

Тема 2. ОБЩЕЕ ПОНЯТИЕ О ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВАХ АВТОМАТИЗАЦИИ

1. Классификация элементов и средств автоматизации и их функции
2. Общие характеристики элементов автоматики

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИХ ФУНКЦИИ

Элемент — это конструктивно обособленная часть схемы или системы, выполняющая определенную функцию. Элементом может быть резистор, конденсатор, трансформатор, муфта и т. д. В общем виде элемент автоматики (рис. 1) представляет собой преобразователь, на вход которого подается сигнал X , а на выходе получается сигнал Y .

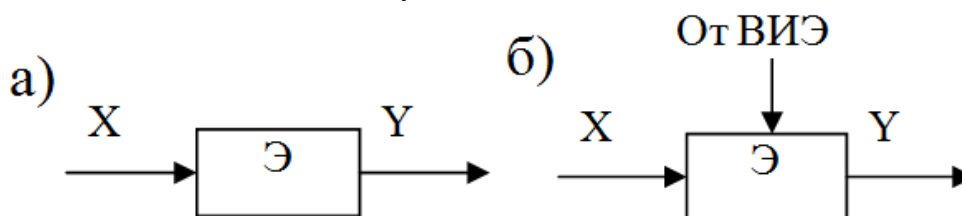


Рис. 1. Условное обозначение элемента автоматики:

а) пассивный элемент; б) активный элемент; ВИЭ – вспомогательный источник энергии

По способу передачи сигнала элементы автоматики могут быть пассивными и активными.

В пассивных элементах (рис. 1, а) выходной сигнал Y получается только за счет входного сигнала X , и в результате потерь выходной сигнал всегда меньше входного.

В активных элементах имеется вспомогательный источник энергии ВИЭ (рис. 1, б). В этих элементах входная величина только управляет передачей энергии от ВИЭ на выход. В результате выходной сигнал может быть и больше входного сигнала, т.к. происходит увеличение за счет энергии ВИЭ.

Входные и выходные сигналы X и Y могут быть как электрическими (ток, напряжение, сопротивление), так и неэлектрическими (давление, скорость, температура, перемещение и т. д.).

Элементы могут отличаться друг от друга физической природой, принципом действия, схемой включения, конструкцией, статической характеристикой и т. д.

По выполняемым функциям все элементы и средства автоматизации подразделяют следующим образом:

1) Измерительные элементы – датчики.

Различные датчики применяются:

- для измерения давления и разрежения жидких и газообразных сред;
- для измерения температуры;
- для измерения уровня и расхода различных веществ;
- для измерения перемещения и частоты вращения;
- для измерения влажности воздуха, различных материалов;
- для измерения освещенности и т.д.

2) Усилительно-преобразовательные элементы предназначены для изменения мощности и формы различных сигналов:

- о состоянии объектов регулирования;
- управляющих и регулирующих воздействий;
- возмущающих воздействий;
- для приема и передачи сигналов контроля и управления на расстояние и др.

3) Стабилизирующие элементы применяют для автоматического поддержания постоянной величины в автоматических системах:

- электрические – для стабилизации напряжения, тока, частоты;
- механические – для стабилизации хода движения (скорости, направления, частоты вращения и т.д.);

- гидравлические – для стабилизации истечения жидкости (расхода, давления и т.д.).

4) Коммутирующие (переключающие) элементы (реле, контакторы, распределители, магнитные пускатели) – предназначены для управления электрическими, гидравлическими и пневматическими цепями;

5) Управляющие элементы – вырабатывают управляющие и регулирующие воздействия в системах автоматизации;

6) Регулирующие органы – осуществляют изменение регулируемого потока вещества или энергии, влияющие на состояние технологического параметра объекта управления.

7) Исполнительные элементы (двигатели, электромагниты, муфты и т. п.) через управляющий орган, осуществляют изменение показателей технологического процесса или оборудования в заданных пределах или в заданном направлении.

8) Задающие устройства формируют и хранят величину воздействий, переменные величины, уставки, коэффициенты, метки времени и т.п., т.е. вырабатывают условия протекания технологического процесса;

9) Сравнивающие устройства измеряют рассогласование (отклонение) управляемой величины от ее заданного значения.

2. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ

Как было отмечено выше, всякий элемент автоматики, телемеханики и вычислительной техники представляет собой преобразователь, на вход которого поступает сигнал X , а на выходе получается сигнал Y (см. рис. 1). Связь между значениями X и Y определяется некоторой зависимостью:

$$Y = f(X)$$

Свойства элементов определяются с помощью ряда общих характеристик, к которым относятся коэффициент преобразования, порог чувствительность и погрешность

1) Различают три вида коэффициента преобразования: статический, динамический и относительный.

а) Статический коэффициент преобразования (коэффициент передачи) $K_{СТ}$ это отношение выходного сигнала элемента Y к его входному сигналу X :

$$K_{СТ} = \frac{Y}{X} \quad (1)$$

Если входной и выходной сигналы имеют одинаковые физические величины, то статический коэффициент преобразования — величина безразмерная (например, коэффициент усиления в усилителях). Если входной и выходной сигналы имеют различные физические величины, то $K_{СТ}$ будет иметь определенную размерность, например для электроизмерительного прибора это может быть миллиметр на ампер.

б) Динамический коэффициент преобразования $K_{ДИН}$ показывает, во сколько раз изменение выходного сигнала (ΔY ; dy) больше или меньше изменения входного сигнала (ΔX ; dx):

$$K_{ДИН} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{dy}{dx} \quad (2)$$

Коэффициенты $K_{СТ}$ и $K_{ДИН}$ будут равны, если выходной сигнал изменяется пропорционально входному сигналу.

в) Относительный, коэффициент преобразования $K_{ОТН}$ есть отношение относительного изменения выходного сигнала ($\Delta Y/Y$; dy/Y) к относительному изменению входного сигнала ($\Delta X/X$; dx/X):

$$K_{ОТН} = \frac{\Delta Y / Y}{\Delta X / X} = \frac{\Delta Y / \Delta X}{Y / X} = \frac{K_{ДИН}}{K_{СТ}} \quad (3)$$

Таким образом $K_{отн}$ — как отношение динамического коэффициента преобразования к статическому коэффициенту преобразования:

Если выходной сигнал Y изменяется пропорционально входному сигналу X , то относительный коэффициент преобразования равен единице, так как в этом случае коэффициенты $K_{ст}$ и $K_{дин}$ равны.

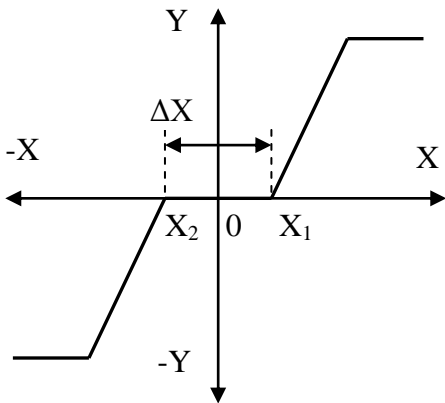


Рис. 2 Характеристика элемента, имеющего пороги чувствительности Ox_1 и Ox_2 и зону нечувствительности ΔX

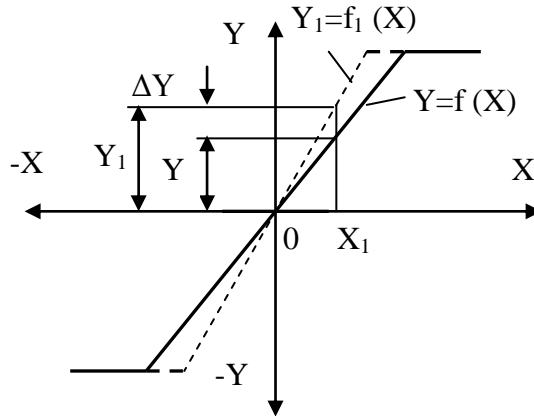


Рис. 3 Характеристика элемента $Y = f(X)$ до возникновения погрешности $Y_1 = f_1(X)$ после возникн. погрешности

Рассмотренные коэффициенты преобразования могут применяться к любому элементу независимо от выполняемых им функций. Например, для датчиков коэффициент преобразования называется чувствительностью, а для усилителей данный коэффициент называется коэффициентом усиления.

Как правило, к датчикам предъявляется требование обеспечения максимальной чувствительности, а от усилителей требуется получение максимального коэффициента усиления. Противоположное требование предъявляется к стабилизаторам. Они должны обладать минимальной чувствительностью.

2) Порогом чувствительности называют наименьшее (по абсолютному значению) значение входного сигнала, которое вызывает изменение выходного сигнала. Порог чувствительности Ox_1 или Ox_2 , (рис. 2) может возникать у элементов по различным причинам. В реле, электромагнитах, тахогенераторах, двигателях порог чувствительности возникает в результате трения, мертвого хода или гистерезиса.

Гистерезис (от греческого слова hysteresis — отставание, запаздывание) — это явление, которое состоит в том, что физическая величина, характеризующая состояние тела (например, намагниченность), неоднозначно зависит от физической величины, характеризующей внешние условия (например, магнитного поля).

Например, для двигатель-генератора ДГ-01ТА порогом чувствительности является напряжение трогания, которое при температуре $+100^{\circ}C$ равно 0,5 В, т. е. напряжение на выходе возникает только в том случае, если - входное напряжение равно или больше 0,5 В. В зоне нечувствительности ΔX выходной сигнал остается постоянным и равным нулю.

3) Погрешность — это изменение выходного сигнала, возникающее в результате изменения внутренних свойств элемента или изменения внешних условий его работы. Следует отметить, что в результате погрешности изменяется характеристика элемента (рис. 3).

Различают следующие виды погрешностей: абсолютную, относительную и приведенную относительную.

а) Абсолютной погрешностью ΔY называют разность между фактическим значением выходного сигнала Y_1 и его расчетным значением Y :

$$Y_1 - Y = \Delta Y \quad (4)$$

б) Относительной погрешностью ϵ называют отношение абсолютной погрешности ΔY к расчетному значению выходного сигнала Y :

$$\varepsilon = \frac{\Delta Y}{Y} \quad (5)$$

Или в процентах:

$$\varepsilon = \frac{\Delta Y}{Y} 100\% \quad (6)$$

в) Приведенной относительной погрешностью ξ называют отношение абсолютной погрешности ΔY к максимальному значению выходного сигнала $Y_{\text{макс}}$, определяющему диапазон его изменения:

$$\xi = \frac{\Delta Y}{Y_{\text{макс}}} \quad (7)$$

Или в процентах:

$$\xi = \frac{\Delta Y}{Y_{\text{макс}}} 100\% \quad (8)$$

Если измерения осуществляются с помощью показывающего прибора, то за максимальное значение выходного сигнала $Y_{\text{макс}}$ принимается верхний диапазон шкалы этого прибора. Например, автоматический термометр с диапазоном измерения от 0 до 200 °С показывает $t = 40^\circ\text{C}$ и имеет абсолютную погрешность в этой точке равной $\Delta Y = 2^\circ\text{C}$.

Решение:

относительная погрешность автоматического термометра $\varepsilon = \frac{\Delta Y}{Y} 100\% = \frac{2}{40} 100 = 5\%$

а приведенная относительная погрешность $\xi = \frac{\Delta Y}{Y_{\text{макс}}} 100\% = \frac{2}{200} 100 = 1\%$

Абсолютная погрешность имеет размерность, а относительная и приведенная относительная погрешности — величины безразмерные.