

**Ю.Г. Володин, О.П. Марфина**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
В ПОМОЩЬ КУРСОВОМУ И ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**



**МИНЕСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА АВТОМАТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

**Ю.Г. Володин, О.П. Марфина**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
В ПОМОЩЬ КУРСОВОМУ И ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ**

**Казань  
2013**

УДК

ББК

К

Ю.Г. Володин, О.П. Марфина

К Учебное пособие / Ю.Г. Володин, О.П. Марфина. – Казань:

Изд-во Казанск.гос. архитектур.-строит. ун-та, - 2013.-

ISBN

Печатается по решению Редакционно – издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета

В данном учебном пособии дается принцип разработки проектов автоматизации технологических процессов.

Пособие предназначено для формирования знаний о средствах автоматизации, обозначения приборов

Рецензенты:

Доктор физико-математических наук,  
Зав каф. Интеллектуальных систем и управления информационными  
ресурсами, КНИТУ  
**А.П. Кирпичников**

© Казанский государственный  
архитектурно-строительный  
университет, 2013  
© Ю.Г. Володин, О.П. Марфина

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
1. Функциональные схемы автоматизации.....	5
2. Принципиальные электрические схемы.....	25
3. Примерное содержание раздела по автоматизации.....	39
4 Составление спецификации на приборы и средства автоматизации.....	40
Список источников.....	42
Приложение	

### Введение

В области автоматизации за последнее десятилетие произошли революционные изменения. Особенно это касается России. Бывшая советская электронная промышленность не выдержала рыночных преобразований и не смогла в начале 90-х годов удовлетворить спрос на высококачественные контроллеры нового поколения. К этому времени в мире уже появились и полностью оформились новые направления автоматизации технологических процессов. И базировались они, прежде всего, на применении микропроцессорной техники, персональных компьютеров, контроллеров, функционирующих под управлением специализированного программного обеспечения. К этому времени образовался достаточно большой разрыв между тем, что уже было наработано в мире в области автоматизации, и тем, с чем осталась Россия на рубеже 80-х и 90-х годов.

Начался процесс интеграции нашей страны в мировую рыночную экономическую систему. Весь мир пожаловал на огромный российский рынок средств и систем управления. Для тех, кто ратует за чистоту русского языка, наступили "черные" дни: здесь **SCADA (СКАДА) с человеко-машинным интерфейсом, визуализация, сервер, драйвер, аларм, тренд, ТЭГ и т.п.**

Что касается названий фирм - производителей и их продуктов, то и здесь не лучше: **Trace Mode (AdAstrA), FIX (Intellution), InTouch (Wonderware), Genesis (Iconics Co), RealFlex (BJ Software Systems), Sitex (Jade Software), Factory Link (United States Data Co)** и т. д. (всего свыше тридцати фирм, среди которых есть и российские). И это только производители программных продуктов.

Привести полностью список производителей аппаратных средств автоматизации, а тем более список контроллеров, точно не удастся - их число измеряется уже многими сотнями. Среди наиболее популярных фирмы **ABB, Advantech, Allen-Bradley, Bristol Babcock, Control Microsystems, Fisher-Rosemount, Foxboro, GE Fanuc, Hewlett Packard, Hitachi, Honeywell, Koyo, Mitsubishi, Motorola, Omron, PEP Modular Computer, Samsung, Schneider Electric, Siemens, Toshiba, Yokogawa** и другие.

Отечественные производители также подключились к этой "многоголосице". Вот некоторые названия производимых ими контроллеров и программно - технических комплексов: **Ремиконт, Техноконт, Сириус, Эмикон-2000, МФК, ТК52, Деконт, КРУИЗ, КРУГ-2000** и т. д.

Забегая вперед, надо сразу же отметить, что отечественные программно-технические комплексы и прикладное программное обеспечение сейчас являются вполне конкурентоспособными на российском рынке средств и систем управления. А ведь такие известные российские фирмы, как ВИРА Реалтайм, AdAstra только что отметили свой десятый день рождения, в то время как целый ряд зарубежных фирм-производителей, перечисленных выше, существуют уже не один десяток лет.

"Революция" в области автоматизации произошла так быстро (практически за 5-7 лет), что не успело даже смениться поколение специалистов. Это означает, что многих специалистов надо переучивать, а иначе они станут тормозом, а не проводником автоматизации на производстве. Молодое поколение специалистов, которое общается на "ты" с компьютерами и контроллерами, пока еще не определяет уровень автоматизации на местах.

Не менее трудно и студенту, готовящемуся вступить в мир автоматизации технологических процессов. Трудно потому, что практически нет учебных пособий, учебников, которые помогли бы разобраться во всем этом бесконечном многообразии современных средств и систем управления, программного обеспечения. Сейчас информацию об этом можно получить из документации на оборудование и программное обеспечение фирм-производителей, а она далеко не всем доступна. Другим источником информации традиционно являются статьи в наиболее популярных специализированных журналах, таких, как "Приборы и системы, управление, контроль, диагностика", "Промышленные АСУ и контроллеры", "Мир компьютерной автоматизации - МКА", "Современные технологии

автоматизации - СТА" и других. Это достаточно доступный источник, но журнальная статья, как правило, посвящена одной узкой проблеме. Конечно, есть Интернет, и тот, кто имеет доступ в эту огромную "библиотеку", может найти здесь интересующую его информацию.

Современные программно-технические комплексы реализуют две функции.

Сначала с помощью программного пакета **проектируется** система управления, т. е. на экране станции оператора/диспетчера создается мнемосхема технологического процесса, отображаются контуры контроля и регулирования, создается база данных, задаются предельные значения параметров (т.н. "алармы"), конфигурируются тренды и т. д.

Затем к спроектированной на компьютере системе подключается технологический объект, оборудованный средствами автоматизации (датчиками, исполнительными устройствами, контроллерами), и система начинает выполнять функции **управления** технологическим процессом.

Такие системы принято называть интегрированными системами **проектирования** и **управления**.

Пособие рассчитано на читателя, обладающего знаниями по информационным технологиям и основам построения систем управления технологическими процессами строительной отрасли.

Оно может быть использовано при курсовом и дипломном проектировании.

## 1. Функциональные схемы автоматизации

Функциональные схемы (рис. 1.1) являются основным техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации. Функциональные схемы автоматизации разъясняют процессы, протекающие в системе, определяют уровень автоматизации, организацию пунктов контроля, управления и защиты, оснащение средствами сбора, обработки и передачи информации и др.).

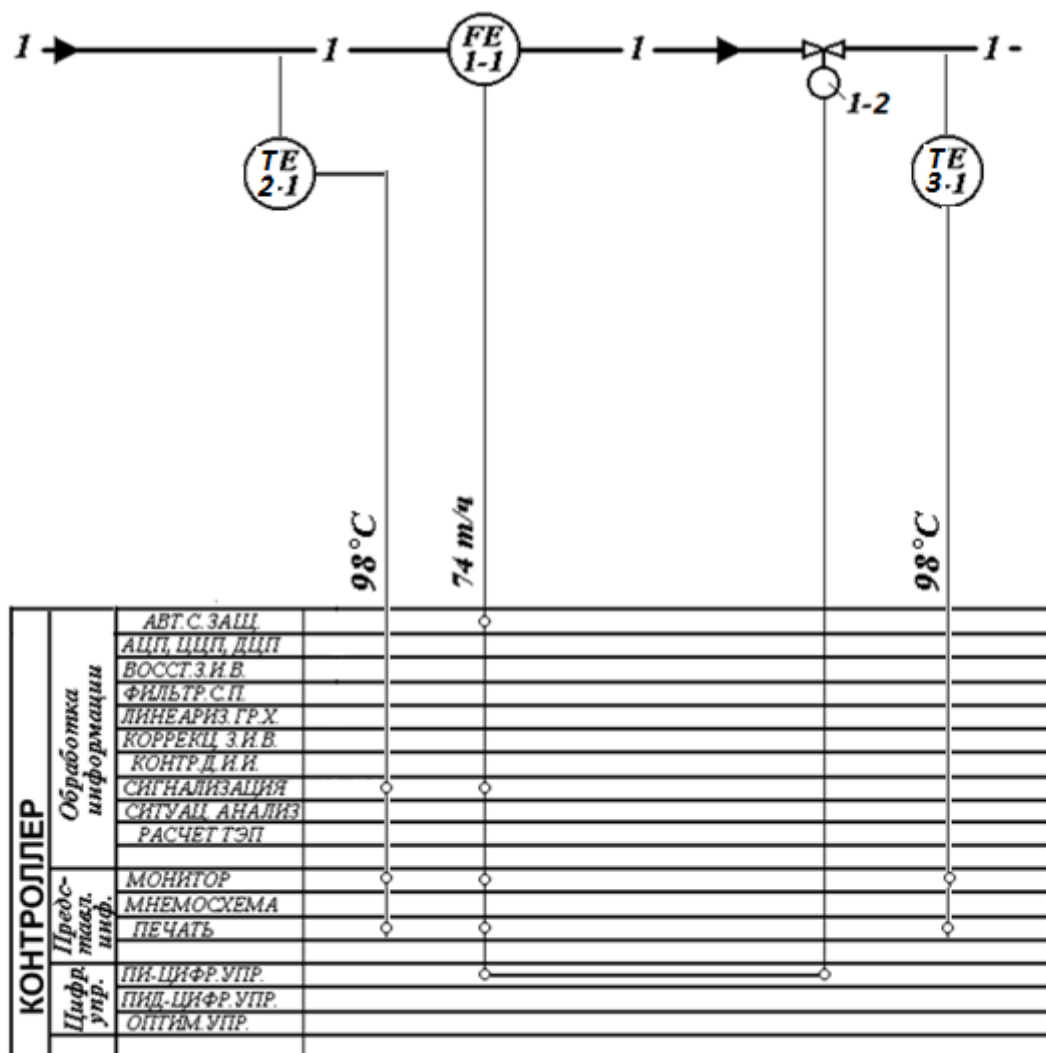


Рис.1.1. Схема автоматизации

Объектом управления в системах автоматизации технологических процессов является совокупность основного и вспомогательного оборудования вместе с встроенными в него запорными и регулирующими органами, также энергии, сырья и других материалов, определяемых технологией производства. На функциональной схеме условными обозначениями показывают технологическое оборудование, коммутации,

органы управления и средства автоматизации с указанием связей между технологическим оборудованием и средствами автоматизации.

При составлении функциональных схем автоматизации необходимо учитывать:

- уровень (объем) автоматизации технологического процесса;
- технологические параметры, подлежащие автоматическому регулированию и контролю, пределы их измерений и выбор метода измерения;
- автоматическое или дистанционное управление технологическим оборудованием (приведением механизмов, рабочих органов и т.п.);
- автоматическую защиту и блокировку технологических агрегатов и установок;
- выбор основных технических средств автоматизации;
- размещение приборов и аппаратуры на щитах и пультах управления.

Функциональная схема автоматизации технологического объекта или процесса содержит:

- упрощенное изображение объекта управления, группы объектов или полностью технологического процесса, подлежащих автоматизации; все объекты показывают с принадлежащими им коммуникациями, на которых должны быть изображены основные рабочие органы (клапаны, краны, заслонки, шиберы и т. п.); трубопроводы жидкости, пара, газа при однолинейном исполнении изображают условными обозначениями;
- обозначения мест установки датчиков автоматических устройств для отбора управляющих воздействий;
- обозначения мест установки регулирующих и запорных рабочих органов автоматических устройств;
- обозначения технических средств управления автоматического и операторного управления, принятых для управления отдельными объектами и процессом в целом, с указанием их расположения по месту (на объектах или коммуникациях) и на щитах и пультах управления;
- функциональные цепи – линии связи как между отдельными элементами автоматического устройства (комплекса), так и между комплексами автоматических устройств, объединенных общей цепью управления.

Технологическое оборудование на функциональной схеме изображают упрощенно (без масштаба и второстепенных деталей), но, как правило, в соответствии с действительной конфигурацией. Коммуникации, органы управления, средства измерения и автоматизации показывают схематически условными обозначениями. Технологическое оборудование и коммуникации должны показывать взаимное расположение и взаимодействие со средствами измерения и автоматизации.

Элементы и детали, расположенные внутри объекта автоматизации, изображают на функциональной схеме только в том случае, если они



соединяются или взаимодействуют со средствами измерения и автоматизации. Трубопроводы показывают в соответствии с технологической схемой или только те части, где они взаимодействуют или соединяются со средствами измерения и автоматизации. Рядом с трубопроводами показывают стрелками направление потока среды в соответствии с технологической схемой.

Применительно к теплоэнергетическим установкам функциональные схемы составляются для: котлов; турбоагрегатов; вспомогательного оборудования машинного зала (подогревателей, деаэраторов, питательных и других насосов и т.п.), вместе для всего оборудования или отдельно; химической водоочистки; других частей установки, оборудуемых отдельными оперативными постами управления с элементами устройств автоматизации.

Функциональные схемы для сложных агрегатов, в частности для котлов большой паропроизводительности, обычно составляют отдельно: для устройств автоматического регулирования и дистанционного управления и для устройств теплотехнического контроля и технологической сигнализации. Устройства автоматического управления и технологической защиты отражаются в одной из этих схем или на самостоятельных схемах.

В некоторых случаях оборудование показывают отраслевыми условными изображениями, если имеется принятая система условных изображений, как, например, в теплоэнергетике, электротехнике и других отраслях.

Однородные трубопроводы, например продуктовые и водяные, которые различаются по роду протекающего продукта или параметрами среды (холодная, горячая вода и т. п.), должны обозначаться однотипно согласно стандартам.

При проектировании схем автоматизации учитывают современные требования к автоматизации технологического процесса; условия пожаро- и взрывоопасности; агрессивность и токсичность окружающей среды; параметры и физико-химические свойства измеряемой среды; расстояние от мест установки датчиков, вспомогательных устройств, исполнительных механизмов, приводов машин и запорных органов до пунктов управления и контроля; требуемую точность и быстродействие средств автоматизации.

Систему автоматизации следует проектировать на базе серийно выпускаемых средств автоматизации и вычислительной техники; необходимо применять **однотипные** средства автоматизации и унифицированные системы, характеризующиеся простотой сочетания отдельных блоков, их взаимозаменяемостью. Средства сбора и накопления первичной информации (датчики), вторичные приборы, регулирующие и исполнительные устройства должны соответствовать государственной системе приборов (ГСП).

Средства автоматизации, использующие вспомогательную энергию (электрическую, пневматическую и гидравлическую), выбирают, руководствуясь условиями пожаро- и взрывобезопасности

автоматизируемого объекта, агрессивности окружающей среды, быстродействием, дальностью подачи сигнала информации и управления и т.п. Количество приборов, аппаратуры управления и сигнализации, устанавливаемой на щитах и пультах, должно быть ограничено. Приборы и средства автоматизации вспомогательного назначения целесообразнее размещать на отдельных щитах в производственных помещениях вблизи технологического оборудования.

В связи с развитием автоматизированных систем управления возникает необходимость передачи информации о ходе технологического процесса в автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП) и автоматизированные системы управления предприятием (АСУП), поэтому на схеме автоматизации необходимо показать средства передачи информации в эти системы.

Схема автоматизации служит основанием для разработки других чертежей проекта. Условное изображение элементов на схемах автоматизации должно соответствовать действующим стандартам.

Технологическое оборудование и трубопроводы автоматизируемого объекта на схемах автоматизации изображают упрощенно, показывая их функциональную связь и взаимодействие с приборами и средствами автоматизации. Оборудование и трубопроводы вспомогательного назначения, дополнительные узлы оборудования и средства автоматизации показывают в том случае, если они механически соединяются и взаимодействуют с приборами и средствами автоматизации.

На схемах автоматизации изображают те заслонки, вентили, клапаны и прочие регулирующие и запорные органы, которые участвуют в системе контроля и управления процессами или имеют принципиальное значение для автоматизации. На всех коммуникациях в соответствующих точках указывают места установки запорных органов ручного управления. Исполнительные механизмы и рабочие органы автоматических устройств (регулирующие и электромагнитные клапаны, краны, шиберы, заслонки и т. п.) также указывают в соответствующих местах.

Приемные устройства (датчики) обозначают непосредственно на техническом объекте или соответствующих коммуникациях. На технологических коммуникациях изображают запорные и регулирующие органы, необходимые для определения относительного расположения мест отбора импульсов или поясняющие необходимость измерений.

В отдельных случаях некоторые части технологического объекта можно изображать на схеме в виде прямоугольников с указанием только наименований этих элементов.

На схемах автоматизации допускается вообще не показывать технологическое оборудование. Однако около датчиков, отборных, приемных и других подобных устройств следует указывать наименование того технологического оборудования, к которому они относятся.

Технологические коммуникации и трубопроводы для газа и жидкости изображают в соответствии с действующим стандартом при их

однолинейном изображении (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Условные цифровые обозначения трубопроводов для жидкостей и газов  
по ГОСТ 2.784-70

Наименование среды, транспортируемой трубопроводом	Обозначение	Цвет
Среда, преобладающая в данном проекте	Сплошная линия	Красный, черный
Вода	—1—1—	Зеленый
Пар	—2—2—	Розовый
Воздух	—3—3—	Голубой
Азот	—4—4—	Темно-желтый
Кислород	—5—5—	Синий
Инертные газы: аргон	—6—6—	—
неон	—7—7—	—
гелий	—8—8—	Фиолетовый
криптон	—9—9—	—
ксенон	—10—10—	—
Аммиак	—11—11—	Серый
Кислота (окислитель)	—12—12—	Оливковый
Щелочь	—13—13—	Серо-коричневый
Масло	—14—14—	Коричневый
Жидкое горючее	—15—15—	—
Горючие и взрывоопасные газы: водород	—16—16—	—
ацетилен	—17—17—	Желтый
фреон	—18—18—	—
метан	—19—19—	—
этан	—20—20—	—
этилен	—21—21—	—
пропан	—22—22—	Оранжевый
пропилен	—23—23—	—
бутан	—24—24—	—
бутилен	—25—25—	—
Противопожарный трубопровод	—26—26—	Красный
Вакуум	—27—27—	Светло-серый
Другие среды, начиная	—28—28—	—

Для более детального указания характера среды к цифровому обозначению может быть добавлен буквенный индекс, например: вода чистая

– 1ч, пар перегретый – 2п, пар насыщенный – 2н и т. п.

Если та или иная жидкость либо газ преобладают в данной схеме, то линию связи, транспортирующую это вещество, символом среды не обозначают. Иногда в проектах среду указывают на линии связи словами «Вода», «Пар» и т.д.

На технологических трубопроводах изображают только основную регулирующую и запорную арматуру, которая относится к работе и обслуживанию системы автоматизации и которая необходима для определения относительного расположения отборных устройств и средств получения информации. Трубопроводы, входящие или выходящие из объекта автоматизации, на схеме обрывают и заканчивают стрелкой, показывающей направление потока, и надписью: «К деаэратору», «От котла» и т.д.

Для придания большей наглядности и выразительности контуры оборудования вычерчивают тонкими линиями (до 0,5 мм), а коммуникации – более толстыми (до 1 ÷ 2 мм).

На линиях пересечения трубопроводов, изображающих их соединение, ставят точку. Отсутствие точки означает отсутствие соединения трубопроводов. Знак обвода (в виде полуокружности) не применяют.

Приборы и средства автоматизации, вмонтированные в технологическое оборудование и коммуникации или механически с ними связанные, изображают на схемах автоматизации в непосредственной близости к технологическому оборудованию. К ним относятся: отборные устройства; приборы измерения давления, уровня, состава вещества; приемные устройства, воспринимающие воздействие измеряемых и регулируемых величин (суживающие устройства, ротаметры, термометры сопротивления, термопары и т.п.); исполнительные устройства, регулирующие и запорные органы.

В левой части каждого прямоугольника располагают надпись, характеризующую назначение: «Приборы местные», «Щит управления» и «Пульт управления», «Стойка преобразователей» и т.д.

В прямоугольнике «Приборы местные» указывают все нещитовые приборы (манометры, вакуумметры, дифманометры, емкостные электронные и поплавковые сигнализаторы уровня и т.п.), которые по своей конструкции или специальным требованиям располагаются непосредственно на объектах или их коммуникациях. Вспомогательную аппаратуру и устройства (источники питания, фильтры и редукторы пневмопитания, предохранители и т.п.), а также датчики и исполнительные механизмы со своими рабочими органами, вмонтированные непосредственно в технологические объекты или коммуникации, в прямоугольнике «Приборы местные» не указывают. Исключение составляют магнитные пускатели, используемые в контурах

регулирования для управления исполнительными устройствами.

Приборы и средства автоматизации изображают в соответствии с требованиями выполнения конструкторской документации.

К приборам и средствам автоматизации относят большую группу устройств, с помощью которых выполняют измерение, регулирование, управление и сигнализацию технологических процессов различных производств. Приборы и средства автоматизации подразделяют на измерительные и преобразующие приборы, регуляторы, вспомогательные устройства, регулирующие органы и исполнительные механизмы.

Измерительные приборы могут иметь различное функциональное назначение. Они могут быть показывающими, регистрирующими, самопишущими, печатающими, интегрирующими и т.п., иногда со встроенными различными регулирующими, преобразующими и сигнализирующими устройствами.

Изображение приборов и средств автоматизации основывается на функциональных признаках, выполняемых приборами в соответствии с табл. 1.2 – 1.3.

В верхней части окружности наносят буквенные обозначения измеряемой величины и функционального признака прибора.

В нижней части окружности указывают позиционное обозначение (цифровое или буквенно-цифровое), служащее для нумерации комплекта измерения или регулирования (при упрощенном способе построения условных обозначений) или отдельных элементов комплекта (при развернутом способе построения условных обозначений).

Таблица 1.2

Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации  
по ГОСТ 21.404-85 (21.408-93)

Наименование	Обозначение
1	2
<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент), прибор, устанавливаемый по месту на технологическом трубопроводе, аппарате, стене, полу, колонне, металлоконструкции:</p> <p style="text-align: center;">основное обозначение допустимое обозначение</p>	

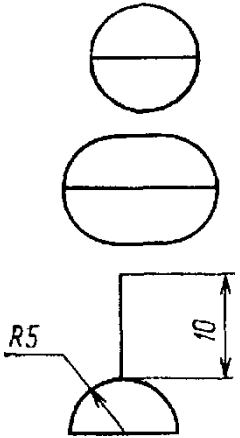

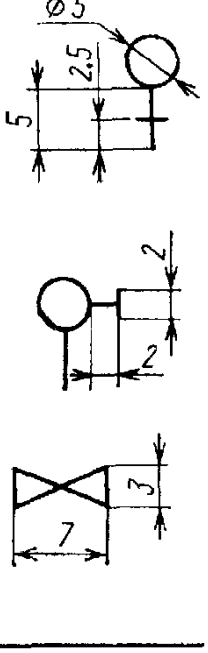


<p>Прибор, устанавливаемый на щите, пульте: основное обозначение</p> <p>допустимое обозначение</p> <p>Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т.п.)</p>	
<p>Исполнительный механизм (общее обозначение). Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала не регламентируется</p> <p>Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p> <p>Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p>	
<p>Исполнительный механизм, оставляющий регулирующий орган в неизменном положении при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала</p> <p>Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)</p> <p>Регулирующий орган</p> <p>Линии связи</p>	
<p>Пересечение линий без соединения друг с другом</p>	
<p>Пересечение линий связи с соединением между собой</p>	

Таблица 1.3

## Буквенные условные обозначения по ГОСТ 21.404-85 (21.408-93)

Обозначение	Измеряемая величина		Функции, выполняемые приборами		
	Основное значение первой буквы	Дополнительное значение, уточняющее значение первой буквы	Отображение информации	Формирование выходного сигнала	Дополнительное значение
1	2	3	4	5	6
<i>A</i>	—	—	Сигнализация	—	—
<i>B</i>	—	—	—	—	—
<i>C</i>	—	—	—	Регулирование, управление	
<i>D</i>	Плотность	Разность, перепад	—	—	—
<i>E</i>	Любая электрическая величина	—	—	—	—
<i>F</i>	Расход	Соотношение, доля, дробь	—	—	—
<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	—	—	—	—

<i>L</i>	Уровень	—	—	—	Нижний предел измеряемой величины
<i>M</i>	Влажность	—	—	—	—
<i>N</i>	Резервная буква	—	—	—	—
<i>O</i>	То же	—	—	—	—
<i>P</i>	Давление, вакуум	—	—	—	—
<i>Q</i>	Величина, характеризу ющая качество, состав, концентраци ю и т.п.	Интегрирован ие, суммирование по времени	—	—	—
<i>R</i>	Радиоактивн ость	—	Регистрация	—	—
<i>S</i>	Скорость, частота	—	—	—	—
<i>T</i>	Температура	—	—	—	—
<i>U</i>	Несколько разнородных измеряемых величин	—	—	—	—
<i>V</i>	Вязкость	—	—	—	—
<i>W</i>	Масса	—	—	—	—
<i>X</i>	Нерекоменду емая резервная буква	—	—	—	—

Порядок расположения буквенных обозначений в верхней части (слева направо) следующий: основная измеряемая величина, обозначение, уточняющее (если необходимо) основную измеряемую величину; функциональный признак на приборе. Функциональные признаки также располагают в определенном порядке. Указывают только те функциональные признаки, которые используют в данной системе. Пример построения условного обозначения прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления приведен на рис. 1.2.



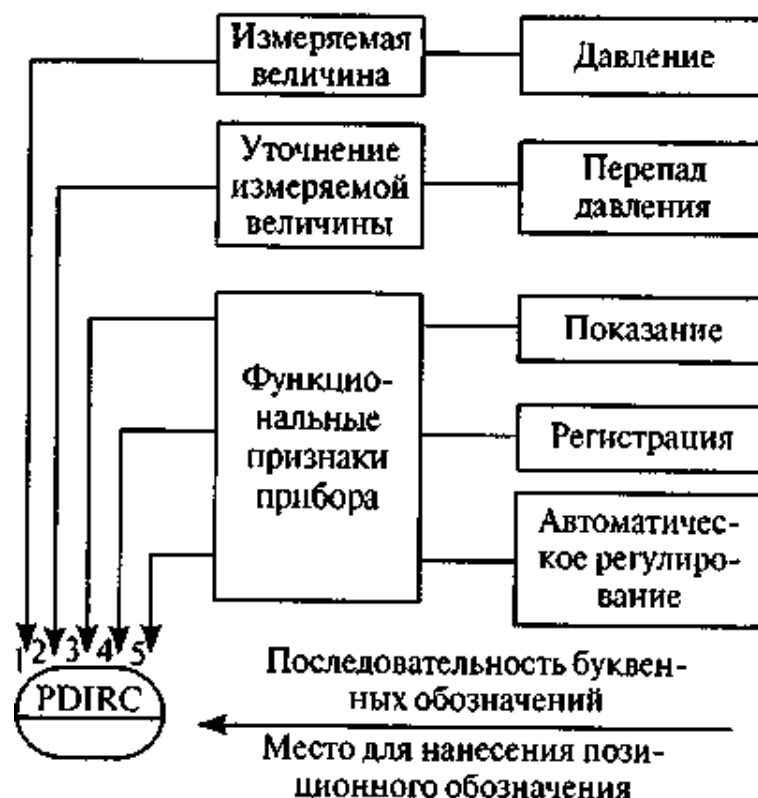




Рис. 1.2. Условное изображение прибора для измерения, регистрации и автоматического регулирования перепада давления

В некоторых случаях для обозначения первичных преобразователей и приборов, позиционные обозначения которых состоят из большого числа знаков, применяют графические обозначения в виде эллипса. При составлении схем автоматизации с использованием условных обозначений по ГОСТ 21.404–85 можно воспользоваться табл. 1.4.

Для обозначения величин, не предусмотренных данным стандартом, могут быть использованы резервные буквы. При этом многократно применяемые величины следует обозначать одной и той же резервной буквой. Для одноразового или редкого применения можно использовать букву Х. Если применяют резервные буквы, то на схеме их необходимо расшифровать. Не допускается в одной и той же документации применение одной резервной буквы для обозначения разных величин. Условные обозначения с применением дополнительных букв составляют следующим образом: на первом месте ставят букву, обозначающую измеряемую величину; на втором – одну из букв, уточняющих величину: *E*; *D*; *K*; *Y*.

## Примеры построения условных обозначений по ГОСТ 21.404–85

Буквенное условное обозначение	Характер прибора	Обозначения
1	2	3
А (сигнализация)	Аппаратура, предназначенная для ручного дистанционного управления, снабженная устройством для сигнализации, установленная на щите (кнопка со встроенной лампочкой, ключ управления с подсветкой и т. д.)	
	Прибор для измерения массы продукта показывающий, с контактным устройством, установленный по месту (например, устройство электронно-тензометрическое или сигнализирующее).	
	Прибор для измерения уровня показывающий, с контактным устройством, установленный на щите (вторичный показывающий прибор с сигнальным устройством). Буквы <i>H</i> и <i>L</i> обозначают сигнализацию верхнего и нижнего уровней	
Е (первичное преобразование)	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения температуры, установленный по месту (термометр термоэлектрический, термометр сопротивления, термобаллон манометрического термометра, датчик пирометра).	
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения расхода, установленный по месту (диафрагма, сопло, труба Вентури, датчик индукционного расходомера).	
	Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения уровня, установленный по месту (например, датчик электрического или емкостного уровнемера)	

<p><math>Q</math> (справа от изображения прибора указать наименование или символ измеряемой величины)</p>	<p>Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) для измерения качества продукта, установленный по месту (например, датчик рН-метра).</p> <p>Прибор для регулирования и измерения качества продукта показывающий, установленный по месту (например, газоанализатор показывающий для контроля содержания кислорода в дымовых газах).</p> <p>Прибор для измерения качества продукта регистрирующий, регулирующий, установленный на щите (например, вторичный самопишущий прибор регулятора концентрации серной кислоты в растворе).</p>	<p><math>pH</math></p>  <p><math>O_2</math></p>  <p><math>H_2SO_4</math></p> 
<p><math>U</math> (измерение разнородных величин)</p>	<p>Прибор для измерения нескольких разнородных регистрирующих величин, установленный по месту (например, самопишущий дифманометр-расходомер с дополнительной записью давления и температуры пара). Буква может быть использована для обозначения прибора, измеряющего несколько разнородных величин</p>	<p><math>v=f(F, ?)</math></p> 
<p><math>T</math> (дистанционная передача сигнала)</p>	<p>Прибор для измерения температуры шкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (термометр манометрический бесшкальный с пневмо- или электропередачей)</p> <p>Прибор для измерения давления (разрежения) бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, манометр, дифманометр бесшкальный с пневмо- или электропередачей)</p> <p>Прибор для измерения расхода бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту (например, бесшкальный дифманометр или ротаметр с пневмо- или электропередачей)</p> <p>Прибор для измерения уровня бесшкальный, с дистанционной передачей показаний, установленный по месту</p>	   

<i>K</i> (приборы с переключателем вида управления – дистанционного или ручного)	Комплект для измерения температуры регистрирующий, регулирующий, снабженный станцией управления, установленный на щите (вторичный прибор и регистрирующий блок) Прибор для управления процессом по временной программе, установленный на щите (командный электропневматический прибор, многоцепное реле времени и др.)	 
<i>Y</i> (преобразование сигнала)	Преобразователь сигнала, установленный на щите (входной и выходной электрические сигналы) (например, преобразователь измерительный, служащий для преобразования ТЭДС термометра термоэлектрического в сигнал постоянного тока)  Преобразователь сигнала, установленный по месту (входной сигнал пневматический, выходной – электрический)  Вычислительное устройство, выполняющее функцию умножения на постоянный коэффициент <i>K</i>	<i>E/E</i>  <i>P/E</i>  <i>K</i> 
<i>H</i> (устройства для ручных операций)	Аппаратура для ручного дистанционного управления, установленная на щите (кнопка, ключ управления, задатчик)	
	Байпасная панель дистанционного управления, установленная на щите	
	Переключатель электрических цепей измерения (управления), переключатель для газовых (воздушных) линий, установленный на щите	

Например, первичные измерительные преобразователи температуры (термометры термоэлектрические, термометры сопротивления и др.) обозначают *TE*, первичные измерительные преобразователи расхода (сужающие устройства расходомеров, датчики индукционных расходомеров) – *FE*, бесшкальные манометры с дистанционной передачей показаний – *PT*, бесшкальные расходомеры с дистанционной передачей – *FT*.

Первая буква в обозначении каждого прибора, входящего в комплект

средств автоматизации, – это наименование измеряемой комплектом величины. Например, для измерения и регулирования температуры первичный измерительный преобразователь следует обозначать *ТЕ*, вторичный регистрирующий прибор – *ТК*, регулирующий блок – *ТС*.

Запорную и регулирующую арматуру (задвижки, заслонки, шиберы), применяемую в системах автоматизации и заказываемую по технической части проекта, изображают в соответствии с действующими стандартами. Подвод линий связи к символу прибора допускается изображать в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку).

Если необходимо показать передачу сигнала, на линии связи можно нанести стрелки. Условные или графические обозначения выполняют линиями толщиной  $0,5 \div 0,6$  мм, а горизонтальную разделительную черту внутри обозначения и линии связи – толщиной  $0,2 \div 0,3$  мм.

Всем приборам и средствам автоматизации, изображенным на схемах автоматизации, присваивают позиционные обозначения (позиции), сохраняющиеся во всех материалах проекта.

Позиционное обозначение – условное обозначение каждого элемента или устройства, входящего в состав изделия. Оно содержит информацию о виде элемента (устройства), его порядковый номер среди элементов (устройств) данного вида и при необходимости указание функции, выполняемой данным элементом (устройством) в изделии.

Каждому комплекту средств автоматизации присваивают порядковый номер. Комплектом считают функционально связанные устройства, выполняющие определенную задачу. Каждому элементу комплекта дают цифро-цифровое обозначение (позицию), состоящее из порядкового номера и цифрового индекса. Позиции приборам и средствам автоматизации на функциональных схемах присваивают в последовательности прохождения сигнала, начиная от отборных и приемных устройств и кончая исполнительными механизмами, включая все элементы данной цепи, изображенные на схеме.

Например, комплекту присваивают порядковый номер 7, отдельным элементам и устройствам (за исключением электроаппаратуры управления и сигнализации), соединенным линиями связи и входящим в измерительный, регулирующий или управляющий комплект (приемным устройствам, датчикам, преобразователям, вторичным измерительным приборам, регулирующим устройствам, исполнительным механизмам, регулирующим органам и т. п.), дополнительно присваивают индекс из букв русского алфавита или цифр, например: 7-1, 7-2, 7-3 и т.д.

Отборные устройства, являющиеся готовыми изделиями (газоотборное устройство газоанализатора, отборное устройство с разделительной мембраной для измерения давления вязкой среды и т. д.), получают первый номер комплекта, в который они входят, например 3-1.

Бобышкам, кранам для установки термометров, отборным устройствам и другим аналогичным приспособлениям, входящим в комплекты технологического оборудования и трубопроводов, или монтажно-

установочным приспособлениям, изготовляемым при монтаже, позиционные обозначения не присваивают.

Позиционные обозначения для всех схем автоматизации проекта должны соответствовать спецификации. Она является исходным материалом для составления заявочной ведомости и заказной спецификации. В спецификацию включают все устройства с позиционными обозначениями. Позиционные обозначения в схемах автоматизации проставляют в нижней части окружности, обозначающей прибор, или рядом с условными графическими обозначениями приборов и средств автоматизации с правой стороны или над ними.

Функциональную схему автоматизации (ФСА) выполняют в виде чертежа, на котором схематически условными обозначениями показывают технологическое оборудование, коммуникации, органы управления и средства автоматизации; технологическое оборудование и средства автоматизации соединены линиями связи.

Схемы оформляются развернутым способом, т.е. щиты и пульты управления изображают в виде прямоугольника (в верхней или нижней части чертежа), в котором показывают аппаратуру контроля, регулирования, сигнализации и управления. Показывают все приборы и средства автоматизации проектируемого узла и месторасположение аппаратуры.

При большом объеме автоматизации технологического процесса схемы автоматизации выполняют раздельно (отдельно автоматическое управление, отдельно контроль и сигнализация и т.п.).

При наличии однотипных технологических объектов (цехов, отделений, установок, агрегатов, аппаратов), не связанных между собой и одинаково оснащенных приборами и средствами автоматизации, схему автоматизации выполняют для одного из них, при этом на чертеже делается пояснение, например: «Схема составлена для агрегата 1; для агрегатов 2 – 4 схемы аналогичны». Пояснения дают соответственно особенностям позиционных обозначений (маркировки) и спецификации, например: «В спецификации учтена аппаратура для четырех агрегатов. Маркировка приборов и средств автоматизации для агрегатов аналогична приведенной для агрегата 1 с изменением цифрового индекса соответственно номеру агрегата». На функциональной схеме автоматизации рекомендуется указать основные функции управляющего вычислительного комплекса (УВК), как, например, на рис. 1.3.

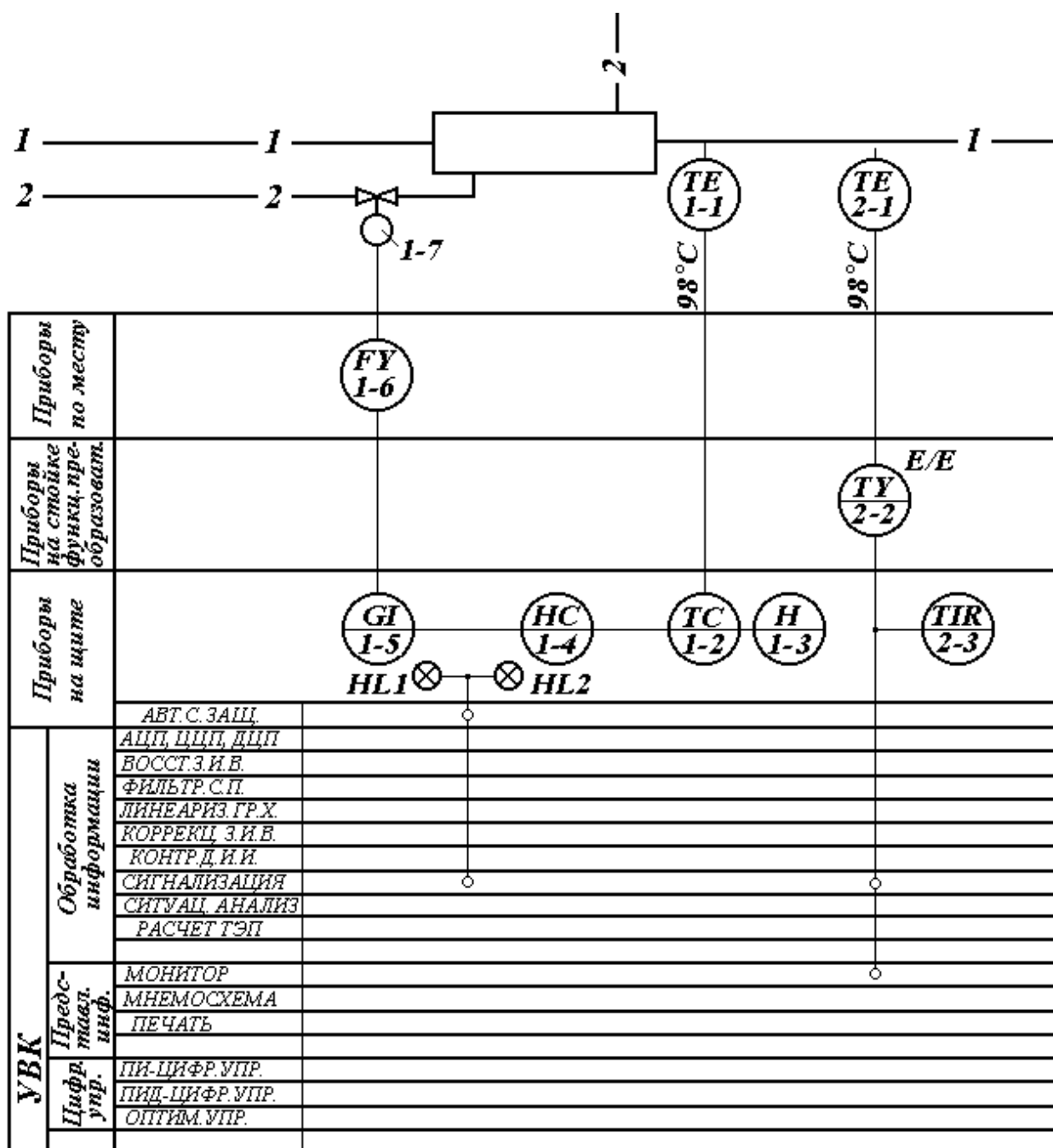


Рис. 1.3. Пример изображения функциональной схемы автоматизации

Для однотипных технологических объектов или их частей, имеющих щиты, пульты, стенды и т.п., с одинаковой аппаратурой приборы на схемах автоматизации с целью упрощения показывают только для одного объекта или его части, а на общих щитах или пультах – приборы и средства автоматизации для всех однотипных объектов. При этом около линий связи, соединяющих приборы и средства автоматизации с объектом, технологическое оборудование которого не показано, дают необходимые пояснения.

Следует выполнять экспликацию основного оборудования и возле каждого элемента технологической схемы делать надписи, определяющие

наименование оборудования.

В прямоугольнике, отображающем УВК, наносят горизонтальные линии с надписями, обозначающими функции, выполняемые машиной (рис. 3.5). К этой линии присоединяют линии от преобразователей и аппаратуры, подключаемых к машине. На линиях, соединяющих первичные преобразователи с прямоугольниками щитов, проставляют **рабочие значения** измеряемых величин, которые служат основанием для выбора диапазонов измерения приборов и измерительных преобразователей.

Линии связи на схеме автоматизации изображают одной линией независимо от числа проводов или труб и наносят с наименьшим количеством изломов и пересечений. Линии должны четко отображать функциональные связи между элементами схемы от начала до конца прохождения сигнала (воздействия). Допускается объединять в одну линию блокировочные линии связи.

В сложных схемах автоматизации допускается обрывать линии функциональных цепей, при этом каждый конец разорванной линии нумеруют одной и той же арабской цифрой. Номера линий связи располагают в горизонтальных рядах в возрастающем порядке.

Существующую механическую связь датчиков приборов, указывающих положения регулирующих органов, исполнительных устройств и т.п., обязательно показывают на схемах автоматизации.

Приборы (указатели) для однотипных измерений показывают один раз, при этом под позиционным обозначением прибора указывают число одинаковых приборов.

На первом листе чертежа схемы автоматизации над основной надписью располагают таблицу не предусмотренных стандартом условных обозначений, принятых в этой схеме. Сначала в таблицу заносят, располагая сверху вниз, условные обозначения трубопроводов. Стандартные обозначения в таблицу не включают. При необходимости таблицы нестандартных условных обозначений выполняют на отдельных листах формата А4; на поле чертежа помещают диаграммы, таблицы, тексты и надписи, поясняющие характер и последовательность работы устройств.

Схемы автоматизации графически оформляют линиями толщиной (мм): контуры технологического оборудования –  $0,6 \div 1,5$ ; трубопроводные коммуникации –  $0,6 \div 1,5$ ; приборы и средства автоматизации –  $0,5 \div 0,6$ ; линии связи –  $0,2 \div 0,3$ ; прямоугольники, изображающие приборы местные, щиты, пульты, –  $0,6 \div 1,5$ .

## 2. Принципиальные электрические схемы

Основным назначением принципиальных схем является отражение с достаточной полнотой и наглядностью взаимной связи между отдельными



средствами автоматизации и вспомогательной арматурой, входящих в состав функциональных узлов систем автоматизации, с учетом последовательности их работы и принципа действия. Принципиальные схемы составляют на основании функциональных схем автоматизации (ФСА), исходя из заданных алгоритмов функционирования отдельных узлов контроля, сигнализации, автоматического регулирования и управления и общих технических требований, предъявляемых к автоматизированному объекту. На принципиальных схемах в условном виде изображают приборы, аппараты, средства связи между элементами, блоками и модулями этих устройств. В общем случае принципиальные схемы содержат:



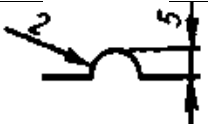


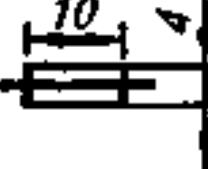
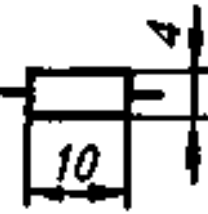
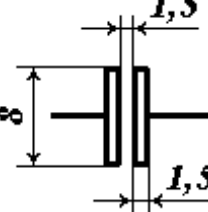
- условные обозначения принципа действия того или иного функционального узла системы автоматизации; поясняющие надписи; части отдельных элементов (приборов, средств автоматизации, электрических аппаратов) данной схемы, используемых в других схемах, а также элементы устройств из других схем;
- диаграммы переключений контактов многопозиционных устройств;
- перечень используемых в схеме приборов, средств автоматизации, аппаратов;
- перечень чертежей, относящихся к данной схеме, общие пояснения и примечания. Принципиальная схема – первый рабочий документ, на основании которого выполняют чертежи общих видов и монтажных схем, щитов, пультов, стативов и т.п. и схемы внешних соединений между щитами, пультами, стативами, с одной стороны, и приборами, исполнительными механизмами и т.д., с другой, и между собой.

Принципиальные схемы в зависимости от вида используемой в приборах и средствах автоматизации энергии могут подразделяться на электрические (ПЭС), пневматические (ППС), гидравлические и комбинированные. В АСУ ТП разрабатывают следующие типы принципиальных схем: управления, автоматического регулирования, контроля, сигнализации и питания.

*Условные графические обозначения элементов электрических схем.* Графические обозначения элементов схем устанавливаются группой стандартов «Обозначения условные графические в схемах». Некоторые из них представлены в таблице 2.1.


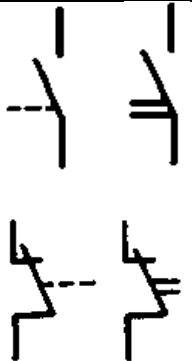

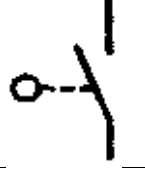
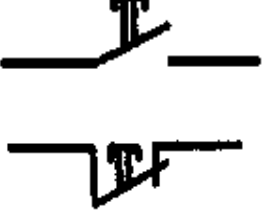
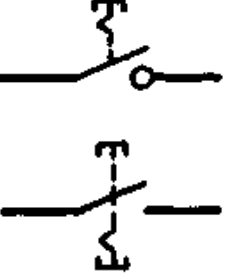
Таблица 2.1

Условные графические изображения элементов  
принципиальных электрических схем

Наименование	Обозначение
1	2
По ГОСТ 2.747-68	
Корпус	
Заземление	
Элемент нагревательный	
Статор электрической машины	
Ротор электрической машины	
Предохранитель плавкий (ГОСТ 2.728-74)	
Резистор (ГОСТ 2.728-74)	
Конденсатор (ГОСТ 2.728-74)	

Катушка индуктивности, обмотка (ГОСТ 2.723-68)	
Обмотка трансформатора (ГОСТ 2.723-68)	
Микрофон	
Громкоговоритель, репродуктор	
Лампа накаливания (осветительная и сигнальная)	
Диод полупроводниковый (ГОСТ 2.730-73)	
Звонок электрический	
По ГОСТ 2.755-87	
Контакт коммутационного устройства: замыкающий	
переключающий	
Контакт соединения: разъемного	

разборного	
Переключатель однополюсный	
По ГОСТ 2.756-76	
Катушка электромеханического устройства (реле)	
Воспринимающая часть электротеплового реле	
По ГОСТ 2.755-87	
Контакт коммутационного устройства (общее обозначение): замыкающий размыкающий	
переключающий	
Контакт без самовозврата: замыкающий размыкающий	
Выключатель трехполюсный с двумя замыкающими и одним размыкающим контактами	

<p>Контакт для коммутации силовых цепей (контакт контактора):</p> <p>замыкающий</p> <p>размыкающий</p>	
<p>Контакт с механической связью (общее обозначение):</p> <p>замыкающий</p> <p>размыкающий</p>	
<p>Выключатель:</p> <p>однополюсный</p> <p>многополюсный (например, трехполюсный)</p>	
<p>Выключатель путевой однополюсный</p>	
<p>Выключатель кнопочный нажимной:</p> <p>с замыкающим контактом</p> <p>с размыкающим контактом</p>	
<p>Выключатель кнопочный без самовозврата:</p> <p>нажимной с возвратом посредством вторичного нажатия кнопки</p> <p>нажимной с возвратом посредством отдельного привода (специальной кнопки «Сброс»)</p>	

Буквенные обозначения элементов электрических схем и их изображения должны соответствовать ГОСТ 2.710–81 (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Буквенные условные обозначения элементов электрических схем  
по ГОСТ 2.710-81

Коды		Элементы
одно букв енны е	двух букв енны е	
1	2	3
<i>A</i> <i>B</i>		Устройство (общее обозначение) Преобразователи неэлектрических величин в электрические или наоборот (кроме генераторов и источников питания); аналоговые или многоразрядные преобразователи или датчики, используемые для указания или измерения
	<i>BA</i> <i>BB</i> <i>BD</i> <i>BE</i> <i>BG</i> <i>BK</i> <i>BL</i> <i>BP</i> <i>BQ</i> <i>BV</i> <i>BR</i>	Громкоговоритель Магнитострикционный элемент Детектор ионизирующих излучений Сельсин-приемник Сельсин-датчик Тепловой датчик, термopapa Фотоэлемент Датчик давления Пьезоэлемент Датчик скорости Тахогенератор
<i>C</i> <i>D</i>		Конденсаторы Схемы интегральные, микросборки
	<i>DA</i> <i>DD</i> <i>DS</i> <i>DT</i>	Схема интегральная аналоговая Схема интегральная цифровая, логический элемент Устройство хранения информации Устройство задержки
<i>E</i>		Элементы разные
	<i>EK</i> <i>EL</i> <i>ET</i>	Лампа осветительная Нагревательный элемент Пиропатрон
<i>F</i>		Разрядки, предохранители, устройства защитные

	<i>FA</i> <i>FP</i> <i>FU</i> <i>FV</i>	Дискретный элемент защиты по току мгновенного действия Дискретный элемент защиты по току инерционного действия Предохранитель плавкий Дискретный элемент защиты по напряжению, разрядник
<i>G</i>		Генераторы, источники питания
	<i>GB</i>	Батарея
<i>H</i>		Устройства индикаторные и сигнальные
	<i>HA</i> <i>HG</i> <i>HL</i>	Прибор звуковой сигнализации Индикатор символьный Прибор световой сигнализации
<i>K</i>		Реле, контакторы, пускатели
	<i>KA</i> <i>KH</i> <i>KK</i> <i>KM</i> <i>KT</i> <i>KV</i>	Реле токовое Реле указательное Реле электротепловое Контактор, магнитный пускатель Реле времени Реле напряжения
<i>L</i>		Катушка индуктивности, дроссели
	<i>LL</i>	Дроссель люминесцентного освещения
<i>M</i>		Двигатели
<i>P</i>		Приборы, измерительное оборудование
	<i>PA</i> <i>PC</i> <i>PV</i> <i>PF</i> <i>PR</i> <i>PS</i> <i>PT</i> <i>PW</i>	Амперметр Счетчик импульсов Вольтметр Частотометр Омметр Регистрирующий прибор Часы, измеритель времени действия Ваттметр
<i>Q</i>		Выключатели и разъединители в силовых цепях (энергоснабжение, питание оборудования и т.д.)
	<i>QF</i> <i>QK</i> <i>QS</i>	Выключатель автоматический Короткозамыкатель Разъединитель
<i>R</i>		Резисторы
	<i>RK</i> <i>RP</i> <i>RS</i> <i>RU</i>	Терморезисторы Потенциометр Шунт измерительный Варистор
<i>S</i>		Устройства коммутационные в цепях управления, сигнализации и измерения

	<i>SA</i> <i>SB</i> <i>SF</i>  <i>SL</i> <i>SP</i> <i>SQ</i> <i>SR</i> <i>SK</i>	Выключатель или переключатель Выключатель кнопочный Выключатель автоматический Выключатели, срабатывающие от различных воздействий: уровня давления положения (путевой) частоты вращения температуры
<i>T</i>		Трансформаторы, автотрансформаторы
	<i>TS</i> <i>TA</i> <i>TV</i>	Электромагнитный стабилизатор Трансформатор тока Трансформатор напряжения
<i>U</i>		Устройство связи, преобразователи электрических величин
	<i>UB</i> <i>UR</i> <i>UI</i> <i>UZ</i>	Модулятор Демодулятор Дискриминатор Преобразователь частотный, инвертор, генератор частоты, выпрямитель
<i>V</i>		Приборы электровакуумные и полупроводниковые
	<i>VD</i> <i>VT</i> <i>VL</i> <i>VS</i>	Диод, стабилитрон Транзистор Прибор электровакуумный Тиристор
<i>W</i>		Линии и элементы СВЧ
	<i>WE</i> <i>WK</i> <i>WS</i> <i>WT</i> <i>WU</i> <i>WA</i>	Ответвитель Короткозамыкатель Вентиль Трансформатор, фазовращатель Аттенюатор Антенна
<i>X</i>		Соединение контактное
	<i>XA</i> <i>XP</i> <i>XS</i> <i>XT</i> <i>XW</i>	Токоъемник, контакт скользящий Штырь Гнездо Соединение разборное Соединитель высокочастотный
<i>Y</i>		Устройства механические с электромагнитным приводом
	<i>YA</i> <i>YB</i> <i>YC</i> <i>YH</i>	Электромагнит Тормоз с электромагнитным приводом Муфта с электромагнитным приводом Электромагнитный патрон или плита
<i>Z</i>		Устройства, оконечные фильтры, ограничители



	<i>ZL</i>	Ограничитель
	<i>ZQ</i>	Фильтр кварцевый

**Примечания:** 1. Сочетание *PE* не допускается.

2. Обозначение *SF* применяется для аппаратов, не имеющих контактов силовых цепей.

Обозначения аппаратов и их элементов на принципиальных электрических схемах указывают следующим образом:

- при горизонтальном положении электрических цепей – над графическим изображением аппаратов и их элементов;
- при вертикальном положении цепей – справа от графических изображений аппаратов и их элементов;
- для вращающихся машин (электродвигателей, генераторов и др.) – внутри графических изображений.

Для облегчения чтения схем условные обозначения допускается пропорционально увеличивать или уменьшать. Их можно также поворачивать в горизонтальном и вертикальном направлениях на 90 или 180°. Элементы фильтров или схем мостов изображают под углом 45° по отношению к горизонтальной оси.

Условные графические обозначения и наименование элементов, не предусмотренных ГОСТом, указывают в отдельной таблице над штампом. Элементы приборов для измерения неэлектрических величин (температуры, давления и т.д.) изображают в виде окружности диаметром 8 мм с указанием номера позиции по схеме автоматизации. Номер позиции при горизонтальном начертании элементов управления проставляют над графическим обозначением, а при вертикальном – с правой стороны от него. Над контактами регулирующих приборов указывают характер контакта (максимальный, минимальный, нормальный).

ГОСТ 2.710 – 81 предусматривает следующие типы условных обозначений: высшего уровня, функциональной группы, конструктивного расположения, позиционное, электрического контакта, адресное, составное.

Обозначение функциональной группы – условное обозначение, присвоенное функциональной группе, передающее, как правило, информацию о функциональном назначении функциональной группы. Обозначение высшего уровня строят из комбинации букв и цифр. Для устройств используют обозначения типа устройства, присвоенное ему в документации, на основании которой оно применено, или буквенно-цифровое обозначение, начинающееся с буквы "А", присвоенное на схеме объекта, например = А23, = АС16.

Для функциональных групп можно использовать цифровое обозначение с квалифицирующим символом, например ≠ 27.

Позиционное обозначение – условное обозначение, присвоенное каждому элементу и устройству, входящему в состав изделия, и содержащее

информацию о виде элемента (устройства), его порядковый номер среди элементов (устройств) данного вида и, при необходимости, указание о функции, выполняемой данным элементом (устройством) в изделии.

Обозначение электрического контакта – условное обозначение, присвоенное электрическому контакту (выводу) элемента или устройства, предназначенному для осуществления электрических соединений или контроля.

В принципиальных электрических схемах проектов автоматизации из перечисленных типов условных обозначений, как правило, применяются: позиционные обозначения элементов схем, обозначения электрических контактов (например, для контактов штепсельных разъемов и др.) и составное обозначение.

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

Составное обозначение вводится в сложных схемах, когда целесообразно различные схемы сгруппировать в функциональные группы и (или) выделить какие-либо устройства. Например, в схеме на рис. 3.6 в качестве условных обозначений элементов применено составное обозначение, образованное из обозначений функциональной группы ( $\neq SA$ ,  $\neq A2$ ) и позиционного обозначения различных элементов схем ( $K2$  и др.). Таким образом, условное обозначение, например, реле в этой схеме записано:  $\neq A1 - K2$  (о квалифицирующих символах – см. ниже). Символом  $A2$  здесь обозначен стандартный блок управления электродвигателем.

Как видно из приведенных примеров, составное обозначение образовывается последовательной записью условных обозначений различных типов в том порядке, в котором эти типы условных обозначений записаны в ГОСТ 2.710–81. Допускается изменять установленную последовательность записи различных типов, когда необходимо, например, передать более полную информацию о вхождении элементов, устройств или функциональных групп в устройства, функциональные группы более высокого уровня.

*Перечень элементов.* Основные характеристики всех аппаратов и элементов, используемых в данной принципиальной электрической схеме, должны быть приведены на схеме в перечне аппаратуры, который оформляется в виде таблицы, объединяющей аппаратуру в группы в зависимости от места установки и заполняемой сверху вниз. В перечне аппаратуры указывают номера позиций по заказной спецификации, обозначения по электрической схеме, наименование, тип, число аппаратов, технические характеристики и дают примечания. Перечень элементов обычно помещают на первом листе схемы над основной надписью. При необходимости допускается выполнять перечень аппаратуры на отдельном листе.

Пример принципиальной электрической схемы управления электродвигателем задвижки без принудительного уплотнения при закрытии [2] представлен на рис.2.1.

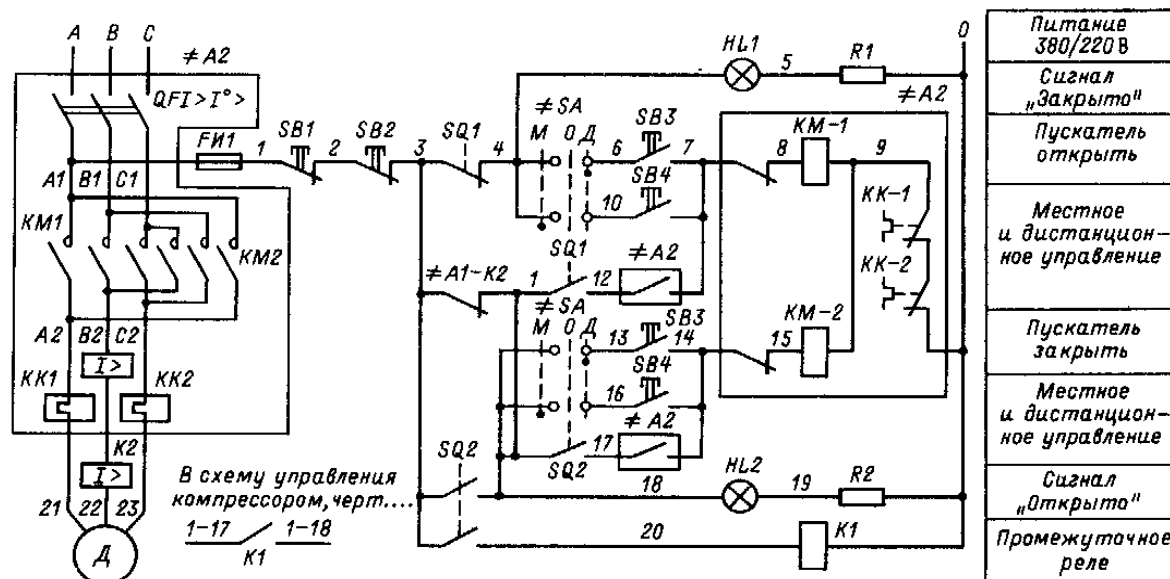


Рис. 2.1. Принципиальная электрическая схема управления электродвигателем задвижки без принудительного уплотнения при закрытии [2]

Под одним номером в перечне можно объединять все приборы и аппараты, имеющие одинаковый тип, технические характеристики и каталожные наименования.

Сложные устройства, выпускаемые заводами-изготовителями в виде готовых изделий (станции и панели управления, блоки сигнализации и т. п.), следует заносить в перечень аппаратуры комплектно, без расчленения на отдельные элементы.

Аппараты и приборы, контакты которых обведены тонкими линиями (см. ниже), в перечень данной схемы не внесены, так как они учтены в перечнях соответствующих схем. Пример оформления перечня элементов к рис. 2.1 приведен в табл. 2 1.

Диаграммы и таблицы включений контактов электрических аппаратов и устройств. На схемах, в которых используют многопозиционные аппараты (ключи, переключатели, программные устройства и т.п.), помещают диаграммы и таблицы переключений их контактов. В таблицах приводят данные, отражающие тип аппарата, вид рукоятки (спереди) и схему расположения контактов (сзади), тип рукоятки и пакета, номер контактов и режим работы.

Таблица 2.1

## Перечень элементов к рис. 2.1 [2]

Позиция	Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Число	Техническая характеристика	Примечание
Щит управления						
101	HL1	Лампа в арматуре с зеленой линзой АС-220	Ц-220-10	1	220 В, 10 Вт	
102	HL2	То же с красной линзой	Ц-220-10	1	220 В, 10 Вт	
105	SB1, SB3	Кнопка управления	К-03	3	200 В, 5 А,	
112	K1	Реле промежуточное	РП-25	1	1 <sub>з</sub> + 1 <sub>р</sub> 220 В,	
114	R1, R2	Резистор проволочный эмалированный	ПЭ-15	2	4 <sub>з</sub> +1 <sub>р</sub> 100 Ом, 15 Вт	
По месту						
108	SB2, SB4	Кнопка управления трехштифтовая	КУ-122-3М	1	220 В, 4 А,	
-	M	Двигатель	АОС31-4Ф <sub>2</sub>	1	1 <sub>з</sub> + 1 <sub>р</sub> 380 В, 0,6 кВт	
-	SQ1, SQ2	Конечные выключатели	УКВ-4	4		
Шкаф силового электрооборудования						
115	KK-1, KK-2	Реле максимального тока	РТ-40/6	1	380 В, 6 А	Режим длительный Станция управл.
-	QF	Автоматический выключатель	АП50-3МТ	1	500 В, I <sub>ном</sub> =2,5 А, I <sub>отс</sub> =7I <sub>ном</sub>	
-	KM-1, KM-2	Пускатель магнитный реверсивный	ПМЕ-114	1	220 В	
-	FU1	Предохранитель	ПР2	1	550 В,	
-	≠SA	Универсальный переключатель	УП5311-С225	1	I <sub>вст</sub> =6 А 500 В, 20 А	

Не использованные в схеме контакты обозначают звездочкой (\*). Значение звездочки поясняют в примечании. Над таблицей указывают наименование и буквенно-позиционное обозначение аппарата.

Для всех программных устройств, конечных и путевых выключателей и т.п. на схемах изображают диаграммы их работы с пояснениями. В необходимых случаях приводят циклограммы работы оборудования и аппаратуры.

Контакты аппаратов данной схемы, занятые в других схемах, изображают на свободном поле чертежа в виде самостоятельных цепей отдельно от основных цепей схемы. Над ними, как правило, размещают поясняющую надпись «Контакты, используемые в других их схемах». Около каждого изображенного контакта указаны краткое наименование и номер схемы, а также маркировка цепей из этой схемы, в которой этот контакт занят. Например, на рис. 3.6 контакт реле *K1* используется в схеме

управления компрессором. Адресом для отыскания этого контакта в схеме компрессора служат: номер чертежа, буквенно-позиционное обозначение  $K1$  и маркировка 1-17 и 1-18.

Для того, чтобы упростить чтение принципиальных электрических схем, цепи последовательно нумеруют (маркируют). Маркировка участка цепи служит для их опознания, а иногда и для отражения их функционального назначения в принципиальных электрических схемах. При горизонтальном изображении цепи и их ответвления нумеруют сверху вниз, а при вертикальном – слева направо. В первом случае номер указывают слева от цепи, во втором – сверху над цепью.

Маркировку в электрических схемах осуществляют по ГОСТ 2709–89, согласно которому все участки электрических цепей, разделенные контактами аппаратов, обмотками реле и другими элементами, должны иметь разную маркировку (рис. 2.1). Участки, сходящиеся в одном узле принципиальной электрической схемы, а также проходящие через разъемные контактные соединения, маркируют одинаково.

Для маркировки применяют арабские цифры и прописные буквы латинского алфавита.

Цепи в схемах обозначают независимо от нумерации входных и выходных элементов машин, аппаратов и приборов, соблюдая последовательность обозначения от ввода источника питания к потребителю. Разветвляющиеся участки обозначают сверху вниз в направлении слева направо.

Для обозначения используют прописные буквы латинского алфавита и арабские цифры, выполненные одним размером шрифта. Не рекомендуется применять буквы  $I$  и  $O$ .

Для силовых цепей переменного тока приняты обозначения  $L1$ ,  $L2$ ,  $L3$  и последовательные числа. Например, участки цепи первой фазы  $L1$  обозначают  $L11$ ,  $L12$ ,  $L13$ ,..., второй фазы  $L2$  -  $L21$ ,  $L22$ ,  $L23$ ,... и т.д. Допускается, если это не вызовет ошибочного подключения, обозначать фазы соответственно буквами ( $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,...,  $A1$ ;  $B1$  и т.д.). Нейтральный провод обозначают буквой  $N$ .

Силовые цепи постоянного тока обозначают: участки цепей положительной полярности - нечетными числами, отрицательной полярности - четными числами. Входные и выходные участки цепи обозначают с указанием полярности плюс " $L +$ " и минус " $L -$ ". Допускается применять только знаки "+" и "-". Средний провод обозначают буквой  $M$ .

Допускается обозначать цепи последовательными числами.

Маркировку, как правило, проставляют: при горизонтальном расположении цепей – над участком проводника, при вертикальном расположении цепей – справа от участка проводника. Цепи управления, сигнализации, защиты, блокировки, измерения маркируют последовательно цифрами.



срабатывании. Контакт TS1 может принадлежать сигнализирующему (двух-трехпозиционному регулирующему) прибору или датчику-реле параметра, превышение или понижение величины которого должно вызывать срабатывание защиты.

Таблица 2.2

Перечень элементов

Таблица 2

Позиционное обозначение	Наименование	Тип	Количество	Техническая характеристика
По месту				
KM1	Пускатель магнитный неревверсивный с тепловым реле ТРН25 и катушкой на 220 В	ПМЕ22 2 6р, 2з	1	550 В, 25 А
SB1	Кнопочная станция с двумя кнопочными элементами, в защищенном исполнении	КУ122- 2М	1	380 В, 4 А
Пульт управления				
SB2	Кнопочная станция с двумя кнопочными элементами, в защищенном исполнении	КУ122- 2М	1	380 В, 4 А
HL1, HL2	Лампа в арматуре АС-200 с зеленой и красной линзами	Ц-220- 210	2	220 В, 10 Вт
QF1	Выключатель автоматический	АП50- ЗМТ	1	500 В, 1 втс=16 А
FU1, FU2	Предохранитель	ПР2	3	220 В, 1 втс=6 А

Для технологической защиты оборудования необходим размыкающий контакт TS1, который обесточивает катушку магнитного пускателя KM1 при срабатывании. Контакт TS1 может принадлежать сигнализирующему (двух-трехпозиционному регулирующему) прибору или датчику-реле параметра, превышение или понижение величины которого должно вызывать срабатывание защиты.

### 3. Примерное содержание раздела по автоматизации

- 1) Функциональная схема автоматизации выполненная на формате А1 либо А3.
- 2) Описание функциональной схемы автоматизации.
- 3) Спецификация на приборы и средства автоматизации (таб. П1.1)

4) Принципиальная электрическая схема или принципиальная схема соединения внешних проводок.

5) Перечень элементов Таблица 2.1

#### **4 Составление спецификации на приборы и средства автоматизации**

Спецификацию приборов и средств автоматизации составляют в определенной форме согласно ГОСТ (приложение 1), состоящей из следующих граф:

**1. Номера позиции.** Указывают номера позиции, присвоенные данному прибору и аппаратуре по функциональной схеме. Вспомогательная аппаратура, не показанная на функциональной схеме, может быть добавлена либо в комплекте соответствующего прибора с последующим цифровым индексом, либо в конце спецификации с новым последующим номером позиции.

**2. Наименование измеряемого (или регулируемого) параметра, среды и место отбора импульса.** Указываются наименование параметра (температура, давление, расход, концентрация), среды (пар, вода, масло, дымовые газы) и место отбора импульса. Запись может иметь следующий вид: "Температура пара перед подогревателем № 3" или "Уровень мазута в емкости Е - 1".

**3. Характеристика измеряемой (или регулируемой) среды.** Указывают предельные рабочие значения параметров, необходимых для выбора шкал приборов, или заданные значения параметров и их допустимые отклонения - для выбора типа регулятора, а также особые свойства среды (вязкость, агрессивность по отношению к каким-либо материалам, взрывоопасность и т.п.), влияющие на выбор соответствующей аппаратуры. Размерности величин параметров в этой графе должны иметь четкое стандартное написание, например: для температуры - 240°C; для давления - 32 МПа; для расхода - 80 м<sup>3</sup>/ч и т.д., а для электрических величин - 150 Ом, 220 В, 2 А и т.п.

**4. Место установки приборов и аппаратуры.** Указывают конкретное место установки первичного прибора, регулятора или вспомогательного оборудования, приводят размеры трубопроводов, каналов, а для сужающих устройств расходомеров - действительный внутренний диаметр труб и т.п., указывают также, на каком щите или пульте установлен прибор, уточняют его расположение (например, внутри щита).



**5. Наименование и характеристика приборов и аппаратуры.** Это важная графа спецификации. Она должна быть составлена с полнотой, достаточной для оформления заказа снабженческими и сбытовыми организациями. Если, например, специфицируется термоэлектрический преобразователь, то помимо его типа, отмеченного в графе 6, обязательно записывается материал термоэлектродов, указывается глубина погружения, материал защитного чехла и его форма. Запись в графе 5 может выглядеть примерно так: "Термоэлектрический преобразователь хромель - алюмелевый, без штуцера, рабочая длина 800 мм, в составном сваренном защитном чехле без муфты, с наконечником из стали 1X18H9T".

Так же подробно специфицируются и другие приборы. При этом, если для термопреобразователя сопротивления достаточно указать "Термопреобразователь сопротивления платиновый, с неподвижным штуцером, в защитной наружной арматуре из стали 1X18H9T, с максимальной глубиной погружения 200 мм, на условное давление 4 МПа, со средней инерционностью, градуировка гр.22", то для других приборов указывают подробно такие данные: полное название, способ отсчета (показывающий, самопишущий и т.п.), размеры корпуса, пределы измерений (с размерностью), основная погрешность и другие специфические данные. Например, для манометра: "Манометр технический обыкновенный с трубчатой пружиной, показывающий, в корпусе диаметром 160 мм, расположение штуцера радиальное, на пределы измерения 25 МПа, класс точности 1.5".

**6. Тип или шифр прибора** указывают по каталогу. Например, для термоэлектрического преобразователя необходимо указать в графе 6 "ТХА - ХШ". Полное наименование в графе 5 контролируется обозначением типа в графе 6, что исключает случайные ошибки.

**7, 8. Количество приборов и аппаратуры.** Так как функциональная схема часто составляется на один агрегат, установку или участок, то сначала необходимо указать в графе 7 число приборов на один агрегат, а затем в зависимости от числа параллельно работающих агрегатов необходимо указать в графе 8 число строго одинаковых во всем совпадающих приборов на все агрегаты.

**9. Указывают завод-изготовитель** или его код ОКПУ приборов и аппаратуры.

**10. Примечание.** Указываются условия поставки или изготовления, например, "изготовить по специальному заказу" и т.п.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Единая система конструкторской документации: Справочное пособие/ Борушек С.С., Волков А.А., Ефимова М.М. и др. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Изд-во стандартов, 1989.
2. Монтаж средств измерений и автоматизации: Справочник/ Алексеев К.А., Антипин В.С., Ганашек А.Л. и др.; Под ред. А.С. Ключева. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. ГОСТ 2.784-70 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов
4. ГОСТ 21.404-85 (21.408-93) Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов
5. ГОСТ 21.404-85 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах
6. ГОСТ 2.747-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений
7. <http://www.gost.ru>.
8. Группа предприятий «Метран». Россия, г. Челябинск, <http://www.metran.ru>
9. АООТ «Теплоприбор». Россия, г. Рязань, <http://www.teplopribor.ryazan.ru>
10. Завод электроники и механики. Россия, г. Чебоксары, <http://www.zeim.ru>
11. Саранский приборостроительный завод. Россия, г. Саранск, <http://pribor.moris.ru>
12. ПТТФ «ЛГавтоматика». Россия, г. Москва, <http://www.klapan.ru>
13. ЗАО «РУСТ-95». Россия, г.г. Москва, Санкт-Петербург, <http://www.roost.ru>
14. Завод «ТИЗПРИБОР», Россия, г. Москва, <http://www.tizpribor.ru> ОАО Арзамасский приборостроительный завод. Россия, г. Арзамас, <http://www.oaoarz.com>
16. Фирма «YOKOGAWA». Япония, <http://www.yokogawa.ru>
17. Фирма «VEGA». Техника измерения уровня и давления. Германия, <http://www.vega.com>; <http://www.vega-rus.ru>
18. Фирма «EMERSON». США, Сент-Луис, Миссури, <http://www.EmersonProcess.ru>
19. Фирма «SAMSON». Германия, Франкфурт на Майне, <http://www.samson.ru>
20. ООО Фирма «ЮМО». Германия, [www.jumo.de](http://www.jumo.de)
21. Фирма compel-avtomatika. <http://www.compel-avtomatika.ru>
22. Фирма SCHNEIDER-ELECTRIC <http://www.schneider-electric.ru>

Таблица П1.1

СПЕЦИФИКАЦИЯ  
на приборы и средства автоматизации

15 мм      35 мм      15 мм      30 мм      95 мм      30 мм      15 мм      15 мм      25 мм      14 мм

Номер позиции по функцио нальной схеме	Наименовани е параметра, среды и места отбора импульса	Предельное рабочее значение параметра	Место установки	Наименовани е и характеристи ки	Тип, модел ь	Количество		Завод- изготови тель	Приме чание
						на один агрегат	на все агрегаты		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

**Володин Юрий Гурьянович**  
**Марфина Ольга Павловна**

Учебное пособие

Редактор В.Н. Сластникова  
Корректор М.Ю. Малышкина

Издательство

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Формат 60×84/16

Заказ

Бумага офсетная №1

Усл.-печ.л.

Тираж 100экз.

Печать ризографическая

Уч.-изд.л

Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательства КГАСУ

420043, Казань, Зеленая, 1