

Министерство образования Российской Федерации  
Санкт-Петербургский государственный университет  
низкотемпературных и пищевых технологий



Кафедра автоматике и автоматизации  
производственных процессов

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПИЩЕВЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ**

Методические указания  
к практическим занятиям  
по курсовому проектированию  
для студентов специальности 210200

Санкт-Петербург 2002

УДК 681.5

.....**Лаврищев И.Б., Кириков А.Ю.** Разработка функциональных схем автоматизации при проектировании автоматизированных систем управления процессами пищевых производств: Метод. указания к практическим занятиям по курсовому проектированию для студентов спец. 210200. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 51 с.

В методических указаниях приведены правила построения функциональных схем автоматизации и оформления нормативной документации в технических проектах АСУТП.

Рецензент  
Доцент А.Л. Емельянов

Одобрены к изданию советом факультета техники пищевых производств

© Санкт-Петербургский  
государственный университет  
низкотемпературных и пищевых  
технологий, 2002

## **ВВЕДЕНИЕ**

За последнее десятилетие существенно изменились состав и структура технических средств, применяемых в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП).

Современные АСУТП создаются на основе локальных вычислительных сетей и нового поколения микропроцессорных контроллеров с широким спектром функциональных возможностей.

Основными чертами технического обеспечения современных АСУТП являются:

– сохранение результатов измерения технологических параметров за любой период времени и вывод информации в удобном для оператора виде на экран мониторов операторских станций;

– мнемосхемы технологических процессов любой степени детализации с указанием текущих значений технологических параметров и сигнализацией состояния оборудования, выводимые на экран мониторов операторских станций.

Таким образом, исчезает необходимость в разработке и применении громоздких щитов с мнемосхемами, устройствами сигнализации состояния оборудования и самописцами; локальные аналоговые регуляторы активно вытесняются управляющими контроллерами, которые могут быть установлены как по месту, так и дистанционно в специальных помещениях.

Целью настоящих методических указаний является изложение основных правил, которыми руководствуются отечественные проектные фирмы при разработке функциональных схем автоматизации.

### **1. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

#### **Назначение функциональных схем автоматизации**

Функциональная схема автоматизации (ФСА) является одним из основных проектных документов, определяющих функциональную структуру и объем автоматизации технологических установок и отдельных агрегатов промышленного объекта. Она представляет собой чертеж, на котором схематически условными обозначениями изображены: технологическое оборудование; коммуникации; органы

управления и средства автоматизации (приборы, регуляторы, вычислительные устройства) с указанием связей между технологическим оборудованием и элементами автоматики, а также связей между отдельными элементами автоматики. Вспомогательные устройства, такие, как редукторы, фильтры для воздуха, источники питания, соединительные коробки и другие монтажные элементы, на ФСА не показываются.

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

На основании ФСА выполняют остальные чертежи проекта и составляют ведомости и заказные спецификации приборов и средств автоматизации.

Для однотипных технологических объектов, не связанных между собой и имеющих одинаковое оснащение приборами и средствами автоматизации, выполнение ФСА допускается лишь для одного из них. На схеме даются пояснения. Например: "Схема разработана для агрегата 1, для агрегатов 2–5 схемы аналогичны".

### **Изображение технологического оборудования и коммуникаций**

Технологическое оборудование и коммуникации на ФСА изображают упрощенно (в сокращенном виде), без указания технологических аппаратов и трубопроводов вспомогательного назначения. Масштаб при этом не соблюдается. Изображенная таким образом технологическая схема должна давать ясное представление о принципе работы и взаимодействии со средствами автоматизации.

На технологических трубопроводах обычно показывают ту регулировочную и запорную арматуру, которая непосредственно участвует в контроле управления процессом, а также запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов или поясняющие необходимость измерений.

Технические аппараты и трубопроводы вспомогательного назначения показывают только в тех случаях, когда они

механически соединяются или взаимодействуют со средствами автоматизации.

Оборудование и коммуникации изображают тонкими линиями, технологические потоки выделяют более жирными линиями. Допускается изображать элементы объекта в виде прямоугольников, которые должны быть снабжены соответствующими наименованиями.

Соединения технологических трубопроводов обозначают точкой в узле условных линий. Направление движения потоков указывают стрелками: жидкость , газ . Трубопроводы, идущие к конечным аппаратам и устройствам, в которых нет приборов и средств автоматизации, на схеме обрывают. В месте обрыва ставят стрелку и дают пояснение. Например: “От насоса” или “К упаковочной машине”.

### Разработка функциональной схемы автоматизации

Функции контроля и управления на функциональных схемах автоматизации изображают в соответствии с ГОСТ 21.404–85 [1] и отраслевыми нормативными документами.

Графические обозначения приборов, средств автоматизации и линий связи (и их размеры) должны соответствовать обозначениям, приведенным в табл. 1; дополнительных устройств – в табл.2.

Отборное устройство для всех постоянно подключенных приборов изображают сплошной тонкой линией, соединяющей технологический трубопровод или аппарат с прибором (рис. 1, а). При необходимости указания конкретного места расположения отборного устройства (внутри контура технологического аппарата) его обозначают кружком диаметром 2 мм (рис. 1, б).

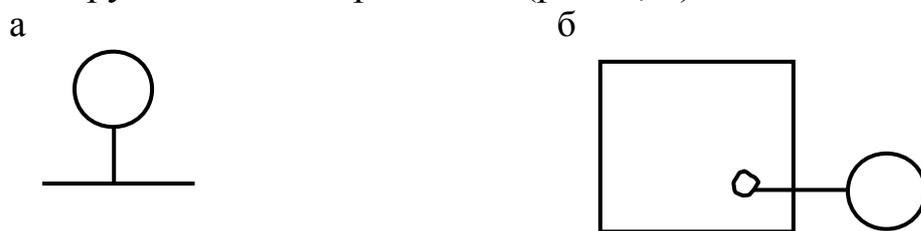
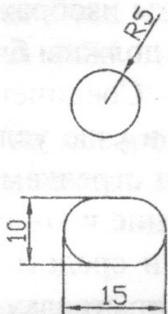
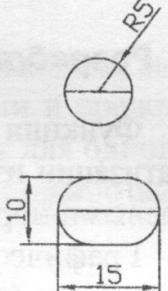
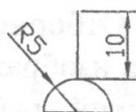
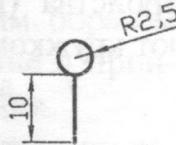
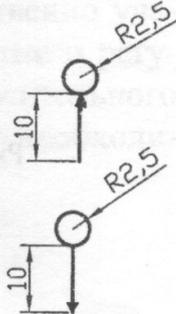
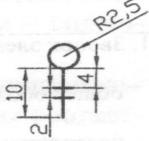
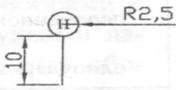
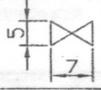


Рис. 1. Условные обозначения отборного устройства:  
а – для всех постоянно подключенных приборов;  
б – с указанием конкретного места расположения

Таблица 1

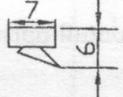
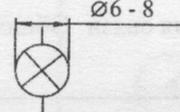
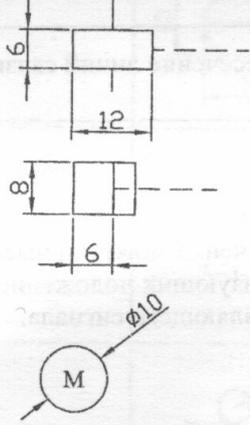
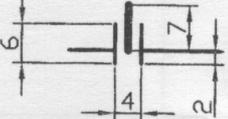
**Размеры условных графических обозначений приборов, средств автоматизации и линий связи по ГОСТ 21.404-85**

Наименование	Обозначение
<p>1. Первичный измерительный преобразователь, прибор, устанавливаемый по месту (на технологическом трубопроводе, аппарате, стене и т. д.):</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>2. Прибор, средства автоматизации, устанавливаемые дистанционно:</p> <p>а) основное обозначение</p> <p>б) допускаемое обозначение</p>	
<p>3. Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов, снятия характеристик и т. д.)</p>	
<p>4. Исполнительный механизм. Общее обозначение</p>	
<p>5. Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала:</p> <p>а) открывает регулирующий орган</p> <p>б) закрывает регулирующий орган</p>	

Наименование	Обозначение
в) оставляет регулирующий орган в неизменном положении	
6. Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом*	
7. Регулирующий орган	
8. Линия связи. Общее обозначение	
9. Пересечение линий связи без соединения друг с другом	
10. Пересечение линий связи с соединением между собой	

\*Обозначение может применяться с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала.

Дополнительные устройства, обозначения которых заимствованы из стандартов ЕСКД

Наименование	Условное графическое обозначение
<p>1. Звонок электрический:</p> <p>общее обозначение</p> <p>постоянного тока</p> <p>переменного тока</p> <p>одноударный (гонг)</p>	   
<p>2. Гудок электрический</p>	
<p>3. Лампа сигнальная</p>	
<p>4. Приводы:</p> <p>электромагнитный</p> <p>пневматический или гидравлический</p> <p>электромашинный</p>	
<p>5. Клапан регулирующий трехходовой</p>	
<p>6. Заслонка регулирующая</p>	
<p>7. Шибер регулирующий</p>	

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

Буквенные обозначения измеряемых величин и функциональных признаков приборов и средств автоматизации должны соответствовать приведенным в табл. 3.

Измеряемые величины и функции, выполняемые приборами и средствами автоматизации, обозначаются прописными буквами латинского алфавита. При отсутствии необходимых буквенных обозначений для этой цели используются приведенные в табл. 3 резервные буквы. Все случаи их применения должны сопровождаться необходимыми пояснениями на схемах.

Дополнительные буквенные обозначения, отражающие функциональные признаки средств автоматизации, в том числе измерительных преобразователей, преобразователей рода энергии сигналов и вычислительных устройств, приведены в табл. 4, 5.

Букву *A* применяют для обозначения функции ”сигнализация” независимо от того, вынесена ли сигнальная аппаратура на какой-либо щит или пульт или для сигнализации используются средства, встроенные в сам прибор.

Сигнализируемые предельные значения измеряемых величин следует конкретизировать добавлением букв *H* и *L*. Эти буквы наносятся вне графического обозначения, слева от него (приложение 1, примеры 29, 30).

Букву *S* применяют для обозначения контактного устройства прибора, используемого для включения, отключения, переключения, блокировки. Предельные значения величин, по которым осуществляются включение, отключение, блокировка и т. п., могут быть конкретизированы добавлением букв *H* и *L*. При применении контактного устройства прибора для включения, отключения и одновременно для сигнализации в обозначении прибора используют обе буквы – *S* и *A* (приложение 1, пример 27).

Таблица 3

**Буквенные условные обозначения измеряемых величин и функций автоматизации  
по ГОСТ 21.404–85**

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
<i>A</i>	+	–	Сигнализация	–	–
<i>B</i>	+	–	–	–	–
<i>C</i>	+	–	–	Автоматическое регулирование, управление	–
<i>D</i>	Плотность	Разность, перепад	–	–	–
<i>E</i>	Электрическая величина	–	+	–	–
<i>F</i>	Расход	Соотношение, доля, дробь	–	–	–
<i>G</i>	Размер, положение, перемещение	–	+	–	–
<i>H</i>	Ручное воздействие	–	–	–	Верхний предел измеряемой величины

Продолжение табл. 3

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
<i>I</i>	+	–	Показание	–	–
<i>J</i>	+	Автоматическое переключение, обегание	–	–	–
<i>K</i>	Время, временная программа	–	–	+	–
<i>L</i>	Уровень	–	–	–	Нижний предел измеряемой величины
<i>M</i>	Влажность	–	–	–	–
<i>N</i>	+	–	–	–	–
<i>O</i>	+	–	–	–	–
<i>P</i>	Давление, вакуум	–	–	–	–
<i>Q</i>	Величина, характеризующая качество: состав, концентрация и т. п.	Интегрирование, суммирование по времени	–	+	–

Окончание табл. 3

Обозначение	Измеряемая величина		Функциональный признак прибора		
	Основное обозначение измеряемой величины	Дополнительное обозначение, уточняющее измеряемую величину	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
<i>R</i>	Радиоактивность	–	Регистрация	–	–
<i>S</i>	Скорость, частота	–	–	Включение, отключение, переключение, блокировка	–
<i>T</i>	Температура	–	–	+	–
<i>U</i>	Несколько различных измеряемых величин	–	–	–	–
<i>V</i>	Вязкость	–	+	–	–
<i>W</i>	Масса	–	–	–	–
<i>X</i>	Нерекомендуемая резервная буква	–	–	–	–
<i>Y</i>	+	–	–	+	–
<i>Z</i>	+	–	–	+	–

Примечание. Буквенные обозначения, отмеченные знаком “+”, являются резервными, а отмеченные знаком “–” не используются.

Таблица 4

**Дополнительные буквенные обозначения, применяемые  
для указания дополнительных функциональных признаков приборов  
по ГОСТ 21.404–85**

Наименование	Обозначение	Назначение
Чувствительный элемент	<i>E</i>	Устройства, выполняющие первичное преобразование: преобразователи термоэлектрические, термопреобразователи сопротивления, датчики пирометров, сужающие устройства расходомеров и т. д.
Дистанционная передача	<i>T</i>	Приборы бесшкальные с дистанционной передачей сигнала: манометры, дифманометры, манометрические термометры
Станция управления	<i>K</i>	Приборы, имеющие переключатель вида управления и устройство для дистанционного управления
Преобразование, вычислительные функции	<i>Y</i>	Для построения обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств

Таблица 5

**Дополнительные буквенные обозначения, применяемые  
для построения преобразователей сигналов и вычислительных устройств,  
по ГОСТ 21.404–85**

Назначение	Обозначение
1. Род энергии сигнала: электрический пневматический гидравлический	<i>E</i> <i>P</i> <i>G</i>
2. Виды форм сигнала: аналоговый дискретный	<i>A</i> <i>D</i>
3. Связь с вычислительным комплексом: передача сигнала на ЭВМ (контроллер) вывод информации с ЭВМ (контроллера)	<i>B<sub>i</sub></i> <i>B<sub>0</sub></i>

При необходимости конкретизации измеряемой величины справа от графического обозначения прибора допускается указывать наименование или символ этой величины (приложение 1, примеры 34, 35, 36, 39, 40), а также вид радиоактивности –  $\alpha$ -,  $\beta$ - или  $\gamma$ -излучение (приложение 1, пример 42).

Буква *U* может быть использована для обозначения прибора, измеряющего несколько разнородных величин. Расшифровка измеряемых величин должна быть приведена около прибора (приложение 1, пример 44).

Для обозначения величин, не предусмотренных ГОСТ 21.404–85, допускается использовать резервные буквы. Применение резервных букв должно быть расшифровано на схеме. Для обозначения дополнительных функций *D*, *F*, *Q* допускается применение *d*, *f*, *q*.

ГОСТ 21.404–85 устанавливает два метода построения условных обозначений: упрощенный и развернутый.

При упрощенном методе построения приборы и средства автоматизации, осуществляющие сложные функции, например контроль, регулирование и сигнализацию, и выполняемые в виде отдельных блоков, изображают одним условным обозначением. При этом первичные измерительные преобразователи и всю вспомогательную аппаратуру не изображают.

При развернутом методе построения каждый прибор или блок, входящий в единый измерительный, регулировочный или управляющий комплект средств автоматизации, указывают отдельным условным обозначением.

Условные обозначения приборов и средств автоматизации, применяемые в функциональных схемах автоматизации, могут быть графическими, буквенными и цифровыми.

Методика построения условных обозначений заключается в следующем. В верхней части графического обозначения (окружности, овала) наносятся обозначения измеряемой величины и функций, выполняемых прибором. При этом порядок их расположения (слева направо) должен быть следующим:

- обозначение измеряемой величины;
- обозначение, уточняющее (если это необходимо) основную измеряемую величину;
- обозначение (обозначения) функций, выполняемых прибором.

Порядок расположения буквенных обозначений функций, выполняемых прибором, должен быть следующим: *IRCSA*.

Пример построения условного обозначения прибора для измерения и автоматического регулирования перепада давления показан на рис. 2.

При построении условных обозначений приборов следует указывать не все функциональные признаки приборов, а лишь те, которые используются в данной схеме. Например, при обозначении показывающих и самопишущих приборов (если функция "показание" не используется) следует писать *TR* вместо *TIR*, *PR* вместо *PIR* и т. п.

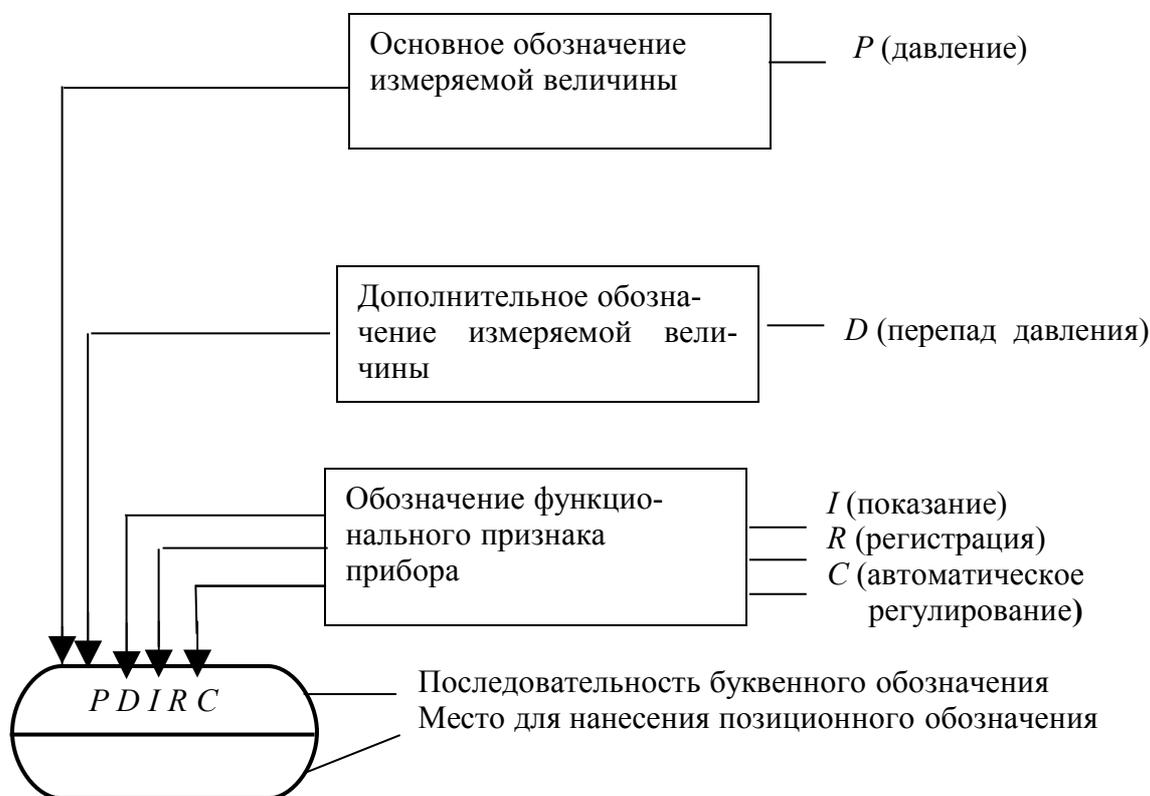


Рис. 2. Пример построения условных обозначений приборов и средств автоматизации

При построении условного обозначения сигнализатора уровня, блок сигнализации которого является бесшкальным прибором,

снабженным контактным устройством и встроенными средствами сигнализации, следует писать:

а) *LS*, если прибор используется только для включения, выключения насоса, блокировок и т. д.;

б) *LA*, если прибор используется только для сигнализации (местной или дистанционной);

в) *LSA*, если используются обе функции по п. “а” и “б”;

г) *LC*, если прибор используется для регулирования уровня.

При построении обозначений комплектов средств автоматизации первая буква в обозначении каждого входящего в комплект прибора или устройства (кроме устройств ручного управления) является наименованием измеряемой величины. Буквенные обозначения устройств, выполненных в виде отдельных блоков и предназначенных для ручных операций, независимо от того, в состав какого комплекта они входят, должны начинаться с буквы *H*. Например, переключатели электрических цепей измерения (управления) обозначаются *HS*, кнопки (ключи) для дистанционного управления, ручные задатчики – *H* и т. п.

Порядок построения условных обозначений с применением дополнительных буквенных обозначений следующий: на первое место ставится буква, обозначающая измеряемую величину; на второе место – одна из дополнительных букв: *E*, *T*, *K* или *Y* (см. табл. 4).

При построении буквенных обозначений преобразователей сигналов и вычислительных устройств надписи, расшифровывающие вид преобразователя или вычислительной операции, наносятся справа от условного изображения (см. приложение 1, примеры 48, 49, 50, 51).

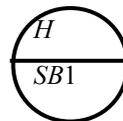
В нижней части графического обозначения (окружности, овала) наносится позиционное обозначение комплекта измерения (регулирования) или отдельных элементов комплекта.

Если обозначение технического средства не помещается в окружности или овале, допускается расположение обозначения справа или над условным изображением.

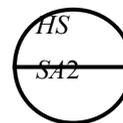
При изображении на функциональной схеме электроаппаратуры, участвующей в схемах автоматического регулирования, управления, сигнализации, в нижней части графического обозначения наносится позиционное обозначение

электроаппаратуры, присваиваемое ей по принципиальным электрическим схемам. Например:

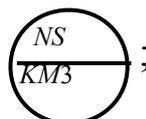
– кнопка дистанционного управления



– ключ управления, предназначенный для выбора управления,



– магнитный пускатель



и т. п.

Приборы и средства автоматизации, встраиваемые в технологическое оборудование и трубопроводы или механизмы, связанные с ними, изображают на схеме в непосредственной близости к технологическому оборудованию. К таким средствам автоматизации относят: термометры расширения; термопары; термометры сопротивления; сужающие измерительные устройства; ротаметры; газовые измерительные счетчики; первичные преобразователи электромагнитных расходомеров; первичные преобразователи уровнемеров, радиоактивности; плотности и др., исполнительные механизмы; регулирующие и запорные органы.

Местом установки отборного устройства является точка пересечения линии связи с обозначением технологического трубопровода или аппарата. Второй конец линии связи в этом случае сопрягается с обозначением первичного измерительного преобразователя или прибора.

На рис. 3, а показано обозначение установки преобразователя термоэлектрического (термопары) на технологическом трубопроводе при использовании развернутого метода построения условных обозначений. Первичный измерительный преобразователь измерения расхода (например, диафрагма) устанавливается, как известно, в рассечку трубопровода, что показывается в условном обозначении (рис. 3, б). На рис. 3, в показано обозначение установки первичных преобразователей уровнемеров (датчиков верхнего и нижнего уровней).

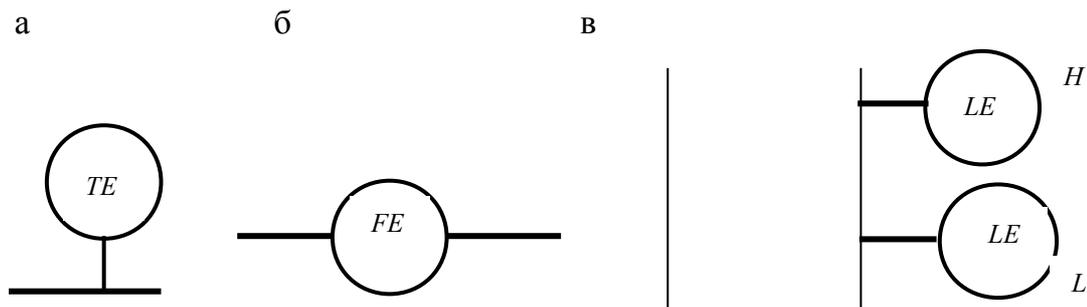


Рис. 3. Условные обозначения первичных преобразователей (датчиков): а – термопары на трубопроводе; б – первичного преобразователя расхода (в рассечке трубопровода); в – первичных преобразователей верхнего и нижнего уровней в емкости с продуктом

Приборы и средства автоматизации, установленные дистанционно (например, на пультах или щитах управления), при использовании развернутого метода показывают в прямоугольниках, изображающих щиты и пульта произвольных размеров, достаточных для нанесения графических условных обозначений устанавливаемых на них приборов, средств автоматизации, аппаратуры управления и сигнализации. С помощью прямоугольников произвольных размеров изображают также управляющие вычислительные машины с указанием внутри прямоугольника типа устройства по документации фирмы-изготовителя.

Прямоугольники располагают в нижней части поля схемы в одном или нескольких горизонтальных рядах и в такой последовательности, при которой достигается наибольшая простота и ясность схемы. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают соответствующее наименование. Приборы и средства автоматизации, которые расположены вне щитов (пультов) и конструктивно не связаны непосредственно с технологическим оборудованием и коммуникациями, условно показывают в прямоугольнике “Приборы местные”. Этот прямоугольник располагают над прямоугольником щитов (пультов). При применении управляющих вычислительных машин – УВМ (контроллеров) допускается, кроме наименования всего комплекса, приводить сокращенные наименования или типы отдельных его блоков. При этом прямоугольник, изображающий комплекс УВМ (контроллер), делят горизонтальными линиями на части, число которых соответствует количеству блоков. Условные наименования

или типы блоков наносят с левой стороны прямоугольника рядом с наименованием комплекса. Точки входа и выхода сигналов на прямоугольниках соответствующих блоков показывают кружками диаметром 1,5–2 мм.

На рис. 4 показан пример условного обозначения на функциональных схемах автоматизации контроллеров и УВМ с использованием условных обозначений приборов в соответствии с ГОСТ 21.404–85.

Например, контроллер *GE Fanuc 90–30* рассчитан на ввод информации только в виде унифицированных сигналов 0–5 мА, 0–10 В постоянного тока и 24 *VDC* (24 В постоянного тока). Поэтому необходимо преобразование сигналов от датчиков или первичных преобразователей. С этой целью в схеме предусмотрены соответствующие местные приборы – преобразователи. При этом сигналы от первичных преобразователей, измеряющих температуру, давление и расход, поступают на модуль аналоговых входных сигналов (*AI*), а от датчиков положения исполнительных механизмов (открыто – закрыто) – на модуль входных дискретных сигналов (*DI*).

П р и м е ч а н и е. Модуль вывода аналоговых сигналов (*AO*) и модуль вывода дискретных сигналов (*DO*) на схеме не показаны.

### *Изображение линий связи*

Связь между приборами и средствами автоматизации на функциональной схеме изображают однолинейно тонкими сплошными линиями.

Подвод линий связи к символу прибора изображается в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку). Линии связи выполняются по возможно кратчайшему расстоянию с минимальным числом изгибов и пересечений. Пересечение линиями связей изображений технологического оборудования и трубопроводов допускается, а обозначений приборов и средств автоматизации – не допускается. При пересечении, ответвлении и слиянии линий связи в случае функционального взаимодействия приборов (с соединением) в месте пересечения ставится точка. Примером пересечения (ответвления) линий связи с их соединением и без соединения служит линия блокировки (рис. 5).



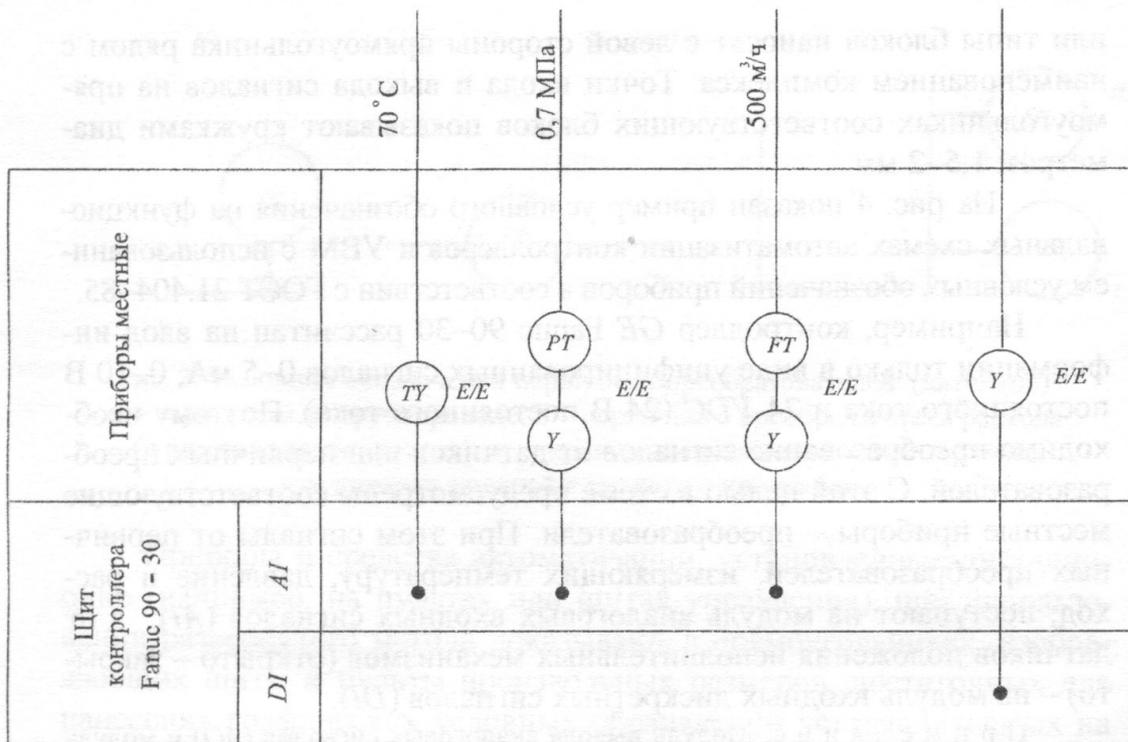


Рис. 4. Пример условного изображения контроллеров и УВМ

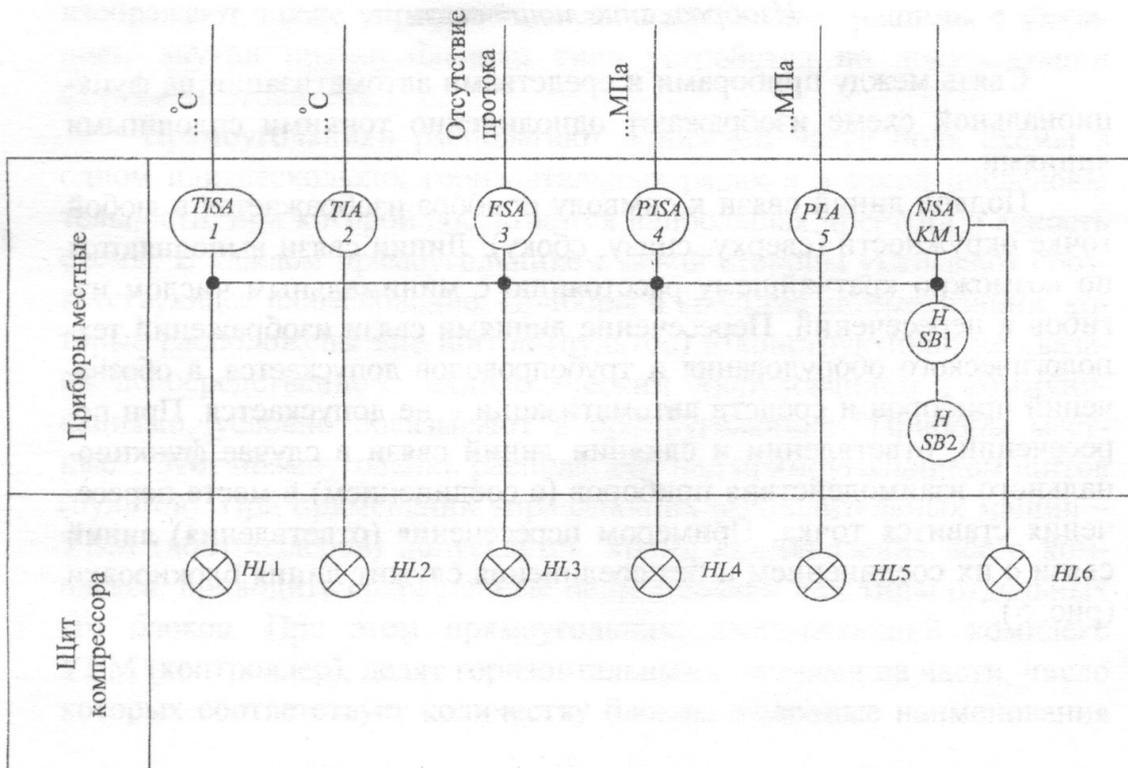


Рис. 5. Пример пересечения (ответвления) линий связи

Точки ставят в местах пересечения линии блокировки с линиями связи параметров, вызывающих останов или запрет пуска компрессора (приборы – поз. 1, 3 и 4), и линией управления электродвигателем компрессора ( магнитный пускатель *КМ1* и кнопки ручного управления *SB1* и *SB2*). В местах пересечения линии блокировки с линиями связи параметров, которые подлежат только сигнализации и не вызывают останова компрессора (приборы – поз. 2, 5), точка не ставится.

Для сложных объектов с большим количеством приборов и средств автоматизации, когда изображение непрерывных линий связи затрудняет чтение схемы, допускается их разрывать. В местах разрыва оба конца линии связи нумеруют одной и той же арабской цифрой. Нумерация разрыва линий связи выносится на основные базовые линии (вверх или вниз от технологического оборудования), обеспечивающие минимальное пересечение линиями связи изображения технологического оборудования и коммуникаций. Нумерация разрывов линий связи со стороны приборов дается в порядке возрастания номеров (рис. 6).

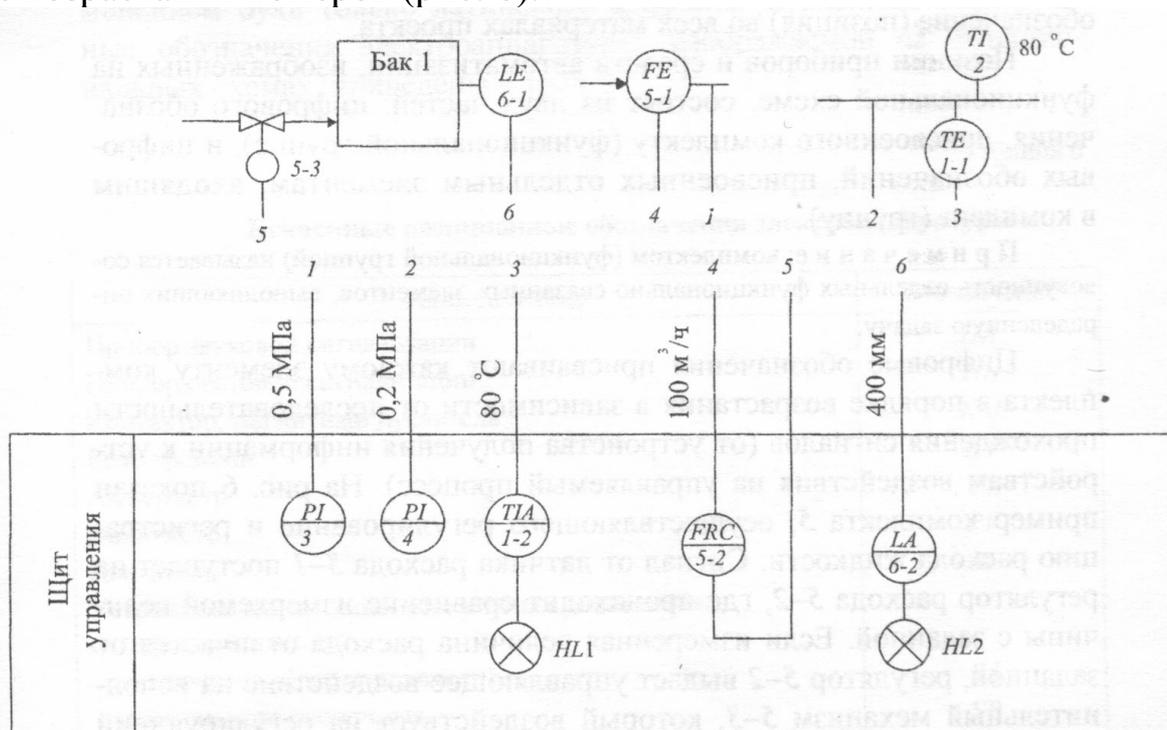


Рис. 6. Пример нумерации разрывов линий связи

На участках линий связи со стороны приборов, изображенных в прямоугольниках щитов (пультов) или прямоугольниках “Приборы местные”, слева, непосредственно у подхода их к первому прямоугольнику, допускается указывать предельные рабочие (максимальные или минимальные) значения измеряемых или регулируемых величин. Эти величины указываются в единицах шкалы выбранного прибора или в международной системе СИ. Разрежение (вакуум) обозначается знаком “–”.

Для приборов, встраиваемых непосредственно в технологическое оборудование или трубопроводы и не имеющих линий связи с другими приборами, предельные значения можно указывать возле обозначения прибора (пример – поз. 2 на рис. 6).

### *Позиции и позиционные обозначения приборов, средств автоматизации и электроаппаратуры*

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на функциональной схеме автоматизации, присваивается позиционное обозначение (позиция) во всех материалах проекта.

Позиции приборов и средств автоматизации, изображенных на функциональной схеме, состоят из двух частей: цифрового обозначения, присвоенного комплекту (функциональной группе), и цифровых обозначений, присвоенных отдельным элементам, входящим в комплект (группу).

**П р и м е ч а н и е:** комплектом (функциональной группой) называется совокупность отдельных функционально связанных элементов, выполняющих определенную задачу.

Цифровые обозначения присваивают каждому элементу комплекта в порядке возрастания в зависимости от последовательности прохождения сигналов (от устройства получения информации к устройствам воздействия на управляемый процесс). На рис. 6 показан пример комплекта 5, осуществляющего регулирование и регистрацию расхода жидкости. Сигнал от датчика расхода 5–1 поступает на регулятор расхода 5–2, где происходит сравнение измеряемой величины с заданной. Если измеренная величина расхода отличается от заданной, регулятор 5–2 выдает управляющее воздействие на исполнительный механизм 5–3, который воздействует на регулирующий орган, осуществляющий дросселирование потока.

Отдельным приборам, не входящим в комплекты, например показывающим термометрам, манометрам и т. п., присваиваются позиции, состоящие только из порядкового номера (прибор – поз. 2 на рис. 6).

В схемах каскадного или связанного регулирования, если какой-либо прибор или регулятор связан с несколькими датчиками или получает дополнительные воздействия по другим параметрам, все элементы схемы, осуществляющие дополнительные функции, относятся к той функциональной группе, на которую оказывают воздействие.

Электроаппаратура (электроизмерительные приборы, сигнальные лампы, табло, гудки, звонки, сирены, ключи управления, кнопки, магнитные пускатели и т. п.), изображаемые на функциональной схеме, должны иметь буквенно-цифровые позиционные обозначения, принятые в принципиальных электрических схемах и составленные из буквенного обозначения и порядкового номера, проставляемого после буквенного обозначения.

Позиционное обозначение электроаппаратуры образуется применением букв только латинского алфавита. Буквенные позиционные обозначения электроаппаратуры, изображаемой на функциональных схемах, приведены в табл. 6.

Таблица 6

#### Буквенные позиционные обозначения электроаппаратуры

Наименование	Обозначение
Прибор звуковой сигнализации	<i>HA</i>
Прибор световой сигнализации	<i>HL</i>
Контактор, магнитный пускатель	<i>KM</i>
Реле времени	<i>KT</i>
Амперметр	<i>PA</i>
Вольтметр	<i>PV</i>
Двигатель	<i>M</i>
Устройства коммутационные в цепях управления сигнализации и т. п.:	
выключатели (переключатели)	<i>SA</i>
выключатели кнопочные	<i>SB</i>
путевой выключатель	<i>SQ</i>

Порядковые номера присваивают, начиная с единицы, в пределах электроаппаратуры одного вида, которым на схеме присвоено одинаковое буквенное обозначение, например звонок электрический *HA1*, *HA2*, *HA3*... и т. д., кнопка управления *SB1*, *SB2* ... и т. д. Положения приборов и средств автоматизации, присвоенные им по спецификации, а также обозначения электроаппаратуры сохраняются во всех остальных документах проекта. Положения приборов и средств автоматизации и позиционные обозначения электроаппаратуры проставляют в нижней части окружности.

Если позиция или позиционное обозначение не помещается в окружности, допускается нанесение его вне пределов окружности с правой стороны условного обозначения или над ним (приложение 1, пример 55).

## 2. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СХЕМ

Схемы выполняются на листах любого стандартного формата: А4 (210\*297); А3 (297\*420), А2 (420\*594), А1 (594\*840). Выбранный формат должен обеспечивать компактное, наглядное и удобное для пользователя выполнение схемы. Формы заполнения штампов приведены в приложении 2.

Линии на схемах выполняются в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.701–84 [2] и ГОСТ 2.721–74 [3].

Толщину линий выбирают в зависимости от формата схемы и размеров условных графических обозначений. На одной схеме рекомендуется применять не более трех типоразмеров линий по толщине: тонкую  $b$ , утолщенную  $2b$  и толстую  $3b-4b$ , где  $b$  – толщина линии, которая выбирается в зависимости от размеров схемы. Толщину линии выбирают в пределах от 0,2 до 1 мм и выдерживают постоянной во всем комплекте схем. Графические обозначения элементов и линий связи выполняют линиями одинаковой толщины.

Рекомендуется использовать линии следующей толщины:

- контуры оборудования (технологические схемы) – 0,2–0,5 мм;
- трубопроводные коммуникации – 0,5–1,5 мм;
- графические обозначения приборов и средств автоматизации – 0,5–0,6 мм;
- соединительные линии и горизонтальная черта внутри обозначения прибора (окружности) – 0,2–0,3 мм;

– линии выносок – 0,2–0,3 мм.

Для надписей и цифр рекомендуется использовать следующие размеры стандартного шрифта: для позиционных обозначений – буквы и цифры – 3,5 мм; для дополнительного текста и надписей – 3,5–5,0 мм.

В надписях и текстах применяют только общепринятые сокращения слов. В тексте не допускается сокращенное обозначение единиц физических величин, если они употребляются без цифр.

### **3. ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

Ранее, при рассмотрении правил построения графических и буквенных обозначений приборов и средств автоматизации, указывалось, что ГОСТ 21.404–85 предусматривает два способа построения условных обозначений технических средств – упрощенный и развернутый. Соответственно изображения комплектов приборов и средств автоматизации на функциональных схемах также могут выполняться упрощенным или развернутым способом.

При упрощенном способе на схемах не показывают первичные измерительные преобразователи и вспомогательную аппаратуру. На схеме отражают только основные функции контроля и управления, как правило, с помощью одного условного графического обозначения (окружности или овала), которое располагают на поле чертежа вблизи места измерения технологического параметра, или нанесения управляющего воздействия, а техническую структуру системы раскрывают в принципиальных схемах или другой технической документации.

При развернутом способе построения условных обозначений каждое средство автоматизации на функциональной схеме показывают отдельно с указанием места реализации функций.

Рассмотрим примеры выполнения функциональных схем обоими способами, хотя в последние годы в практике проектных организаций преимущественно используется упрощенный способ.

Пример 1. На рис. 7 изображен участок технологического трубопровода, на котором упрощенным и развернутыми способами показан функциональный узел автоматического регулирования расхода сырья.

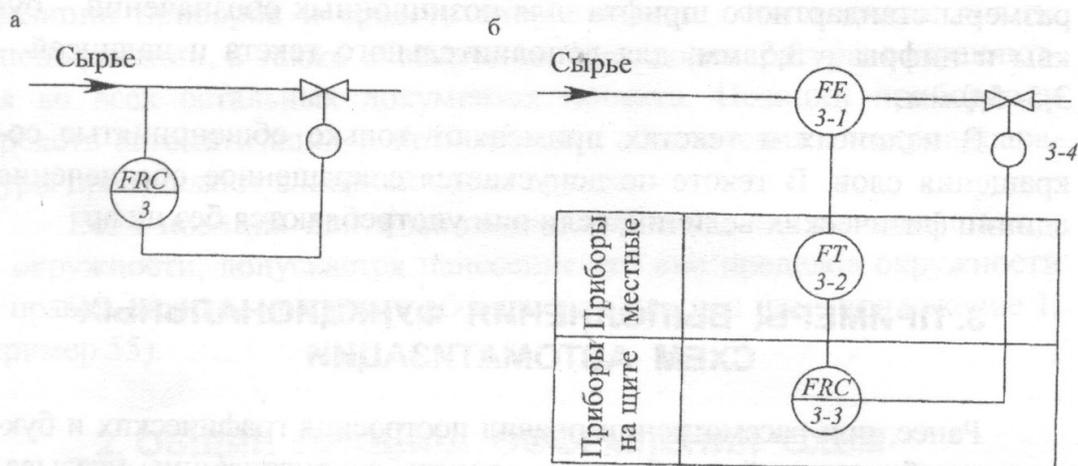


Рис. 7. Пример изображения участка трубопровода:  
а – упрощенным способом; б – развернутым способом

При упрощенном способе первичный измерительный преобразователь (диафрагма или сопло) не показан. Место установки первичного преобразователя обозначено пересечением линий технологического трубопровода с линией, связывающей этот преобразователь с условным обозначением прибора, осуществляющего сложные функции. Исполнительный механизм обозначения не имеет.

При развернутом способе показаны: первичный измерительный преобразователь (поз. 3-1), установленный по месту; прибор для измерения расхода – бесшкальный, с дистанционной передачей, показывающий, установленный по месту (поз. 3-2), например бесшкальный дифманометр; прибор для измерения расхода – регистрирующий, регулирующий (поз. 3-3). Исполнительный механизм имеет обозначение 3-4.

Пример 2. На рис. 8 изображена функциональная схема автоматизации технологического процесса, предусматривающего тепловую обработку продукта с одновременным его перемешиванием, выполненная развернутым способом.

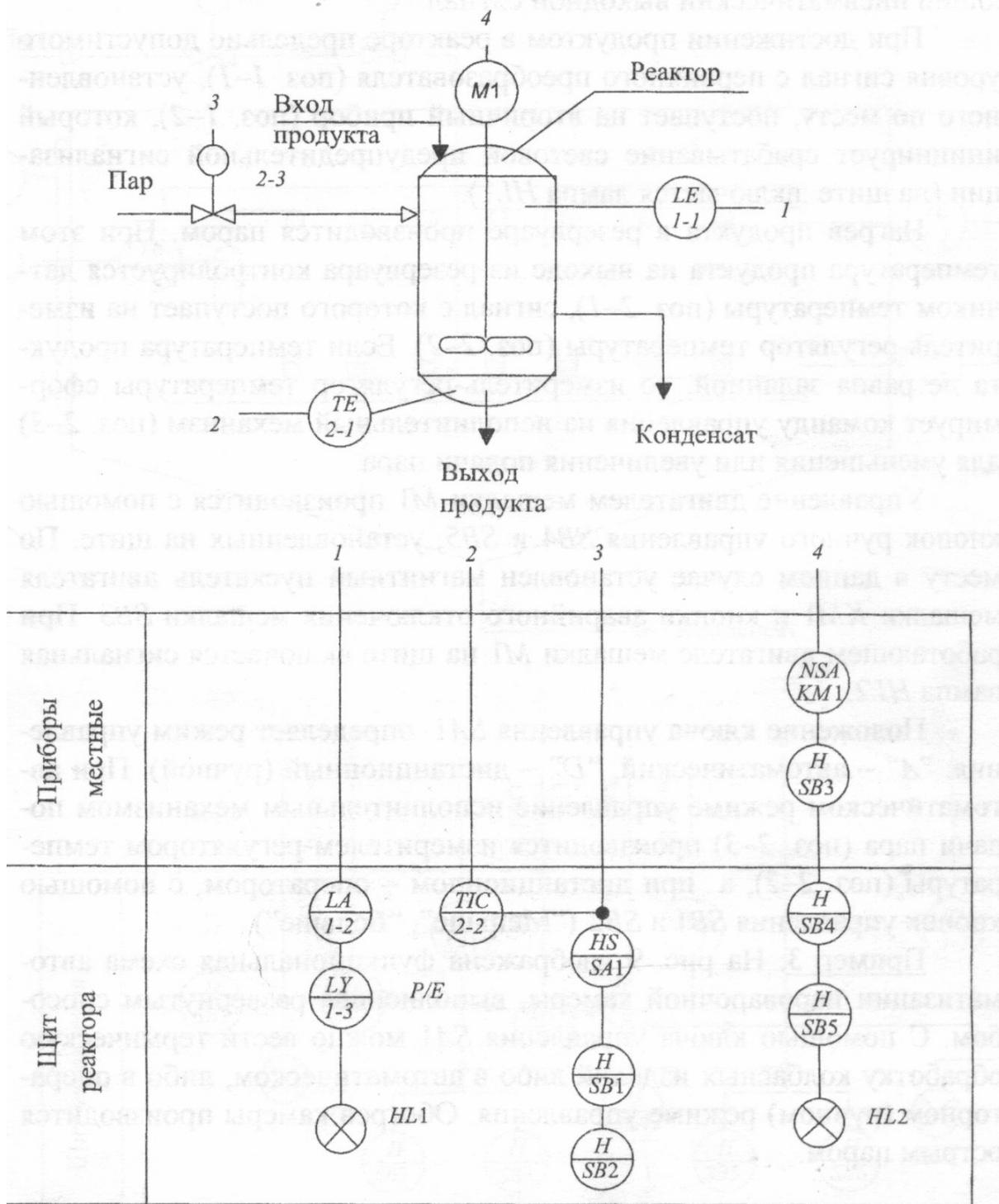


Рис. 8. Функциональная схема автоматизации реактора

Контроль предельно допустимого уровня в резервуаре осуществляет вторичный прибор (поз. 1–2), установленный на щите и имеющий пневматический выходной сигнал.

При достижении продуктом в реакторе предельно допустимого уровня сигнал с первичного преобразователя (поз. 1–1), установленного по месту, поступает на вторичный прибор (поз. 1–2), который инициирует срабатывание световой предупредительной сигнализации (на щите включается лампа *HL1*).

Нагрев продукта в резервуаре производится паром. При этом температура продукта на выходе из резервуара контролируется датчиком температуры (поз. 2–1), сигнал с которого поступает на измеритель-регулятор температуры (поз. 2–2). Если температура продукта не равна заданной, то измеритель-регулятор температуры сформирует команду управления на исполнительный механизм (поз. 2–3) для уменьшения или увеличения подачи пара.

Управление двигателем мешалки *M1* производится с помощью кнопок ручного управления *SB4* и *SB5*, установленных на щите. По месту в данном случае установлен магнитный пускатель двигателя мешалки *KM1* и кнопки аварийного отключения мешалки *SB3*. При работающем двигателе мешалки *M1* на щите включается сигнальная лампа *HL2*.

Положение ключа управления *SA1* определяет режим управления: ”*A*” – автоматический, ”*D*” – дистанционный (ручной). При автоматическом режиме управление исполнительным механизмом подачи пара (поз. 2–3) производится измерителем-регулятором температуры (поз. 2–2), а при дистанционном – оператором, с помощью кнопок управления *SB1* и *SB2* (“Меньше”, “Больше”).

Пример 3. На рис. 9 изображена функциональная схема автоматизации пароварочной камеры, выполненная развернутым способом. С помощью ключа управления *SA1* можно вести термическую обработку колбасных изделий либо в автоматическом, либо в операторном (ручном) режиме управления. Обогрев камеры производится острым паром.

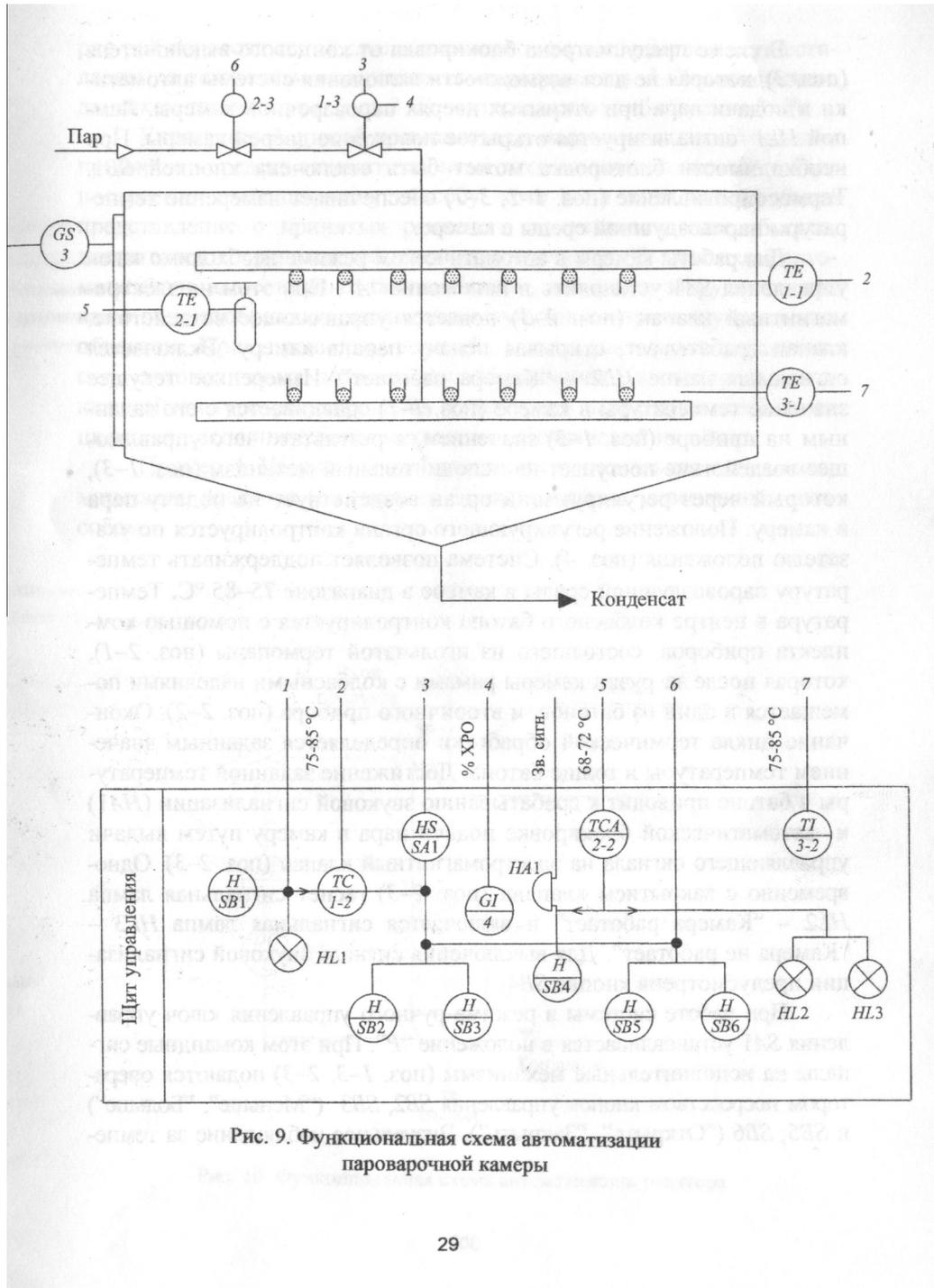


Рис. 9. Функциональная схема автоматизации пароварочной камеры

В схеме предусмотрена блокировка от концевого выключателя (поз. 3), которая не дает возможности включения системы автоматики и подачи пара при открытых дверях пароварочной камеры. Лампой *HL1* сигнализируется открытое положение дверей камеры. При необходимости блокировка может быть отключена кнопкой *SB1*. Термосопротивление (поз. 1-1, 3-1) обеспечивает измерение температуры паровоздушной среды в камере.

Для работы камеры в автоматическом режиме необходимо ключ управления *SA1* установить в положение “А”. При этом на электромагнитный клапан (поз. 2-3) подается управляющее воздействие, клапан срабатывает, открывая подачу пара в камеру. Включается сигнальная лампа *HL2* – “Камера работает”. Измеренное текущее значение температуры в камере (поз. 1-1) сравнивается с его заданным на приборе (поз. 1-2) значением, в результате чего управляющее воздействие поступает на исполнительный механизм (поз. 1-3), который через регулирующий орган воздействует на подачу пара в камеру. Положение регулирующего органа контролируется по указателю положения (поз. 4). Система позволяет поддерживать температуру паровоздушной среды в камере в диапазоне 75–85 °С. Температура в центре колбасного батона контролируется с помощью комплекта приборов, состоящего из игольчатой термопары (поз. 2-1), которая после загрузки камеры рамами с колбасными изделиями помещается в один из батонов, и вторичного прибора (поз. 2-2). Окончание цикла термической обработки определяется заданным значением температуры в толще батона. Достижение заданной температуры в батоне приводит к срабатыванию звуковой сигнализации (*HA1*) и автоматической блокировке подачи пара в камеру путем выдачи управляющего сигнала на электромагнитный клапан (поз. 2-3). Одновременно с закрытием клапана (поз. 2-3) гаснет сигнальная лампа *HL2* – “Камера работает” и включается сигнальная лампа *HL3* – “Камера не работает”. Для выключения сигнала звуковой сигнализации предусмотрена кнопка *SB4*.

При работе системы в режиме ручного управления ключ управления *SA1* устанавливается в положение “Р”. При этом командные сигналы на исполнительные механизмы (поз. 1-3, 2-3) подаются оператором посредством кнопок управления *SB2*, *SB3* (“Меньше”, “Больше”) и *SB5*, *SB6* (“Открыть”, “Закрыть”). Визуальное наблюдение за температурой паровоздушной среды в камере и в

центре батона осуществляется по показаниям измерителя температуры (поз. 3–2), связанного с датчиком температуры (поз 3–1), и вторичного прибора (поз. 2–2).

Упрощенный способ применяется в основном для изображения приборов и средств автоматизации на технологических системах. При построении схем по этому способу, хотя он и дает только общее представление о принятых решениях по автоматизации объекта, достигается сокращение объемов документации. Чтение схем автоматизации, выполненных таким образом, несколько затруднено, так как они не отображают организацию пунктов контроля и управления объектом. При упрощенном способе выполнения функциональных схем автоматизации позиционные обозначения элементов схемы в каждом контуре регулирования и контроля выполняют арабскими цифрами, исполнительные механизмы обозначений не имеют.

Пример 4. На рис. 10 изображена функциональная схема автоматизации реактора (см. пример 2), выполненная упрощенным способом.

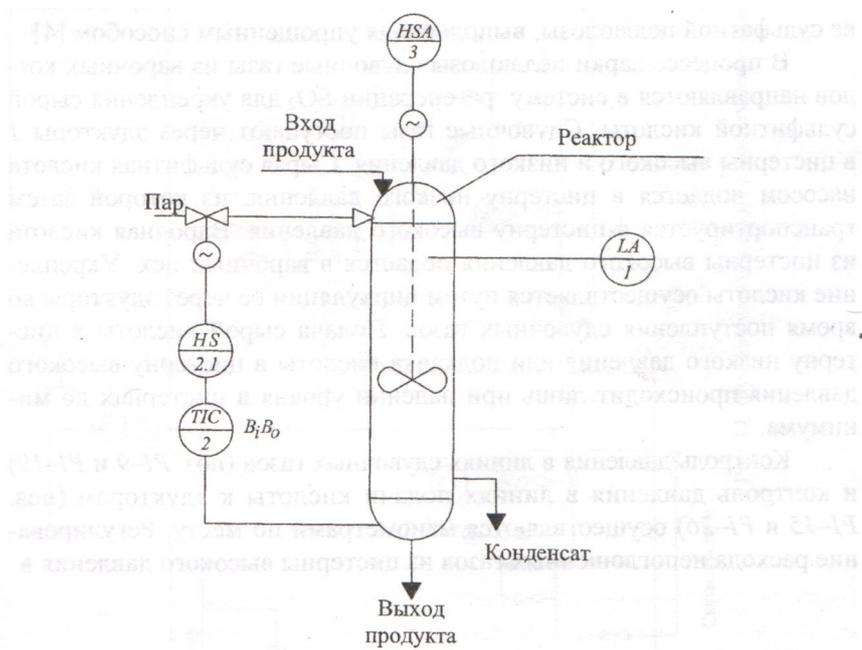


Рис. 10. Функциональная схема автоматизации реактора

При достижении уровнем продукта в резервуаре предельного значения (поз. *LA-1*) срабатывает предупредительная сигнализация. Температура продукта автоматически регулируется измерителем-регулятором температуры (поз. *TIC-2*). В случае несоответствия измеренного значения температуры ее заданному значению формируется команда управления электрическим исполнительным механизмом, который через регулирующий орган воздействует на подачу пара. Предусмотрена возможность и дистанционного (ручного) управления электрическим исполнительным механизмом, этому соответствует обозначение *HS* около него. Управление электроприводом мешалки производится в дистанционном (ручном) режиме, предусмотрена сигнализация рабочего состояния мешалки – обозначение *HSA*.

Надпись *V<sub>1</sub>V<sub>0</sub>* около обозначения контура контроля и регулирования означает, что в качестве измерителя-регулятора температуры используется микропроцессорное устройство, например контроллер.

Пример 5. На рис. 11 изображена функциональная схема автоматизации процесса приготовления варочной кислоты в производстве сульфатной целлюлозы, выполненная упрощенным способом [4].

В процессе варки целлюлозы сдувочные газы из варочных котлов направляются в систему регенерации  $SO_2$  для укрепления сырой сульфитной кислоты. Сдувочные газы поступают через эдукторы *I* в цистерны высокого и низкого давления. Сырая сульфитная кислота насосом подается в цистерну низкого давления, из которой затем транспортируется в цистерну высокого давления. Варочная кислота из цистерны высокого давления подается в варочный цех. Укрепление кислоты осуществляется путем циркуляции ее через эдукторы во время поступления сдувочных газов. Подача сырой кислоты в цистерну низкого давления или подкачка кислоты в цистерну высокого давления происходит лишь при падении уровня в цистернах до минимума.

Контроль давления в линиях сдувочных газов (поз. *PI-9* и *PI-19*) и контроль давления в линиях подачи кислоты к эдукторам (поз. *PI-15* и *PI-26*) осуществляются манометрами по месту. Регулирование расхода непоглощенных газов из цистерны высокого давления в

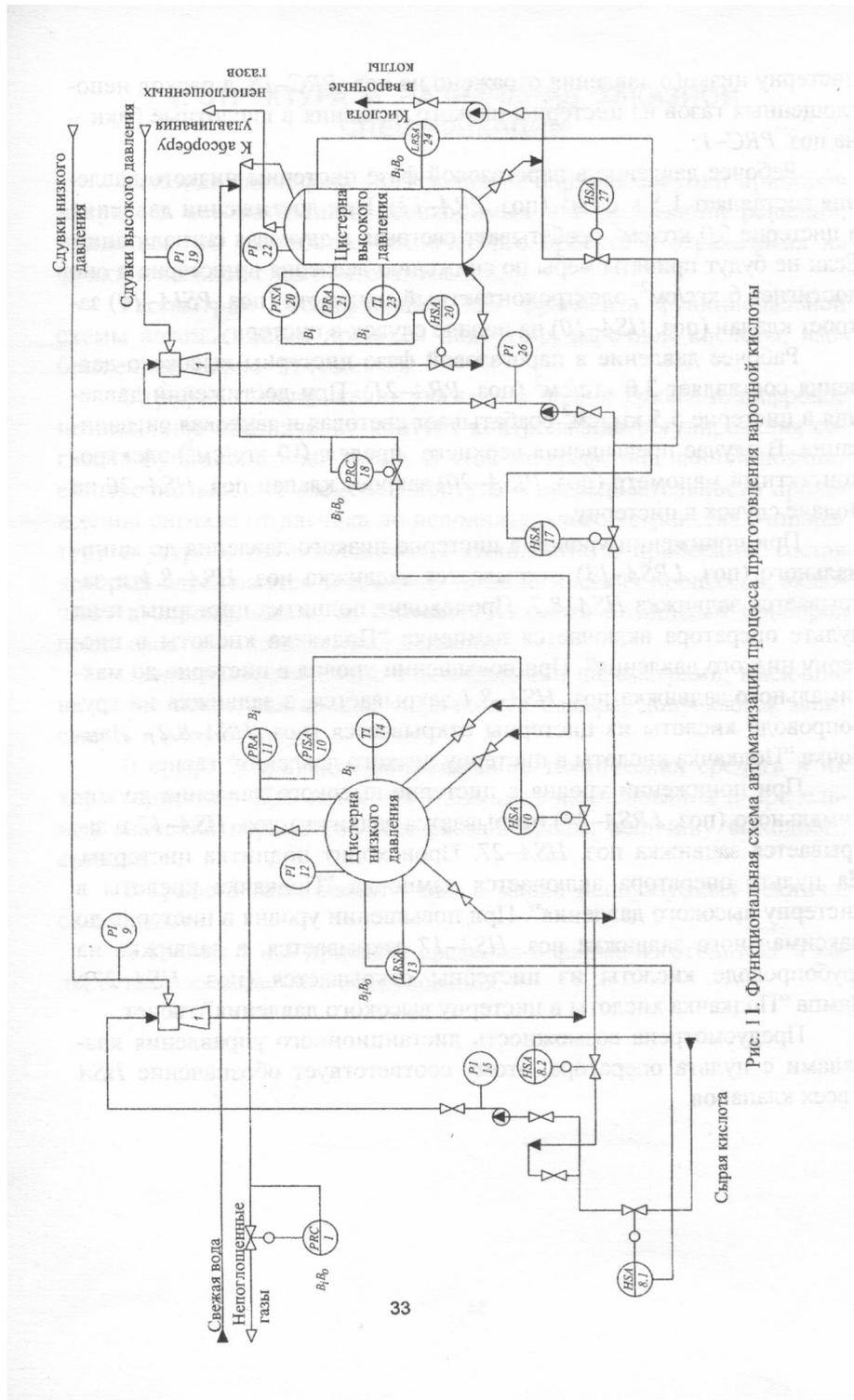


Рис. 11. Функциональная схема автоматизации процесса приготовления варочной кислоты

цистерну низкого давления отражено на поз. *PRC-18*, а расход непоглощенных газов из цистерны низкого давления в кислотные баки – на поз. *PRC-1*.

Рабочее давление в парогазовой фазе цистерны низкого давления составляет  $1,5 \text{ кгс/см}^2$  (поз. *PRA-11*). При достижении давления в цистерне  $5,0 \text{ кгс/см}^2$  срабатывает световая и звуковая сигнализация. Если не будут приняты меры по снижению давления в цистерне и оно достигнет  $6 \text{ кгс/см}^2$ , электроконтактный манометр (поз. *PSIA-10*) закроет клапан (поз. *HSA-10*) на подаче сдувок в цистерну.

Рабочее давление в парогазовой фазе цистерны высокого давления составляет  $3,0 \text{ кгс/см}^2$  (поз. *PRA-21*). При достижении давления в цистерне  $5,5 \text{ кгс/см}^2$  срабатывает световая и звуковая сигнализация. В случае превышения верхнего (предела  $10 \text{ кгс/см}^2$ ) электроконтактный манометр (поз. *PISA-20*) закроет клапан поз. *HSA-20* на подаче сдувок в цистерну.

При понижении уровня в цистерне низкого давления до минимального (поз. *LRSA-13*) открывается задвижка поз. *HSA-8.1* и закрывается задвижка *HSA-8.2*. Происходит подпитка цистерны, и на пульте оператора включается лампочка “Подкачка кислоты в цистерну низкого давления”. При повышении уровня в цистерне до максимального задвижка поз. *HSA-8.1* закрывается, а задвижка на трубопроводе кислоты из цистерны открывается (поз. *HSA-8.2*). Лампочка “Подкачка кислоты в цистерну низкого давления” гаснет.

При понижении уровня в цистерне высокого давления до минимального (поз. *LRSA-24*) открывается задвижка поз. *HSA-17* и закрывается задвижка поз. *HSA-27*. Происходит подпитка цистерны. На пульте оператора включается лампочка ”Подкачка кислоты в цистерну высокого давления”. При повышении уровня в цистерне до максимального задвижка поз. *HSA-17* закрывается, а задвижка на трубопроводе кислоты из цистерны открывается (поз. *HSA-27*). Лампа “Подкачка кислоты в цистерну высокого давления” гаснет.

Предусмотрена возможность дистанционного управления клапанами с пульта оператора, этому соответствует обозначение *HSA* у всех клапанов.

#### **4. СТРУКТУРА И НАЗНАЧЕНИЕ ЗАКАЗНОЙ СПЕЦИФИКАЦИИ**

Заказная спецификация предназначена для закупки приборов и средств автоматизации, необходимых для реализации решений, принятых при разработке технического проекта и отраженных на функциональной схеме автоматизации.

Рассмотрим спецификацию для фрагмента функциональной схемы автоматизации процесса получения варочной кислоты, изображенной на рис. 11 (табл. 7).

В графе 1 спецификации указывают полное буквенно-цифровое позиционное обозначение контура контроля или регулирования согласно функциональной схеме. В этой же графе под данной позицией перечисляют все элементы контура в последовательности прохождения сигнала от датчика до исполнительного устройства. Аппаратуру и устройства, поставляемые комплектно с приборами, состав которых определяется условиями технологических процессов, включают в спецификацию за соответствующими позициями приборов после слов “Комплектно поставляются”.

Элементы одного типа с одинаковыми параметрами, имеющие на схеме последовательные порядковые номера, допускается записывать в одну строку.

В графе 2 приводят наименования технических средств и их характеристики. Для датчиков указывают наименования и предельные значения параметров измеряемой среды, величину выходного сигнала.

В графе 3 записывают типы и марки используемых технических средств.

В графах 4 и 5 приводят сведения о фирме-изготовителе и количестве заказываемого оборудования.



Продолжение табл. 7

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка	Завод-изготовитель	Количество
<i>HV – 8.1</i>	Заслонка с мембранным пневмоприводом нормально открытая и концевыми выключателями ( $D_v = 150$ мм)	–	Фирма «Нелес»	1
<i>HV – 8.2</i>	Заслонка с мембранным пневмоприводом нормально закрытая и концевыми выключателями ( $D_v = 150$ мм)	–	–	1
<i>HV – 8</i>	Клапан-редуктор пневматический	122-12УХП-4	–	1
<i>SV – 8</i>	Пневмораспределитель	B64-13A-03	–	1
<i>PI – 9</i>	<i>Контроль давления в трубопроводе сдувок низкого давления 0,4 МПа</i>			
<i>PI – 9</i>	Манометр показывающий. Верхний предел измерения 8 кгс/см <sup>2</sup> . Расположение штуцера радиальное	МП4-У	Манометрический завод (г. Томск)	1
<i>PISA – 10</i>	<i>Контроль давления в цистерне низкого давления 7,5 кгс/см<sup>2</sup></i>			
<i>PISA – 10</i>	Манометр показывающий электроконтактный. Верхний предел измерения 10 кгс/см <sup>2</sup>	ЭКМ-1У	Манометрический завод (г. Томск)	1
<i>HSA – 10</i>	Клапан на трубопроводе кислоты к цистерне низкого давления	–	Фирма «Нелес»	1
<i>HV – 10</i>	Шаровой клапан с пневмоприводом, пневмораспределителем и концевыми выключателями ( $D_v = 200$ мм)	–	Фирма «Нелес»	1

							Лист
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		2

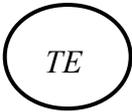
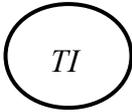
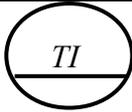
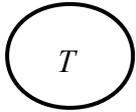
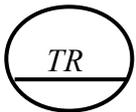


## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

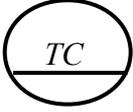
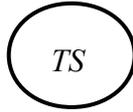
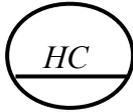
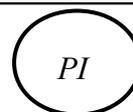
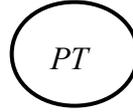
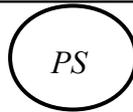
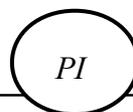
1. ГОСТ 21.404–85. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
2. ГОСТ 2.701–84 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению: Справ. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 315 с.
3. ГОСТ 2.721–74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 86 с.
4. **Дятлова Е.П., Сафонова М.Р.** Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами ЦБП: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГТУРП, 1999. – 51 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации

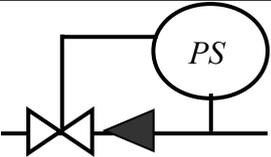
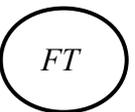
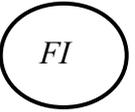
№ пп	Обозначение	Наименование
1		Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту. Например: преобразователь термоэлектрический (термопара), термопреобразователь сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра и т. п.
2		Прибор для измерения температуры показывающий, установленный по месту. Например: термометр ртутный, термометр манометрический и т. п.
3		Прибор для измерения температуры показывающий, установленный дистанционно
4		Прибор для измерения температуры бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, термометр манометрический (или любой другой датчик температуры) бесшкальный с пневмо- или электропередачей
5		Прибор для измерения температуры однотоочный, регистрирующий, установленный дистанционно. Например, самопишущий прибор или средства вычислительной техники
6		Прибор для измерения температуры с автоматическим обеганием устройством, регистрирующий, установленный дистанционно. Например, многоточечный самопишущий прибор или средства вычислительной техники
7		Прибор для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, установленный дистанционно. Например, любой самопишущий регулятор температуры (термометр манометрический, средства вычислительной техники и т. п.)

Продолжение прил. 1

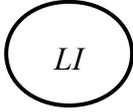
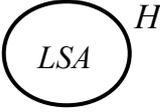
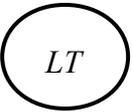
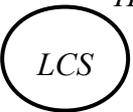
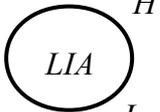
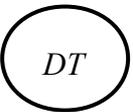
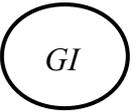
№ пп	Обозначение	Наименование
8		Регулятор температуры бесшкальный, установленный по месту. Например, дилатометрический регулятор температуры
9		Прибор для измерения температуры бесшкальный, с контактным устройством, установленный по месту. Например, реле температурное
10		Байпасная панель дистанционного управления, установленная на пульте дистанционно
11		Переключатель электрических цепей измерения (управления); переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на пульте управления; переключатель режима управления
12		Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, установленный по месту. Например, любой показывающий манометр, дифманометр, тягомер, напорометр, вакуумметр и т. п.
13		Прибор для измерения перепада давления показывающий, установленный по месту. Например, дифманометр показывающий
14		Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, манометр (дифманометр) бесшкальный, с пневмо- или электропередачей
15		Прибор для измерения давления (разрежения) регистрирующий, установленный дистанционно. Например, самопишущий прибор или средства вычислительной техники
16		Прибор для измерения давления с контактным устройством, установленный по месту. Например, реле давления
17		Прибор для измерения давления (разрежения) показывающий, с контактным устройством, установленный по месту.

		Например, электроконтактный манометр, вакуумметр и т. п.
--	--	--

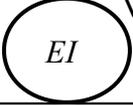
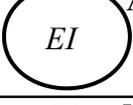
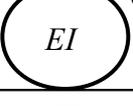
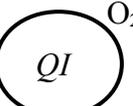
Продолжение прил. 1

№ пп	Обозначение	Наименование
18		Регулятор давления, работающий без использования постороннего источника энергии (регулятор давления прямого действия) «до себя»
19		Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту. Например: диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера и т. д.
20		Прибор для измерения расхода бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, дифманометр (ротаметр) бесшкальный, с пневмо- или электропередачей
21		Прибор для измерения соотношения расходов регистрирующий, установленный дистанционно. Например, любой прибор для регистрации соотношения расходов
22		Прибор для измерения расхода показывающий, установленный по месту. Например, дифманометр (ротаметр) показывающий
23		Прибор для измерения расхода интегрирующий, установленный по месту. Например, любой бесшкальный счетчик – расходомер с интегратором
24		Прибор для измерения расхода интегрирующий, с устройством для выдачи сигнала после прохождения заданного количества вещества, установленный по месту. Например, счетчик-дозатор
25		Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту. Например, датчик электрического или емкостного уровнемера

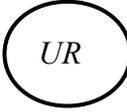
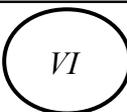
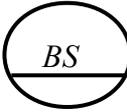
Продолжение прил. 1

№ пп	Обозначение	Наименование
26		Прибор для измерения уровня показывающий, установленный по месту. Например, манометр (дифманометр), используемый для измерения уровня
27		Прибор для измерения уровня с контактным устройством, установленный по месту. Например, реле уровня, используемое для блокировки и сигнализации верхнего уровня
28		Прибор для измерения уровня бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, уровнемер бесшкальный, с пневмо- или электропередачей (манометр или дифманометр гидростатических уровнемеров)
29		Прибор для измерения уровня бесшкальный, регулирующий, с контактным устройством, установленный по месту. Например, электрический регулятор-сигнализатор уровня. Буква <i>H</i> в данном примере означает блокировку по верхнему уровню
30		Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный дистанционно. Например, вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством. Буквы <i>H</i> и <i>L</i> означают сигнализацию верхнего и нижнего уровней
31		Прибор для измерения плотности раствора бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту. Например, датчик плотномера с пневмо- или электропередачей
32		Прибор для измерения размеров показывающий, установленный по месту. Например, показывающий прибор для измерения толщины стальной ленты, указатель положения регулирующего органа

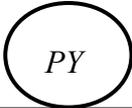
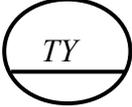
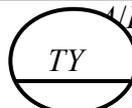
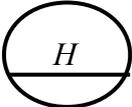
Продолжение прил. 1

№ пп	Обозначение	Наименование
33	   	<p>Прибор для измерения любой электрической величины показывающий, установленный по месту Напряжение*</p> <p>Сила тока*</p> <p>Мощность *</p>
34		Вольтметр (напряжение)
35		Амперметр (сила тока)
36		Ваттметр (мощность)
37		<p>Прибор для управления процессом по временной программе, установленный дистанционно. Например, программируемый управляющий контроллер, многоцепное реле времени</p>
38		Устройство для регистрации показаний датчика влажности (самописец или контроллер, установленный дистанционно)
39		Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту. Например, датчик рН-метра
40		Прибор для измерения качества продукта показывающий, установленный по месту. Например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах
41		Устройство для измерения качества продукта регистрирующее, регулирующее, установленное дистанционно

Продолжение прил. 1

№ пп	Обозначение	Наименование
42	 $\alpha, \beta$	Прибор для измерения радиоактивности показывающий, с контактным устройством, установленный по месту. Например, прибор для показания и сигнализации предельно допустимых концентраций $\alpha$ -и $\beta$ - лучей
43		Устройство для регистрации сигнала измерения частоты вращения привода (самописец или управляющий контроллер), установленное дистанционно (регистрация показаний)
44	$U = f(F, P)$ 	Прибор для измерения нескольких разнородных величин регистрирующий, установленный по месту. Например, самопишущий дифманометр – расходомер с дополнительной записью давления. Надпись, расшифровывающая измеряемые величины, наносится справа от прибора
45		Прибор для измерения вязкости раствора показывающий, установленный по месту. Например, вискозиметр показывающий
46		Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту. Например, устройство электронно-тензометрическое, сигнализирующее
47		Прибор для контроля погасания факела в печи бесшкальный, с контактным устройством, установленный дистанционно. Например, вторичный прибор запально-защитного устройства. Применение резервной буквы <i>B</i> должно быть оговорено на поле схемы
48	$E/E$ 	Преобразователь сигнала, установленный дистанционно. Входной сигнал электрический, выходной сигнал тоже электрический. Например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования т.э.д.с. термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока

Окончание прил. 1

№ пп	Обозначение	Наименование
49	 <i>P/E</i>	Преобразователь сигнала, установленный по месту. Входной сигнал пневматический, выходной – электрический
50	 <i>E/P</i>	Электропневматический преобразователь температуры, установленный по месту. Входной сигнал – электрический, выходной – пневматический
51	 <i>AD</i>	Преобразователь аналогового сигнала в дискретный (при измерении температуры), установленный дистанционно. Входной сигнал аналоговый, выходной – дискретный
52		Пусковая аппаратура для управления электродвигателем (включение, выключение насоса; открытие, закрытие задвижки и т. д.). Например, магнитный пускатель, контактор и т. п. Применение резевой буквы <i>N</i> должно быть оговорено на поле схемы
53		Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления (включение, выключение двигателя; открытие, закрытие запорного органа; изменение задания регулятору), установленная на пульте управления. Например: кнопка, ключ управления, задатчик
54		Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на пульте управления. Например: кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. п.
55	 <i>SA101</i>	Ключ управления, предназначенный для выбора типа управления, установленный дистанционно. Пример приведен для иллюстрации случая, когда позиционное обозначение велико, поэтому наносится вне окружности

\*Надписи, расшифровывающие конкретную измеряемую электрическую величину, располагают либо рядом с прибором, либо в виде таблицы на поле чертежа.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Основная надпись и дополнительные графы к ней

Форма 3 – для листов:

- основных комплектов рабочих чертежей;
- основных чертежей разделов проектной документации;
- графических документов по инженерным изысканиям (первый лист).

Форма 5 – для всех видов текстовых документов (первые листы).

Форма 6 – для чертежей и всех видов текстовых документов (последующие листы).

Образцы форм для дипломного проекта – см. рисунок.

#### *Указания по заполнению основных надписей и дополнительных граф к ней*

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

а) в графе 1 – обозначения документа, в том числе раздела проекта, основного комплекта рабочих чертежей, текстового документа и др.;

б) в графе 2 – наименование предприятия, в состав которого входит проектируемый объект, например “Колбасный завод”;

в) в графе 3 – наименование подразделения предприятия, для которого разрабатывается проект, например “Цех производства вареных колбас”;

г) в графе 4 – наименование изображений, помещенных на данном листе, например “Функциональная схема автоматизации”;

д) в графе 5 – наименование документа, например “Общая пояснительная записка”;

е) в графе 6 – условные обозначения стадии проектирования;

П – для проектной документации, в том числе утверждаемой части рабочего проекта;

Р – для рабочей документации;

ж) в графе 7 – порядковый номер листа или страницы текстового документа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;

з) в графе 8 – общее число листов документа. Графу заполняют только на первом листе. На первом листе текстового документа указывают общее число страниц;

и) в графе 9 – наименование или различительный индекс организации, разрабатывающей документ, например СПбГУНиПТ;

к) в графе 10 – характер выполненной работы (разработал, проверил, нормоконтроль).

Допускается свободные строки заполнять по усмотрению руководства (указать должности лиц, ответственных за разработку документа);

л) в графах 11–13 – фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания;

м) в графе 14 – графы таблицы изменений.

# Штампы для дипломного проекта

Форма 3

185													
10	10	10	10	15	10	120							
										(1)			
										(2)			
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)						Стадия	Лист	Листов
Изм.	Кол.	Лист	Ледок	Подпись	Дата						(6)	(7)	(8)
Зав. каф. (10)		(11)	(12)	(13)	(3)					15	15	20	
Н. контр.													
Руквод.					(4)					(9)			
Консул.													
Разраб.													
										70			
										50			

Форма 5

185													
10	10	10	10	15	10	120							
										(1)			
										(5)			
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)						Стадия	Лист	Листов
Изм.	Кол.	Лист	Ледок	Подпись	Дата						(6)	(7)	(8)
Зав. каф. (10)		(11)	(12)	(13)						15	15	20	
Н. контр.													
Руквод.										(9)			
Разраб.													
										70			
										50			

Форма 6

185											
10	10	10	10	15	10	110				10	
										(1)	
(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)					Лист	
Изм.	Кол.	Лист	Ледок	Подпись	Дата					(10)	
										49	

## СОДЕРЖАНИЕ

<u>Введение.....</u>	<u>3</u>
<u>1. Функциональные схемы автоматизации технологических процессов.....</u>	<u>3</u>
<u>Назначение функциональных схем автоматизации.....</u>	<u>3</u>
<u>Изображение технологического оборудования и коммуникаций.....</u>	<u>4</u>
<u>Разработка функциональной схемы автоматизации.....</u>	<u>5</u>
<u>2. Общие правила оформления схем.....</u>	<u>25</u>
<u>3. Примеры выполнения функциональных схем автоматизации .....</u>	<u>26</u>
<u>4. Структура и назначение заказной спецификации.....</u>	<u>36</u>
<u>Список литературы.....</u>	<u>40</u>
<u>Приложение 1.....</u>	<u>41</u>
<u>Приложение 2.....</u>	<u>48</u>

Лаврищев Илья Борисович  
Кириков Алексей Юрьевич

**РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ  
АВТОМАТИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОЦЕССАМИ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

Методические указания  
к практическим занятиям  
по курсовому проектированию  
для студентов специальности 210200

Второе издание

*Редакторы*  
Е.О. Трусова, Т.Г. Смирнова

---

Подписано в печать 11.02.2004. Формат 60×84 1/16. Бум. писчая  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,02. Печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 3,0  
Тираж 300 экз. Заказ № 38. С 8

---

\_\_\_СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9  
ИПЦ СПбГУНиПТ. 191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9