

Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

Виды и комплектность конструкторских документов (КД): ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2.101-2016

Виды и типы схем: ГОСТ 2.701-2008

По видам схемы подразделяют на электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные.

Наибольшее распространение получили электрические схемы. В специальных условиях, например в условиях взрывоопасных производств, применяют пневматические приборы и средства автоматизации. Из-за громоздкости гидравлической аппаратуры и трудностей передачи гидравлических командных импульсов на большие расстояния гидравлические схемы получили небольшое распространение.

В ряде случаев в проектах встречаются комбинированные схемы.

Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

По *типам* схемы автоматизации подразделяются на:

- *структурные*, отражающие укрупненную структуру изделия (объекта, системы) и взаимосвязи между пунктами контроля и управления объектом и отдельными должностными лицами;
- *функциональные*, отражающие функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, сигнализации, управления и регулирования технологического процесса и определяющие оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации;
- *принципиальные*, определяющие полный состав входящих в отдельный узел автоматизации элементов, модулей, вспомогательной аппаратуры и связей между ними и дающие детальное представление о принципе его работы. На основании принципиальных схем разрабатывают схемы внешних соединений электрических и трубных проводок, общих видов и монтажных схем щитов и пультов автоматизации;

Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

- *монтажные*, показывающие соединение электрических и трубных проводок в пределах комплектных устройств (щитов, пультов и т. п.), а также места их присоединения и ввода (сборки коммутационных зажимов, клеммные блоки, штепсельные разъемы, переборочные соединения для трубных проводок и т. п.);
- *подключений*, показывающие схематичное расположение устройств на панелях и содержащие адреса подключений к другим электрическим устройствам;
- *соединений*, показывающие внешние электрические и трубные связи между измерительными устройствами и исполнительными устройствами, с одной стороны, щитами и пультами автоматизации – с другой. На схеме соединений показывают также вспомогательные элементы (фитинги, проходные и соединительные коробки и т. п.) и в необходимых случаях – шкафы силового электрооборудования.

Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

- Схемы автоматизации, как правило, выполняются без соблюдения масштаба. В монтажных схемах соблюдается действительное пространственное расположение отдельных средств автоматизации и монтажных изделий.
- В зависимости от вида схемы обозначаются следующими буквами: электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П, энергетические – П, комбинированные – С.
- В зависимости от типа схемы обозначаются цифрами: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, соединений (монтажные) – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, прочие – 7.
- Наименование и код схемы определяют ее вид и тип. Например, схема электрическая принципиальная – ЭЗ, схема гидравлическая соединений – Г4.

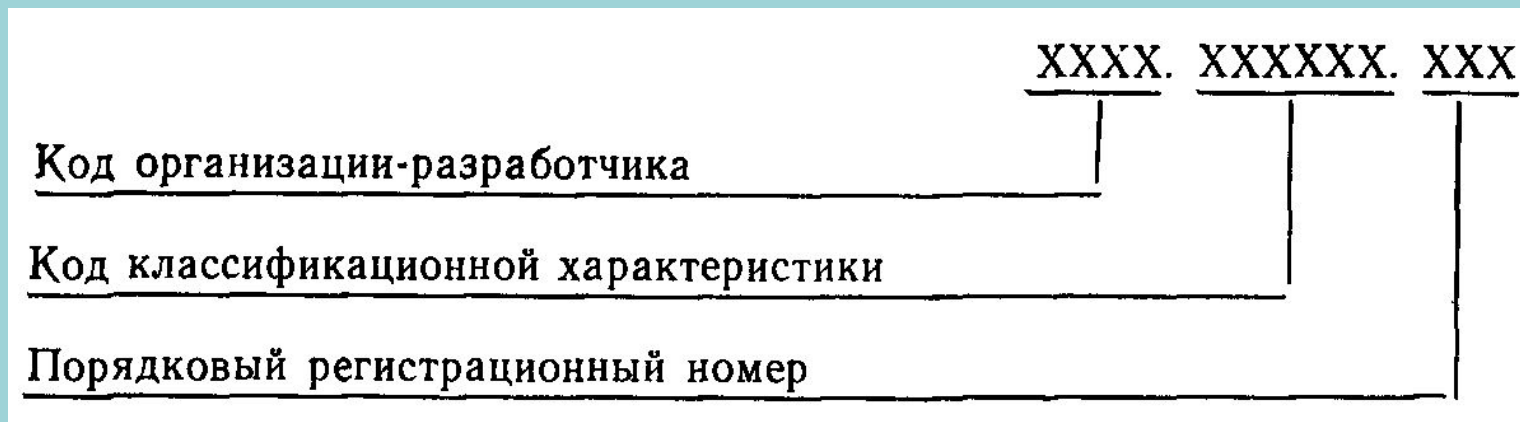
Структура обозначения изделий

Согласно **ГОСТ 2.201-80** каждому комплекту рабочих чертежей присваивают самостоятельное обозначение, в состав которого включают базовое обозначение и марку основного комплекта:

При выпуске на изделие нескольких схем определенного вида и типа в виде самостоятельных документов допускается в наименовании схемы указывать название функциональной группы или цепи (например, схема электрическая принципиальная привода, схема электрическая принципиальная цепей питания). В этом случае каждой схеме присваивают обозначение по **ГОСТ 2.201-80**, как самостоятельному документу, и, начиная со второй схемы, к коду схемы в обозначении добавляют через точку арабскими цифрами порядковые номера (например, АБВГ.ХХХХХ.ХХХЭЗ, АБВГ.ХХХХХ.ХХХЭЗ.1).

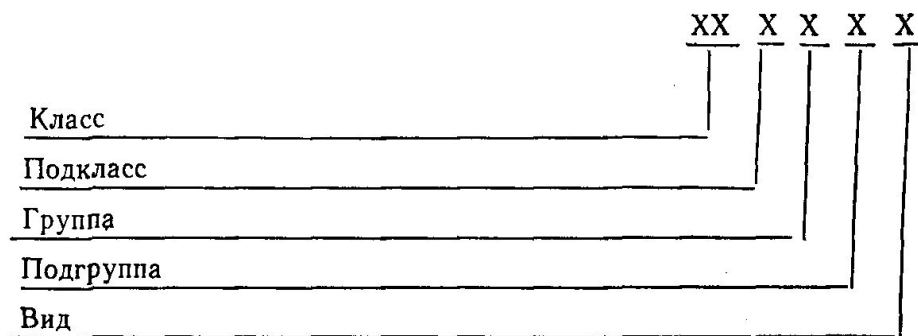
Структура обозначения изделий

Согласно ГОСТ 2.201-80 устанавливается следующая структура обозначения изделия и основного конструкторского документа:



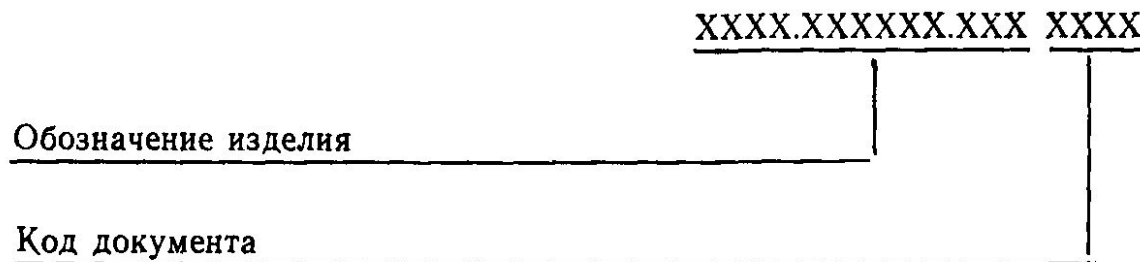
2.4. Код классификационной характеристики присваивают изделию и конструкторскому документу по классификатору изделий и конструкторских документов машиностроения и приборостроения (Классификатору ЕСКД).

Структура кода классификационной характеристики:



Структура обозначения изделий

2.6. Обозначение неосновного конструкторского документа должно состоять из обозначения изделия и кода документа, установленного стандартами ЕСКД.



В коде документа должно быть не более четырех знаков, включая номер части документа.

Примеры: АВГБ.061341.021СБ,
АВГБ.061341.021ТУ1,
АВГБ.061341.021ИЭ12.

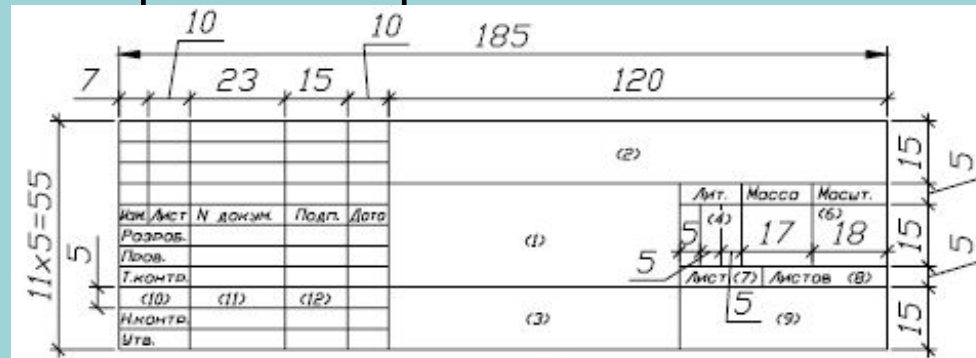
3.1. Каждому исполнению изделия должно быть присвоено самостоятельное обозначение.

3.2. Обозначение исполнения должно иметь следующую структуру:

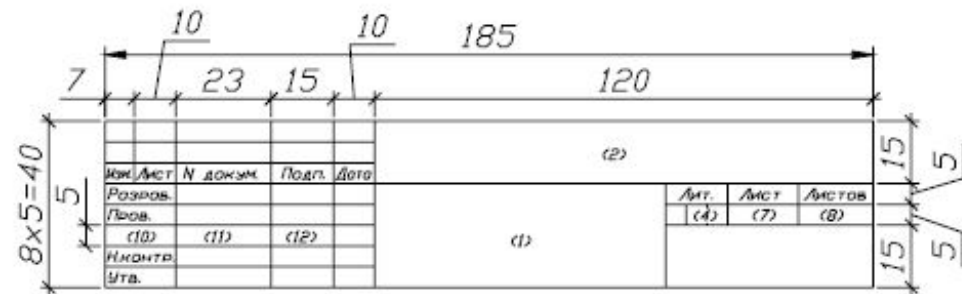


Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

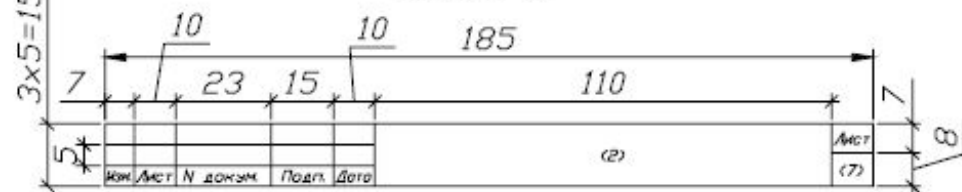
Каждый лист основного комплекта рабочих чертежей должен иметь основную надпись по **ГОСТ 2.104-2006**. Основные надписи располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата А4 основные надписи располагают вдоль короткой стороны листа.



Форма 1



Форма 2



Форма 2а

Основную надпись на чертежах и листах схемы выполняют по форме 1, на первом листе текстовых конструкторских документов – по форме 2, на последующих листах конструкторских документов по форме 2а.

Структурные схемы

При разработке электротехнического проекта в первую очередь необходимо решить, с каких мест те или иные участки объекта будут управляться, где будут размещаться пункты управления, операторские помещения, какова должна быть взаимосвязь между ними, т.е. необходимо решить вопросы выбора **структуры управления**. Графическое изображение структуры управления называется **структурной схемой**. **ГОСТ 2.702-2011**.

Различают схемы организационной, функциональной и алгоритмической структур.

- *Схема организационной структуры* – документ, отражающий структуру взаимодействия оперативного персонала. Связи между условными обозначениями элементов схемы организационной структуры носят субординационный (по подчиненности) и ин- формационный характер. Информационные связи между элементами схемы могут отражать взаимодействие отдельных составляющих организационной структуры, а также оперативного персонала с персоналом или техническими средствами смежных систем или систем более высокого уровня.

Структурные схемы

- *Схема функциональной структуры* – документ, отражающий функциональный состав системы и взаимосвязи между отдельными функциями. Схема содержит изображения, принятые условными обозначениями элементов функциональной структуры и связи между ними. В зависимости от принятой степени детализации схема функциональной структуры может содержать подсистемы, функции, части функций.
- *Схема алгоритмической структуры* разрабатывается на основе математической модели объекта регулирования в виде дифференциальных уравнений, описывающих динамические и статические свойства объекта автоматизации по различным каналам возмущающих и регулирующих воздействий. Объект автоматизации представляется в виде нескольких звеньев с различными передаточными функциями, соединенными между собой. В алгоритмической структурной схеме звенья могут не иметь физической целостности, но соединение их (схема в целом) по статическим и динамическим свойствам, по алгоритму функционирования должно быть эквивалентно объекту автоматизации.

Структурные схемы

- Элементы структурной схемы изображаются, как правило, в виде прямоугольников (могут указываться в виде условных обозначений, расшифровка которых дается в таблице на поле чертежа). Размеры условных обозначений не регламентируются и выбираются по усмотрению исполнителя с соблюдением одинаковых размеров для однотипных изображений.



Структурная схема (функциональная структура) системы управления лифтовым подъемником

Структурные схемы

Графическое построение схемы должно обеспечивать наилучшее представление о последовательности взаимодействия функциональных частей в изделии.

На линиях взаимосвязей рекомендуется стрелками обозначать направление хода процессов, происходящих в изделии.

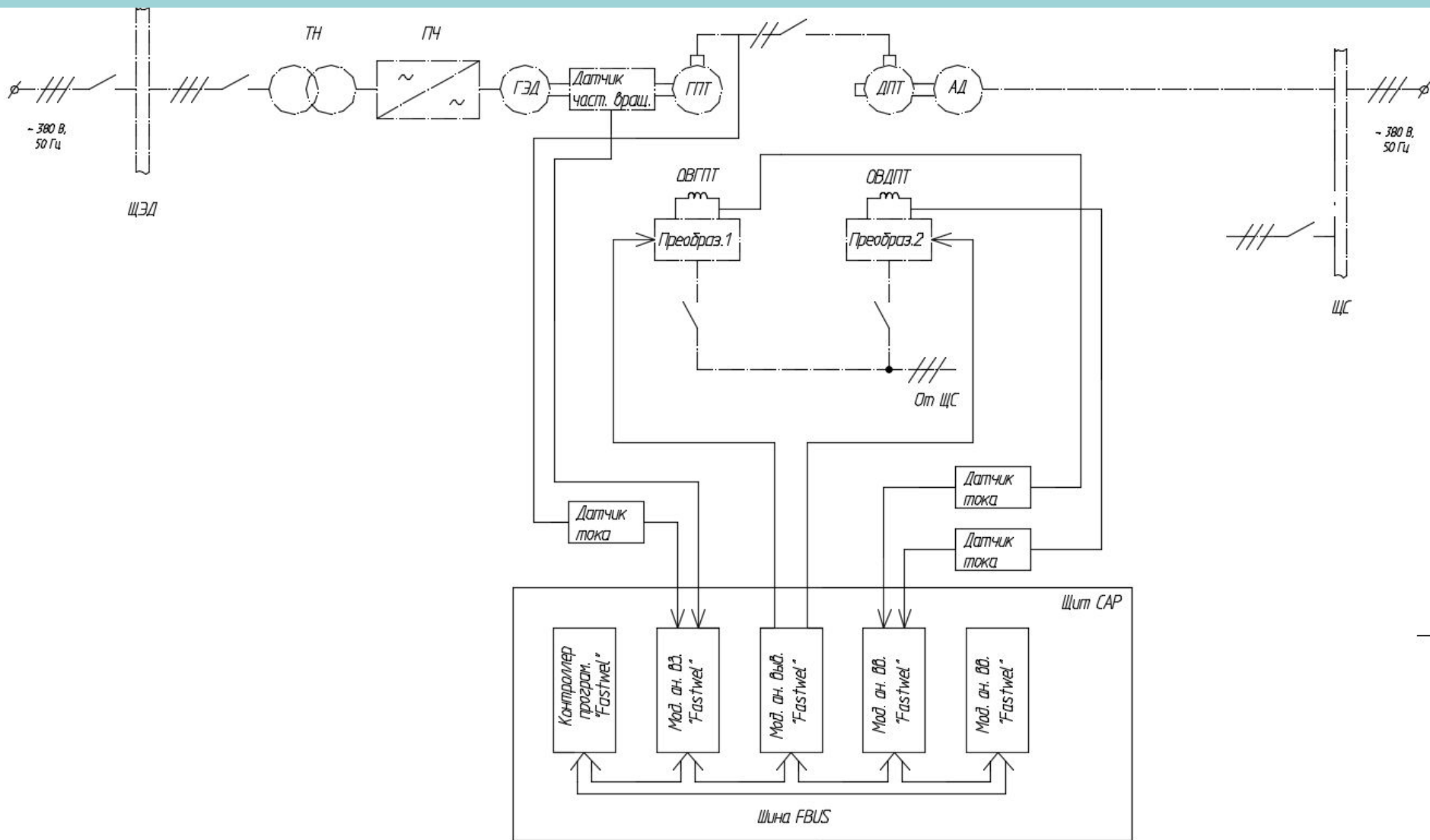
На схеме должны быть указаны наименования каждой функциональной части изделия, если для ее обозначения применен прямоугольник.

На схеме допускается указывать тип элемента (устройства) и (или) обозначение документа (основного конструкторского документа, стандарта, технических условий), на основании которого этот элемент (устройство) применен.

При изображении функциональных частей в виде прямоугольников наименования, типы и обозначения рекомендуется вписывать внутрь прямоугольников.

При большом количестве функциональных частей допускается взамен наименований, типов и обозначений проставлять порядковые номера справа от изображения или над ним, как правило, сверху вниз в направлении слева направо. В этом случае наименования, типы и обозначения указывают в таблице, помещаемой на поле схемы.

Структурные схемы



Функциональные схемы

Линии связи показываются сплошными линиями со стрелками на конце. Над линией связи может быть помещено наименование линии связи. В насыщенных схемах может быть использовано цифровое обозначение линий связи (----- 4 ----- 4 -----) с пояснением на свободном поле чертежа.

Толщину линий на схеме выбирают в соответствии с **ГОСТ 2.303-68**.

Рекомендуется использовать для условных изображений линии толщиной 0,5мм; для линий связи – 1мм; для остальных линий – 0,2-0,3мм.

Функциональные схемы служат для разъяснения процессов, протекающих в отдельных функциональных частях проектируемой системы (изделия) или в системе в целом. Для сложных изделий разрабатывают несколько функциональных схем, поясняющих процессы, происходящие в различных режимах работы. Количество функциональных схем, степень их детализации, объем помещаемых сведений определяются разработчиком с учетом особенностей создаваемого изделия.

Функциональные схемы

Результатом составления функциональных схем является:

- 1) выбор методов измерения технологических параметров;
- 2) выбор основных технических средств, наиболее полно отвечающих предъявленным требованиям и условиям работы проектируемого изделия;
- 3) определение исполнительных механизмов;

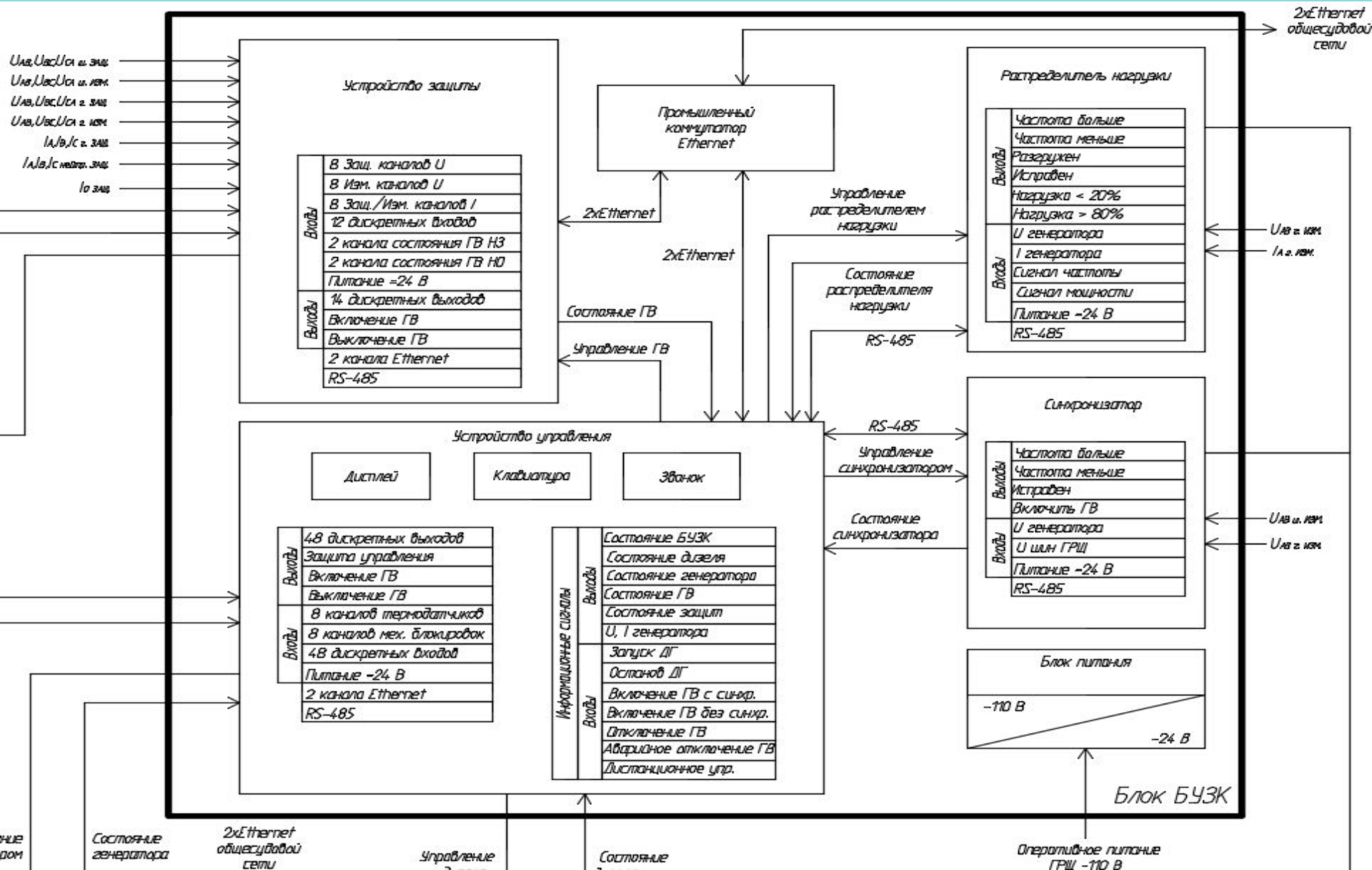
размещение устройств и оборудования на щитах, пультах, технологическом оборудовании и определение способов представления информации о состоянии технологического процесса и оборудования.

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

Отдельные агрегаты и установки могут быть изображены оторвано друг от друга, но при этом всегда приводятся необходимые указания на их взаимосвязь.

Изображенная таким образом схема дает ясное представление о принципе работы системы и характере взаимодействия ее компонентов.

Функциональные схемы

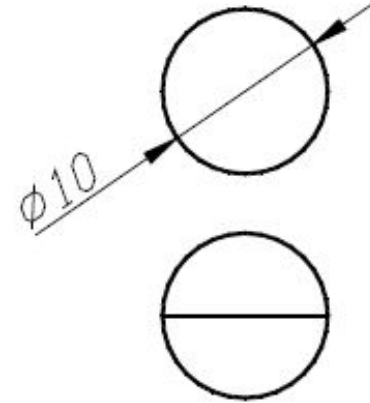


Функциональные схемы

Основные условные обозначения приборов и средств автоматизации по ГОСТ 21.404-85

Первичный измерительный преобразователь (датчик), прибор, устанавливаемый по месту

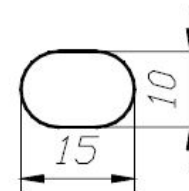
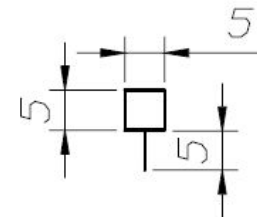
Прибор, устанавливаемый на щите



Первичный измерительный преобразователь (допускаемое обозначение)

Отборное устройство без постоянно подключенного прибора (служит для эпизодического подключения приборов во время наладки, снятия характеристик и т. п.)

Исполнительный механизм. Общее обозначение. (Положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии питания или управляющего сигнала не регламентируется)



Функциональные схемы

Исполнительный механизм, открывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала

Исполнительный механизм, закрывающий регулирующий орган при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала

Исполнительный механизм, который при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала оставляет регулирующий орган в неизменном положении

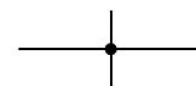
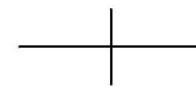
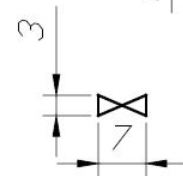
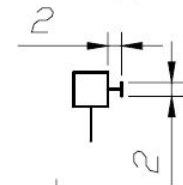
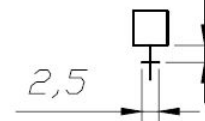
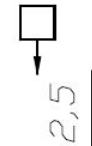
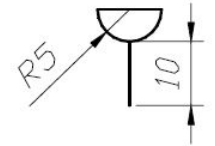
Исполнительный механизм с дополнительным ручным приводом (обозначение может применяться в сочетании с любым из дополнительных знаков, характеризующих положение регулирующего органа при прекращении подачи энергии или управляющего сигнала)

Регулирующий орган (например, запорный клапан трубопровода)

Линия связи

Пересечение линий связи без соединения друг с другом

Пересечение линий связи с соединением между собой



Функциональные схемы

Для получения полного обозначения прибора или устройства в его условное графическое изображение в виде круга или овала вписывают буквенное условное обозначение, которое и определяет назначение, выполняемые функции, характеристики работы.

Все буквенные обозначения построены на буквах латинского алфавита. Место расположения буквы определяет ее значение.

Основные буквенные обозначения измеряемых величин (первая позиция)

Обозначение	Основное значение первой буквы, обозначающее измеряемую величину	Обозначение	Основное значение первой буквы, обозначающее измеряемую величину
<i>D</i>	Плотность	<i>P</i>	Давление, вакуум
<i>E</i>	Любая электрическая величина	<i>Q</i>	Величина, характеризующая качество: состав, концентрацию и т. п.
<i>F</i>	Расход	<i>R</i>	Радиоактивность
<i>G</i>	Размер, положение, перемещение	<i>S</i>	Скорость, частота
<i>H</i>	Ручное воздействие	<i>T</i>	Температура
<i>K</i>	Время, временная программа	<i>U</i>	Несколько разнородных измеряемых величин
<i>L</i>	Уровень	<i>V</i>	Вязкость
<i>M</i>	Влажность	<i>W</i>	Масса

Функциональные схемы

Основное буквенное обозначение вписывают в верхнее поле условного графического обозначения прибора (окружности, овала). В поле под чертой указывают позиционное обозначение данного прибора в конкретной схеме изделия.

Сначала записывают обозначение основной измеряемой величины и ее уточнение, если это требуется. Затем указывают функциональные признаки прибора, которые, если их несколько, также записывают в строго определенном порядке: показание *I*; регистрация *R*; регулирование, управление *C*; включение, переключение, отключение *S*; сигнализация *A*. Следует помнить, что в условное обозначение прибора вносят буквенные символы только тех функциональных признаков, которые используют в данной конкретной схеме.

В УГО всех устройств, выполненных в виде отдельных блоков, рассчитанных на ручное управление, всегда первой записывают букву *H* (ручное воздействие), например в обозначении переключателей электрических цепей измерения или управления, кнопок, тумблеров, ключей управления и т. д.

Для обозначения функций, выполняемых прибором, служат семь букв:

Обозначение	Отображение информации	Обозначение	Формирование выходного сигнала	Обозначение	Дополнительное значение
<i>A</i>	Сигнализация	<i>C</i>	Регулирование, управление	<i>H</i>	Верхний предел измеряемой величины
<i>I</i>	Показание	<i>S</i>	Включение, отключение, переключение	<i>L</i>	Нижний предел измеряемой величины
<i>R</i>	Регистрация	-	-	-	-

Дополнительные буквенные обозначения функциональных признаков приборов

Обозначение	Функциональный признак
<i>E</i>	Чувствительный элемент (первичное преобразование)
<i>T</i>	Промежуточное преобразование с дистанционной передачей
<i>K</i>	Станция управления, входящая в состав прибора
<i>Y</i>	Преобразования сигналов, вычислительные функции

Функциональные схемы

Для определения характеристик приборов и средств автоматизации могут вводиться дополнительные обозначения, построенные из букв латинского алфавита и математических знаков:

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

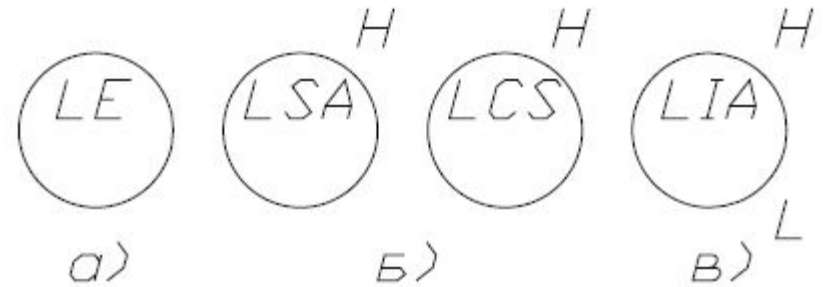
Функциональные схемы



1 2 3 4 5 Последовательность буквенных обозначения

Место для нанесения позиционного обозначения

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



а) Первичный измерительный преобразователь (чувствительный элемент) (*E*) для измерения уровня (*L*), установленного по месту (на объекте). Например, датчик электрический емкостной или ультразвуковой уровнемер.

















б) *SA* – реле (*S*) уровня (*L*) сигнализирующее (*A*), срабатывающее по верхнему уровню (*H*) и установленное по месту.

CS – регулятор (*C*) уровня (*L*) контактный (*S*) (контактное устройство), срабатывающий по верхнему уровню и установленный по месту.


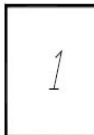
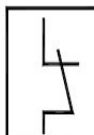
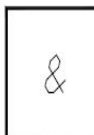
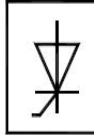
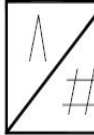




в) вторичный прибор, показывающий (*I*) и сигнализирующий (*A*) верхний (*H*) и нижний (*L*) уровень, установленный по месту.

Функциональные схемы

При разработке структурных, функциональных и принципиальных схем на базе регулирующих микроконтроллеров используют следующие графические обозначения:

Наименование элемента	Условное графическое изображение	Наименование элемента	Условное графическое изображение
Дифференциатор		Делитель	
		Ограничитель	
Интегратор		Разделитель гальванический	
Апериодическое звено		Функциональный преобразователь гистерезис	
Регулятор: аналоговый		зона нечувствительности	
импульсный		Задатчик	
Сумматор		Исполнительный механизм	
Умножитель		Коммутационное устройство: с переключающим контактом	

Продолжение табл.

Наименование элемента	Условное графическое изображение	Наименование элемента	Условное графическое изображение
с замыкающим контактом		Элементы, реализующие логические операции ИЛИ	
с размыкающим контактом		Элементы, реализующие логические операции И	
Тиристорный пускатель		Аналого-цифровой преобразователь	
Магнитный пускатель		Цифроаналоговый преобразователь	
Преобразователь (общее обозначение)		Преобразователь сигналов	

Функциональные схемы

Щиты и пульты электротехнических устройств изображают на схемах в виде прямоугольников, размеры которых определяются местом, необходимым для изображения в них условных графических отображений приборов и устройств, установленных на них.

Комплектные устройства, например комплектные привода, управляющие машины, обозначают, как же как щиты, прямоугольниками произвольных размеров. Внутри прямоугольника указывают тип комплектного устройства в соответствии с документацией завода-изготовителя.

Прямоугольники щитов и пультов следует располагать в такой последовательности, чтобы при размещении в них обозначений приборов и устройств обеспечивалась наибольшая простота и ясность схемы и минимум пересечений линий связи.

В прямоугольниках можно указывать номера чертежей общих видов щитов и пультов. В каждом прямоугольнике с левой стороны указывают его наименование.

Функциональные схемы

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

Над основной надписью, по ее ширине сверху вниз, на первом листе чертежа располагают таблицу не предусмотренных стандартами условных обозначений, принятых в данной функциональной схеме; при необходимости эти таблицы можно размещать на отдельных листах.

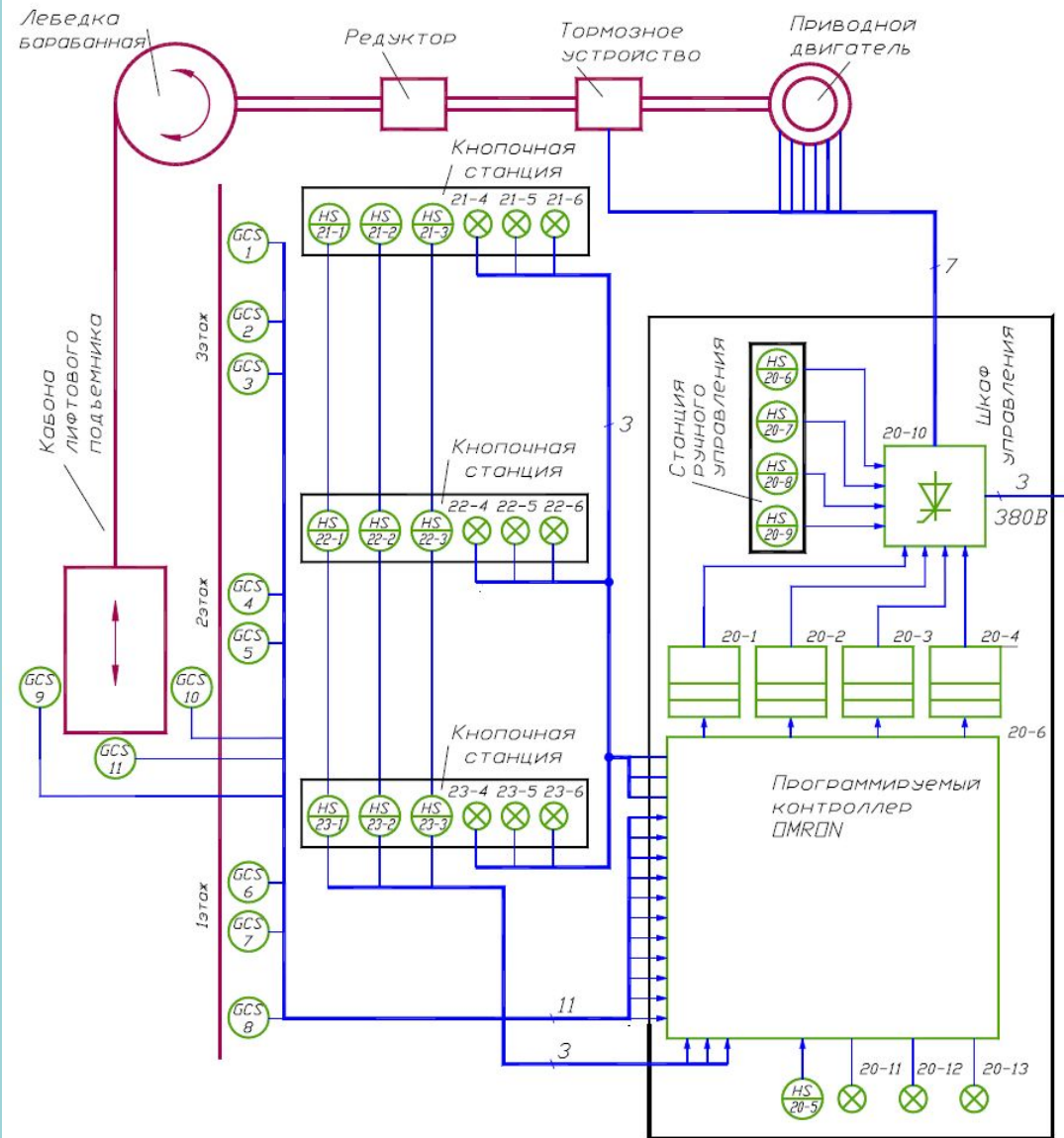
Пояснительный текст располагают обычно над таблицей условных обозначений или в другом свободном месте.

Контур технологического оборудования на функциональных схемах рекомендуется выполнять линиями 0,6 – 1,5 мм; приборы и средства автоматизации 0,5 – 0,6 мм, линии связи 0,2 – 0,3 мм; прямоугольники, изображающие щиты и пульты, 0,6 – 1,5 мм.

Подвод линий связи к символу прибора допускается изображать в любой точке окружности (сверху, снизу, сбоку). Указание направления передачи сигналов на линиях связи показывают стрелками.

Функциональные схемы

Пример функциональной схемы системы управления лифтовым подъемником:



Объект управления на функциональной схеме представлен кабиной лифтового подъемника, подвешенной в шахте на тросе. Кабина приводится в движение барабанной лебедкой. Вал барабана лебедки связан через редуктор и тормоз с валом двухскоростного асинхронного двигателя. Тормоз работает при отключении питания электродвигателя. Движение кабины на пониженной или номинальной скорости обеспечивается подачей напряжения питания на один или другой комплект статорных обмоток. Напряжения на обмотки подается от тиристорных пускателей, которые управляются через устройства гальванической развязки (интерфейсы) программируемым контроллером. Управляющая и пусковая аппаратура расположена в шкафу управления. Кроме того, в шкафу расположена станция ручного управления приводом с кнопками *HS*, кнопка “Пуск” и сигнальные лампы. Управление подъемником в нормальном режиме работы осуществляется кнопочными станциями, расположенными на каждом этаже. Каждая кнопочная станция содержит по три кнопки управления *HS* и по три сигнальные лампы. На каждом этаже расположены по два датчика перемещения: снижения скорости и точной остановки *GCS*. Кроме того, внизу и вверху шахты размещены датчики аварийной остановки. В кабине лифтового подъемника расположены два датчика закрытия дверей и датчик перегрузки лифтового подъемника *GCS*. Для всех аппаратов на функциональной схеме приведены позиционные обозначения, которые должны соответствовать позиционным обозначениям на плане размещения оборудования.