

## 5 и 6 ЛЕКЦИИ: НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ (ФС)

### 5.1 Общие положения

Функциональная схема (ФС) – основной технический документ, определяющий структуру и функциональные связи между технологическим процессом и средствами его контроля и управления.

Функциональную схему можно также определить как схему, которая отражает функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, сигнализации, управления и регулирования технологического процесса и определяет оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации

При разработке схем решают следующие задачи:

- а) получение первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;
- б) непосредственное воздействие на технологический процесс для управления им;
- в) стабилизация технологических параметров;
- г) контроль и регистрация технологических параметров процесса и состояния оборудования.

Результатом разработки функциональных схем являются:

- а) определение технологических параметров, подлежащих автоматическому контролю и регулированию, пределов и методов их измерения;
- б) определение объемов необходимых автоматических блокировок и защиты технологических агрегатов;
- в) выбор основных технических средств автоматизации;
- г) определение приводов исполнительных механизмов регулирующих и запорных органов, управляемых автоматически или дистанционно;
- д) размещение технических средств автоматизации на щитах и пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах.

При разработке ФС необходимо руководствоваться следующими общими принципами:

- а) системы автоматизации технологических процессов (ТП) должны строиться, как правило, на базе серийно выпускаемых средств автоматизации;
- б) если ФС не могут быть построены на базе только серийно выпускаемой аппаратуры, в процессе проектирования следует выполнить соответствующее техническое задание на разработку новых средств автоматизации;
- в) должна сохраняться возможность наращивания функций управления (принцип открытости системы);

г) необходимо стремиться к применению однотипных средств автоматизации предпочтительно унифицированных систем, что дает значительные преимущества при монтаже, наладке, эксплуатации и ремонте;

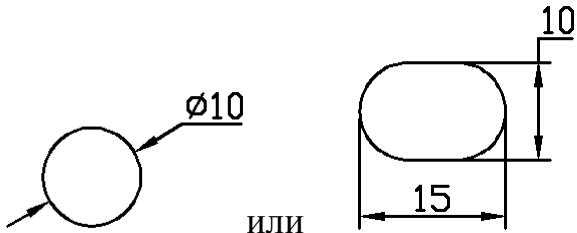

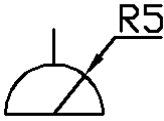
д) при выборе технических средств необходимо учитывать условия пожаро- и взрывобезопасности, запыленность, агрессивность и токсичность окружающей среды; требуемую точность и быстродействие контрольной и регулирующей аппаратуры; параметры измеряемой среды; расстояний, допускаемых от датчиков и ИМ до регулирующих устройств;



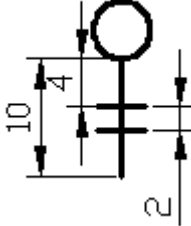
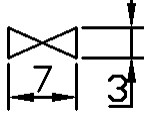

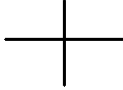

е) количество приборов, аппаратуры сигнализации и управления, устанавливаемых на оперативных щитах и пультах, должно быть минимальным и достаточным.

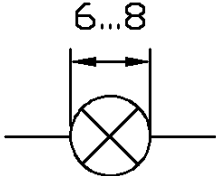
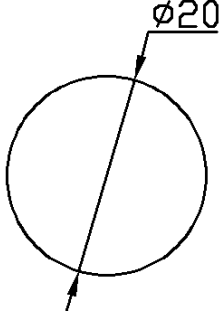
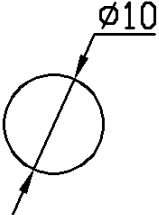
## 5.2 Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации на ФС

Приборы и средства автоматизации, электрические устройства и элементы вычислительной техники на функциональных схемах автоматизации показываются в соответствии с ГОСТ 21.208-2013 и отраслевыми нормативными документами, которыми предусматривается система построений графических (таблица 5.1) и буквенных (таблица 5.2 - 5.4) условных обозначений по функциональным признакам, выполняемым приборами.

Таблица 5.1 – Условные графические обозначения приборов и средств автоматизации и их размеры

Наименование	Обозначения
Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту	
Прибор, устанавливаемый на щите	
Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов)	

Исполнительный механизм. Общее обозначение.	
Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала.	
Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала	
Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
Регулирующий орган	
Линии связи	
Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
Пересечение линий связи с соединением между собой	

Сигнальная лампа	
Звонок громкого боя	
Статор электрической машины	
Ротор электрической машины	

**Примечание:**

А) Отборное устройство для постоянно подключенных приборов не имеет специального обозначения, а представляет собой тонкую сплошную линию, соединяющую технологический аппарат с первичным прибором (рисунок 5.1).

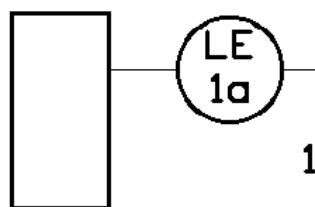


Рисунок 5.1 – Изображение отборного устройства для постоянно подключенного прибора

Б) Подвод линии связи к символу прибора допускается в любой точке окружности.

В) При необходимости указания направления передачи сигнала на линии связи допускается наносить стрелки.

Г) При необходимости указания точного местоположения отборного устройства или точки измерения параметра (внутри контура технологического аппарата) в конце тонкой линии изображается окружность  $d = 2\text{мм}$  (рисунок 5.2).

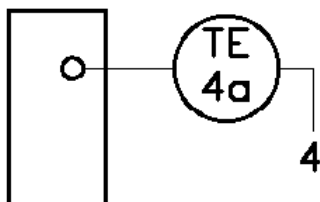


Рисунок 5.2 – Изображение точного местоположения отборного устройства окружностью  $d = 2\text{мм}$

Д) Приборы, устанавливаемые в рассечку трубопровода, изображаются окружностью в разрыве линии трубопровода, например, сужающие устройства измерения расхода. Датчик индукционного расходомера изображен на рисунке 5.3.

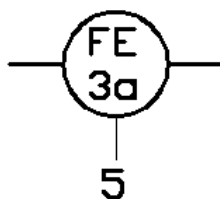


Рисунок 5.3 – Изображение сужающего устройства в контуре расхода

Е) Датчики температуры, встраиваемые в трубопроводы, изображаются рядом с трубопроводом (рисунок 5.4)

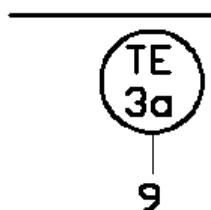


Рисунок 5.4 – Изображение первичного преобразователя температуры, установленного на трубопроводе

### 5.3 Основные и дополнительные буквенные обозначения приборов на ФС

Буквенные обозначения делятся на основные и дополнительные. Основные буквенные обозначения определяют вид измеряемой величины (температура, расход и т.д.), способ отображения (показание, регистрация,

сигнализация), формирование выходного сигнала (автоматическое регулирование, включение, выключение и т.д.). Основные буквенные обозначения приведены в таблице 5.2. Дополнительные обозначения приборов на ФС приведены в таблицах 5.3 и 5.4.

Таблица 5.2 – Основные буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов по ГОСТ 21.208-2013

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное назначение первой буквы	Дополнительное значение, уточняющее назначение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
A	-	-	Сигнализация	-	-
B	Резервная буква	-	-	-	-
C	-	-	-	Регулирование, управление	-
D	Плотность	Разность, перепад	-	-	-
E	Любая электрическая величина	-	-	-	-
F	Расход	Соотношение, доля, дробь	-	-	-
G	Размер, перемещение	-	-	-	-
H	Ручное воздействие	-	-	-	Верхний предел измеряемой величины
I	-	-	Показание	-	-
J	-	Автоматическое переключение, обегание	-	-	-
K	Время, временная программа	-	-	-	-
L	Уровень	-	-	-	Нижний предел измеряемой величины
M	Влажность	-	-	-	-
N	Резервная буква	-	-	-	-

О	Резервная буква	-	-	-	-
Р	Давление, вакуум	-	-	-	-

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5	6
Q	Величина, характеризующая качество, состав, концентрацию и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	-	-	-
R	Радиоактивность	-	Регистрация	-	-
S	Скорость, частота	-	-	Включение, отключение, переключение сигнализация	-
T	Температура	-	-	-	-
U	Несколько разнородных измеряемых величин	-	-	-	-
V	Вязкость	-	-	-	-
W	Масса	-	-	-	-
X	Нерекомендуемая резервная буква				

**Примечание:** Для обозначения величин, не предусмотренных стандартом, могут быть использованы резервные буквы В, N, О с обязательной их расшифровкой на свободном поле чертежа.

Таблица 5.3 – Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки приборов по ГОСТ 21.208-2013

Наименование	Обозначение
Чувствительный элемент (первичное преобразование)	Е
Дистанционная передача (промежуточное преобразование)	Т

Станция управления	К
Преобразование, вычислительные функции	У

Таблица 5.4 – Дополнительные обозначения, отражающие функциональные признаки преобразователей сигналов и вычислительных устройств

Наименование	Обозначение
<i>Род сигнала:</i>	
Электрический	<i>E</i>
Пневматический	<i>P</i>
Гидравлический	<i>G</i>
<i>Виды сигнала:</i>	
Аналоговый	<i>A</i>
Дискретный	<i>D</i>
<i>Операции, выполняемые вычислительным устройством:</i>	
Суммирование	$\Sigma$
Умножение сигнала на постоянный коэффициент К	<i>K</i>
Перемножения двух или более сигналов	$\times$
Деление сигналов друг на друга	$:$
Возведение сигнала <i>f</i> в степень <i>n</i>	$f^n$
Извлечение из сигнала <i>f</i> корня степени <i>n</i>	$\sqrt[n]{f}$
Логарифмирование	<i>lg</i>
Дифференцирование	$dx/dt$
Интегрирование	$\int$
Изменение знака сигнала	$\times (-1)$
Ограничение верхнего значения сигнала	<i>max</i>
Ограничение нижнего значения сигнала	<i>min</i>

## 5.4 Методика построения условных обозначений приборов на ФС

5.4.1 Используется позиционный принцип построения буквенных обозначения приборов.

В верхней части окружности наносятся буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора. В нижней части окружности наносятся позиционные обозначения прибора (рисунок 5.3).

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) должен быть следующим: обозначение основной измеряемой величины, обозначения, уточняющие (если необходимо) основную измеряемую величину; обозначение функционального признака прибора.



Функциональные признаки приборов следует записывать в таком порядке: I, R, C, S, A, при этом следует указывать лишь используемые функции, а не все выполняемые данным прибором.

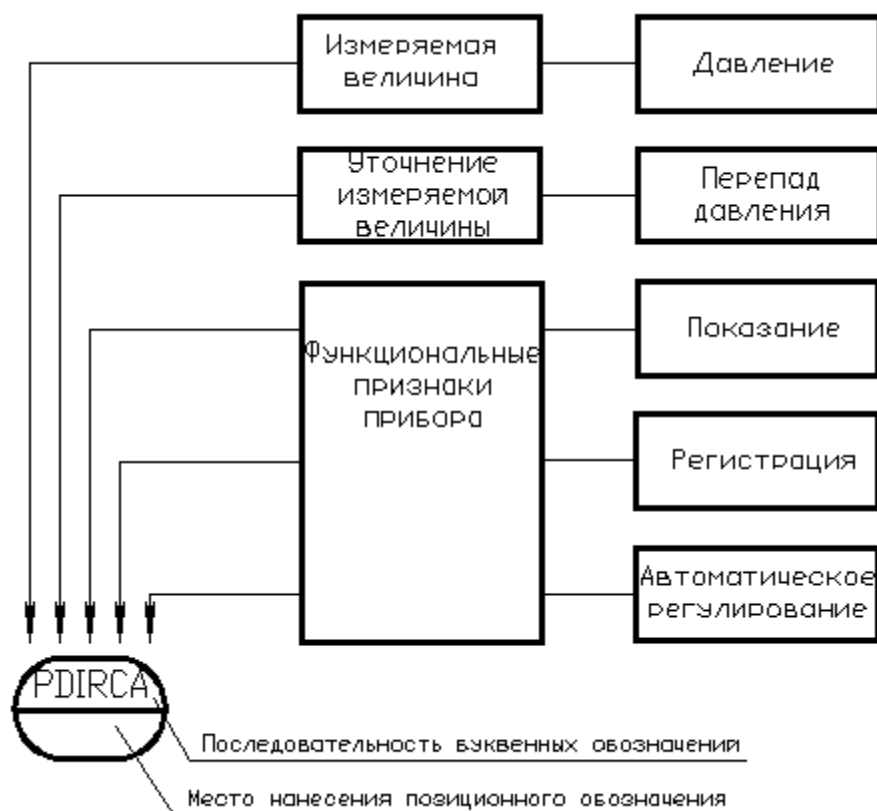


Рисунок 5.5 – Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

5.4.2 Порядок построения условных обозначений с применением дополнительных буквенных следующий: на первом месте в обозначении ставится буква, обозначающая измеряемую величину, на втором месте одна из букв E, T, K, Y (рисунок 5.6).

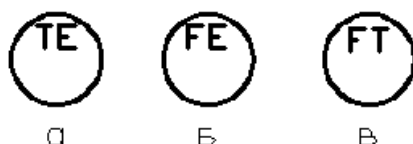


Рисунок 5.6 – Построение условного обозначения приборов с использованием дополнительных буквенных обозначений функциональных признаков приборов: а – термопара, термометр сопротивления; б – диафрагма; в – «Сапфир-22-ДД».

5.4.4 При построении условных обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств надписи, расшифровывающие вид преобразования или операции, выполняемые устройством, наносят справа от графического обозначения прибора (рисунок 5.7).

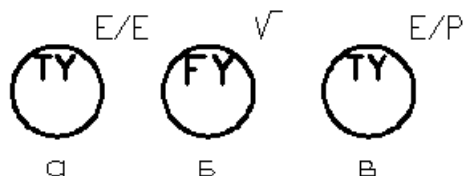


Рисунок 5.7 – Нанесение надписей вида преобразования рядом с графическим обозначением прибора: а – измерительный преобразователь, преобразующий сигнал термопары в унифицированный электрический сигнал постоянного тока; б – блок извлечения корня БИК-1; в – преобразователь электрического сигнала в пневматический

5.4.5 При построении обозначений приборов, входящих в контур измерения или регулирования, 1-ая буква в обозначении каждого прибора является наименованием измеряемой величины (рисунок 5.8).

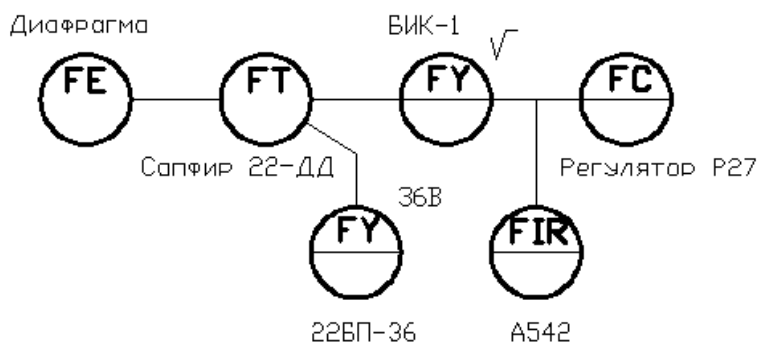


Рисунок 5.8 – Пример обозначения приборов, входящих в контур регулирования

5.4.6 Все устройства, выполненные в виде отдельных блоков и предназначенные для ручных операций, должны иметь на первом месте в обозначении букву «Н», независимо в состав какого измерительного контура этот прибор входит (рисунок 5.9)

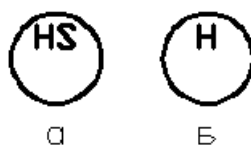


Рисунок 5.9 – Пример обозначения приборов для ручных операций: а – переключатель цепей управления; б – задатчик

5.4.7 Пусковая аппаратура управления двигателями обозначаются резервной буквой «N» на первом месте в буквенном обозначении прибора (рисунок 5.10).



Рисунок 5.10 – Обозначение пусковой аппаратуры управления двигателем

5.4.8 Некоторые другие примеры обозначения приборов на ФС [1] на рисунке 5.11.

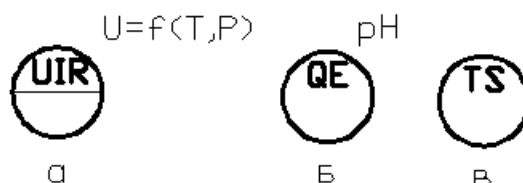


Рисунок 5.11 – Примеры обозначения приборов на ФС: а – прибор, измеряющий несколько разнородных величин (температура и давление), показывающий, регистрирующий, установленный на щите; б – рН-метр (датчик); в – прибор для измерения температуры с контактным устройством (например, температурное реле)

## 5.5 Позиционное обозначение приборов на ФС

Позиционное обозначение служит для нумераций приборов, входящих в состав контура контроля или регулирования по заказным спецификациям.

Позиционное обозначение наносится в виде цифрового или цифро-буквенного кода в нижней части окружности условного графического обозначения прибора на ФС (рисунок 5.12). Допускается в обоснованных случаях наносить позиционное обозначение около окружности УГО справа внизу.

Первая цифра в позиционном обозначении прибора – номер контура, вторая цифра или строчная буква русского алфавита – номер прибора в контуре. Буквы позиционного обозначения проставляются в порядке алфавита в зависимости от прохождения сигнала – от устройства получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс.

Позиционные обозначения присваиваются всем приборам, за исключением:

- а) отборных устройств;
- б) приборов, поставляемых комплектно с технологическим оборудованием;
- в) регулирующих органов и исполнительных механизмов, входящих в данную систему автоматического управления, но заказываемых и устанавливаемых в технологических частях проекта.

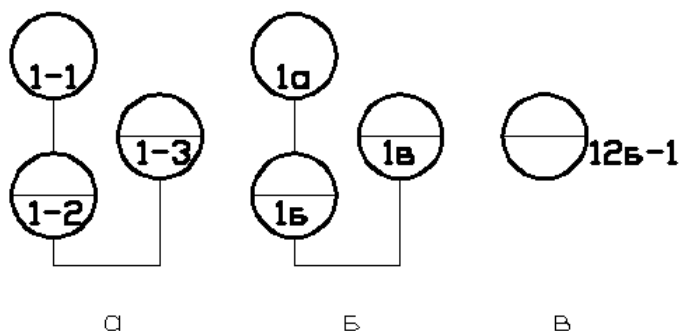


Рисунок 5.12 – Пример нанесения позиционного обозначения прибора: а – цифровой код; б – цифро-буквенный код; в – нанесение позиционного обозначения рядом с условным графическим обозначением

Переключатели цепей управления, кнопочные посты, сигнальные лампы и др. допускается кодировать по ГОСТ электрических принципиальных схем (рисунок 5.13).

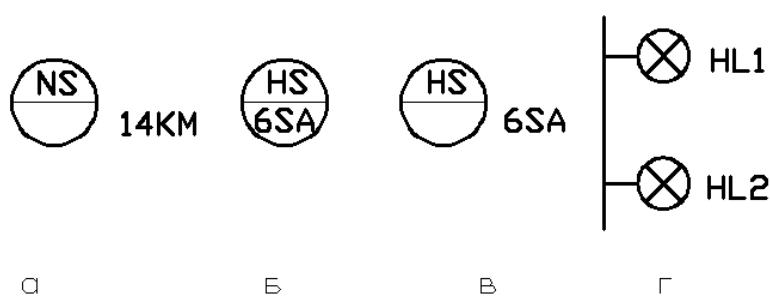


Рисунок 5.13 – Нанесение позиционного обозначения прибора на ФС по ГОСТ электрических принципиальных схем: а – переключатель цепей управления в 14-ом контуре, магнитный пускатель; б, в – переключатель кнопочный в 6-ом контуре; г – сигнальные лампы