

# АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

## ЛЕКЦИЯ 12

### 13. Функциональные 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.

Функциональная схема автоматизации является основным техническим документом, определяющим функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок.

*Функциональная схема содержит информацию о видах датчиков и местах их расположения на объекте, измерительных преобразователях, исполнительных устройствах, регуляторах и других технических средствах систем автоматизации данного процесса, а также связей между средствами автоматизации.*

Эти схемы дают детальное представление о средствах автоматизации первого и второго уровней распределенной системы управления (PCY) (датчики, исполнительные устройства, МСД, ПЛК и локальные сети). К составлению функциональных схем приступают после подробного изучения объекта автоматизации.

При составлении функциональных схем разрабатываются следующие основные вопросы:

получения первичной информации о состоянии технологического процесса и оборудования;

непосредственного воздействия на технологический процесс для управления им;

стабилизации технологических параметров процесса;

контроля и регистрации технологических параметров процесса и состояния технологического оборудования.

Эти вопросы решают на основании анализа работы технологического оборудования, законов и критериев управления объектом, а также требований, предъявляемых к точности стабилизации, контролю и регистрации технологических параметров, к качеству регулирования и надежности.

В процессе разработки функциональных схем осуществляют:

выбор методов измерения технологических параметров;

выбор основных технических средств автоматизации;

определение приводов исполнительных механизмов, регулирующих органов технологического оборудования;

размещение средств автоматизации на щитах, пультах, технологическом оборудовании и трубопроводах и определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

*Функциональную схему выполняют в виде чертежа, на котором схематически условными изображениями показывают: технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и технические средства автоматизации, расположенные непосредственно на оборудовании, рядом с оборудованием (по месту), а также в щитах и пультах с указанием связей между ними.*

Технологическое оборудование и коммуникации на функциональных схемах изображают, как правило, упрощенно, без указания вспомогательных устройств, на которых не

устанавливаются средства автоматизации. Однако схема должна давать ясное представление о принципе работы оборудования и взаимодействии его со средствами автоматизации.

На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулируемую и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле и управлении процессом, а также ту, которая необходима для определения относительного расположения мест отбора импульсов.

Технологические трубопроводы изображают сплошной основной линией, над которой помещают наименование транспортируемой среды. Направление потока указывают стрелками.

У изображения технологического оборудования и отдельных его элементов приводят соответствующие поясняющие надписи: наименование технологического оборудования, его номер (если таковой имеется), входные и выходные потоки и т.п.

Отдельные агрегаты и установки технологического оборудования могут быть изображены оторвано друг от друга, но при этом всегда приводятся необходимые указания на их взаимосвязь. При этом технологическую установку вычерчивают тонкими линиями в верхней части чертежа без соблюдения масштаба.

Для обозначения технологического оборудования и трубопроводов на функциональной схеме автоматизации могут быть применены и условные обозначения, принятые в технологических схемах.

С 2014 г действует ГОСТ 21.208-2013, до этого времени был ГОСТ 21.404-85. Оба этих стандарта имеют много общего. Ввиду того, что имеется обширная техническая документация по ГОСТ 21.404-85, полезно знать оба стандарта и их отличия. Ниже представлены сведения и схемы, выполненные по ГОСТ 21.404-85.

Для всех *измерительных преобразователей (датчиков)*, а также приборов, установленных по месту, на щитах и панелях принято единое графическое изображение в виде окружности диаметром 10 мм или овала в зависимости от объема вписываемых буквенных обозначений (рисунок 2.31, а, б). То же обозначение, но разделенное горизонтальной чертой, соответствует приборам, установленным на щите, пульте или панели (рисунок 2.31, в, г). Если функция, которой соответствует окружность, реализована в приборах второго уровня распределенной системы управления (например, в МСД, ПЛК), и эту функцию нужно показать отдельно, то окружность вписывается в квадрат (см. рисунок 2.31, д).

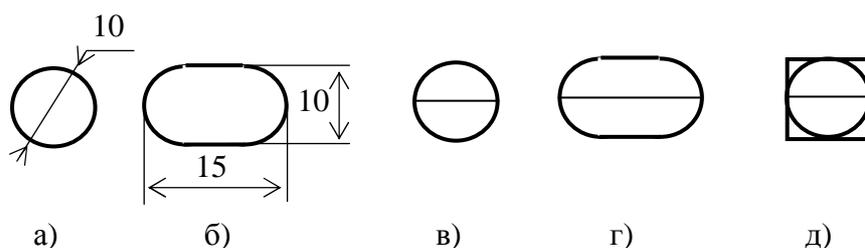


Рисунок 2.31

В верхней части графического обозначения наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора, определяющего его назначение (табл. 12.1). В нижней части графического обозначения указывают цифровое (позиционное) обозначение прибора или комплекта средств автоматизации.

Порядок расположения букв в буквенном обозначении принимают следующим:

- 1) основное обозначение измеряемой величины;
- 2) дополнительное обозначение измеряемой величины (при необходимости);
- 3) обозначение функционального признака прибора.

Принцип построения условного обозначения прибора приведен на рисунке 12.1.

Таблица 12.1

Буквенные условные обозначения

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное значение первой буквы	Дополнительное значение, уточняющее значение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
<i>A</i>	–	–	Сигнализация	–	–
<i>B</i>	Резервная буква	–	–	–	–
<i>C</i>	–	–	–	Регулирование, управление	–
<i>D</i>	Плотность	Разность, перепад	–	–	–
<i>E</i>	Любая электрическая величина	–	–	–	Чувствительный элемент
<i>F</i>	Расход	Соотношение, доля, дробь	–	–	–
Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые прибором		
	Основное значение первой буквы	Дополнительное значение, уточняющее значение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
<i>G</i>	Размер, положение, перемещение	–	–	–	–
<i>H</i>	Ручное воздействие	–	–	–	Верхний предел измеряемой величины
<i>I</i>	–	–	Показание	–	–
<i>J</i>	–	Автоматическое переключение, обегание	–	–	–
<i>K</i>	Время, временная программа	–	–	–	Станция управления
<i>L</i>	Уровень	–	–	–	Нижний предел измеряемой величины
<i>M</i>	Влажность	–	–	–	–

Продолжение таблицы 12.1

<i>O</i>	Резервная буква	–	–	–	–
<i>N</i>	Резервная буква	–	–	–	–
<i>P</i>	Давление, вакуум	–	–	–	–
<i>Q</i>	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация и т.п.	Интегрирование, суммирование по времени	–	–	–
<i>R</i>	Радиоактивность	–	Регистрация	–	–
<i>S</i>	Скорость, частота	–	–	Включение, отключение, переключение, сигнализация	–
<i>T</i>	Температура	–	–	–	Дистанционная передача
<i>U</i>	Несколько различных измеряемых величин	–	–	–	–
<i>V</i>	Вязкость	–	–	–	–
<i>W</i>	Масса	–	–	–	–
<i>Y</i>	–	–	Преобразование	–	–

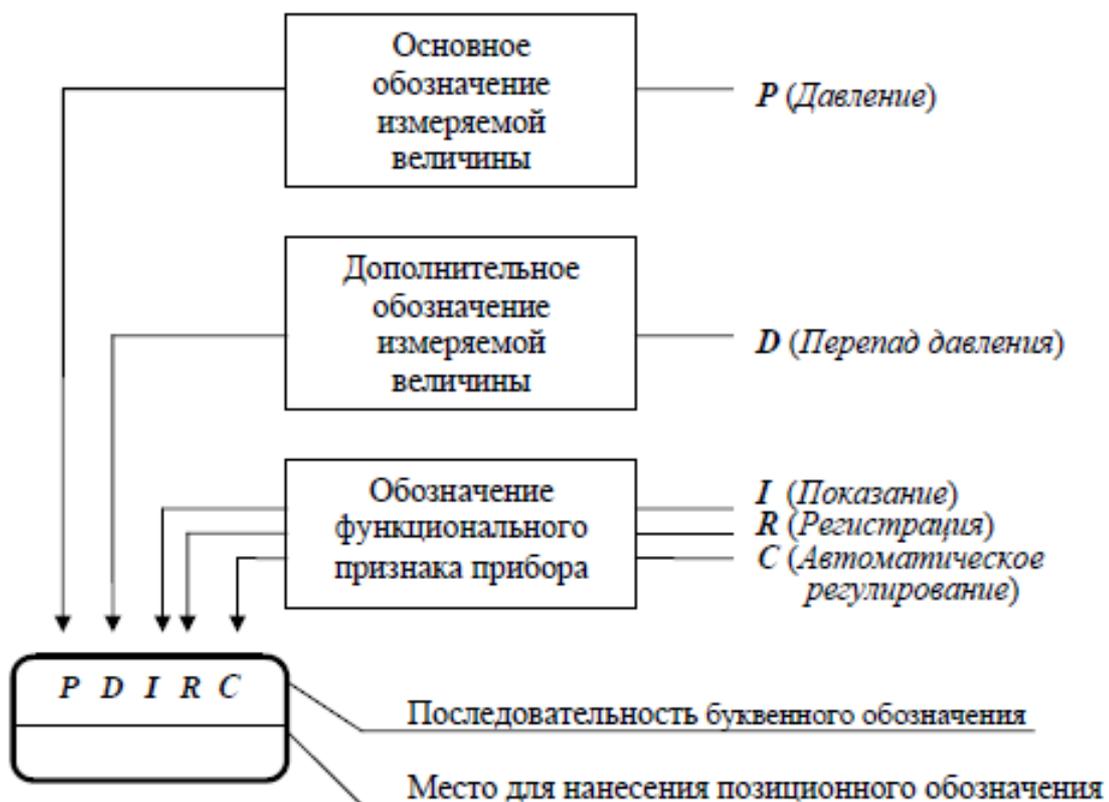


Рисунок 12.1 – Принцип построения условного обозначения прибора

При наличии у прибора нескольких функциональных признаков они должны быть расположены в следующем порядке: *I, R, C, S, A*.

При построении условных обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств справа от графического обозначения прибора наносят надписи, определяющие вид преобразования или операции, осуществляемые вычислительным устройством.

Дополнительные обозначения, применяемые для построения условных обозначений преобразователей сигналов, вычислительных устройств, приведены в табл. 12.2.

Таблица 12.2

#### Дополнительные обозначения

Наименование	Обозначение
1. Род энергии сигнала:	
электрический	<i>E</i>
пневматический	<i>P</i>
гидравлический	<i>G</i>

2. Виды форм сигнала: аналоговый дискретный	$A$ $D$
3. Операции, выполняемые вычислительным устройством: суммирование умножение сигнала на постоянный коэффициент $k$ перемножение двух и более сигналов друг на друга деление сигналов друг на друга возведение величины сигнала $f$ в степень $n$ извлечение из величины сигнала корня степени $n$ логарифмирование дифференцирование интегрирование изменение знака сигнала ограничение верхнего значения сигнала ограничение нижнего значения сигнала	$\Sigma$ $k$ $\times$ $:$ $f^n$ $\sqrt[n]{\phantom{x}}$ $\lg$ $dx/dt$ $\int$ $x(-1)$ $\max$ $\min$
4. Связь с вычислительным комплексом: передача сигнала на ЭВМ вывод информации с ЭВМ	$B_i$ $B_0$

Все *отборные устройства* обозначаются окружностью диаметром 2 мм. *Исполнительные механизмы* обозначаются окружностью диаметром 5 мм или квадратом со стороной 5 мм. *Дополнительный ручной привод* обозначают буквой Н, вписанной в окружность. *Регулирующий орган* изображают аналогично трубопроводной арматуре.

Условные графические обозначения на схемах выполняют сплошной толстой основной линией, а горизонтальную разделительную черту внутри графического обозначения и линии связи – сплошной тонкой линией по ГОСТ 2.303-68.

Шрифт буквенных обозначений принимают по ГОСТ 2.304-81 равным 2,5 мм.

Информационные связи между приборами изображают в виде линий, отражающих реальную связь. *Линии связи* между приборами и контурами контроля и управления изображают на схемах сплошной тонкой линией независимо от вида сигналов и количества проводов и труб.

Приборы, встраиваемые в технологические коммуникации (например, для измерения расхода жидкости), показывают в разрыве линии изображения коммуникаций (рисунок 11.22, здесь изображен первичный измерительный преобразователь (буква Е) расхода (буква F), встроенный в трубопровод). Приборы, устанавливаемые на технологическом оборудовании (с помощью закладных устройств) – изображаются рядом.



Рисунок 12.2

При развернутом способе изображения приборов (об этом способе см. ниже) приборы, конструктивно не связанные с технологическим оборудованием, но расположенные рядом с

оборудованием (по месту) а также другие приборы средств автоматизации изображают в прямоугольниках типа таблицы, расположенных в нижней части схемы с заголовками слева таблицы.

Первым располагают прямоугольник, в котором показаны приборы по месту, с заголовком «Приборы по месту», ниже – прямоугольник с изображением приборов на щитах и панелях, здесь в заголовке пишут «Приборы на щитах и панелях». Напомним, что в условных графических обозначениях приборов по месту разделяющая черта в окружности отсутствует, в приборах на щитах и панелях она есть.

Далее ниже расположен прямоугольник для цифровых приборов. Блоки МСД, ПЛК, а также сетевые блоки, как правило имеют несколько вводов-выводов, поэтому их принято изображать в виде удлинённых прямоугольников (строк таблицы), к которым подводятся линии связи.

Заголовки прямоугольников, предназначенных для изображения щитов и пультов, принимают в соответствии с наименованиями, используемыми в эскизных чертежах общих видов, для комплексов технических средств – в соответствии с их записью в спецификации оборудования.

В самом низу прямоугольника часто располагают таблицу с надписями, поясняющими назначение сигналов. В заголовке этой таблицы пишут «Назначение». Пример оформления прямоугольника с приборами по месту, на щитах и панелях показан на рисунке 12.6.

На функциональных схемах буквенно-цифровые обозначения приборов указывают в нижней части окружности (овала), обозначения электроаппаратов – справа от их условного графического обозначения. Каждому прибору присваивается свое уникальное буквенно-цифровое обозначение, это обозначение фигурирует во всех материалах проекта (схемах, спецификациях, ведомостях и др. документах).

При этом обозначения техническим средствам присваивают по спецификации оборудования и составляют из цифрового обозначения соответствующего контура и буквенного обозначения (прописными буквами русского алфавита) каждого элемента, входящего в контур (в зависимости от последовательности прохождения сигнала).

При большом количестве приборов допускается применять обозначения, в которых первый знак соответствует номеру контура, а второй знак – порядковому номеру прибора в пределах этого контура.

Электроаппараты, входящие в систему автоматизации (звонки, сирены, сигнальные лампы, табло, электродвигатели и др.), показывают на схеме графическими условными обозначениями по ГОСТ 2.722, ГОСТ 2.732, ГОСТ 2.741 и присваивают им буквенно-цифровые обозначения по ГОСТ 2.710.

Стандарт ГОСТ 21.404-85 предусматривает два способа изображения комплектов приборов на функциональных схемах: упрощенный и развернутый.

Упрощенный применяют в основном для изображения средств контроля и автоматизации на технологических схемах. При этом не показываются первичные измерительные преобразователи и вспомогательная аппаратура, приборы контроля и регулирования объединяют в одном изображении, прямоугольники с изображением приборов в нижней части чертежа отсутствуют.

При развернутом способе все приборы, входящие в данный комплект, показываются отдельно. Линии связи при развернутом способе изображают с разрывом. Места разрывов выносят на одну линию (горизонтальную или вертикальную) и нумеруют арабскими цифрами в порядке их расположения в прямоугольнике с заголовком «Приборы местные».

Допускается пересечение линий связи с изображениями технологического оборудования. Пересечение линий связи с обозначениями приборов не допускается.

На линиях связи со стороны прямоугольника «Приборы местные» указывают предельные (максимальные или минимальные) рабочие значения измеряемых (регулируемых) величин по ГОСТ 8.417 или в единицах шкалы выбираемого прибора. Для обозначения разрежения (вакуума) ставят «минус». Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование и не имеющих линий связи с другими приборами, предельные значения величин указывают рядом с обозначением приборов.

Если функциональная схема разрабатывается отдельно (без принципиальных схем), над основной надписью помещают таблицу перечня элементов (рисунок 11.3). При наличии принципиальных схем таблица перечня элементов не выполняется.

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание

Dimensions: 15, 8, 20, 110, 10, 185

Рисунок 12.3

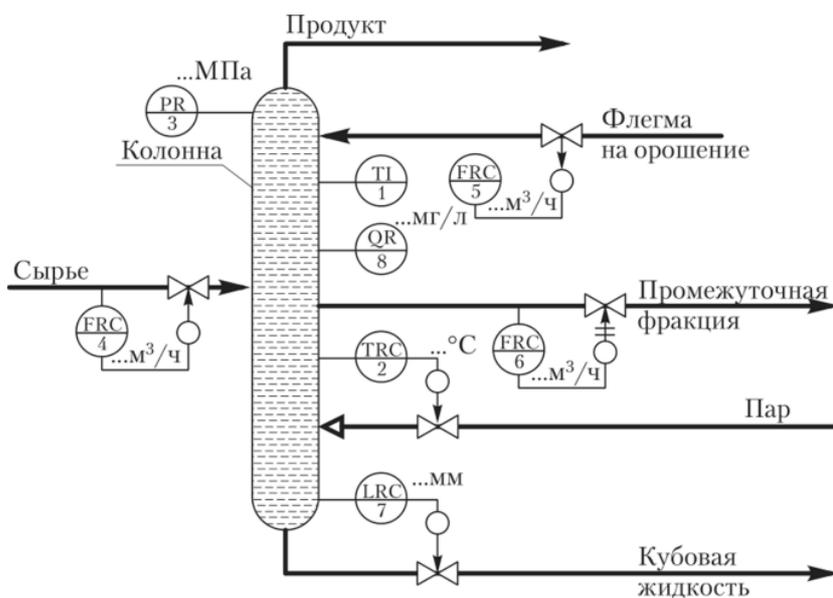


Рисунок 12.4 – Пример выполнения схемы автоматизации упрощенным способом

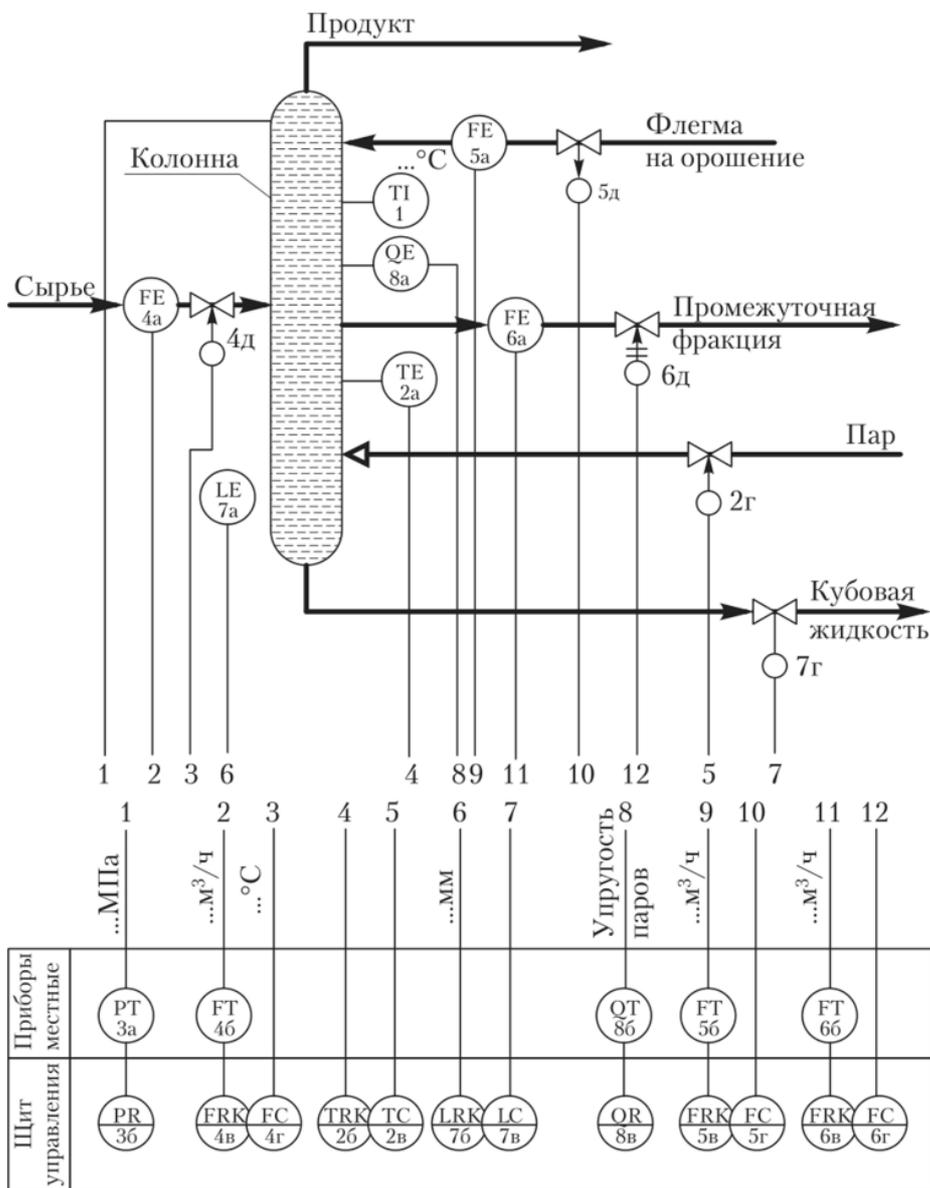


Рисунок 12.5 – Пример выполнения схемы автоматизации развернутым способом

На рисунке 11.4 показан пример выполнения функциональной схемы автоматизации ректификационной колонны упрощенным методом, на рисунке 11.5 – та же схема автоматизации, выполненная развернутым способом.

		2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109
Приборы по месту								FT 2.3F1б	FT 2.3F2б	AE 2.3AT8б
Приборы на щитах и панелях КИПиА										
Щиты управления ЗРА										
Контроллер	ET200SP	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	AI									
	DI									
	DO									
	Profibus PA									
	RS-485									
	Ethernet									
Назначение		<p>Уровень в баке – агитаторе обработки жидким стеклом П.4.3.1</p> <p>Уровень в баке – агитаторе обработки желатином П.4.3.2</p> <p>Уровень в баке – агитаторе обработки тиомочевинной П.4.3.3</p> <p>Уровень в баке – агитаторе обработки толловым маслом П.4.3.4</p> <p>Уровень в чане ПИТЕНИЯ пресс-фильтров П.4.3.8</p> <p>Уровень в баке оборотной воды П.4.3.11</p> <p>Расход оборотной воды в бак – агитатор обработки жидким стеклом П.4.3.1</p> <p>Расход гипсо-цинкового кека в бак – агитатор обработки жидким стеклом П.4.3.1</p> <p>Уровень pH в баке – агитаторе обработки жидким стеклом П.4.3.1</p>								

Рисунок 12.6 – Фрагмент прямоугольника с изображением приборов по месту, на щитах схемы автоматизации