоты вращения - температуры	RU SA SB SF SL SP SQ SR SK
T	Трансформаторы, автотрансформаторы	Трансформатор тока Электромагнитный стабилизатор Трансформатор напряжения	TA TS TV
U	Устройства связи, преобразователи электрических величин в электрические	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты	UB UR UI UZ
V	Приборы электровакуумные и полупроводниковые	Выпрямитель, диод, стабилитрон Прибор электровакуумный Транзистор Тиристор	VD VL VT VS
W	Линии и элементы СВЧ Антенны	Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль Трансформатор, фазовращатель Аттенюатор Антенна	WE WK WS WT WU WA
X	Соединения контактные	Токоъемник, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный	XA XP XS XT XW

Продолжение табл. 3.8

1	2	3	4
Y	Устройства механические с электромагнитным приводом	Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита	YA YB YC YN
Z	Устройства оконечные, ограничители, фильтры	Ограничитель Фильтр кварцевый	ZL ZQ

Таблица 3.9

Буквенные коды функционального назначения
элементов по ГОСТ 2.710-81

Буквенный код	Функциональное назначение	Буквенный код	Функциональное назначение
1	2	3	4
A	Вспомогательный	N	Измерительный
B	Направление движения (вперед, назад, вниз, вверх, по часовой стрелке, против часовой стрелки)	P	Пропорциональный
C	Считающий	Q	Состояние (старт, стоп, ограничение)
D	Дифференцирующий	R	Возврат, сброс
F	Защитный	S	Запоминание, запись
G	Испытательный	T	Синхронизация, задержка
H	Сигнальный	V	Скорость (ускорение, торможение)
I	Интегрирующий	W	Сложение
K	Толкающий	X	Умножение
M	Главный	Y	Аналоговый
		Z	Цифровой

3.2.4. Графические обозначения элементов электрических схем

Для построения условных графических обозначений разновидностей электрорадиоэлементов используются базовые символы и различные знаки. Базовые символы подробно рассматриваются далее. К наиболее распространенным знакам общего применения относятся следующие:

а) знак регулирования – стрелка, пересекающая исходный символ под углом 45° (рис.3.3,а). При нанесении такого знака на общее обозначение конденсатора, резистора и катушки индуктивности получается символ конденсатора переменной емкости, переменного резистора и катушки с регулируемой индуктивностью (рис.3.3,м-о), на обозначение усилителя в структурной схеме – символ усилителя с регулируемым усилением и т.д. Если необходимо указать характер регулирования и условия, при которых оно должно осуществляться, возле стрелки помещают специальные значки, характеризующие эти особенности. Так, наклонный штрих, параллельный знаку регулирования (рис.3.3,б), указывает на линейность изменения параметра, ступенька – на ступенчатое регулирование (рис.3.3,в), а математическая запись $I=0$ – на то, что регулирование следует производить при токе, равном 0 (рис.3.3,г). Если необходимо указать число ступеней регулирования, над знаком пишут соответствующее число (рис.3.3,д). Для обозначения характера регулирования используется также знак нелинейного регулирования – излом в его нижней части, рядом с которым при необходимости указывают в математической форме закон изменения регулируемого параметра (рис.3.3,е-з). Например, надписи $\sin X$ и $\log X$ означают, что параметр элемента при регулировании изменяется соответственно по синусоидальному и логарифмическому закону. Подстроечное регулирование также обозначается наклонной линией, но вместо стрелки на ее конце изображается короткий штрих (рис.3.3,и-л). Символ подстроечного регулирования также может сопровождаться знаками характера и условий регулирования (рис.3.3,п.)

Разновидностью рассмотренных знаков является знак саморегулирования: наклонная линия для линейного саморегулирования (рис.3.3,р) и наклонная линия с изломом в нижней части для нелинейного саморегулирования (рис.3.3,с). Если необходимо указать, под действием какой физической величины происходит саморегулирование элемента, возле знака помещается соответствующее обозначение (U – напряжение, I – ток, P – давление, t – температура и т.п.). На рис.3.3,т,у показаны условные обозначения терморезистора и вариконда, емкость которого зависит от напряжения на обкладках.

При изображении на схеме нескольких элементов, управляемых одной ручкой, например, блока конденсаторов переменной емкости или сдвоенного переменного резистора, их части обычно размещают в разных местах схемы, а чтобы показать их механическую связь, знаки регулирования соединяют штриховой линией (рис.3.3,д) или, при близком расположении, – двумя параллельными линиями (рис.3.3,ц).

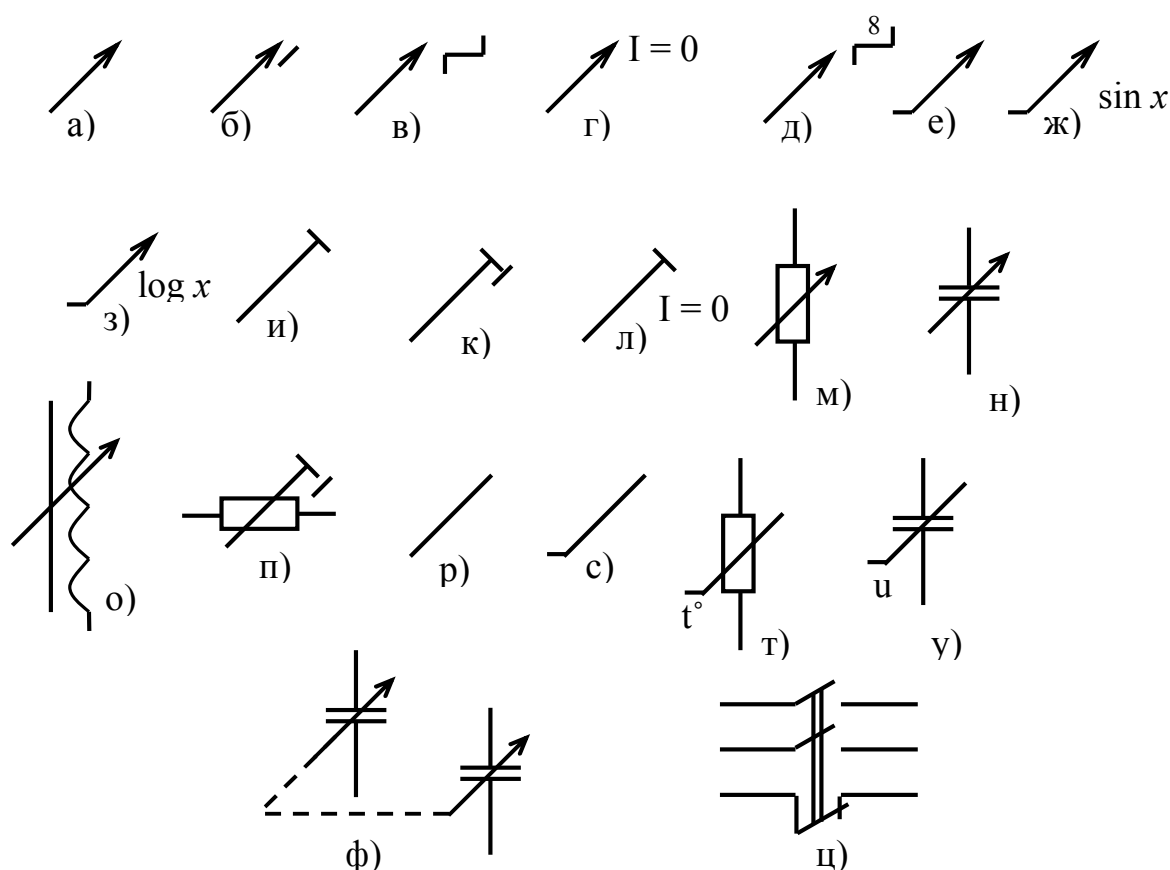


Рис.3.3. Обозначения знака регулирования и варианты его использования

При изображении на схеме нескольких элементов, управляемых одной ручкой, например, блока конденсаторов переменной емкости или сдвоенного переменного резистора, их части обычно размещают в разных местах схемы, а чтобы показать их механическую связь, знаки регулирования соединяют штриховой линией (рис.3.3,ф) или, при близком расположении, – двумя параллельными линиями (рис.3.3,ц);

б) знаки, указывающие направление движения. Для указания механического перемещения подвижных деталей используют прямые стрелки, обозначающие движение в одну или обе стороны (рис.3.4).

Если необходимо показать, что движение ограничено, у конца стрелки изображают короткий штрих;

в) знак светового потока: две параллельные наклонные стрелки, расположенные под углом 45° к условному обозначению базового элемента – полупроводникового, гальванического, резистора, – образуют символы элементов, основанных на фотоэлектрическом эффекте (рис.3.5);

г) знак вращательного движения: стрелка, изогнутая в виде дуги окружности.

Вращательное движение по часовой стрелке обозначают стрелкой, направленной вниз (рис.3.6,а), против часовой стрелки – вверх (рис.3.6,б), в обоих направлениях – обоюдоострой стрелкой (рис.3.6,в), а качательное движение – такой

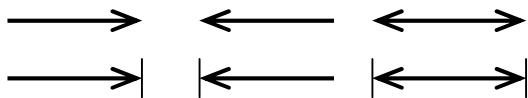


Рис.3.4. Знаки направления движения

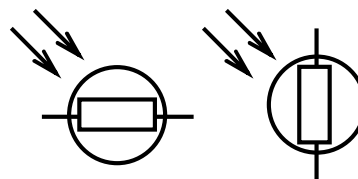


Рис.3.5. Знаки светового потока

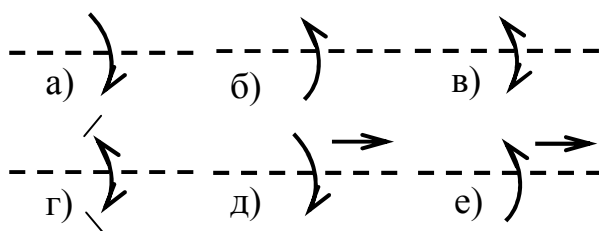


Рис.3.6. Знаки вращательного движения

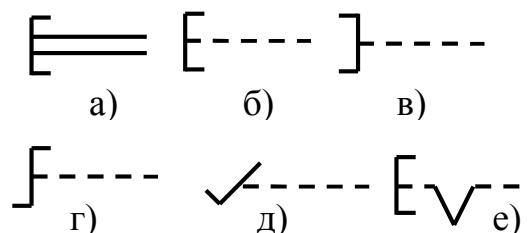


Рис.3.7. Знаки, обозначающие способ управления подвижными элементами

же стрелкой, но с засечкой на концах (рис.3.6,г). Винтовое движение обозначается комбинацией из дугообразной и прямой стрелок (рис.3.6,д,е);

д) знак, передающий способ управления подвижными деталями элементов. Изображенные на рис.3.7 знаки обозначают: а,б — ручной привод, осуществляемый нажатием на кнопку; в,г — вытягиванием или поворотом кнопки; д — педаль; е — фиксация привода в нажатом (вытянутом, повернутом) состоянии.

Графические обозначения основных электрорадиоэлементов приведены в прил.1. В прил.2–прил.5 приведены обозначения основных функций и меток цифровых и аналоговых элементов.

3.3. Оформление ФСА

3.1.1. Общие сведения

ФСА представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства, элементы телемеханики) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики. Вспомогательные устройства, такие как редукторы и фильтры для воздуха, источники питания, соединительные коробки и т.п. устройства на ФСА не показывают.

ФСА технологической установки выполняют, как правило, на одном чертеже, на котором изображают аппаратуру всех систем контроля, регулирования, управления и автоматизации, относящуюся к данной технологической установке.

Для сложных технологических процессов с большим объемом автоматизации схемы могут быть выполнены отдельно по видам технологического контроля и управления, т.е. отдельно выполняют схемы автоматического управления, контроля и сигнализации.

Схема автоматизации должна быть составлена таким образом, чтобы из нее легко можно было определить:

- 1) параметры технологического процесса, которые подлежат автоматическому контролю и регулированию;
- 2) наличие защиты и аварийной сигнализации;
- 3) принятую блокировку механизмов;
- 4) организацию пунктов контроля и управления;
- 5) функциональную структуру каждого узла контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления;
- 6) технические средства, с помощью которых реализуется тот или иной функциональный узел контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления.

3.3.2. Изображение технологического оборудования и коммуникаций

Технологическое оборудование и коммуникации на ФСА изображают, как правило, упрощенно и в сокращенном виде, без указания отдельных технологических аппаратов и трубопроводов вспомогательного назначения.

На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулируемую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов. Технологические аппараты и трубопроводы вспомогательного назначения показывают только в тех случаях, когда они механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации.

У изображения технологического оборудования, отдельных его элементов и трубопроводов приводятся соответствующие поясняющие надписи (наименование технологического оборудования, его номер и др.), а стрелками указываются направления потоков. Отдельные агрегаты и установки технологического оборудования могут быть изображены оторванно друг от друга, но при этом всегда приводятся необходимые указания на взаимосвязь.

3.3.3. Примеры построения условных обозначений приборов и технических средств автоматизации на схемах

Регулирующие органы, такие как заслонки, задвижки, шиберы и др., показывают непосредственно на местах их установки в виде условных изображений, принятых для технологического оборудования. Для датчиков и приборов, указывающих положение регулирующих органов, исполнительных механизмов и т.п., показывают существующую механическую связь.

На рис.3.8,а показан участок технологического воздухопровода II, на котором установлена регулирующая заслонка ЗР с исполнительным механизмом; она связана с ним механической связью (сплошная линия I), а с аппаратурой управления – электрической линией связи (тонкая линия III). На рис.3.8,б на участке технологического трубопровода II установлено регулирующее устройство шибер ШР с ручным управлением. Для контроля положения шибер предусмотрен конечный выключатель SQ. Механическая связь конечного выключателя с шибером показана штриховой линией I, а тонкая линия III обозначает электрическую связь с сигнальной аппаратурой.

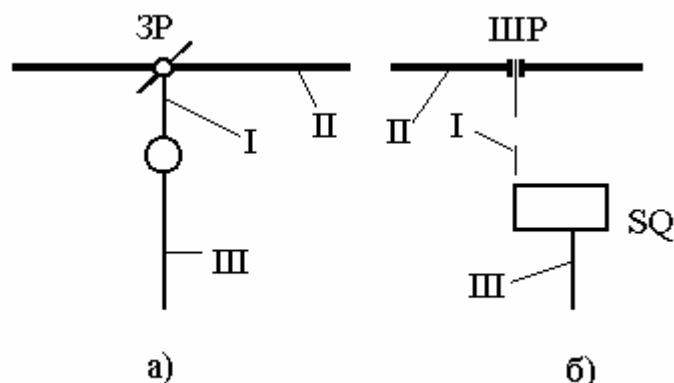


Рис.3.8. Примеры изображения механической связи исполнительных механизмов и датчиков положения с регулирующими органами

Регуляторы прямого действия изображают как совокупность отборного устройства (или первичного преобразователя), линии связи и регулирующего органа (рис.3.9,а).

Изображение комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах может быть выполнено упрощенным или развернутым способом.

Упрощенный способ применяется в основном для изображения приборов и технических средств автоматизации (ТСА) на технологических схемах. При этом способе не показываются первичные измерительные преобразователи (ПИП) и вспомогательная аппаратура. Приборы и ТСА, осуществляющие сложные функции (контроль, регулирование, сигнализацию и т.п.) и выполненные в виде отдельных блоков, изображают одним графическим обозначением.

Развернутый способ применяют для выполнения ФСА, когда каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулирующий или управляющий комплект, показывают отдельным условным графическим изображением.

На рис.3.9 показан участок технологического трубопровода с узлом автоматического регулирования расхода сырья. В упрощенном способе

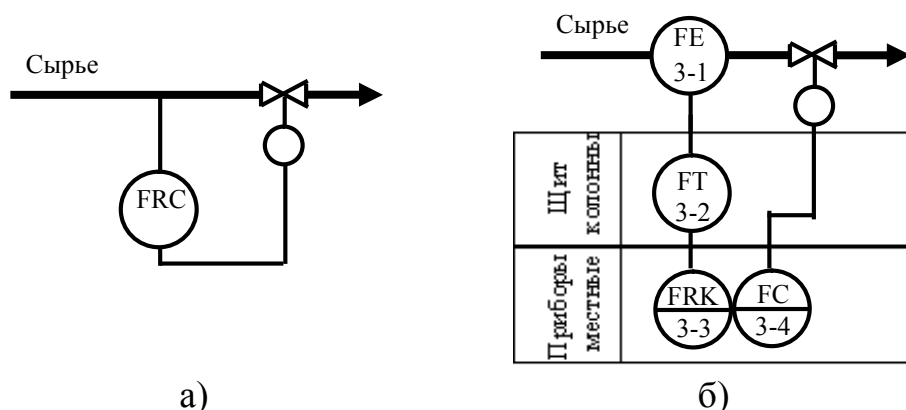


Рис.3.9. Примеры изображения условных обозначений приборов и ТСА упрощенным (а) и развернутым (б) способами

(рис.3.9,а) ПИП (например, диафрагма) не показан, а место его установки обозначено пересечением линии трубопровода с линией, связывающей ПИП с обозначением прибора, выполняющего сложные функции. На рис.3.9,б тот же узел показан развернутым способом.

В системах технологического контроля и управления часто используются комбинированные и комплексные устройства, такие как комбинированные

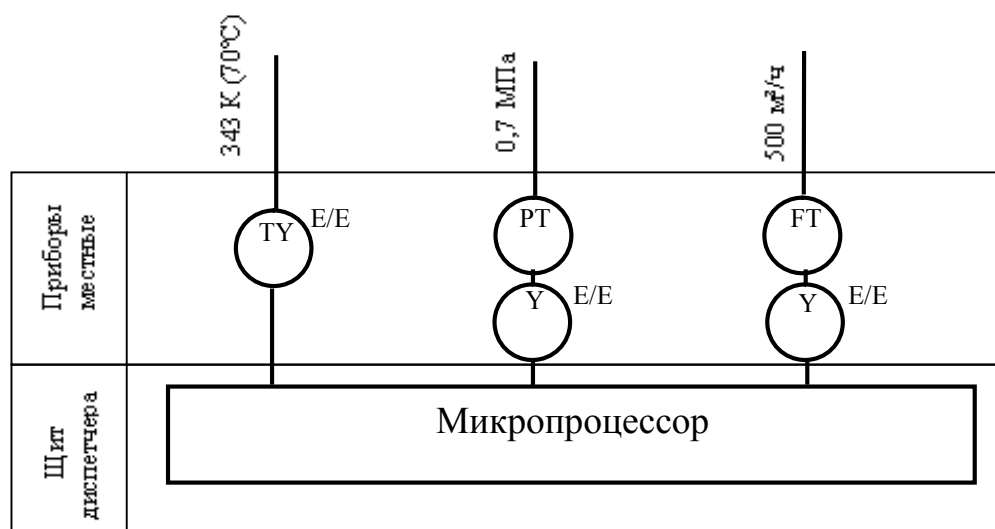


Рис.3.10. Условное изображение микропроцессора

измерительные и регулирующие приборы, микропроцессоры, компьютеры, полуконкомплекты телемеханики и т.п. Такие устройства обозначают прямоугольником произвольных размеров с указанием внутри прямоугольника типа устройства.

На рис.3.10 показан пример условного изображения на ФСА микропроцессора. Он рассчитан на ввод информации только в виде унифицированных сигналов 0-5 мА и 0-10 В постоянного тока, поэтому предусматривается промежуточное преобразование сигналов от ПИП.

3.3.4. Позиционные обозначения приборов и ТСА

Всем приборам и ТСА, изображенным на ФСА, присваиваются позиционные обозначения, состоящие из двух частей: арабских цифр – номера функциональной группы и строчных букв русского алфавита – номера прибора и ТСА в данной функциональной группе (например, 5а, 3б и т.п.).

Буквенные обозначения присваивают каждому элементу функциональной группы в порядке алфавита в зависимости от последовательности прохождения сигнала – от устройств получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс (например, приемное устройство – датчик, вторичный преобразователь, задатчик, регулятор, указатель положения, исполнительный механизм, регулирующий орган).

Допускается вместо букв русского алфавита использовать арабские цифры (например, 5-1, 3-2 и т.д.).

Позиционные обозначения отдельных приборов и ТСА, таких как регулятор прямого действия, манометр, термометр, и т.п., состоят только из порядковых номеров.

При определении границ каждой функциональной группы необходимо учитывать следующее обстоятельство: если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает дополнительные воздействия по другим параметрам (например, корректирующий сигнал), то все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую оказывается воздействие. В частности, регулятор соотношения входит в состав той функциональной группы, на которую оказывается ведущее воздействие по независимому параметру.

В системах централизованного контроля с применением вычислительной техники, в системах телеизмерения, а также в сложных схемах автоматического управления с общими для разных функциональных групп устройствами все общие элементы выносятся в самостоятельные функциональные группы.

Позиционные обозначения проставляют, как правило, в нижней части окружности, обозначающей прибор, или рядом с ней с правой стороны, или над ней.

3.3.5. Примеры выполнения ФСА

Над основной надписью по ее ширине сверху вниз в необходимых случаях помещают таблицу условных обозначений, не предусмотренных стандартами.

Контуры технологического оборудования на ФСА выполняют линиями толщиной 0,6-1,5 мм; трубопроводные коммуникации – 0,6-1,5 мм; приборы и ТСА – 0,5-0,6 мм; линии связи – 0,2-0,3 мм; прямоугольники, изображающие щиты и пульты, – 0,6-1,5 мм.

ФСА могут быть выполнены двумя способами:

- 1) с изображением щитов и пультов управления при помощи условных прямоугольников (как правило, в нижней части чертежа), в пределах которых указывают устанавливаемые на них ТСА;
- 2) с изображением ТСА на технологических схемах вблизи отборных и приемных устройств без построения прямоугольников, условно обозначающих щиты, пульты, пункты контроля и управления.

3.3.5.1. Выполнение схемы по первому способу. В этом случае на ней показывают все приборы и ТСА, входящие в состав функционального блока или группы, а также места их установки.

Приборы и ТСА, встраиваемые в технологическое оборудование и коммуникации или механически связанные с ними, изображают на чертеже в непосредственной близости от них. К таким ТСА относятся: отборные устройства; датчики, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (измерительные сужающие устройства, ротаметры, счетчики и т.п.); исполнительные механизмы; регулирующие и запорные органы.

Прямоугольники щитов и пультов располагают в такой последовательности, чтобы при размещении в их пределах обозначений приборов и ТСА обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Приборы и ТСА, которые расположены вне щитов и не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и трубопроводами, условно показывают в прямоугольнике “Приборы местные”.

Для облегчения возможности выбора диапазона измерения и шкал приборов, а также установок регуляторов на участках линий связи над верхним прямоугольником (“Приборы местные”) указывают предельные рабочие (максимальные и минимальные) значения измеряемых или регулируемых технологических параметров при установившихся режимах работы (см.рис.3.10). Эти значения дают в единицах шкалы выбираемого прибора или в международной системе единиц без буквенных обозначений.

Пример ФСА, выполненной по первому способу, приведен на рис.3.11. В схеме двумя прямоугольниками обозначены “Приборы местные” и “Щит

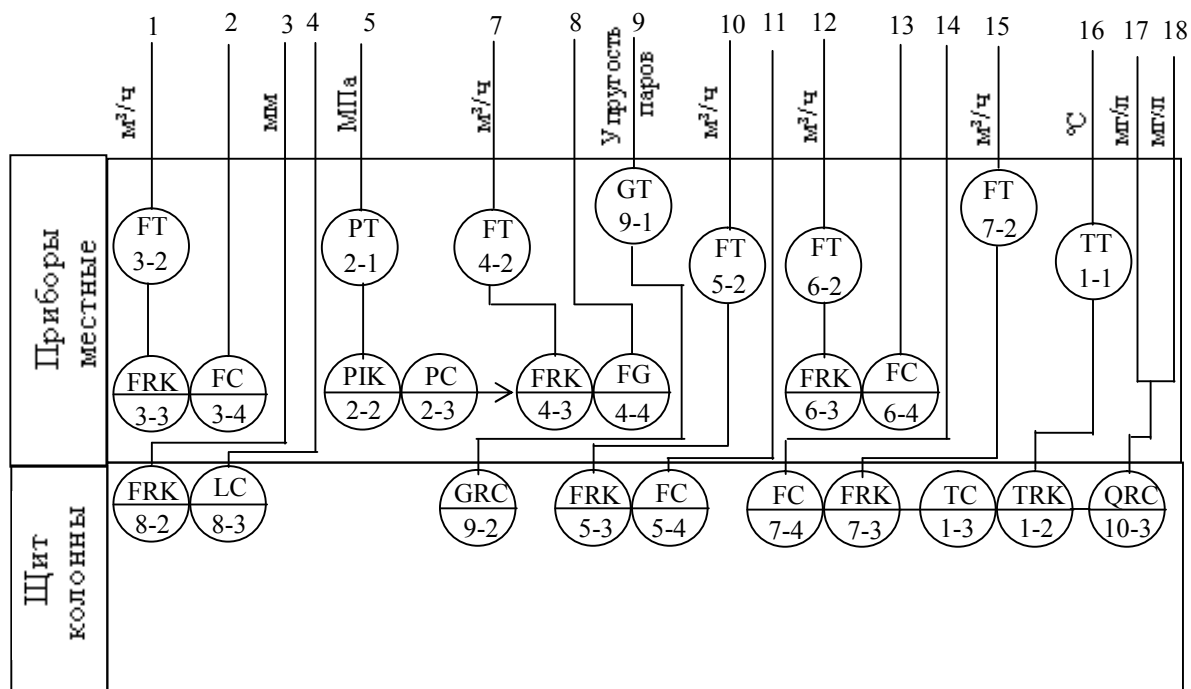
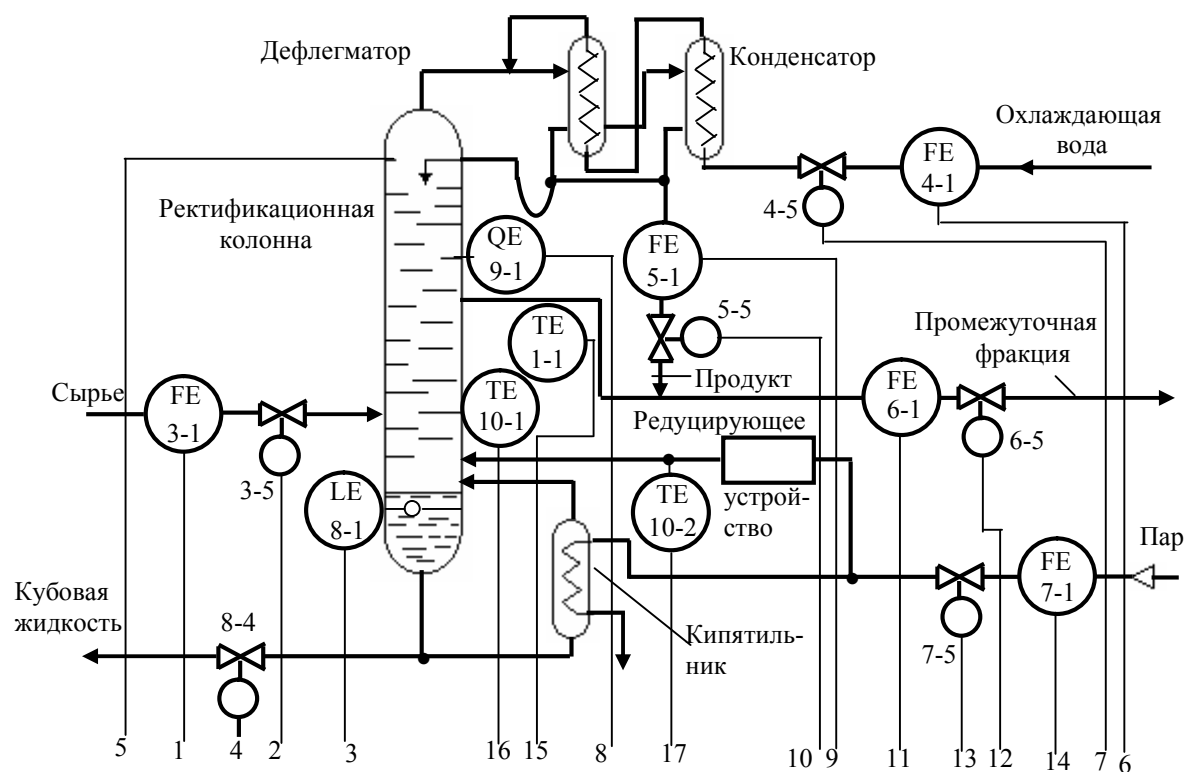


Рис.3.11. Пример выполнения ФСА по первому способу

колонны”. Линии связи между датчиками и отборными устройствами, установленными на технологическом оборудовании, и приборами и ТСА, установленными по месту и щите колонны, выполнены с разрывами. На линиях связи над верхним прямоугольником указаны предельные рабочие значения измеряемых и регулируемых параметров (куб.м/ч, мм, МПа, ..., кг/л). Все комплекты аппаратуры контроля и автоматизации имеют цифровое позиционное обозначение. Например, регулирование расхода сырья осуществляется комплектом аппаратуры, состоящим из диафрагмы 3-1, бесшкального дифманометра 3-2, регистрирующего прибора для измерения расхода 3-3, снабженного станцией управления 3-4 и установленного на щите, и исполнительного механизма 3-5. Таким образом, всему комплекту присвоен номер 3, а его составные элементы обозначены индексами от 1 до 5.

Преимуществом первого способа выполнения схем является большая наглядность, облегчающая чтение схемы.

3.3.5.2. Второй способ выполнения ФСА. Он дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта. Чтение таких схем затруднено, т.к. они не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом. При втором способе позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования или измерения выполняют арабскими цифрами, а исполнительные механизмы обозначения не имеют. Пример такой ФСА дан на рис.3.12.

3.4. Принципиальные схемы автоматизации

Принципиальные схемы систем контроля и управления по назначению подразделяют на схемы управления, автоматического регулирования и питания. В настоящее время наиболее широко используются электрические и пневматические схемы.

3.4.1. Способы изображения принципиальных электрических схем

В принципиальных электрических схемах (ПЭС) элементы могут изображаться двумя способами: совмещенным и разнесенным.

При совмещенном способе все части каждого прибора, ТСА и электрического аппарата располагают в непосредственной близости и заключают в прямоугольный, квадратный или круглый контур, выполненный сплошной тонкой линией (рис.3.13,а).

Совмещенный способ в основном используется в схемах электропитания приборов, ТСА и других простых случаях. В качестве примера на рис.3.13,а приведена схема, в которой магнитный пускатель КМ и кнопочный пост с кнопками SB1 (“Пуск”), SB2 (“Стоп”) показаны совмещенным способом. Изображения магнитного пускателя и кнопочного поста имеют контуры в виде

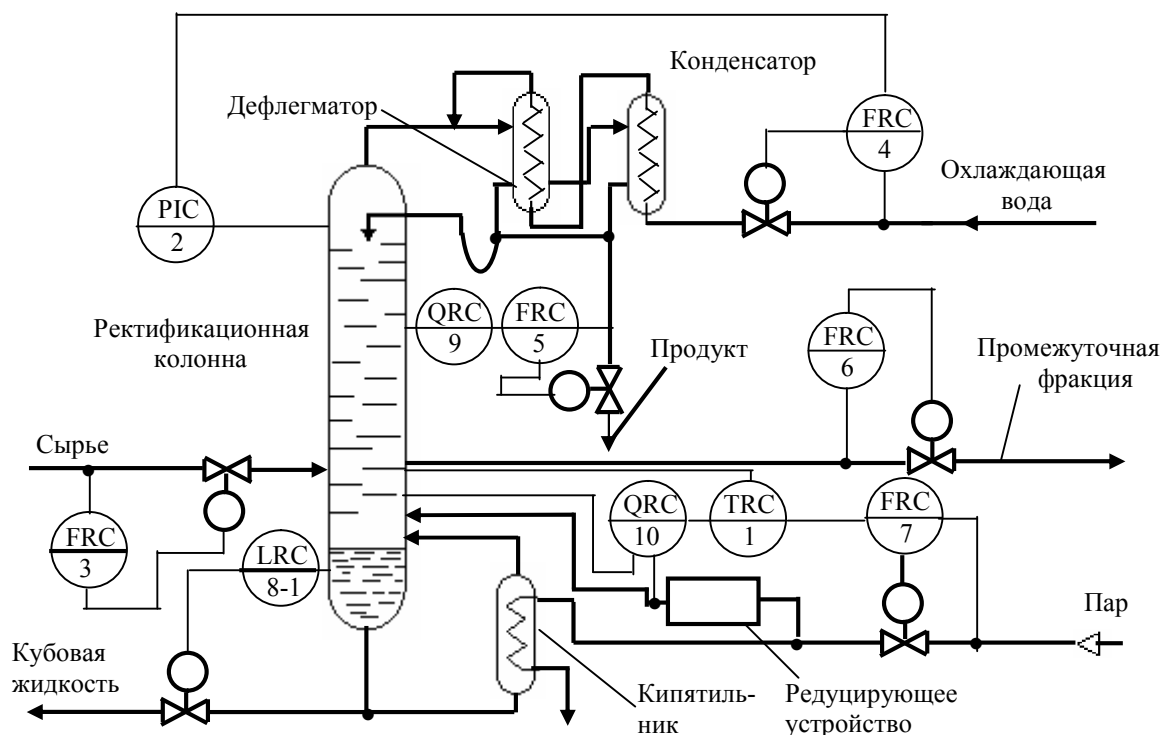


Рис.3.12. Пример выполнения ФСА по второму способу

прямоугольников; в изображении автомата QF ввиду простоты его схемы контур не указывается.

Разнесенный способ изображения является преимущественным при выполнении ПЭС, т.к. при этом способе отчетливо видны все электрические цепи, что облегчает чтение схем. В этом случае составные части приборов, аппаратов, ТСА располагают в разных местах таким образом, чтобы отдельные цепи были изображены наиболее наглядно. Принадлежность изображаемых контактов, обмоток и других частей к одному и тому же аппарату

устанавливается по позиционным обозначениям, поставленным вблизи изображений всех частей одного и того же аппарата.

Для облегчения чтения таких ПЭС используются следующие приемы:

- а) нумеруются все возможные цепи;
- б) под изображением каждой обмотки помещается табличка с указанием мест расположения контактов. В столбце Г таблички указываются номера цепей, в которые введены главные контакты, в столбце З – замыкающие контакты, а в столбце Р – размыкающие. Число клеток в табличке равно числу контактов аппарата, так что по ней можно определить, в каких цепях их искать;
- в) вблизи позиционных обозначений у изображения контакта указывается номер цепи, в которую включена соответствующая обмотка.

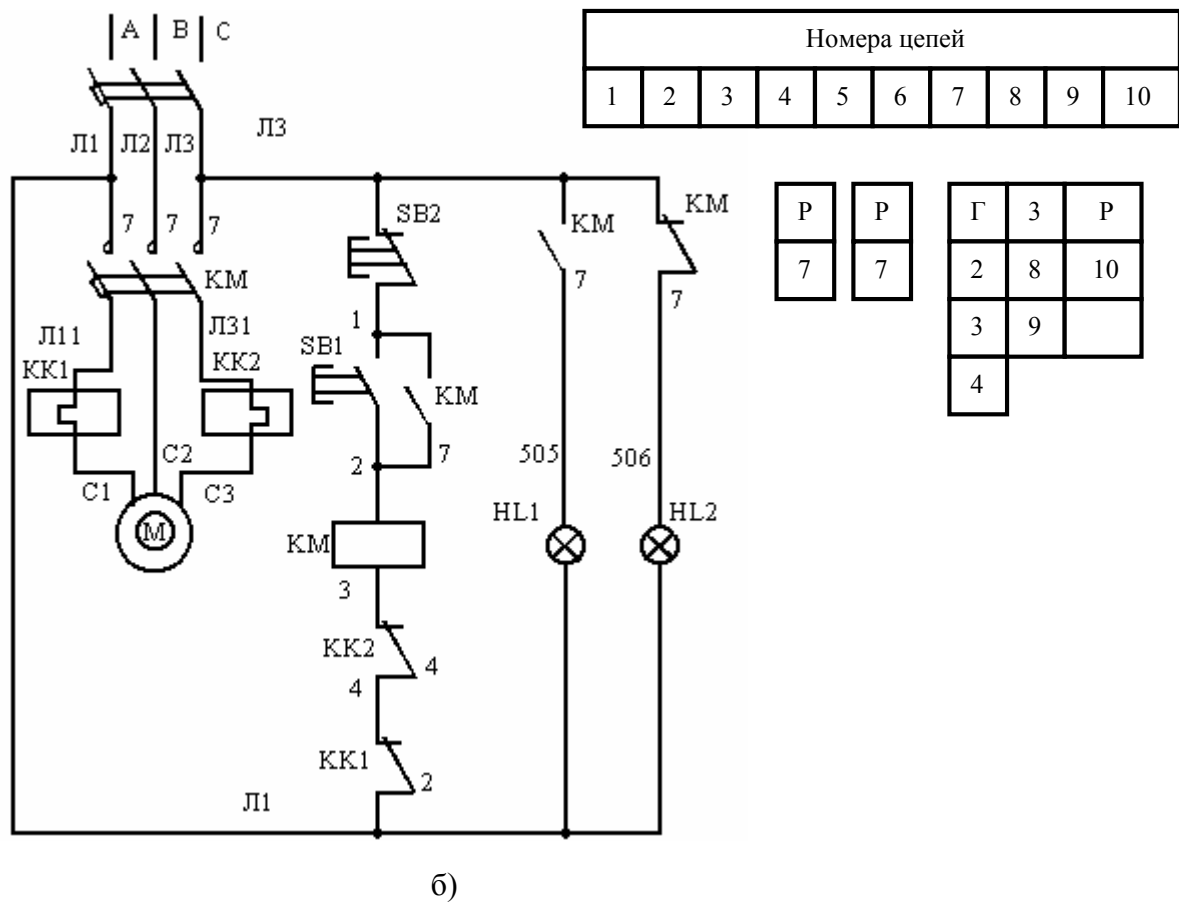
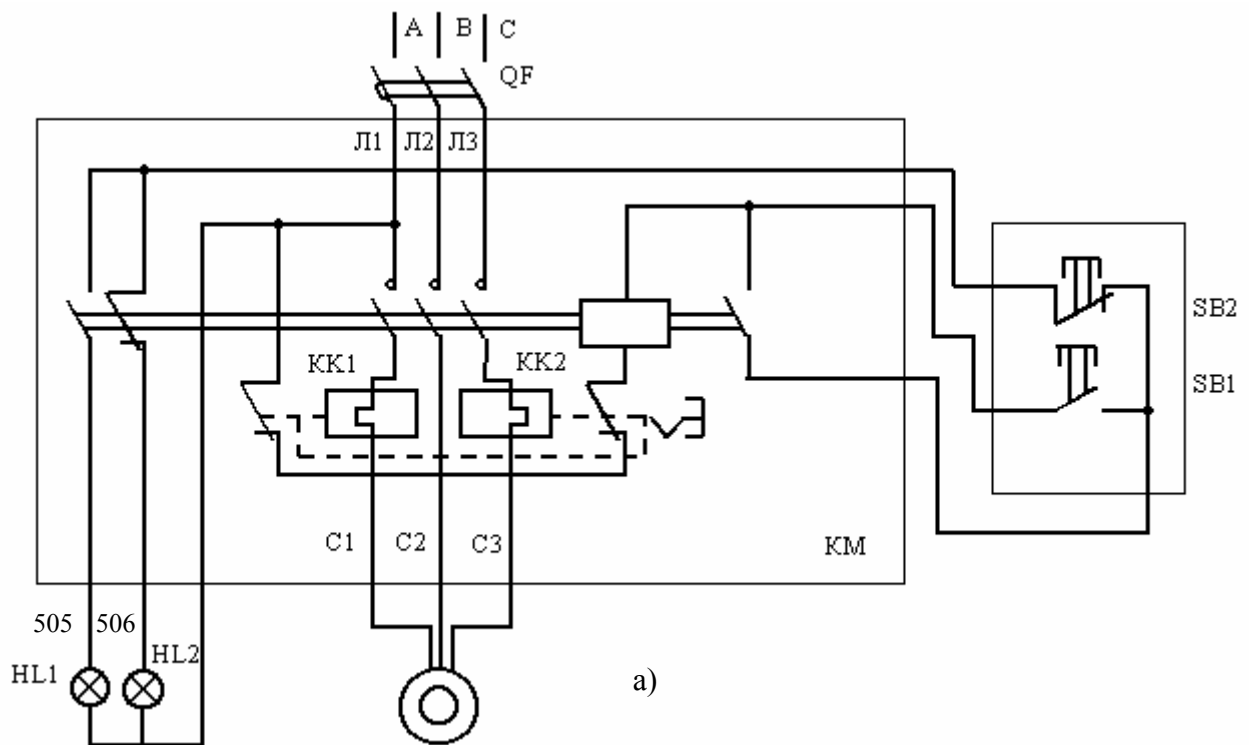


Рис.3.13. ПЭС, выполненная совмещенным (а) и разнесенным (б) способами

На рис.3.13,б разнесенным способом показана та же схема, что и на рис.3.13,а. На схеме приведены три таблички, которые размещены под изображением обмоток КК1, КК2, КМ. В табличках под КК1 и КК2 столбцов Г и З нет, т.к. ни главных, ни замыкающих контактов тепловые реле не имеют, а в столбце Р указано 7, т.к. контакты КК1 и КК2 введены в цепь 7. В табличке под обмоткой КМ в столбце Г имеются цифры 2, 3 и 4. Это говорит о том, что магнитный пускатель своими главными контактами разрывает силовые цепи 2, 3 и 4. В столбце З два адреса: 8 и 9, в столбце Р – адрес 10 и одна свободная клетка. Это означает, что пускатель имеет два замыкающих и два размыкающих контакта, причем один размыкающий контакт свободен.

Иногда на ПЭС показывают такие устройства, как приборы, регуляторы и т.п., имеющие собственные принципиальные схемы. В этом случае на ПЭС эти устройства изображаются упрощенно, т.е. показываются только входные и выходные цепи и цепи подачи питающего напряжения.

В ПЭС условные графические обозначения составных частей электрических аппаратов, приборов и ТСА, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи – либо одну под другой (при этом образуются параллельные строки), либо вертикально одну за другой.

Линии связи между аппаратами показывают полностью, но в некоторых случаях они могут быть оборваны; обрывы линий в этом случае заканчиваются стрелками.

3.4.2. Исходное положение аппаратов

Контакты автоматов, выключателей, кнопок, реле и других коммутирующих устройств на ПЭС изображаются при отсутствии тока во всех цепях схемы, т.е. в предположении, что в обмотках реле, контактов, магнитных пускателей и т.п. нет тока или он настолько мал, что якорь не может притянуться (типичный пример – ток в обмотке максимального токового реле при нормальной нагрузке) и на кнопки, рубильники и т.п. не действуют внешние принудительные силы. Поэтому все замыкающие контакты на ПЭС показываются разомкнутыми, а размыкающие – замкнутыми.

Если из этого правила в необходимых случаях сделано исключение, т.е. если отдельные аппараты изображены в выбранном рабочем режиме, то на схеме приводится соответствующее пояснение. Аппараты, не имеющие отключенного положения, изображаются в положении, принятом за исходное. Контакты коммутирующих устройств, имеющих два исходных положения (например, двухпозиционного реле с преобладанием), изображаются в одном произвольно выбранном положении, которое поясняется на схеме. Схемы многопозиционных переключателей, например, переключателей цепей управления, дополняются диаграммами переключателей.

3.4.3. Позиционные обозначения

Позиционные обозначения для ПЭС устанавливаются действующим ГОСТ 2.710-81.

Позиционное обозначение, присвоенное прибору или аппарату, сохраняется в схеме для всех его частей. Оно проставляется над графическим изображением аппаратов и их частей при горизонтальном изображении электрических цепей и справа или слева от графических обозначений – при вертикальном изображении. Слева позиционные обозначения могут быть написаны только в тех случаях, когда цепи на схемах расположены достаточно далеко друг от друга.

Позиционное обозначение вращающейся машины вписывается в ее графическое изображение.

3.4.4. Таблицы переключений контактов электрических аппаратов и устройств

На схемах, в которых используются многопозиционные аппараты (ключи, переключатели, программные устройства и т.п.), размещаются диаграммы и таблицы переключений их контактов. В таблицах приводят данные, отражающие тип аппарата, вид рукоятки (спереди) и схему расположения контактов (сзади), тип рукоятки и пакета, номера контактов и режим работы. Неиспользованные в схеме контакты обозначают звездочкой (*). На рис.3.14 показаны два примера изображения схем переключателей цепей управления и таблиц включения их контактов. На рис.3.14,а показана фронтальная пластина переключателя и обозначены три положения рукоятки: +45, 0, -45. Под ней дано монтажное изображение, на котором видно расположение выводов и указана их нумерация (1-6). На рис.3.14,б дана таблица переключения контактов, в которой буквы “л” и “п” обозначают соответственно левый и правый выводы, а крестик указывает на то, что контакт замкнут. Читается такая таблица следующим образом: в положении +45 соединены контакты между выводами 1 и 2, 5 и 6; в положении 0 соединены контакты 1 и 2, 3 и 4, а в положении -45 соединены контакты 5 и 6. На схеме эти соединения обозначают одним из способов, отличающихся только расположением на схеме выводов 1-6 переключателя (между штриховыми линиями – рис.13.4,в; над ними – рис.13.4,г; на них – рис.13.4,д). Все способы равнозначны. Рассматриваемый переключатель рассчитан на три цепи, условно названные А, Б и В. Штриховые линии +45, 0, -45 соответствуют положениям рукоятки, а жирные точки указывают на то, что контакт замкнут. По рис.3.14,в-г видно, что в положении +45 замкнуты цепи А и В, цепь Б разомкнута. В положении 0 замкнуты цепи А и Б, в положении -45 замкнута цепь В.

Рукоятка переключателя, показанного на рис.3.14,е-ж, также имеет три положения: +45, 0 и -45, но положение 0 как бы раздвоено и потому изображено не одной, а двумя штриховыми линиями. К одной из них идет

стрелка от линии +45, а к другой – от линии -45. Стрелки указывают на пружинный возврат. Если повернуть рукоятку в положение “Включить”, а

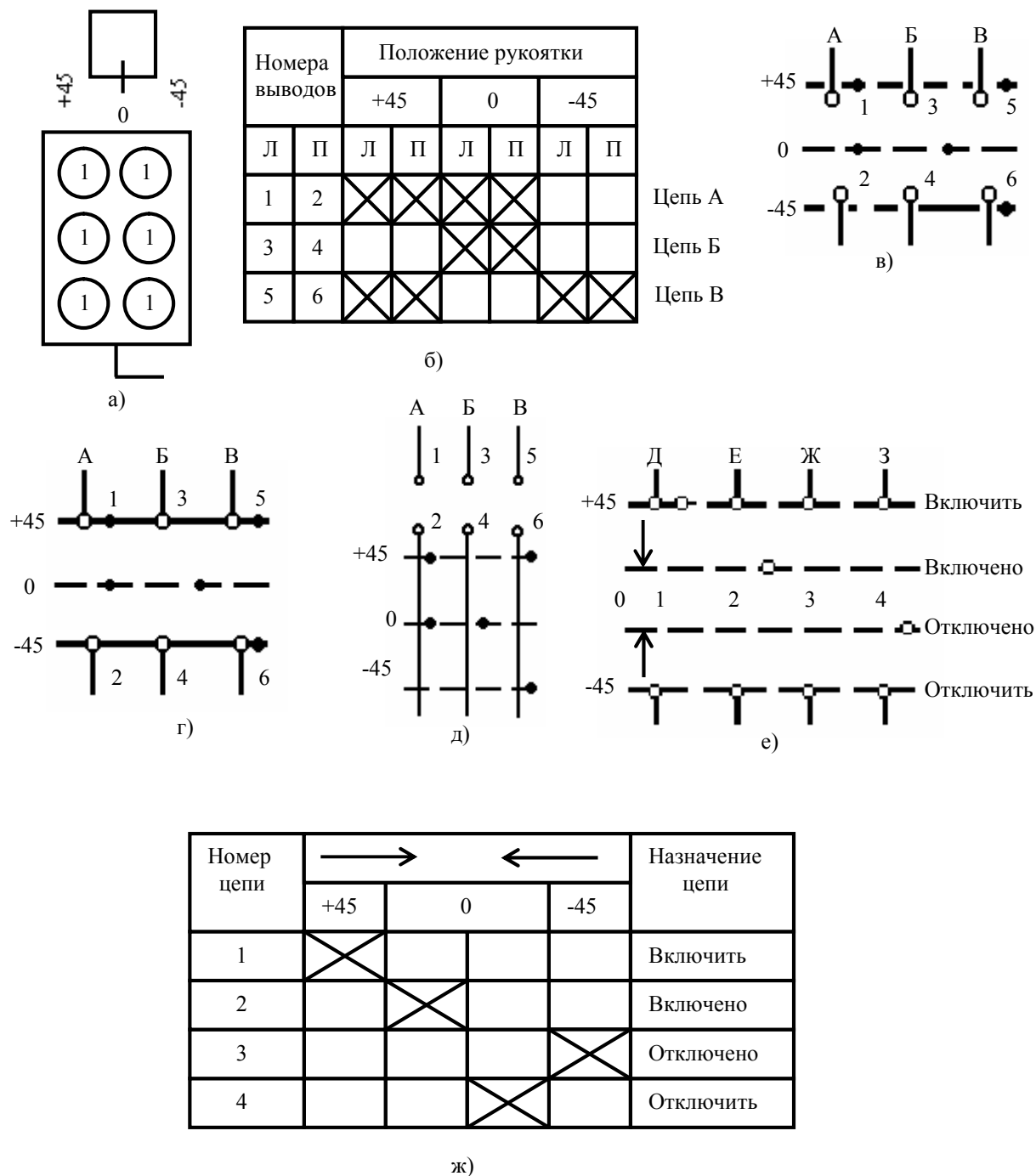


Рис.3.14. Переключатели цепей управления

затем отпустить, то она вернется в исходное положение, а коммутационное положение будет сохраняться – “включено”. Аналогично работает цепь отключения.

Пример построения диаграммы работы коммутационных устройств будет рассмотрен ниже.

3.4.5. Примеры выполнения принципиальных электрических схем

Автоматизация большинства объектов неразрывно связана с управлением технологическими механизмами с электроприводами. Такими механизмами являются насосы, вентиляторы, задвижки, клапаны и т.п., а в качестве электроприводов используются в основном реверсивные и нереверсивные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Схемы управления обычно строятся на базе релейно-контактных элементов.

3.4.5.1. Схема управления задвижкой с электроприводом. Как правило, схема управления электроприводом предусматривает местное, дистанционное и автоматическое управление.

Местное управление осуществляется оператором с помощью органов управления, например, кнопочных постов, расположенных в непосредственной близости от механизма. Дистанционное управление осуществляется со щитов и пультов объекта автоматизации. При этом технологические механизмы находятся вне поля зрения оператора и их положение контролируется по сигналам “Включено” – “Отключено”, “Закрыто” – “Открыто”. Автоматическое управление обеспечивается с помощью ТСА (регуляторов или сигнализаторов технологических параметров), а также различных программных устройств, предусматривающих автоматическое управление электроприводом с соблюдением заданных функциональных зависимостей (одновременности или определенной последовательности включения).

Вид управления электроприводом выбирается с помощью переключателя цепей (переключателя вида управления).

На рис.3.15 показана схема управления реверсивным асинхронным двигателем электропривода задвижки.

Практически все запорные устройства оснащены муфтами предельного крутящего момента и конечными выключателями. Контакты муфт предельного крутящего момента, обычно обозначаемые в схемах ВМО и ВМЗ, служат для отключения электроприводов при достижении предельного значения крутящего момента в случае несрабатывания из-за неправильной регулировки конечных выключателей, а также при застопоривании запорного устройства в промежуточном положении.

Общие принципы работы схемы следующие:

1) при подаче команды на открытие или закрытие запорного устройства срабатывает соответствующий магнитный пускатель КМ1 или КМ2, который включает электропривод. Обмотка магнитного пускателя после снятия

управляющего импульса продолжает получать питание через собственный замыкающий контакт;

2) схемы управления имеют нулевую защиту;

3) при достижении запорным устройством положения “Открыто” (“Закрыто”) конечный выключатель SQ1 (SQ2) разрывает цепь питания КМ1 (КМ2), останавливая электропривод; контакты конечных выключателей служат также для запрещения ошибочной подачи команды на закрытие (открытие) полностью закрытого (открытого) запорного устройства;

4) для исключения одновременного включения обмоток КМ1 и КМ2 используется электрическая блокировка: в цепь питания обмотки КМ1 введен размыкающий блок-контакт КМ2 и наоборот;

5) реверс во время хода запорного устройства возможен только после операции “Стоп”, при этом обеспечивается возможность останова устройства в любом промежуточном положении и возможность послышки последующей команды на открытие или закрытие;

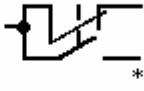









6) предусмотрена блокировка, исключающая возможность одновременного управления электроприводом из нескольких мест.



На рис.3.16 показана диаграмма работы конечных выключателей (а) и таблица переключений контактов переключателя SA (б).

Как следует из диаграммы, когда задвижка закрыта, контакты SQ1 и SQ2 замкнуты, а SQ3 и SQ4 разомкнуты; при этом горит лампа HL1, сигнализирующая о том, что задвижка закрыта. Для открытия задвижки включается пускатель КМ2 (кнопкой SB4 при местном управлении и SB3 – при дистанционном). Как только задвижка начинает открываться, SQ3 и SQ4 размыкаются. Это необходимо для дополнительного отключения цепей КМ1, чтобы его нельзя было включить в то время, когда КМ2 включено. При достижении задвижкой положения “Открыто” конечные выключатели SQ1 и SQ2 размыкаются, в результате чего КМ2 отпускает и отключает двигатель М, задвижка останавливается, лампа HL1 гаснет.

3.4.5.2. Схема управления нереверсивными электроприводами дренажных насосов с автоматическим вводом резерва. Дренажные насосы – рабочий и резервный – предназначены для откачки грунтовых и ливневых вод из дренажного колодца-зумпфа.

Как видно из схемы (рис.3.17), предусматривается местное и автоматическое управление насосами. Автоматическое управление осуществляется по сигналам KV1 – реле нижнего уровня, KV2 – реле верхнего уровня и KV3 – реле верхнего аварийного уровня. Когда уровень в зумпфе повышается до отметки, при которой срабатывает реле KV2, насос включается. При снижении уровня до нормального реле KV1 отпускает, и насос останавливается. Если один насос не справляется с откачкой и уровень продолжает повышаться, то срабатывает реле KV3 и включает второй насос. При снижении уровня до нормального оба насоса отключаются. Для равномерной эксплуатации насосов предусмотрена возможность изменения

Обозначение контакта	Контакты	Задвижка	
		Закрыта	Открыта
SQ1			
SQ2			
SQ3			
SQ4			

 — Контакт замкнут  — Контакт разомкнут

а)

УП5311-С225								
№ секции	№ контакта		Положение рукоятки					
			+45		0		-45	
	Л	П	Л	П	Л	П	Л	П
I	1	2	×	—	—	—	—	×
II	3	4	×	—	—	—	—	×
Режим работы			Мест-ный		Отклю-чено		Дистан-ционный	
Условное обозначение			М		О		Д	

б)

Рис.3.16. Диаграмма работы конечных выключателей (а) и таблица переключений контактов переключателей (б) к схеме на рис.3.15

очередности включения насосов при автоматическом управлении (переключателем SA1).

На вспомогательной схеме изображен зумпф с отметками: 1У – нижний уровень, 2У – верхний уровень, 3У – верхний аварийный уровень. До этих

уровней опущены электроды датчика уровня Э1-Э3, соединенные соответственно с реле KV1-KV3.

На диаграмме линии 1У-3У соответствуют трем уровням, а штрих-пунктирная линия – опорожненному зумпфу.

Зумпф начинает заполняться, вода в нем достигает уровня 1У (точка 1 на диаграмме). Замыкается цепь реле KV1, оно срабатывает (точка 2) и замыкает контакт в цепи №1, но KM1 не включается, т.к. последовательно с контактом реле KV1 включен замыкающий контакт KM1. При достижении уровня 2У (точка 3) включается KV3 (точка 4) и по цепи №2 включает KM1 (точка 5): начинается откачка. Вскоре KV2 отпускает (точка 6), но насос не отключается, пока уровень не снизится до нормального (точка 7) и не отпустит KV1 (точка 8), которое отключит KM1 (точка 9). Через некоторое время, после накопления воды в зумпфе, все повторяется в той же последовательности.

Если заполнение зумпфа идет более интенсивно и один насос не справляется с откачкой, при уровне 3У (точка 16) срабатывает KV3 (точка 17) и включает KM2 (точка 18); начинает работать второй насос. Откачка продолжается, пока не отпустит KV1 (точка 22) и не отключит оба пускателя (точки 23 и 24); оба насоса останавливаются.

3.5. Электрические схемы контроля и сигнализации

Кроме параметров, требующих измерения, системы технологического контроля имеют большое число параметров (или состояний производственных механизмов), о которых для нормального ведения технологического процесса оператору достаточна только двухпозиционная информация (параметр в норме – параметр вышел за пределы нормы, механизм включен – механизм отключен и т.п.). Контроль таких параметров осуществляется с помощью схем сигнализации. Обычно в них применяются релейно-контактные элементы со световой и звуковой сигнализацией. Световой сигнал может быть воспроизведен ровным или мигающим светом, свечением ламп неполным накалом, а звуковой с помощью звонков, гудков и т.п. Иногда информация о срабатывании защиты или автоматики может быть выполнена с помощью специальных указательных реле – блинкеров.

По назначению схемы сигнализации делят на следующие группы:

- 1) схемы сигнализации положения (состояния) – для информации о состоянии технологического оборудования по типу “открыто” – “закрыто”, “включено” – “выключено” и т.д.;
- 2) схемы технологической сигнализации, дающие информацию о значении таких параметров, как температура, давление, расход и т.д.;
- 3) схемы командной сигнализации, позволяющие передавать различные указания из одного пункта управления в другой с помощью световых или звуковых сигналов.

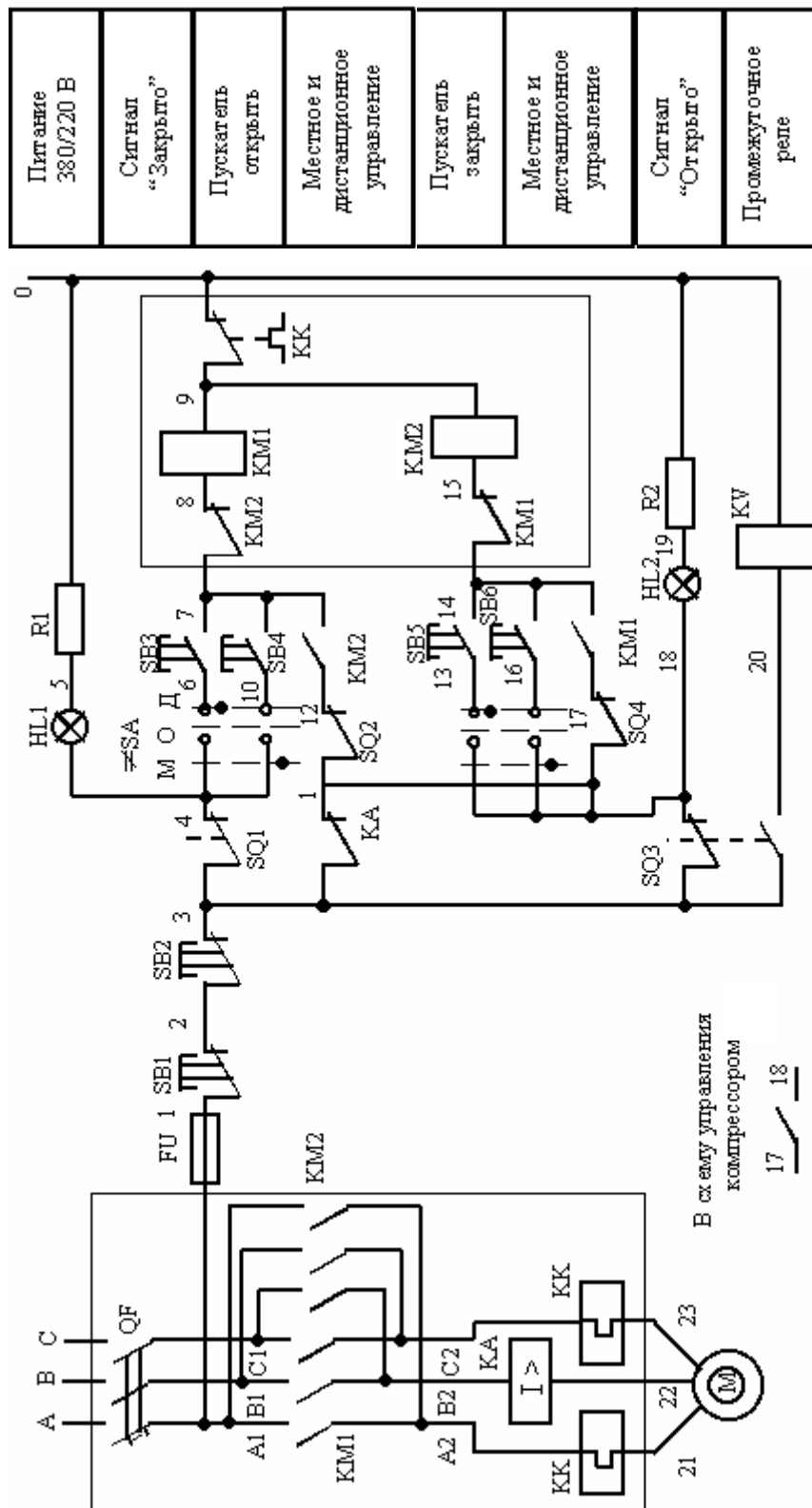


Рис.3.15. Схема управления реверсивным асинхронным двигателем электропривода задвижки

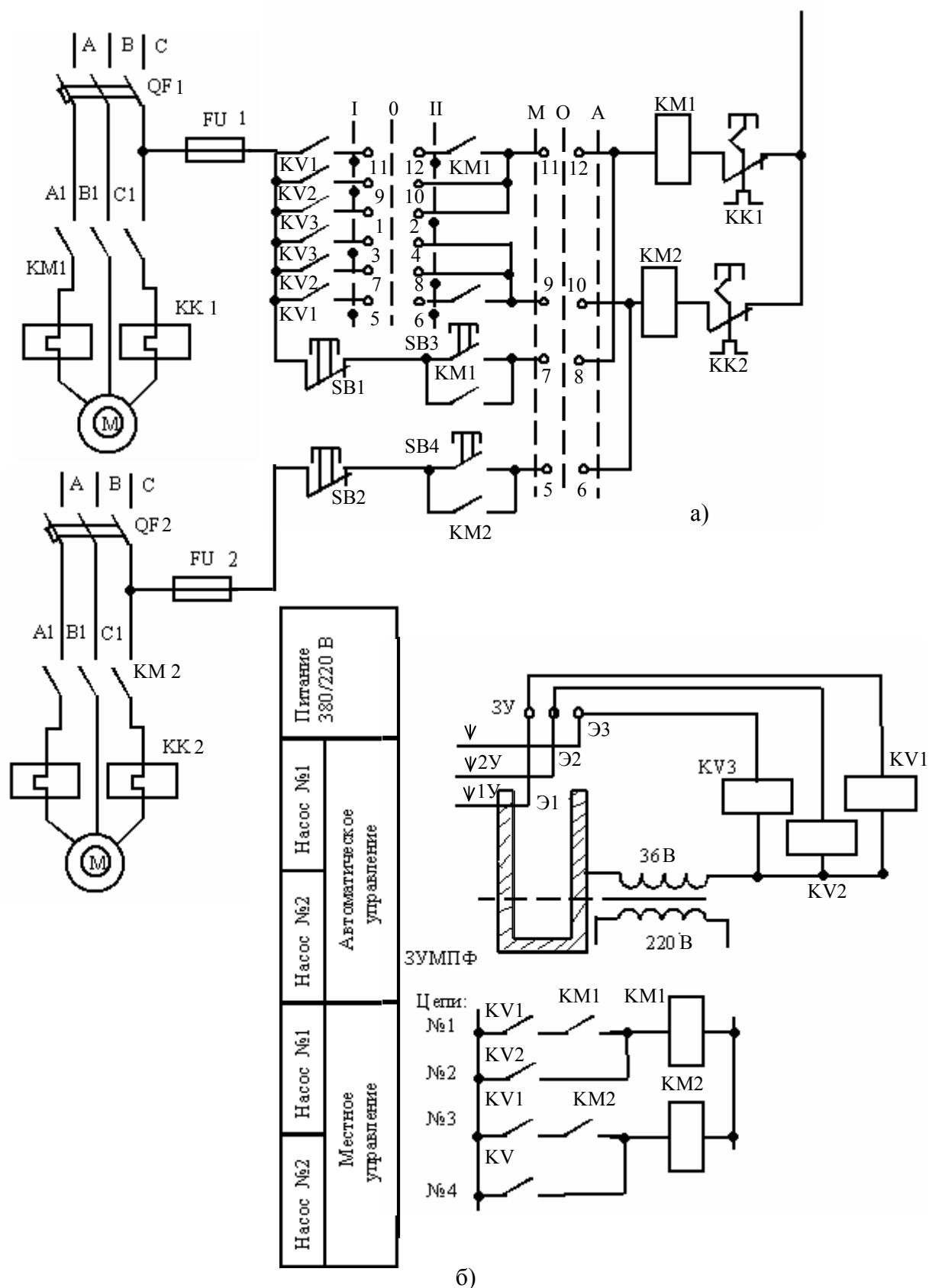
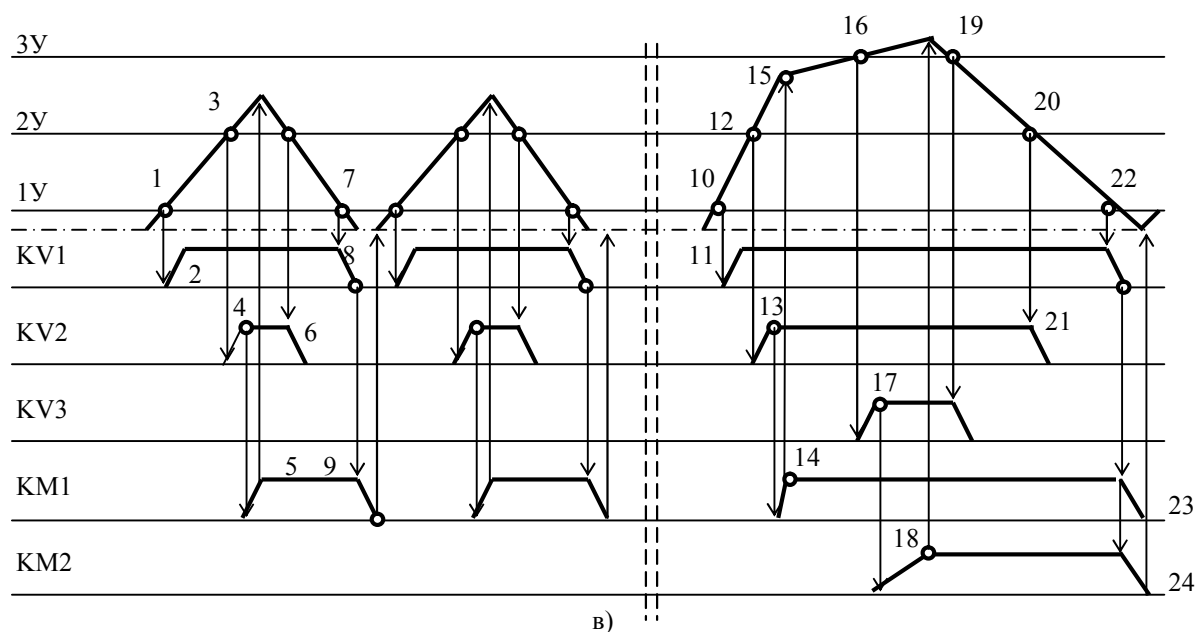


Рис.3.17. Принципиальная схема управления нереверсивными электроприводами дренажных насосов с автоматическим вводом резерва (а), вспомогательная схема (б), диаграмма работы (в)



Продолжение рис.3.17

3.5.1. Схемы сигнализации положения

Эти схемы выполняют для механизмов, которые имеют два рабочих положения и более. Наибольшее распространение получили два варианта построения схем сигнализации положения: схемы сигнализации, совмещенные со схемами управления, и схемы сигнализации с независимым от схем управления питанием на группу технологических механизмов одного или разного назначения.

В схемах первого типа сигнализация положения может осуществляться одним или двумя световыми сигналами с горением ламп равным светом. Схемы, построенные с одной лампой, сигнализируют обычно о включенном состоянии механизма и используются редко. Для таких механизмов, как задвижки, заслонки, клапаны, шиберы и т.п., применяются двухламповые схемы.

На рис.3.18 приведены примеры простейших схем сигнализации. В схеме на рис.3.18,а лампа HL горит, когда магнитный пускатель КМ включен; неисправность лампы равносильна ложному сигналу, т.к. погашенная лампа свидетельствует об отключении. Схемы с двумя лампами (рис.3.18,б) свободны от этого недостатка, т.к. в любом положении магнитного пускателя одна из них горит (HL1 – пускатель включен, HL2 – пускатель отключен). Особенности схем на рис.3.18,в,г является включение ламп через контакты промежуточного реле KV. Эти схемы работают следующим образом. Кнопкой SB2 включается магнитный пускатель КМ, который, срабатывая, включает реле KV; его контакт шунтирует кнопку, включает лампу HL1 и отключает HL2.

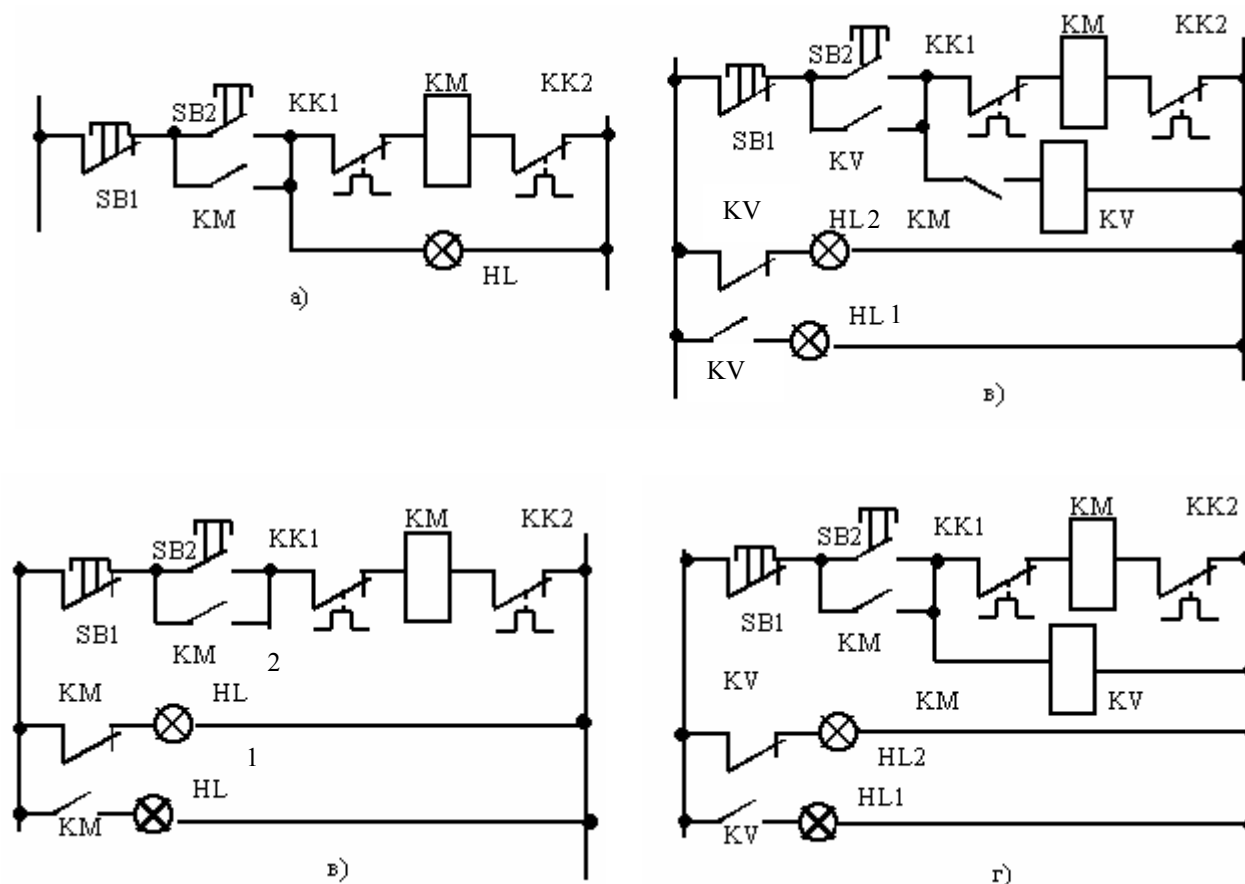


Рис.3.18. Примеры построения схем сигнализации, совмещенных со схемами управления

На рис.3.19 даны примеры схем сигнализации с независимым питанием. Так, схема а) сигнализирует включенное состояние четырех магнитных пускателей КМ1 – КМ4 с помощью четырех сигнальных ламп НЛ1 – НЛ4 с питанием, независимым от питания цепей управления. Исправность всех ламп проверяется кнопкой SB. Схема б) аналогична в работе, но более удобна для восприятия. Схема в) построена на принципе соответствия или несоответствия положения ключа управления SA положению контролируемого пускателя КМ5. Если положения ключа и пускателя одинаковы, то сигнальная лампа светится ровно, если различны – мигает. Ключ SA имеет два фиксированных положения: В – Включено, О – Отключено и два положения с самовозвратом: ОВ – Операция включить, ОО – Операция отключить. Пусть ключ SA занимает положение В, а магнитный пускатель еще не включен, тогда НЛ5 мигает, т.к. она через контакты 3, 4 SA присоединена к шине мигающего света ШМС; лампа НЛ6 погашена, т.к. в ее цепи контакт КМ5 разомкнут. Поворачивая ключ в положение ОВ, включают КМ5 (цепи включения не показаны), его контакт в цепи НЛ5 размыкается и лампа гаснет. В цепи лампы НЛ6 контакт КМ5 замыкается, поэтому лампа, присоединенная через контакты 7, 8 SA к шине

ровного света ШПС, горит ровно. Если пускатель будет отключен преднамеренно, для чего ключ SA необходимо установить в положение ОО, то лампа HL6 погаснет, а HL5 будет гореть ровно. Схема г) аналогична рассмотренной, но при несоответствии ключа управления SA положению магнитного пускателя KM6 сигнальные лампы HL7 (несоответствие при включении) и HL8 (несоответствие при отключении) горят неполным накалом, т.к. включаются через резисторы R1 и R2 соответственно.

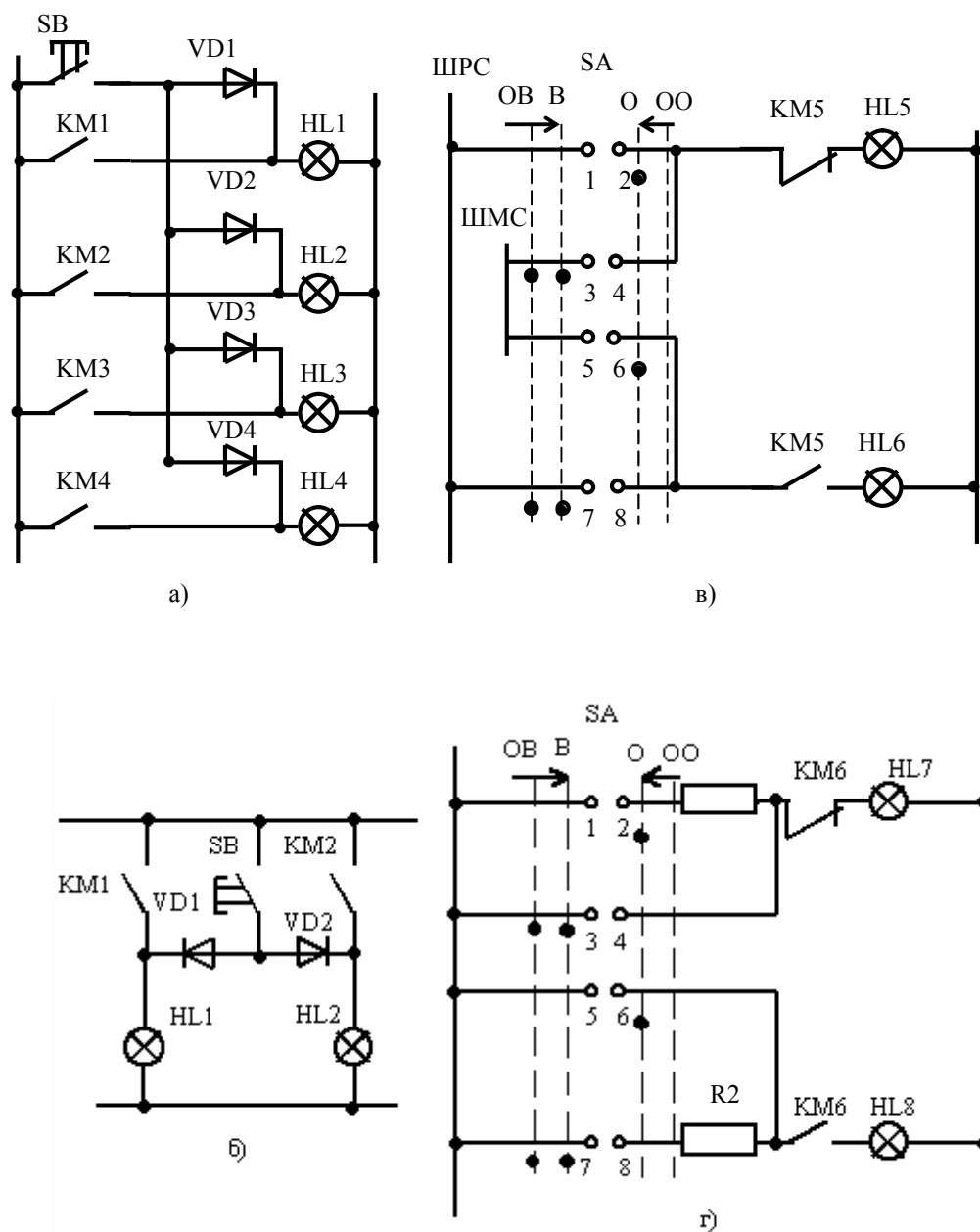


Рис.3.19. Примеры схем сигнализации с независимым питанием

3.5.2. Схемы технологической сигнализации

Схемы технологической сигнализации предназначены для оповещения обслуживающего персонала о нарушении нормального хода технологического процесса. Технологическая сигнализация воспроизводится ровным и мигающим светом и сопровождается, как правило, звуковым сигналом. Сигнализация по назначению может быть предупредительной и аварийной.

Наиболее употребимыми являются схемы с центральным съемом звукового сигнала с повторностью действия. Они дают возможность принимать новый звуковой сигнал до размыкания контактов, вызвавших появление предыдущего сигнала.

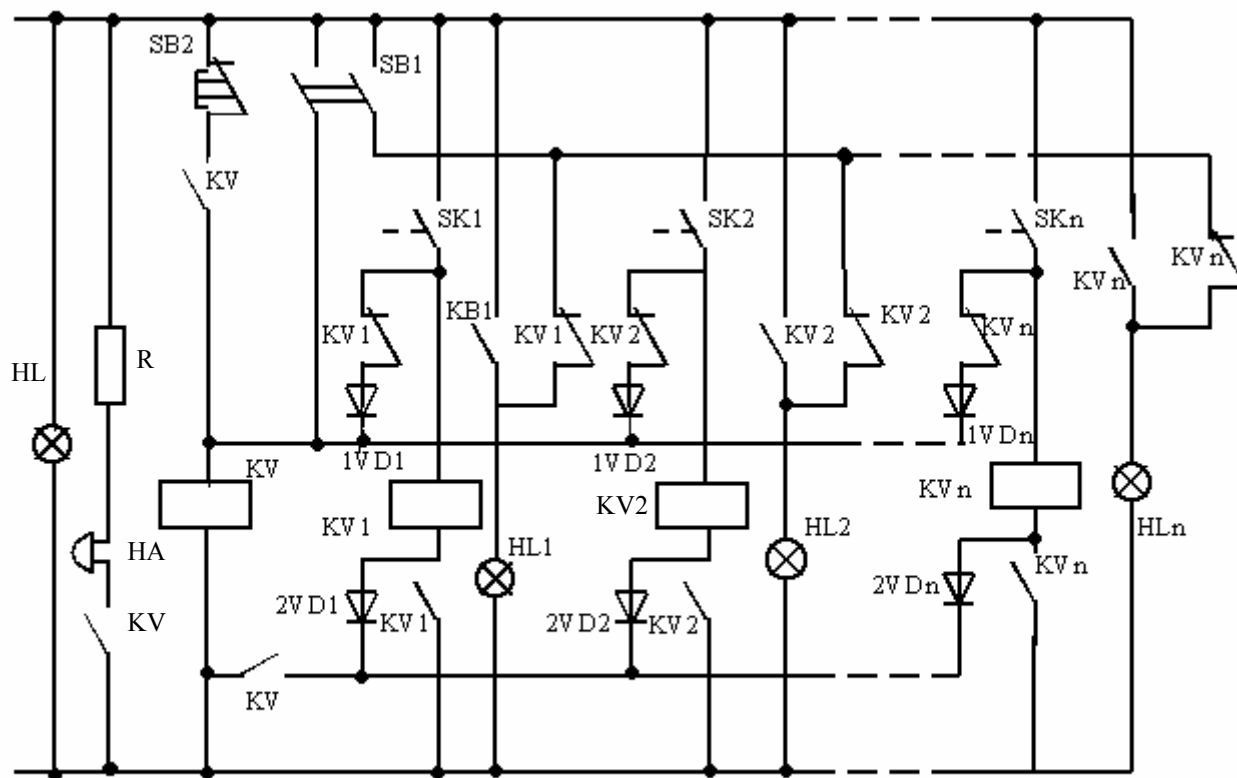
Технологические процессы требуют позиционного контроля большого числа параметров, а характерной особенностью схем технологической сигнализации является наличие общих схемных узлов, в которых перерабатывается информация, поступающая от многих двухпозиционных технологических датчиков. Информация из этих узлов выдается в форме звукового и светового сигналов только о тех параметрах, значения которых вышли из нормы или необходимы для управления технологическим процессом.

В зависимости от числа сигнализируемых параметров световая сигнализация может быть выполнена ровным или мигающим светом. Если число контролируемых параметров более 30, применяются схемы с миганием поступившего сигнала. Алгоритм работы схем технологической сигнализации в большинстве случаев одинаков: при отклонении параметра от заданного значения подаются звуковой и световой сигналы; звуковой сигнал снимают специальной кнопкой; световой сигнал исчезает при уменьшении параметра до допустимого значения.

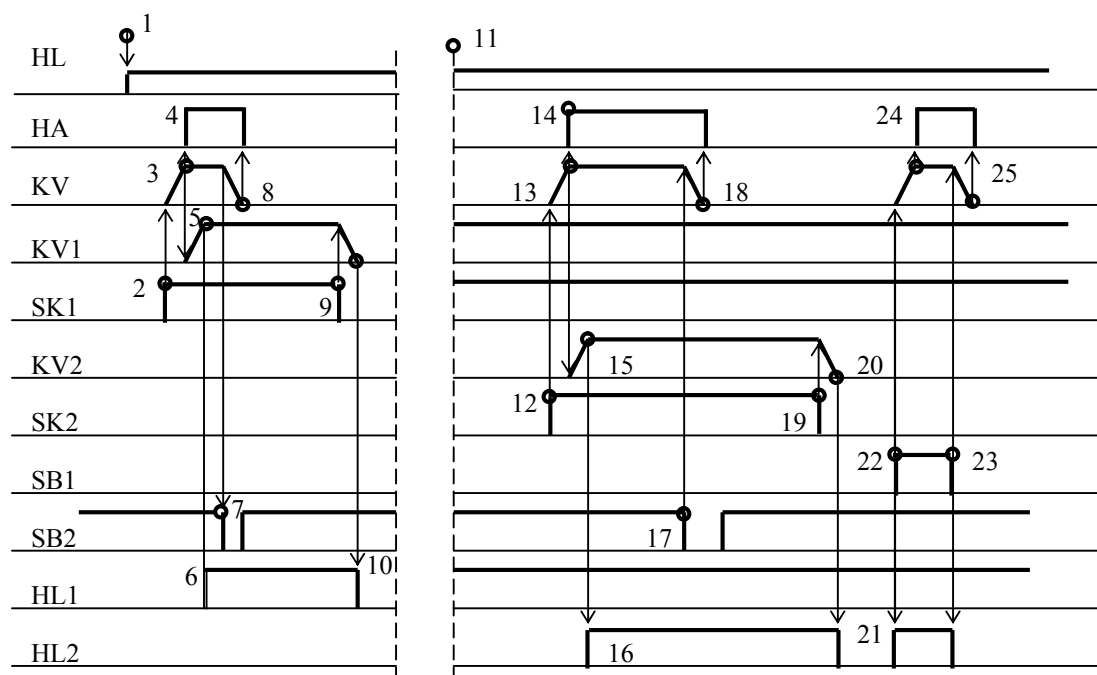
На рис.3.20,а показана схема технологической сигнализации со звуковым сигналом (звонок НА), который не зависит от световых сигналов (лампы HL1-HLn). Схема используется при 25-30 сигнализируемых параметрах. Цепи лампы HL, контролирующей наличие напряжения, и звонка НА являются общими для всей схемы. В исходном положении питание на схему не подано; контролируемые параметры в норме, следовательно, контакты датчиков технологического процесса SK1-SKn разомкнуты.

При подаче питающего напряжения лампа HL загорается (точка 1 на рис.3.20,б), а HL1-HLn погашены. При отклонении, например, первого параметра (датчик SK1) от заданного значения контакт SK1 замыкается (точка 2) и образует цепь: источник питания – SK1 – KV1 – 1VD1 – KV – источник питания, по которой реле KV включилось (точка 3), включило звонок (точка 4) и реле KV1 (точка 5). Реле KV1 включило лампу HL1 (точка 6). Для отключения звонка надо нажать кнопку SB2 (точка 7), реле KV отпустит и отключит звонок (точка 8). Реле KV1 остается включенным по цепи: источник питания – SK1 – обмотка реле KV1 – замыкающий контакт KV1 – источник питания. Лампа HL1 продолжает гореть, т.к. замкнута цепь: источник питания – замыкающий контакт KV1 – HL1.

Через некоторое время режим восстанавливается, контакт SK1 замыкается (точка 9), отключает реле KV1, лампа HL1 гаснет (точка 10).



а)



б)

Рис.3.20. Схема технологической сигнализации (а) и диаграмма работы ее элементов (б)

На правой части диаграммы (рис.3.20,б) точка 11 соответствует положению, когда предыдущий сигнал еще не снят (контакт SK1 еще замкнут), реле KV1 не отпустило, лампа HL1 горит, реле KV отпустило и звонок не звенит. Если возникнет следующий сигнал, т.е. замкнется контакт SK2 (точка12), то сработает реле KV (точка 13), включит звонок (точка 14) и реле KV2 (точка 15), которое в свою очередь включает лампу HL2 (точка 16). Реле KV деблокируют кнопкой SB2 (точка 17) и оно отключает звонок (точка 18). Лампа HL2 продолжает гореть. Через некоторое время сигнал с SK2 снимается (точка 19), отключается реле KV2 (точка 20), лампа HL2 гаснет (точка 21).

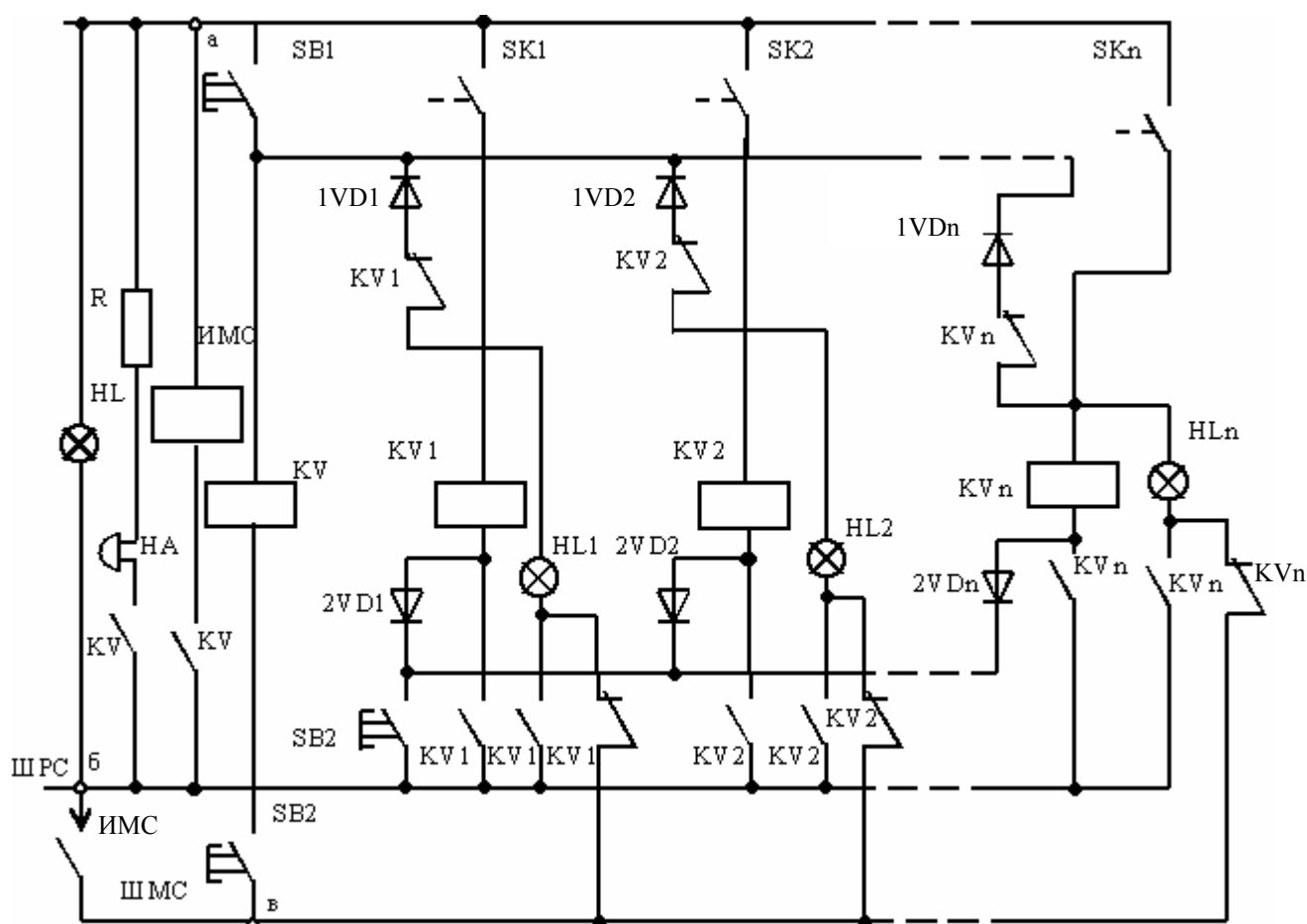


Рис.3.21. Схема технологической сигнализации с источником мигающего света: HL – лампа контроля напряжения; HA – звонок; KV – реле предупреждающей сигнализации; KV1-KVn – промежуточные реле индивидуальных сигналов, включаемые контактами датчиков SK1 - SKn технологического контроля; HL1-HLn – индивидуальные лампы; 1VD1-1VDn, 2VD1-2VDn – развязывающие диоды; SB1 – кнопка опробования сигналов; SB2 – кнопка съема сигналов; ШРС – шина ровного света; ШМС – шина мигающего света

Таким образом, в рассмотренной схеме звонок начинает звенеть при появлении каждого нового сигнала и отключается посредством кнопки SB2; световые сигналы остаются включенными до устранения причин срабатывания датчиков.

Для проверки исправности ламп кратковременно нажимают кнопку SB1 (точки 22,23), включая ею все лампы.

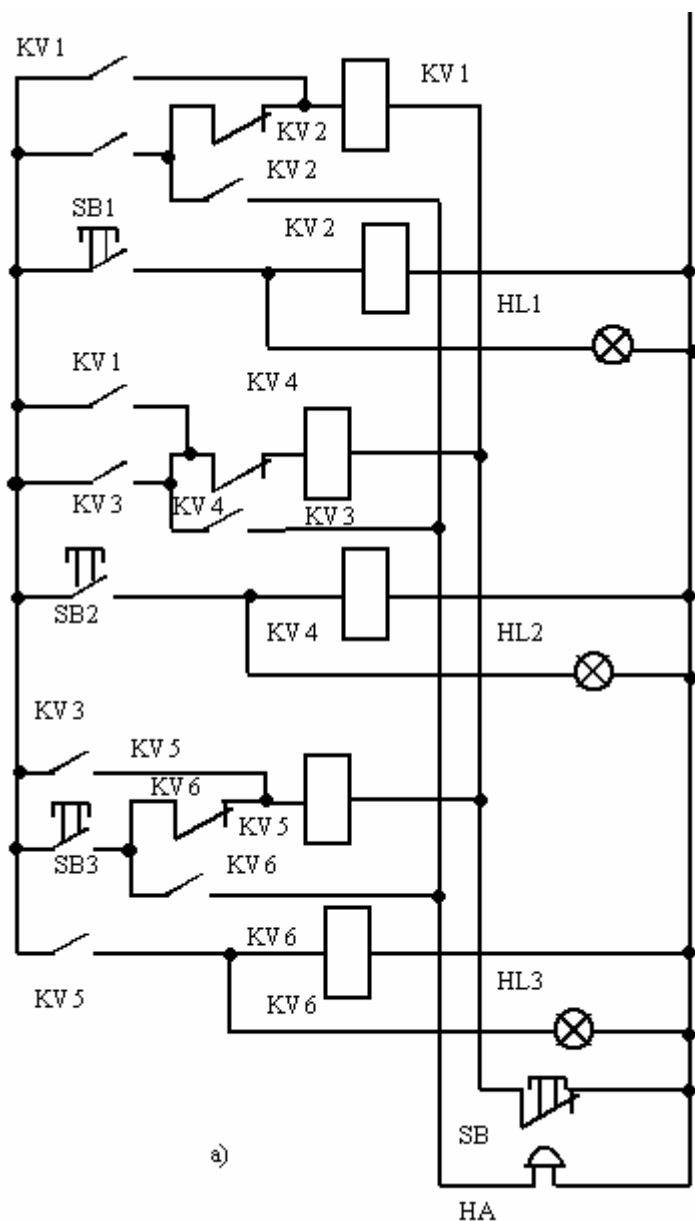
Для выделения вновь поступившего сигнала при большом числе контролируемых параметров применяется мигающая сигнализация. Пример схемы со специальным источником мигающего света ИМС (бесконтактный прерыватель с частотой 50 имп/мин) приведен на рис.3.21.

Схема работает следующим образом. При замыкании контакта любого датчика, например, SK2, образуются две цепи: 1) источник питания – SK2 – HL2 – размыкающий контакт реле KV2 – ИМС – импульсный контакт ИМС – источник питания; 2) источник питания – SK2 – размыкающий контакт KV2 – 1VD2 – обмотка реле KV – источник питания. Реле KV срабатывает, остается включенным, включает звонок НА и ИМС, звонок звонит, лампа HL2 мигает. Оператор кнопкой SB2 включает реле KV2 (цепь: источник питания – SK2 – обмотка реле KV2 – 2VD2 – SB2 – ШПС). Реле KV2 срабатывает, остается включенным (цепь: источник питания – SK2 – обмотка реле KV2 – замыкающий контакт KV2 – ШПС) и, разомкнув контакт в цепи реле KV, отключает его. Реле KV в свою очередь отключает звонок и ИМС. Кроме того, реле KV2 переключает лампу HL2 на ШПС. Лампа погаснет, когда режим восстановится, т.к. при этом контакт SK2 разомкнется.

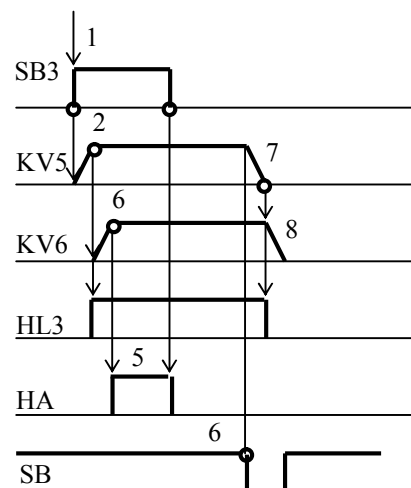
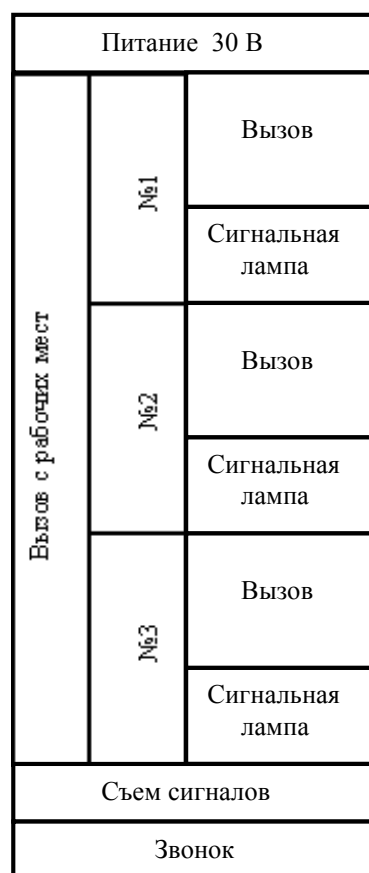
3.5.3. Схемы командной сигнализации

Командная сигнализация обеспечивает одностороннюю или двустороннюю передачу различных сигналов команд в условиях, когда использование других видов связи технически нецелесообразно, затруднено или невозможно – например, использование телефона в производственном помещении.

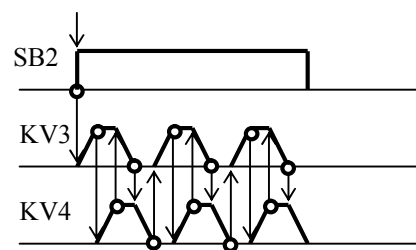
На рис.3.23 приведена схема односторонней светозвуковой сигнализации для вызова наладочного персонала на рабочее место. Вызов осуществляется с этого места нажатием кнопок вызова SB1-SB3, которые на щите диспетчера включают световые HL1-HL3 и звуковой НА сигналы. Диспетчер, установив по световому сигналу номер рабочего места, с которого поступил сигнал, нажатием кнопки съема SB приводит схему в исходное состояние. Реле KV1-KV6 – промежуточные.



а)



б)



в)

Рис.3.23. Схема командной сигнализации (а) и диаграммы работы ее элементов (б) и (в)

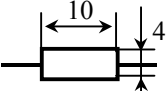






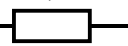
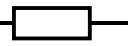

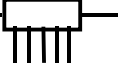

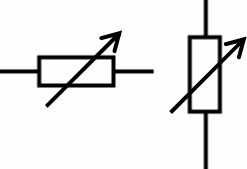
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллаев А.А., Бланк В.В., Юфин В.А. Контроль в процессах транспорта и хранения нефтепродуктов. – М.: Недра, 1990. – 263 с.
2. Автоматизация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом /Под ред. К.А.Тельнова. – Л.: Недра, 1983. – 280 с.
3. Алиев Т.М., Тер-Хачатуров А.А. Информационно-измерительные системы количественного учета нефтепродуктов. – М.: Недра, 1992. – 232 с.
4. Алиев Т.М., Мелик-Шахназаров А.М., Тер-Хачатуров А.А. Измерительные информационные системы в нефтяной промышленности. – М.: Недра, 1981. – 351 с.
5. Беляков В.Л. Автоматический контроль параметров нефтяных эмульсий: Справочное пособие. – М.: Недра, 1992. – 202 с.
6. Беляков В.Л. Автоматизация промысловой подготовки нефти и воды. – М.: Недра, 1988. – 232 с.
7. Газовое оборудование, приборы и арматура: Справочное пособие /Под ред. Н.И.Рябцева. – М.: Недра, 1985. – 527 с.
8. Гольцман В.А. Приборы контроля и средства автоматики тепловых процессов. – М.: Высшая школа. 1980 – 255 с.
9. Государственная система промышленных приборов и средств автоматизации. Номенклатурный справочник /Под ред. А.Б.Бунина – М.: ЦНИИТЭИприборостроения 1982. – 351 с.
10. Жарковский Б.И., Шапкин В.В. Справочник молодого слесаря по контрольно-измерительным приборам и автоматике. – М., Высш.шк., 1991. – 159 с.
11. Исакович Р.Я., Логинов В.И., Попадько В.Е. Автоматизация производственных процессов нефтяной и газовой промышленности. – М.: Недра, 1988. – 424 с.
12. Кивилис С.С., Плотномеры. – М.: Энергия, 1980.
13. Ковшов В.Д. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1994. – 132 с.
14. Ковшов В.Д., Прахова М.Ю. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1996.
15. Комягин А.Ф. Автоматизация производственных процессов и АСУТП газонефтепроводов. – М.: Недра, 1983. – 376 с.
16. Плотников В.М. Средства контроля и автоматизации объектов транспорта газа. – Л.: Недра, 1984. – 241 с.

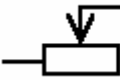
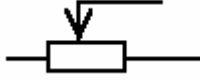
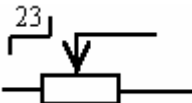
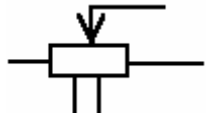
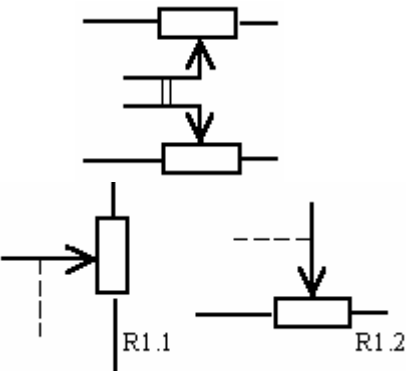
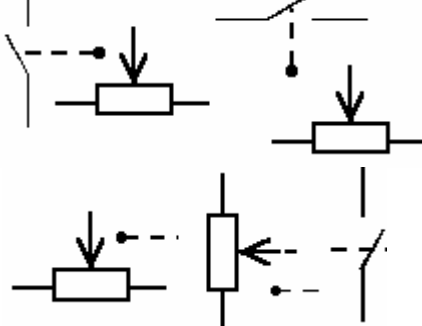
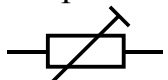
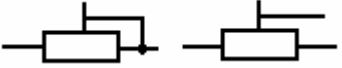
17. Прахова М.Ю. Автоматизация производственных процессов в трубопроводном транспорте. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1996.-152 с.
18. Прахова М.Ю. Автоматизация производственных процессов в трубопроводном транспорте. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2000.-152 с.
19. Прахова М.Ю. Автоматизация производственных процессов в трубопроводном транспорте. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2002.-152 с.
20. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля /Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.
21. Фарзани Н.Г. и др. Технологические измерения и приборы. – М.: Высш.шк., 1989. – 456 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Условные графические обозначения основных
электрорадиоэлементов по ГОСТ 2.728-74, ГОСТ 2.723-68, ГОСТ 2.755-74

Наименование электро- радиоэлементов	Условное графическое обозначен.	Примечание
1	2	3
Общее обозначение	<p align="center">РЕЗИСТОРЫ Постоянные</p> 	
С указанием номинальной мощности рассеяния	<p>0,05 Вт </p> <p>0,125 Вт </p> <p>0,25 Вт </p> <p>0,5 Вт </p> <p>1 Вт </p> <p>2 Вт </p>	
С указанием номинального сопротивления	<p align="center">2,2  R=2,2 Ом</p> <p align="center">47к  R=47 кОм</p> <p align="center">3,6М  R=3,6 МОм</p>	<p>От 0 до 999 Ом число без единицы измерения</p> <p>От 1 до 999 кОм число с буквой “к”</p> <p>Свыше 1 мегаома число с буквой “М”</p>
С несколькими выводами		
Подгоночное		
Общее обозначение	<p align="center">Регулируемые</p> 	Стрелка всегда проводится снизу вверх под углом 45°

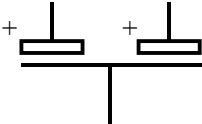
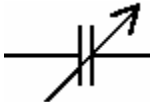
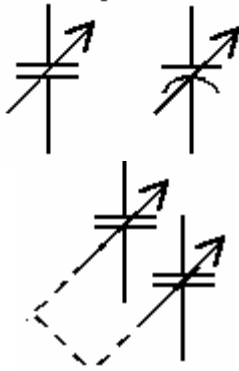
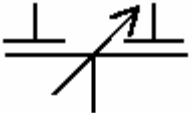
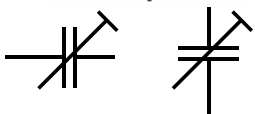
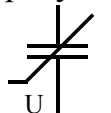

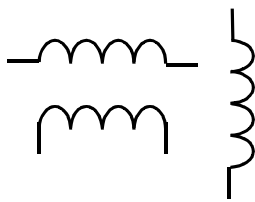
Продолжение приложения I

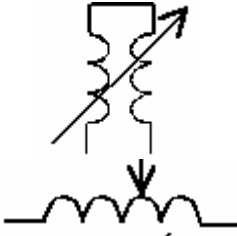


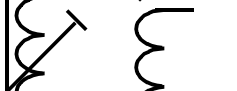

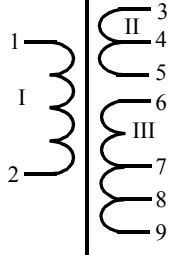


1	2	3
Реостат		Используется для регулирования тока в цепи
Потенциометр		Используется для регулирования напряжения в цепи
Со ступенчатым регулированием		Цифры указывают число ступеней регулирования
С несколькими отводами		
Сдвоенные		Если символы расположены на схеме рядом Если символы резисторов расположены на схеме далеко друг от друга
Объединенные с выключателем		Контакты замыкаются при движении от точки, а размыкаются при движении к ней
Общее обозначение		Если символы расположены в разных местах схемы
Включение по схеме реостата или потенциометра		

Продолжение приложения I

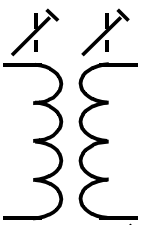
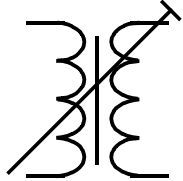
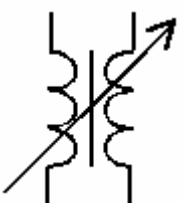
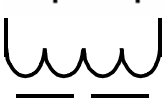
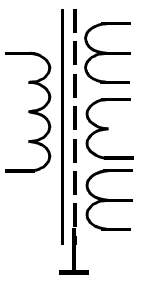
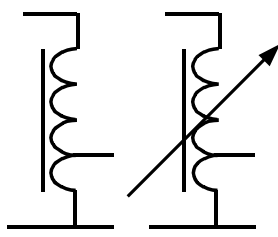

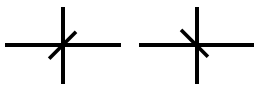
1	2	3
Общее обозначение	Нелинейные 	Указывается только отрицательный знак температурного коэффициента
Тензорезисторы		
Терморезисторы		
Терморезисторы с косвенным подогревом		
Варисторы		
Фоторезисторы		От 0 до 9999 пФ число без единицы измерения От 10000 пФ до 9999 мкФ число с буквами "МК"
Общее обозначение	КОНДЕНСАТОРЫ Постоянной емкости 	
С указанием номинальной емкости		
Поляризованные		
Неполярные оксидные		

Продолжение приложения I

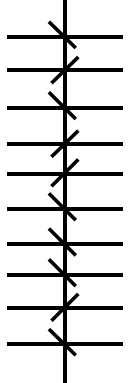
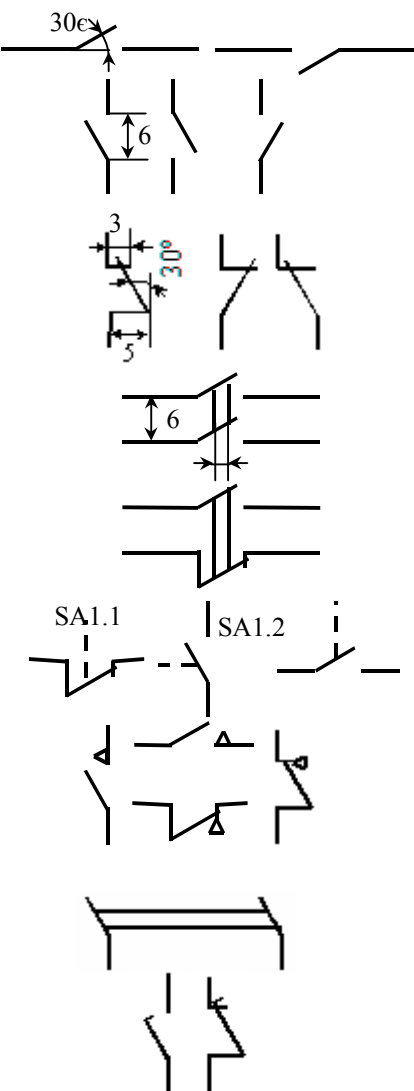
1	2	3
Сдвоенные		
Общее обозначение	<p>Переменной емкости</p> 	В виде дуги изображается ротор
Блок конденсаторов		
Дифференциальные		Если конденсаторы блока расположены в схеме далеко друг от друга
Подстроечные		
Вариконды	<p>Саморегулируемые</p> 	
Термоконденсаторы		
КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ И ДРОССЕЛИ		
Общее обозначение катушек с постоянной индуктивностью		Число полуокружностей равно 4

1	2	3
Катушки с регулируемой индуктивностью		
Общее обозначение		
Вариометры (с плавным изменением индуктивности)		
Со ступенчатым изменением индуктивности		
Постоянной индуктивности		
Регулируемой индуктивности		Химический символ обозначает металл магнитопровода-подстроечника (для немагнитных магнитопроводов)
ТРАНСФОРМАТОРЫ		
Общее обозначение		Число полуокружностей может быть любым, но не менее 2. Обмотки обозначаются римскими цифрами, а выводы – арабскими
Обмотки		
Общий для всех обмоток		


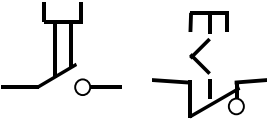
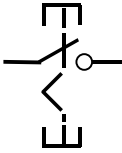
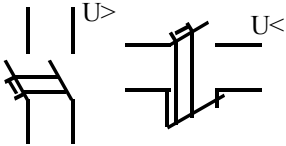
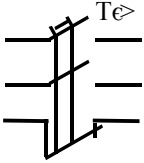
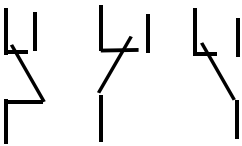
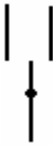
Продолжение приложения I

1	2	3
Отдельный для каждой Обмотки		Дополнительно обозначена возможность подстройки индуктивности для каждой обмотки
С подстройкой индуктивности		
С регулируемой индуктивной связью		
С немагнитным зазором		
С электростатическим экраном		
Общее обозначение	Автотрансформаторы 	Правый автотрансформатор позволяет регулировать выходное напряжение плавно
Ферромагнитные элементы (запоминающие трансформаторы)		
С двумя обмотками		Вертикальная линия обозначает магнитопровод, горизонтальная –
С большим количеством обмоток		

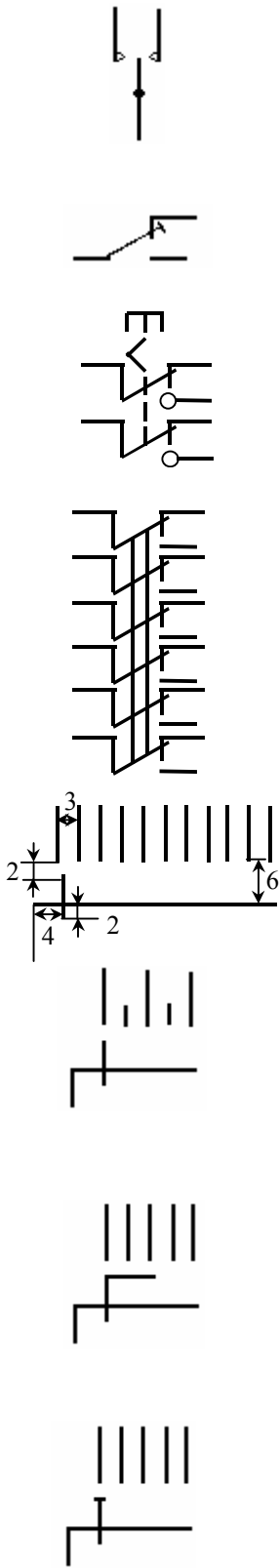
Продолжение приложения I

1	2	3
		<p>линию электрической связи между обмотками, наклонная черточка – обмотку. Наклон под углом 45° влево означает соединение с линией связи начала обмотки, а вправо – конца обмотки.</p>
КОММУТАЦИОННЫЕ УСТРОЙСТВА		
<p>Общее обозначение замыкающего контакта</p> <p>Общее обозначение размыкающего контакта</p> <p>Сложные выключатели для одновременной коммутации нескольких цепей</p> <p>Без фиксации контакта в замкнутом (разомкнутом) положении</p> <p>С одновременным замыканием (размыканием) двух линий</p> <p>С замыкающим (размыкающим) контактом,</p>	<p style="text-align: center;">Выключатели</p> 	<p>В пределах одной схемы рекомендуется использовать одинаковый вариант символа</p> <p>Если контактные группы выключателя SA1 находятся в разных частях схемы</p>

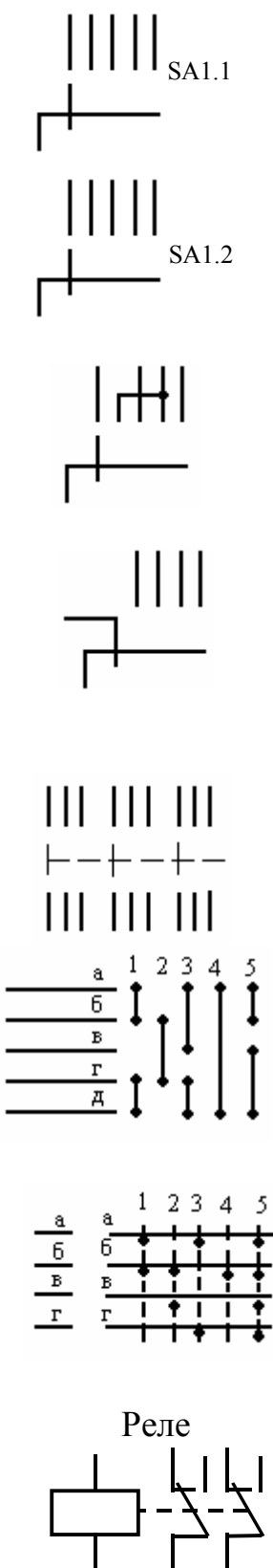
Продолжение приложения I

1	2	3
<p>срабатывающим раньше других</p> <p>С замыкающим (размыкающим) контактом, срабатывающим позже других</p> <p>Кнопочные с контактами без самовозврата после срабатывания</p> <p>С контактами, автоматически возвращающимися в исходное положение при перегрузке цепи или превышении допустимых пределов изменения внешних факторов</p> <p>Общее обозначение контактов с фиксацией подвижного в обоих крайних положениях</p> <p>С фиксацией подвижного контакта также в среднем положении</p>	     <p>Переключатели</p>  	<p>Отсутствие самовозврата обозначается кружком на символе неподвижного контакта. Возврат осуществляется: вытягиванием кнопки (вверху слева), повторного нажатия (вверху справа), дополнительной кнопкой “Сброс” (внизу)</p> <p>Физическая величина, под действием которой контакт возвращается в исходное положение, обозначается общепринятым буквенным символом и знаком “>” или “<”</p>

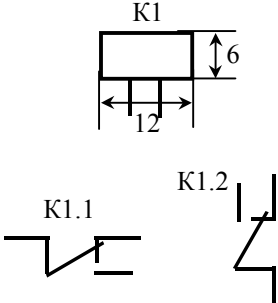
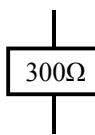
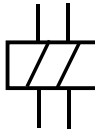
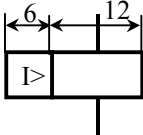
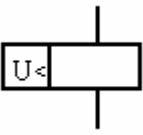
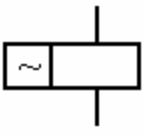
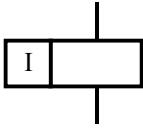
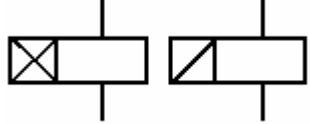
Продолжение приложения I

1	2	3
<p>С фиксацией подвижного контакта только в среднем положении</p> <p>С безобрывным переключением</p> <p>Без самовозврата</p> <p>Многоконтактные</p> <p>Сложные галетные на одно направление</p> <p>С положениями, в которых подвижный контакт не должен соединяться ни с одной цепью</p> <p>С одновременным замыканием нескольких неподвижных контактов</p> <p>С безобрывным переключением цепей</p>		<p>Число линий соответствует числу положений переключателя</p> <p>Некоммутируемым цепям соответствует укороченная линия</p> <p>В данном переключателе в каждом положении одновременно замыкаются 3 соседние цепи</p>

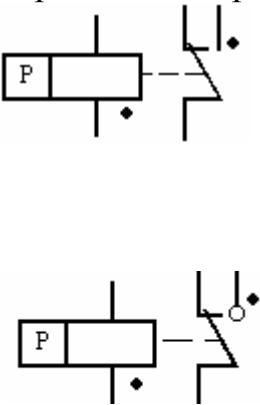
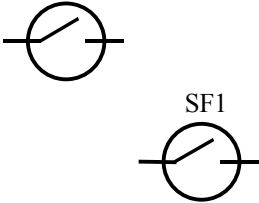
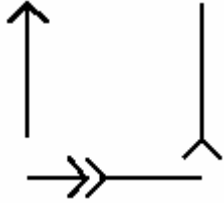
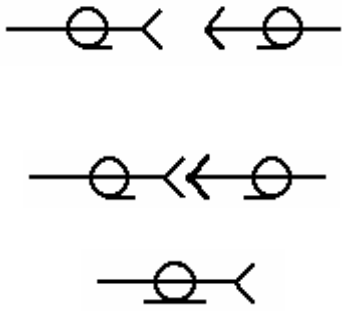
Продолжение приложения I

1	2	3
<p>На несколько направлений</p> <p>С несколькими соединенными вместе неподвижными контактами</p> <p>С подвижным контактом, в каждом последующем положении подключающим параллельную цепь к цепям, замкнутым ранее</p> <p>Галетные переключатели независимых цепей</p> <p>Кулачковые переключатели</p> <p>Общее обозначение</p>	 <p>SA1.1</p> <p>SA1.2</p> <p>Реле</p>	<p>При расположении символов контактных групп в разных местах схемы принадлежность к одному переключателю обозначается соответствующей нумерацией (SA1.1, SA1.2, SA1.3 и т.д.)</p> <p>В каждом положении с 1 по 5 коммутируются цепи, соединяемые линиями с точками на концах</p> <p>В каждом положении с 1 по 5 коммутируются между собой одноименные цепи, отмеченные жирными точками</p>

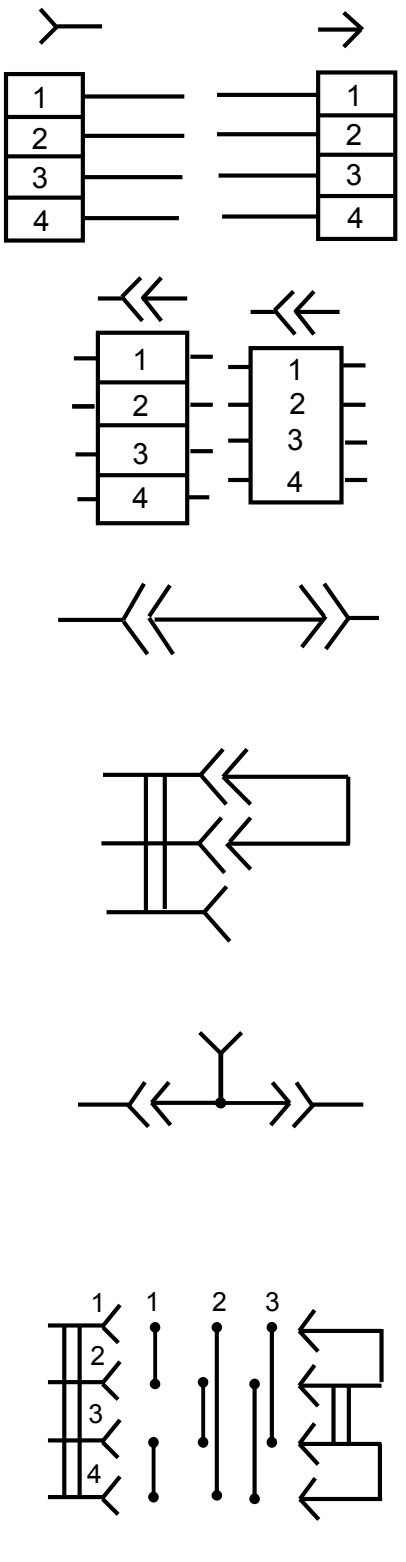
Продолжение приложения I

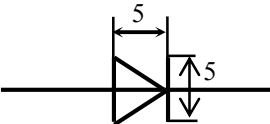
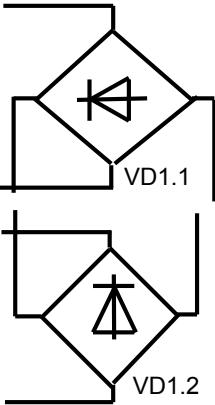
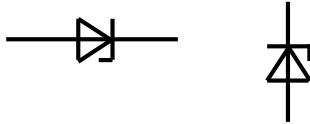
1	2	3
Допускаемое обозначение	 <p>Уточняющие обозначения</p>	Выводы обмотки могут располагаться с одной стороны, а символы контактов в разных местах
Сопротивление обмотки постоянному току		
Число обмоток		Данное реле имеет 2 обмотки
Назначение реле		Реле максимального тока
		Реле минимального напряжения
		
Род тока		
Вид обмотки (токовая или напряжения)		Знак “х” соответствует срабатыванию

Продолжение приложения I




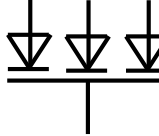

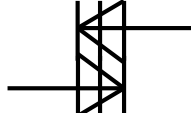
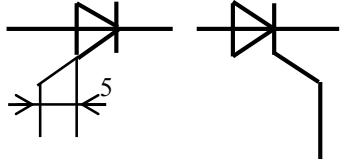
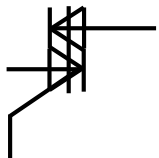
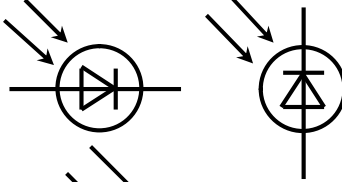
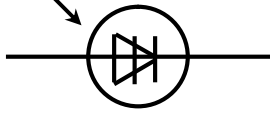
1	2	3
<p>Общее обозначение</p> <p>С контактами, которые остаются замкнутыми после снятия напряжения</p>	<p>Поляризованные реле</p> 	<p>Контакт, помеченный точкой, замыкается при подаче положительного напряжения на конец обмотки с такой же точкой</p>
<p>Магнитоуправляемые контакты (герконы)</p>		
<p>Общее обозначение</p>		<p>Реагируют на магнитное поле обмотки</p> <p>Реагируют на поле постоянного магнита</p>
<p>Штепсельные разъемы (общее обозначение)</p>	<p>Соединители</p> 	<p>Стрелка соответствует штырю, а “рогатка” – гнезду</p> <p>Обозначение в состыкованном виде</p>
<p>Высокочастотные (коаксиальные)</p>		
		
<p>Общее обозначение штыря и гнезда.</p> <p>Обозначение на схеме в состыкованном виде.</p> <p>Если штырь или гнездо соединены с дру-</p>		

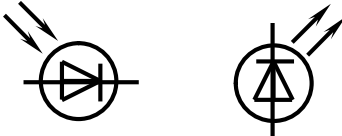
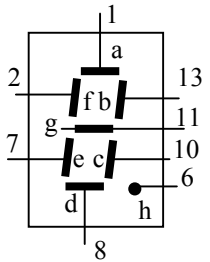
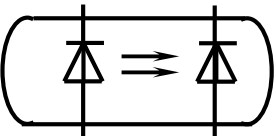
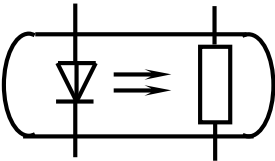
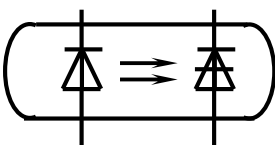
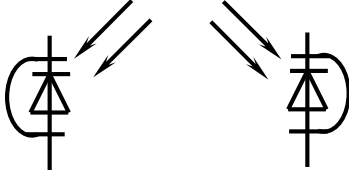
Продолжение приложения 1

1	2	3
<p>Перемычки для замыкания или размыкания цепи</p> <p>Перемычки для переключения цепей</p> <p>Перемычки с контрольным гнездом или штырем</p> <p>Вставки-переключатели</p>		<p>Упрощенное обозначение Неиспользованные в схеме контакты разъема допускается не указывать</p> <p>Обозначения в состыкованном виде</p> <p>Коммутируемые в каждом положении гнезда обозначены отрезками с точками на концах</p>

1	2	3
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ		
Общее обозначение	Диоды 	
Выпрямительные мосты Несколько мостов, конструктивно объединенных в одном корпусе		Общее обозначение
		Упрощенное обозначение. Полярность выпрямленного напряжения может не указываться, т.к она однозначно определяется символом диода внутри квадрата. Изображаются на схеме отдельно, принадлежность к одному изделию показывается позиционным обозначением
		
Туннельные Обращенные	Стабилитроны 	Расположение штриха относительно анода неизменно
Общее обозначение		

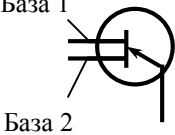
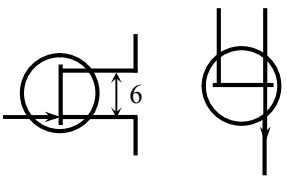
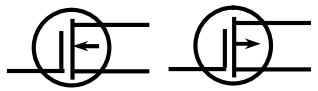
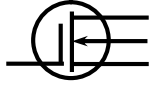
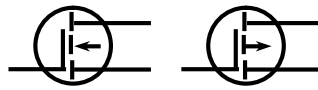
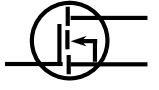
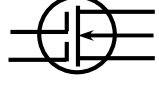
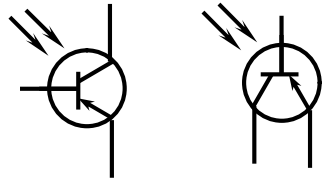
Продолжение приложения 1

1	2	3
Двуханодные стабилитроны		
	Варикапы	
Общее обозначение		
Матрица из двух (трех) варикапов		
		
	Тиристоры	
Динисторы		
Симметричные динисторы		
Тринисторы с управлением по катоду (аноду)		
		
Симметричные тринисторы		
Общее обозначение	Фотодиоды	
Фотодинисторы		
		

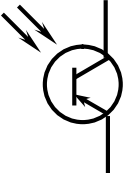
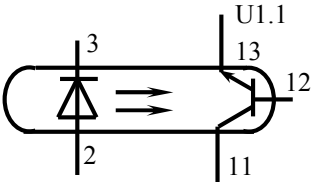
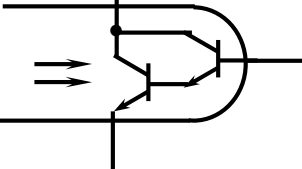
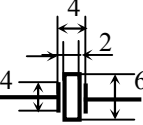

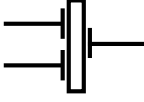
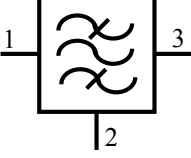
1	2	3
Светодиоды		
Светодиодные знаковые индикаторы		
	Оптроны	
С фотодиодом		Взаимная ориентация символов излучателя и фотоприемника не регламентируется
С фоторезистором		
С фотодинистором		
		При раздельном изображении составных частей оптрона они объединяются позиционным обозначением

1	2	3
Общее обозначение	<p>Транзисторы</p>	<p>Слева р-п-р типа, справа н-р-п типа, Линии вывода от эмиттера и коллектора проводят либо перпендикулярно, либо параллельно выводу базы; излом на расстоянии не менее 5 мм</p>
С несколькими эмиттерами		
Транзисторные сборки, транзисторы аналоговых и цифровых микросхем		<p>Без символа корпуса. Позиционное обозначение как у аналоговых микросхем.</p>
Лавинные		<p>При повороте условного обозначения положение знака \perp остаётся неизменным</p>

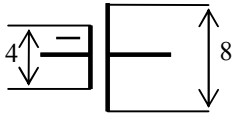
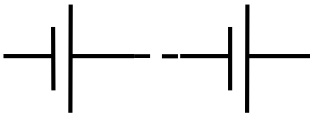
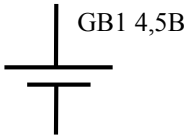
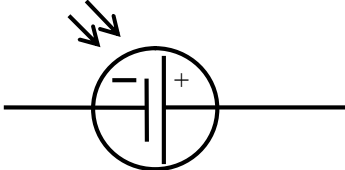
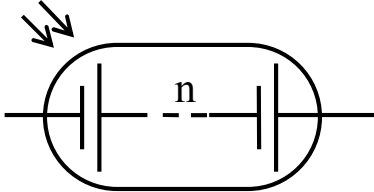
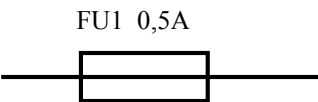


Продолжение приложения 1

1	2	3
Однопереходные		
Полевые		Слева – n-типа Справа – p-типа
Полевые с изолированным затвором		То же самое
Полевые с дополнительным выводом от подложки		
Полевые с индуцированным каналом		
Полевые с соединением подложки с одним из электродов		
Полевые с несколькими затворами		
Фототранзисторы		Общее обозначение

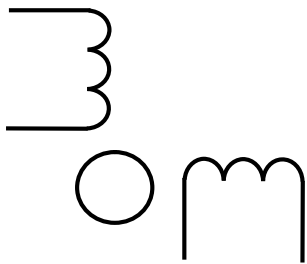
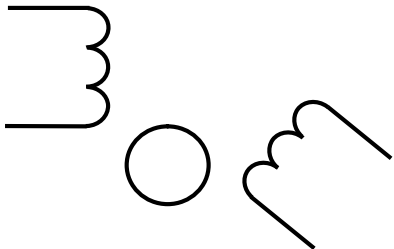
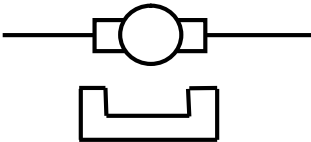




Продолжение приложения 1

1	2	3
		Без базового вывода
	Оптроны	
С обычным транзистором		
С составным транзистором		
ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ		
	Кварцевые резонатор	
Общее обозначение		
В герметичном корпусе		
Пьезоэлектрический полосовой фильтр		
Полосовой фильтр на базе нескольких резонаторов		

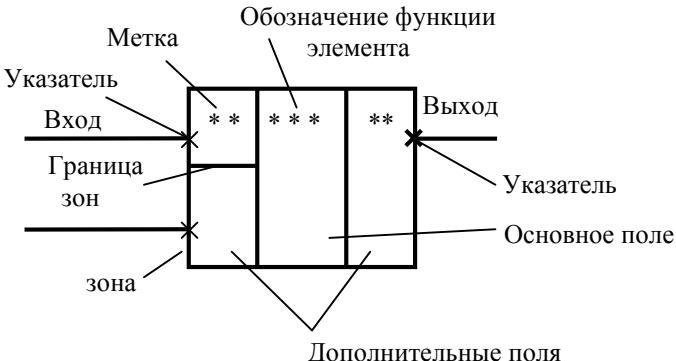

Продолжение приложения 1

1	2	3
	ИСТОЧНИКИ ТОКА	
Электрохимические гальванические элементы		Общее обозначение
Батарея (общее обозначение)		
Упрощенное обозначение батареи		Рядом с позиционным обозначением обязательно указывается номинальное напряжение.
Солнечные фотоэлементы и батареи		
		На месте буквы n в обозначении солнечной батареи указывают число образующих ее элементов
ПРЕДОХРАНИТЕЛИ И РАЗРЯДНИКИ		
Плавкие предохранители		Рядом с позиционным обозначением указывается ток, на который рассчитан предохранитель
Высоковольтные разрядники		
Общее обозначение		
В отдельном корпусе		
Вакуумные		

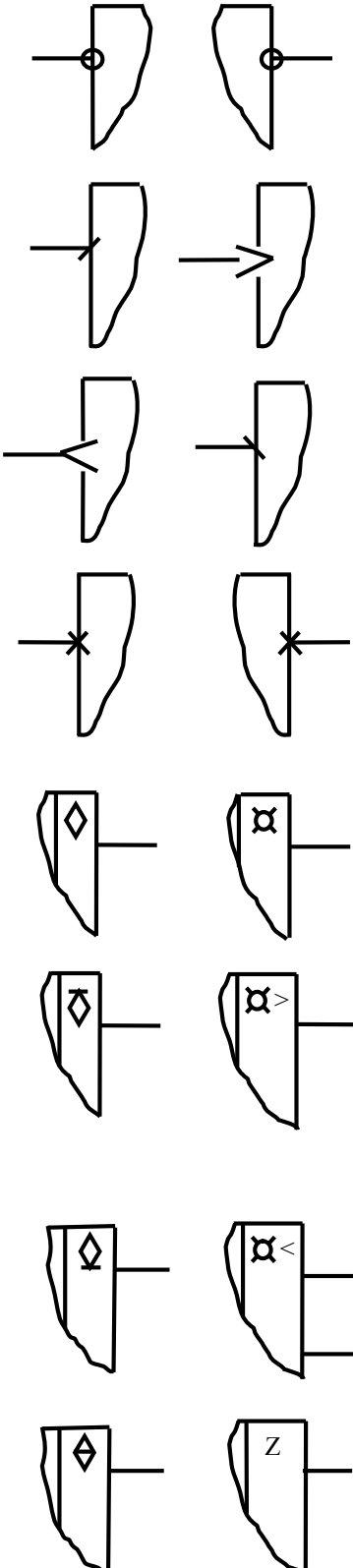
Продолжение приложения 1

1	2	3
ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ		
Асинхронный двигатель		Общее обозначение
		С короткозамкнутым витком
Электродвигатель постоянного тока		
ЛАМПЫ НАКАЛИВАНИЯ		
Общее обозначение	 $\varnothing 6...10$	
Лампы видимого излучения		
Лампы инфракрасного излучения		
Лампы с рефлектором		

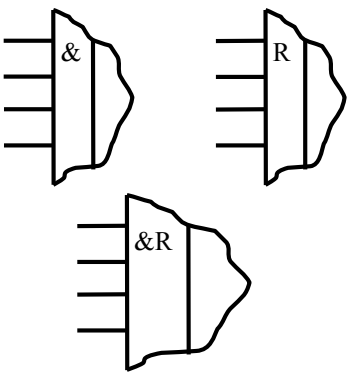
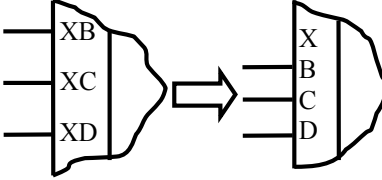
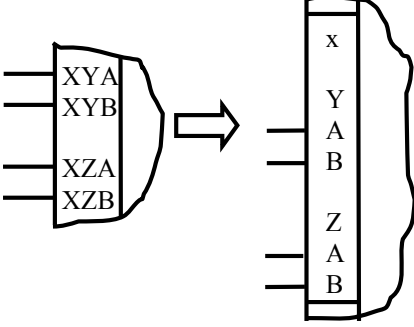
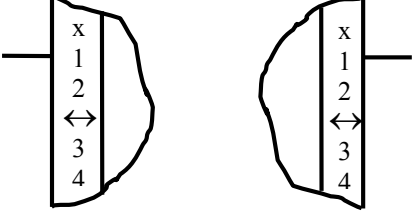
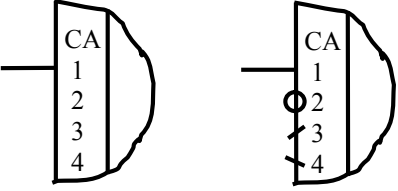
Продолжение приложения 1

1	2	3
<p style="text-align: center;">ЭЛЕМЕНТЫ ЦИФРОВОЙ ТЕХНИКИ</p> <p>Общее обозначение</p> 		
<p>Прямые статические</p> <p>Инверсные статические</p>	 <p style="text-align: center;">Информационные</p>	<p>Размеры сторон прямоугольника произвольные. Функциональное назначение выводов указывается метками. Свойства выводов обозначаются указателями. Входы изображаются слева, выходы — справа, остальные выходы с любой стороны. Группы выводов могут разделяться увеличенным интервалом или помещаться в обособленную зону. Допускается поворот условного обозначения на 90^0 по часовой стрелке (тогда входы располагаются сверху, а выходы — снизу)</p> <p>Слева - вход, справа - выход</p> <p>То же</p>

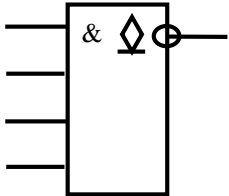
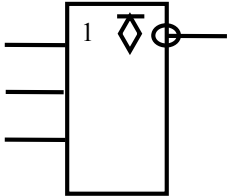
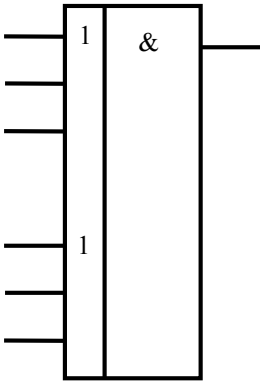
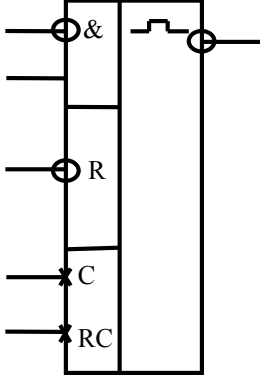
Продолжение приложения 1

1	2	3
<p>Прямые динамические</p> <p>Инверсные динамические</p> <p>Выводы, не несущие логической информации</p> <p>Открытые выходы (рассчитанные на повышенную нагрузку)</p>		<p>Служат для подключения питания, внешних RC-цепей, индуктивностей(L), кварцев (Q) Общее обозначение</p> <p>Соединение с коллектором (эмиттером) транзистора p-n-p (n-p-n) типа; стоком (исток) полевого транзистора с p-(n-) каналом Соединение с указанными электродами транзисторов противоположного типа.</p> <p>Выводы с состоянием выходного сопротивления</p>

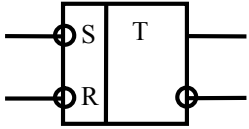
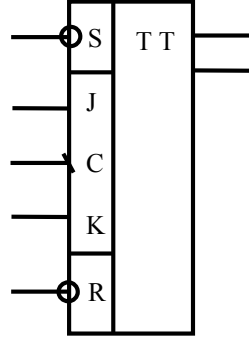
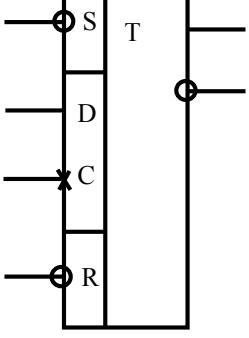
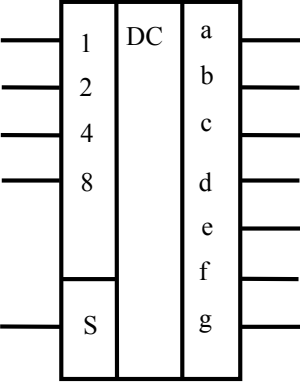
Продолжение приложения 1

1	2	3
Логически равнозначные выводы		Общая для всех объединенных выводов метка помещается на уровне первого сверху вывода
С групповой меткой		Групповая метка располагается сверху. Группы меток разделяют увеличенным интервалом или заключением в зону.
С групповой меткой более высокого порядка		Помещается над своими группами и отделяется интервалом. Группы выводов, относящиеся к такой метке, обязательно помещаются в зону.
Двунаправленные выводы		Метки входных функций указываются над стрелкой, а выходных - над ней. Используется также знак “\leftrightarrow”
Выводы с несколькими функциональными назначениями		Слева — общее обозначение, справа — с указанием условия выполнения функций, обозначенных метками

Продолжение приложения 1

1	2	3
	Примеры некоторых элементов	
Элемент 4И-НЕ		4 прямых статических входа и инверсный статический открытый выход - коллекторный (эмиттерный) для структуры n-p-n (p-n-p).
Элемент 3ИЛИ-НЕ		3 прямых статических входа и инверсный открытый выход — эмиттерный (коллекторный) для n-p-n (p-n-p) типа.
Элемент 3ИЛИ-И		Выход прямой статический: 2 группы входов
Одновибратор		Два динамических входа запуска (прямой и инверсный), объединенных по И; вход R для подачи сигнала сброса; два выхода (прямой и инверсный). Выводы с метками C, RC – для подключения времязадающих элементов

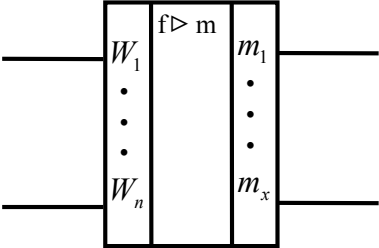
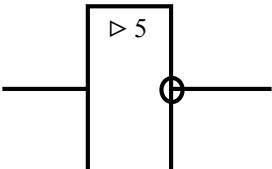
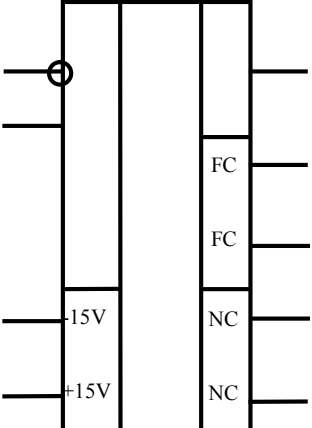
Продолжение приложения 1

1	2	3
Асинхронный RS-триггер		
Двухступенчатый JK-триггер		
D-триггер		
Дешифратор		<p>Информация подается на входы в двоичном коде 1-2-4-8; с выходов снимаются сигналы управления семисегментным индикатором</p>

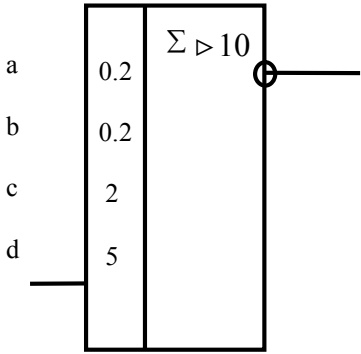
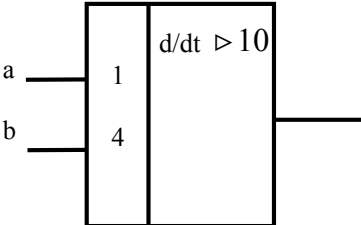
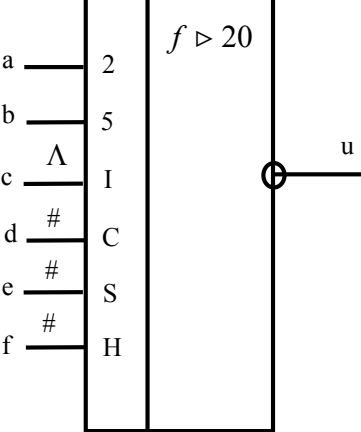
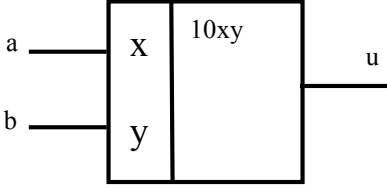
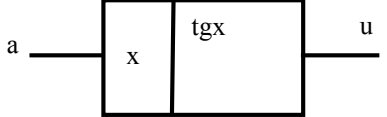
Продолжение приложения 1

1	2	3
<p>Двоично-десятичный реверсивный счетчик</p>		<p>Вывод для подключения источника питания в общем случае обозначается буквой U; если питающих напряжений несколько, их нумеруют (U1, U2 и т.д.). Допускается вместо буквы U указывать номинальное значение напряжения и его полярность. Общий вывод обозначается OU</p>
<p>Четырехразрядный регистр сдвига</p>		<p>Метка в виде ромбика с диагональю означает, что регистр имеет выходы 0,1,2,3 с состоянием высокого сопротивления</p>

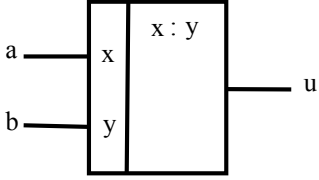
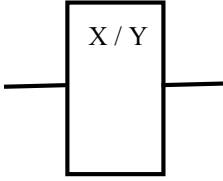
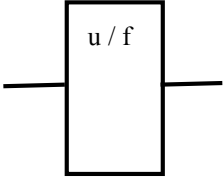
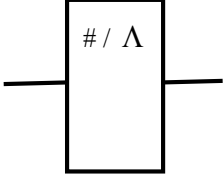
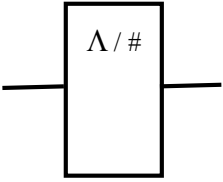
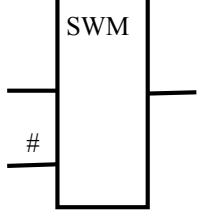
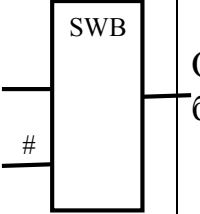
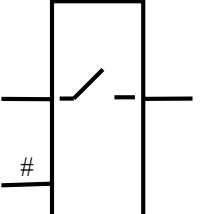
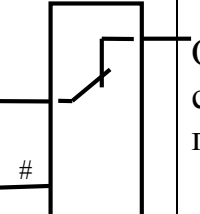
Продолжение приложения 1

1	2	3
<p style="text-align: center;">ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛОГОВОЙ ТЕХНИКИ</p> <p style="text-align: center;">Усилители</p>		
Общее обозначение		<p>Вместо буквы f указывается функция усилителя, вместо буквы m коэффициент передачи. На месте меток W_1-W_n указываются весовые коэффициенты входных сигналов, а меток m_1-m_k - частные коэффициенты усиления сигналов, снимаемых с соответствующих выходов. Если коэффициент усиления одинаков, он указывается на месте буквы m; если он равен 1, не указывается вообще; если очень высок, помещается знак ∞ или M.</p>
Инвертирующий усилитель		<p>Коэффициент усиления равен 5</p>
Операционный усилитель		<p>Выводы FC служат для подсоединения элементов частотной коррекции, а NC – элементов балансировке усилителя</p>

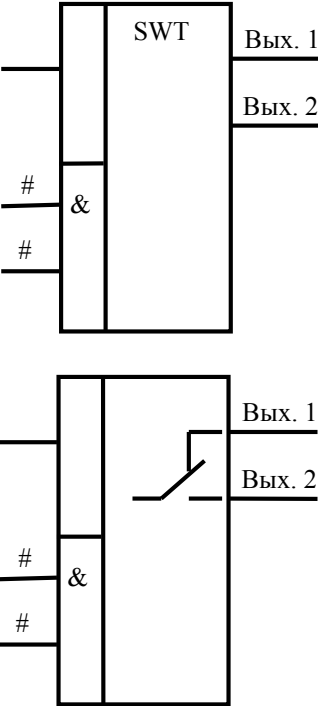
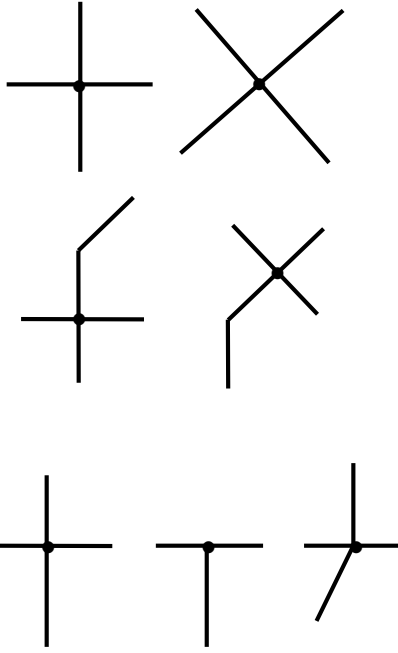
Продолжение приложения 1

1	2	3
Суммирующий усилитель		<p>Коэффициент усиления 10; цифры около входов обозначают весовые коэффициенты входных сигналов т.е.</p> $U = -10 \cdot (0.2a + 0.2b + 2c + 5d)$
Дифференцирующий усилитель		<p>Выходное напряжение</p> $U = 5d / dt(a + 4b)$
Интегрирующий усилитель		<p>Два аналоговых входа (a и b), вход для подачи начального значения интегрирования (I), 3 входа цифрового управления (S – для установки начального значения, C – для подачи стробирующего импульса, H – для поддержания текущего значения сигнала)</p>
Функциональные преобразователи		
Перемножитель		
Устройство, моделирующее функцию тангенса		

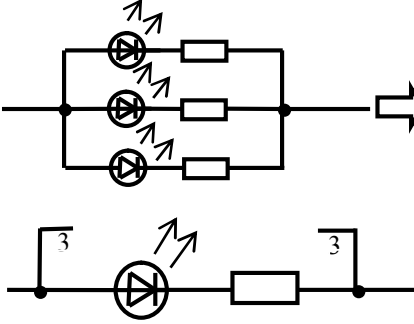
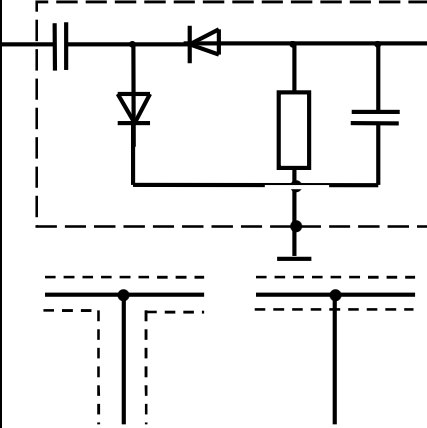
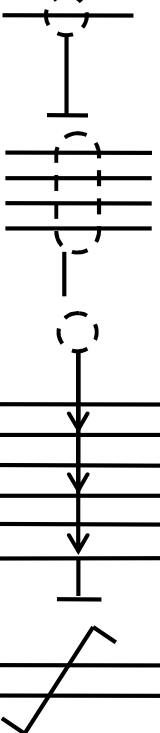
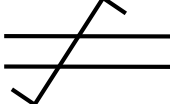
Продолжение приложения 1

1	2	3
Делитель		Не допускается использовать в обозначении функции деления косую черту
Преобразователи сигналов из одного вида в другой		
Общее обозначение		Вместо букв X и Y вписываются обозначения обрабатываемой информации; ее вид
Преобразователь напряжение в частоту		
Цифро-аналоговый преобразователь		
Аналого-цифровой преобразователь		
Электронные ключи		Обозначения с буквенным кодом
		
		Обозначение с символами контактных групп
		

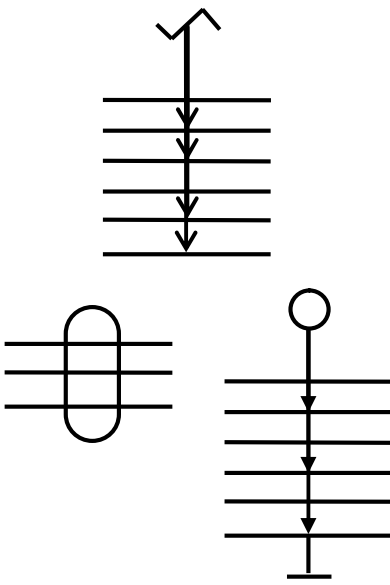
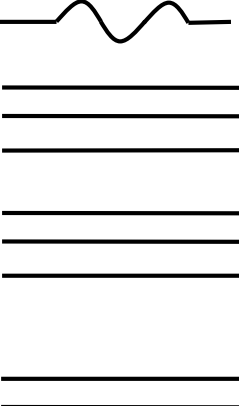
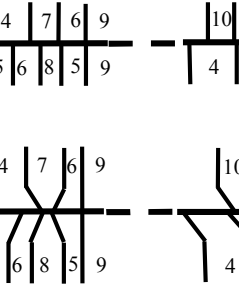
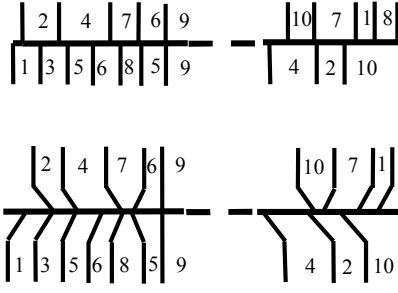
Продолжение приложения 1

1	2	3
<p>Электронный коммутатор</p>		<p>Обозначения с буквенным кодом</p>
<p>ПРОВОДА, КАБЕЛИ</p> <p>Линии электрической связи (ЛЭС)</p> <p>Общее обозначение</p> <p>Пересечение, обозначающее электрическое соединение</p>		
		<p>Как правило, ЛЭС проводят только горизонтально или вертикально (за исключением некоторых узлов, например, мостов). Изменение направления допускается под углом 90^0 или 130^0; пересечение только под углом 90^0.</p> <p>Ответвляющиеся ЛЭС допускается проводить под углом, кратным 45^0.</p>

Продолжение приложения 1

1	2	3
<p>Ответвления из нескольких параллельных идентичных цепей</p>		<p>На схеме показывается только одна цепь, а наличие остальных изображается Г-образным ответвлением с общим числом цепей (включая изображенную на схеме)</p>
<p>Экран</p>		<p>Если в экран заключена группа элементов</p>
<p>Общее обозначение</p>		<p>Экранирование соединения</p> <p>В общий экран помещены несколько проводов</p> <p>Если объединенные общим экраном провода нельзя разместить рядом: стрелка обозначает те, которые находятся в общем экране.</p>
<p>Скрученные провода</p>		<p>Общее обозначение</p>

Продолжение приложения 1

1	2	3
Соединение многопроводным кабелем		<p>Когда в одной группе ЛЭС оказываются как скрученные, так и нескрученные провода</p> <p>Слева – общее обозначение, справа – для объединения ЛЭС, перемежающимися другими</p>
Гибкое соединение		<p>Если число ЛЭС больше 4, они разбиваются на группы по 3 ЛЭС в каждой, считая сверху; между соседними ЛЭС разных групп оставляют более широкий зазор</p>
Большое соединение параллельных ЛЭС		<p>Входу и выходу каждой ЛЭС из общей шины присваивается порядковый номер.</p> <p>Допускается показывать направление ЛЭС с помощью излома под углом 45^0 (точка излома удалена от шины не менее чем 3 мм; наклонные участки соседних ЛЭС не должны пересекаться)</p>
Линия групповой связи		

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Обозначение основных функций элементов цифровой техники по ГОСТ 2.710-81

Функция	Обозначение	Функция	Обозначение
1	2	3	4
Вычислитель	CP	Умножение	MPL
Вычислительное устройство (центральный процессор)	CPU	Деление	DIV
Процессор	P	Логика	L
Секция процессора	PS	Логическое И	& или И
Память	M	Логическое ИЛИ	≥ 1 или 1
Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ):		Исключающее ИЛИ	=1
с произвольным доступом	RAM	Повторитель	1
с последовательным доступом	SAM	Регистр:	
Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ)	ROM	общее обозначение	RG
ПЗУ с возможностью программирования:		со сдвигом слева направо	RG →
однократного		или сверху вниз	
многократного		со сдвигом справа налево	RG ←
Управление		или снизу вверх	
Перенос		с реверсивным сдвигом	RG ↔
Прерывание		Счетчик двоичный	CT2
Передача		Счетчик десятичный	CT10
Прием		Шифратор	CD
Ввод-вывод:		Дешифратор	DC
последовательный		Сравнение	= =
параллельный		Мультиплексор	MUX
Арифметика		Демультимплексор	DMX
Суммирование		Мультиплексор – селектор	MS
		Селектор	SL
Вычитание		Генератор:	
		общее обозначение	G
		непрерывный последовательности импульсов	GN
		одиночного импульса	
		синусоидального сигнала	G1
			GSIN

Продолжение приложения 2

1	2	3	4
Триггер:		Модулятор	MD
общее обозначение	T	Демодулятор	DM
двухступенчатый	TT	Нелогические элементы:	
Шмитта (пороговый элемент)	TH	стабилизатор напряжения	*ST
Формирователь:		набор резисторов	*R
общее обозначение	F	набор диодов	*D
логического 0	FL0	набор транзисторов	*T
логической 1	FL1	набор индикаторов	*H
Ключ	SW	Преобразователь	X/Y

Примечание. Для обозначения одновибраторов (ждущих мультивибраторов) можно также использовать символ прямоугольного импульса положительной полярности, а для триггеров Шмитта – символ прямоугольной петли гистерезиса. Знак * ставится перед обозначением функции в том случае, если все выводы элемента являются нелогическими. Справа к обозначению функции допускается добавлять технические характеристики элемента, например, набор резисторов сопротивлением 100 Ом - *R100, оперативная память емкостью 16 Кбайт – RAM16K.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Обозначение основных меток выводов цифровых элементов по ГОСТ 2.710-81

Основная метка	Обозначение	Основная метка	Обозначение
1	2	3	4
Установка в состояние: n 1 0 исходное (сброс)	Sn S R SR	Разрешение установки универсального JK – триггера в состояние: 1 0	J K

Продолжение приложения 3

1	2	3	4
Вход изменения содержимого элемента на n:		Захват	TR
увеличение	+n	Исполнение (конец)	END
уменьшение	-n	Инструкция (команда)	INS
Вывод двунаправленный	↔ или	Контроль	CH
	◊	Маркер	MR
Адрес	A	Начало	BG
Адресация по координате:		Ожидание	WI
X	X	Ответ	AN
Y	Y	Перенос	CR
Больше	>	Распространение переноса	CRP
Больше или равно	≥	Генерация переноса	CRG
Равенство	=	Переполнение	OF
Меньше	<	Повтор	RP
Меньше или равно	≤	Приоритет	PR
Бит	BIT	Продолжение	CN
Условный бит (“флажок”)	FL	Пуск	ST
Байт	BY	Разрешение	E
Блокировка (запрет)	DE	Расширение	EX
Буфер	BF	Регенерация	PEF
Готовность	RA	Синхронизация	SYN
Данные	D	Стробирующий такт	C
Заем	BR	Младший	LSB
Запись	WR	Средний	ML
Считывания	RD	Старший	MSB
Запрос	RQ	Шина	B
		Инверсия	IN

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Обозначения основных функций аналоговых элементов по ГОСТ 2.710-81

Функция	Обозначение	Функция	Обозначение
Генерирование	G	Сравнение (компаратор)	= =
Детектирование	DK	Суммирование	SM, Σ
Деление	X:Y	Тригонометрические функции (например, тангенс)	TG или tg
Деление частоты	:FR	Умножение	XY или xy
Дифференцирование	D/DT	Экспонента	EXP
Извлечение корня	$X^{\uparrow 0.5}$	Фильтрация	FF
Интегрирование	INT	Формирование	F
Переключение (общее обозначение):	SW	Усиление	\triangleright
замыкание	SWM	Преобразование цифро-аналоговое	#/ Λ
размыкание	SWB	Преобразование аналого-цифровое	Λ / #
переключение	SWT		
Показательная функция	$X^{\uparrow Y}$		
Преобразование	X/Y или x/y		

Примечание: функции извлечения корня и интегрирования допускается обозначать соответствующими математическими символами

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Обозначение основных меток аналоговых элементов по ГОСТ 2.710-81

Метка	Обозначение
Начальное значение интегрирования	I
Установка начального значения	S
Установка в состояние 0	R
Поддержание текущего значения сигнала	H
Балансировка (коррекция нуля)	NC
Коррекция частотная	FC
Аналоговый сигнал	Λ
Цифровой сигнал	#