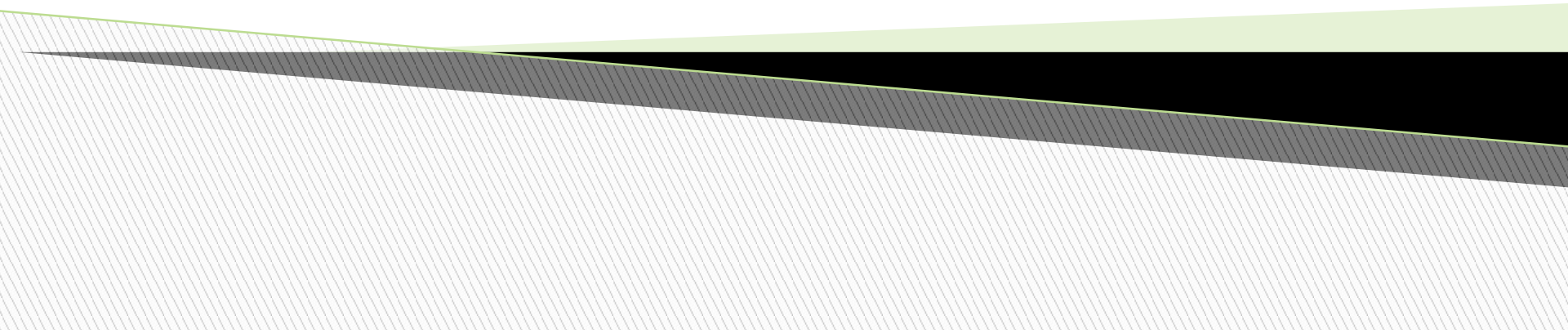


# **Датчики, исполнительные механизмы и устройства связи с объектом управления**



## ДАТЧИКИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИКИ

Когда речь идет об "интеллектуальных" способностях той или иной системы автоматического управления, то прежде всего имеется в виду ее "мозг" – управляющее устройство. Но что бы оно собой ни представляло (ЭВМ или микроконтроллер), необходимо для выполнения своих функций получать информацию о ходе того процесса, которым оно управляет. Такую информацию устройству управления предоставляют "органы чувств" автоматической системы – датчики.

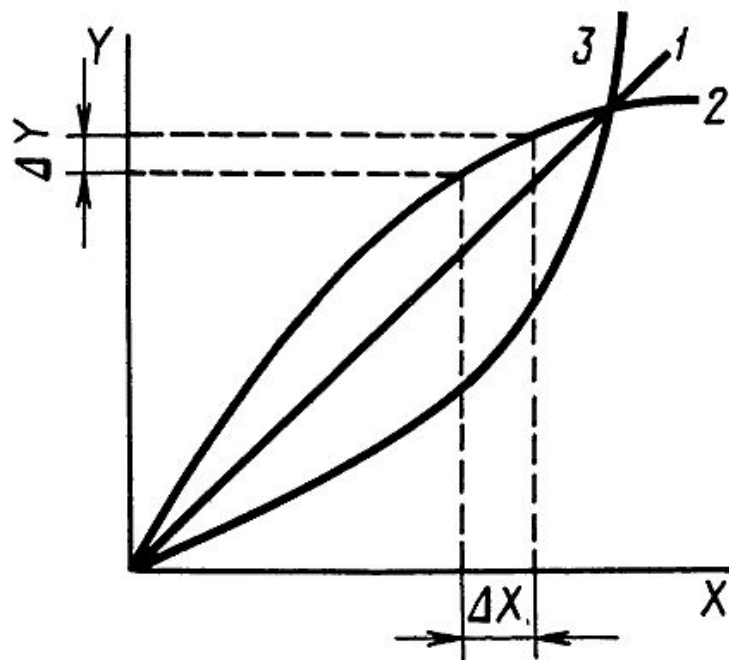
Итак, датчик – это элемент автоматики, который, воспринимая воздействие измеряемого или регулируемого параметра процесса или объекта управления, преобразует его в выходной сигнал, обычно электрический, удобный для дальнейшего использования. Его можно усилить и передать на значительное расстояние. Поэтому датчики часто называют *электрическими преобразователями*, а также *измерительными*, или *чувствительными, элементами*.

В зависимости от функций, выполняемых системой автоматического управления, преобразуемые датчиками параметры процесса (физические величины) могут быть различными. Это линейные и угловые перемещения, температура, давление, освещенность, концентрация примесей в какой-либо среде и др.



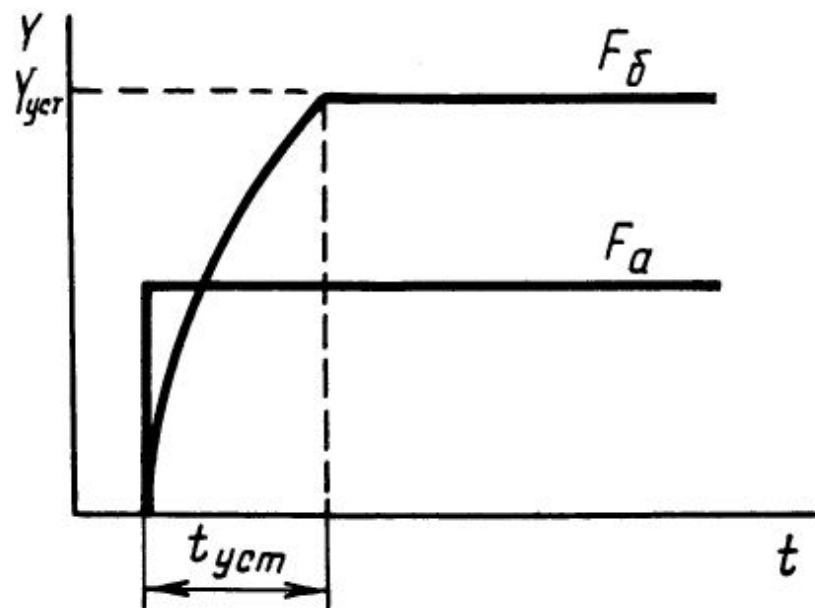
Оценку возможности использования датчиков в различных системах автоматического управления производят по следующим основным характеристикам.

Статическая характеристика датчика – это зависимость выходной величины  $Y$  от входной величины  $X$ :  $Y = F(X)$ .



Статическая чувствительность датчика представляет собой отношение выходной величины  $Y$  к входной величине  $X$ :  $S = Y/X$ .

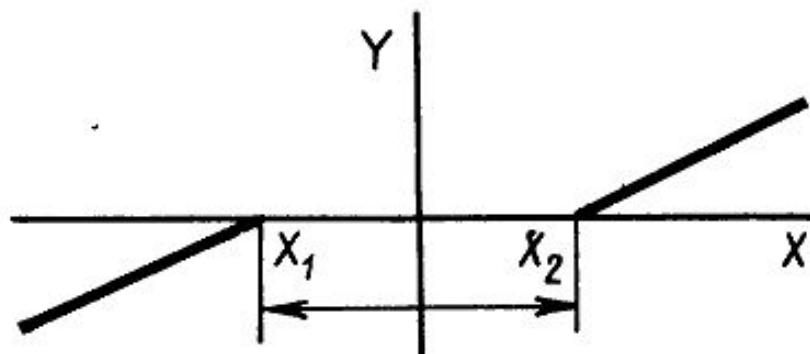
Динамическая чувствительность показывает, во сколько раз приращение выходной величины больше или меньше приращения входной величины:  $S_{\text{дин}} = \Delta Y / \Delta X$ . Инерционность характеризуется отставанием изменения выходной величины  $Y$  от изменения входной величины  $X$ .



Безынерционный  $F_a$  и инерционный  $F_b$  датчики

*Порог чувствительности* представляет собой наименьшее значение входной величины, которое вызывает появление выходной величины, т.е. уверенно обнаруживается данным датчиком.

Участок  $X_1 - X_2$  называется *зоной нечувствительности датчика*.



Характеристика чувствительности датчика

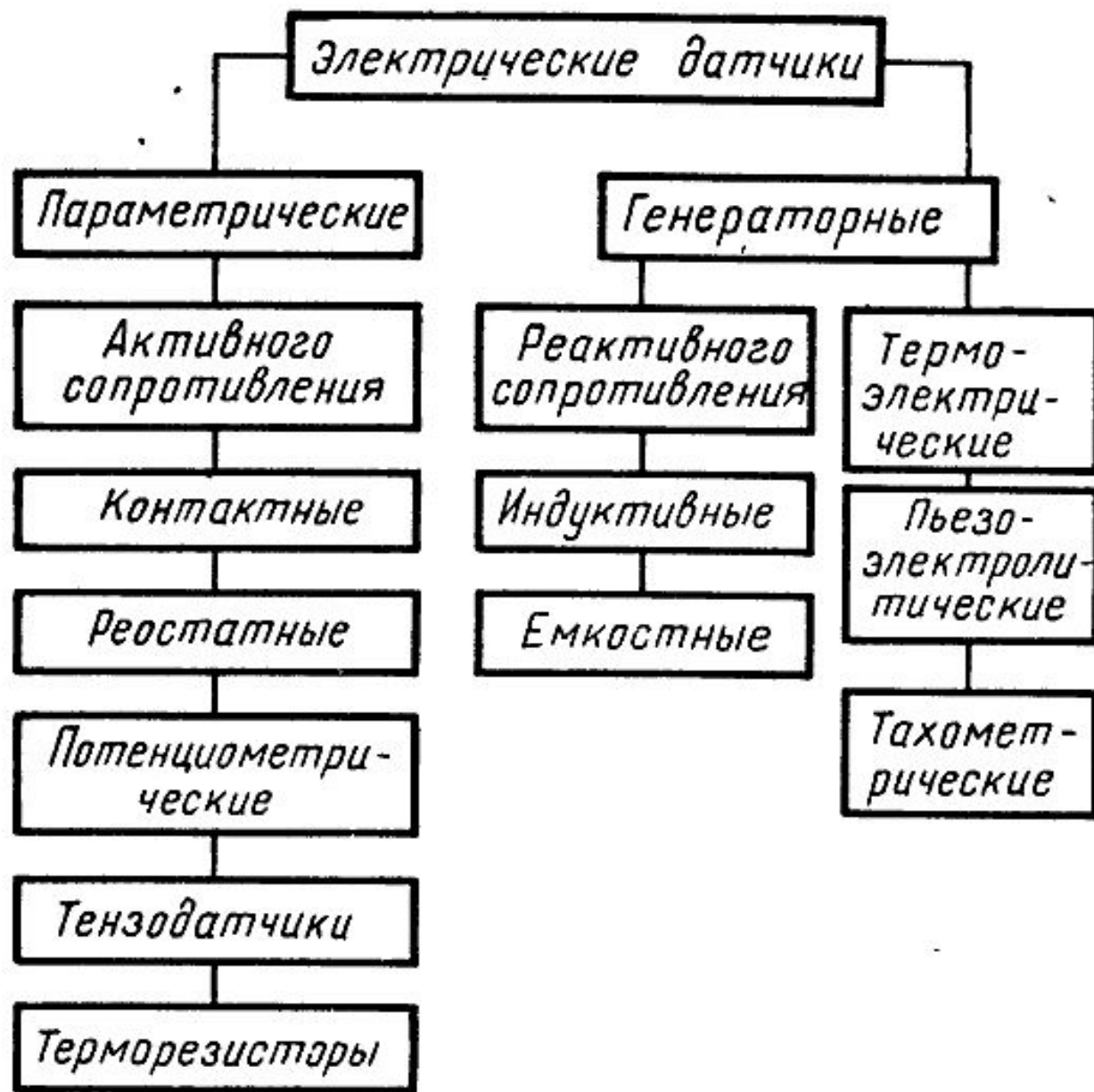
Погрешность датчика вызывается отклонением от его расчетной характеристики вследствие влияния внутренних или внешних факторов.

Электрические датчики, получившие наиболее широкое распространение в автоматике, можно подразделить на два вида в зависимости от принципа производимого ими преобразования:

1. Параметрические датчики, в которых происходит преобразование входной величины  $X$  в выходную величину  $Y$ , являющуюся параметром электрической цепи  $RLC$  ( $R$  – резистор,  $L$  – индуктивность,  $C$  – емкость).

В свою очередь, параметрические датчики можно подразделить на *датчики активного сопротивления*, в которых происходит изменение параметра  $R$ , и *датчики реактивного сопротивления*, в которых происходит изменение  $L$  или  $C$ .

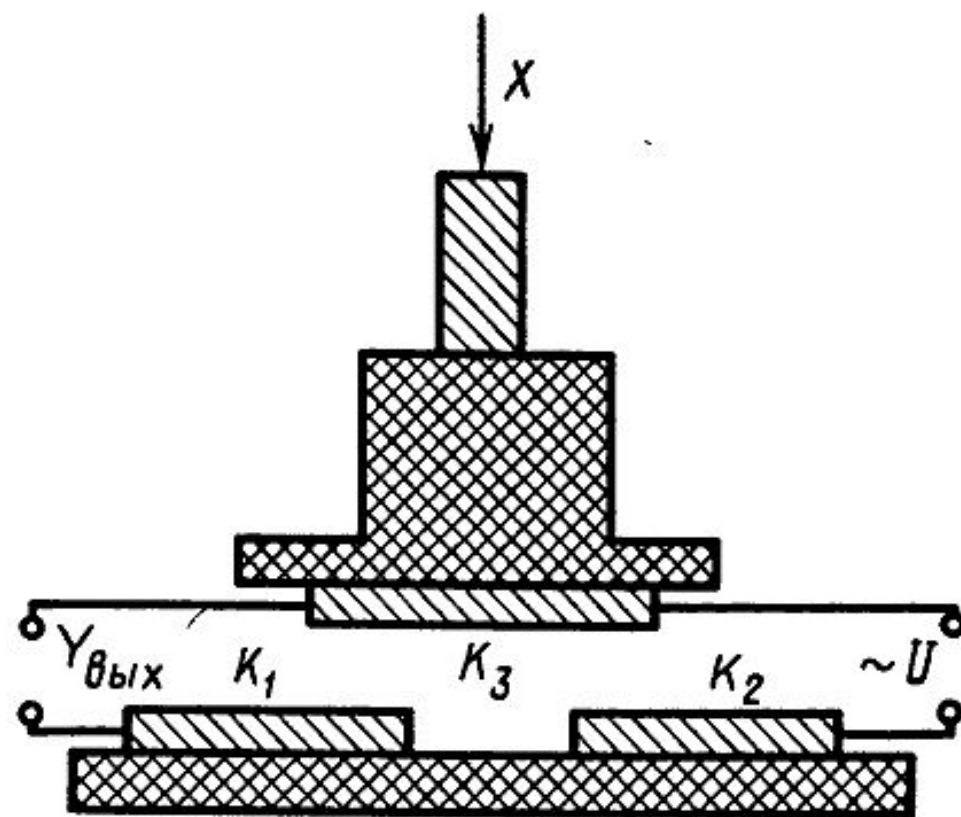
2. Генераторные датчики, в которых происходит преобразование входной величины  $X$  в выходную величину  $Y$ , являющуюся изменением выходного тока или выходного напряжения, генерируемых датчиком-преобразователем (например, термопарой или фотоэлементом).





**Контактные датчики.** В контактных датчиках механическое перемещение узла объекта управления преобразуется в изменение активного сопротивления датчика (замкнутое или разомкнутое сопротивление контактов  $K$ ). При замыкании контактов происходит изменение активного сопротивления между ними от бесконечности до незначительной величины (практически до 0).

Датчики данного типа применяются в качестве конечных выключателей двигателей, перемещающих узлы оборудования, для контроля геометрических размеров и числа изделий и т.д.



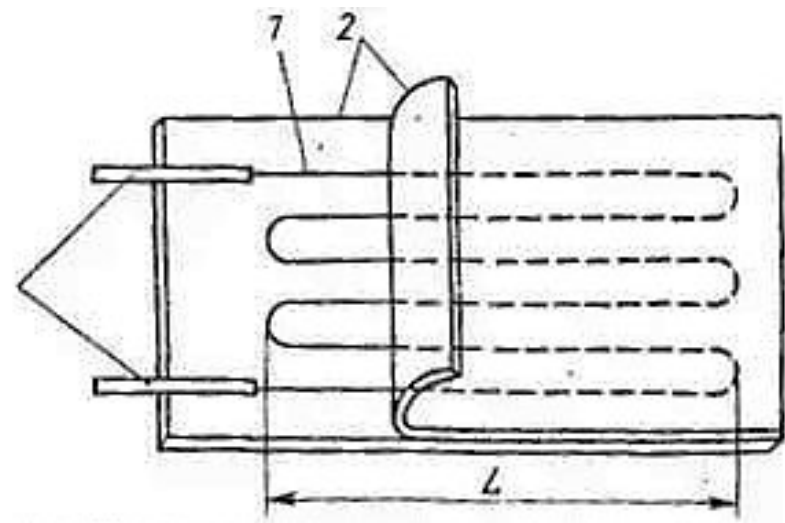
## **Потенциометрические датчики**

В потенциометрических датчиках угловое или линейное перемещение узлов объекта преобразуется в изменение активного сопротивления электрической цепи.

Датчик обычно представляет собой переменный резистор, подвижный контакт которого передвигается под действием механической силы.

В технике датчики данного типа применяются в основном для изменения линейных перемещений и углов поворота различных механизмов и приборов.

**Тензодатчики.** В тензодатчиках происходит преобразование механических напряжений в массе исследуемого объекта в изменение активного сопротивления проводника датчика. В основе их работы лежит явление *тензоэффекта*, заключающееся в изменении активного сопротивления проводников при их механической деформации.



Тензодатчики наклеиваются на поверхность испытываемой детали так, чтобы продольная ось датчика была расположена в направлении измеряемой деформации исследуемого объекта. При растяжении или сжатии детали происходит растяжение или сжатие проволоочки датчика, что приводит к изменению ее длины  $L$ , поперечного сечения  $S$  и удельного сопротивления  $r$ :  $R = rL/S$ . Вследствие этого происходит изменение активного сопротивления датчика  $R$ .

Тензодатчики применяются для измерения деформаций и напряжений в механических конструкциях.

**Терморезисторы.** В терморезисторах изменение температуры окружающей среды вызывает значительные изменения активного сопротивления проводникового или полупроводникового термочувствительного элемента.

Для металлов зависимость сопротивления от температуры имеет вид

$$R(T) = R_0 [1 + \alpha(t_0 - T)],$$

где  $R(T)$  – сопротивление проводника при температуре  $T$ ;  $R_0$  – сопротивление проводника при начальной температуре  $t_0$ ;  $\alpha$  – температурный коэффициент сопротивления;  $t_0$  – начальная температура проводника,  $T$  – температура в момент измерения.

Материалом для термочувствительного элемента служат медь (рабочий диапазон температур  $-50 \div +150^\circ \text{C}$ ), сталь и никель (до  $100-150^\circ \text{C}$ ), платина ( $-190 \div +650^\circ \text{C}$ ).

Конструктивно терморезисторы представляют собой обмотку из проволоки, размещенную на каркасе, который вставляется в специальный корпус с выводными зажимами.

**Термисторы.** В термисторах термочувствительный элемент выполнен из полупроводникового материала. Обычно используют смесь оксидов металлов – марганца, титана, никеля и др.

Конструктивно термисторы представляют собой шарик, диск или трубочку из полупроводникового материала с металлическими выводами.

Для защиты от влияния окружающей среды термистор помещают в корпус или покрывают лаком. В отличие от терморезисторов с металлическим теплочувствительным элементом у термисторов при повышении температуры сопротивление уменьшается. Термисторы имеют более высокую чувствительность, обладают высоким удельным сопротивлением, большим значением температурного коэффициента сопротивления. К недостаткам следует отнести нелинейность и нестабильность характеристик.

Термодатчики используются в системах контроля и регулирования температуры.

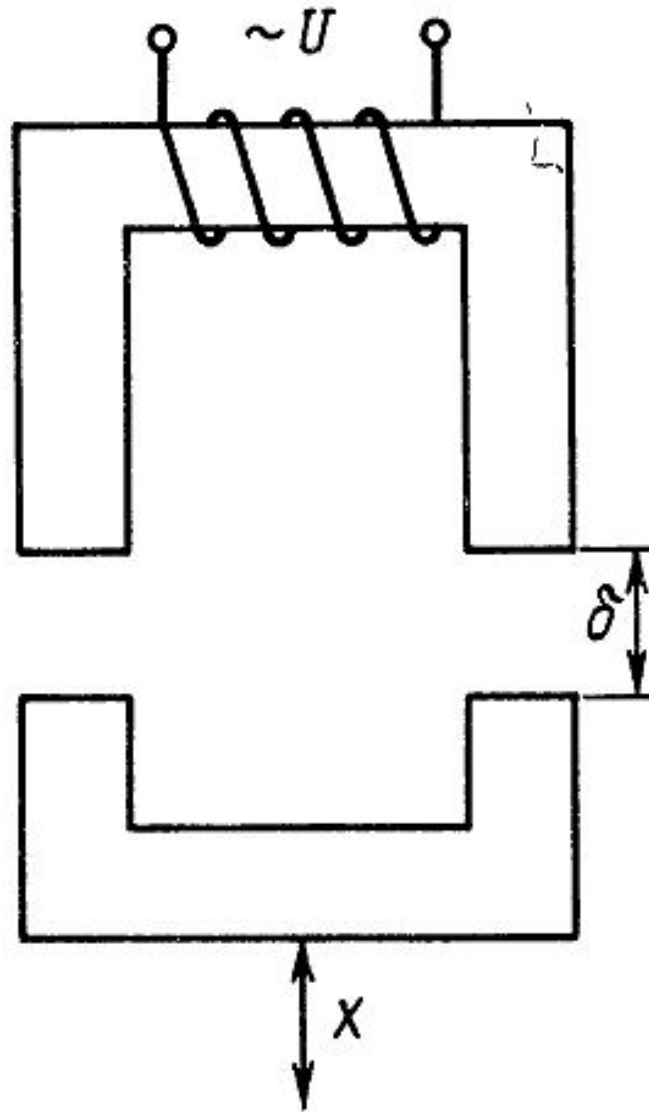
**Индуктивные датчики.** В индуктивных датчиках механическое перемещение узла объекта управления преобразуется в изменение реактивного сопротивления индуктивной катушки дросселя

Под воздействием механического усилия происходит изменение воздушного зазора  $\delta$ , являющегося входной величиной. В результате меняется индуктивность обмотки дросселя  $L_{др}$ , а также сопротивление его обмотки  $Z_{др}$ :

$$L_{др} = \frac{w^2 S_B \mu}{(2\delta)} ,$$

где  $w$  — число витков обмотки дросселя;  $S_B$  — площадь сечения воздушного зазора;  $\mu$  — магнитная проницаемость воздуха;  $\delta$  — воздушный зазор.

Различные типы индуктивных датчиков позволяют измерять механические перемещения в широких пределах.



**Емкостные датчики.** В емкостных датчиках изменение контролируемой величины вызывает изменение емкостного сопротивления.

Датчик обычно представляет собой плоский конденсатор, емкость которого

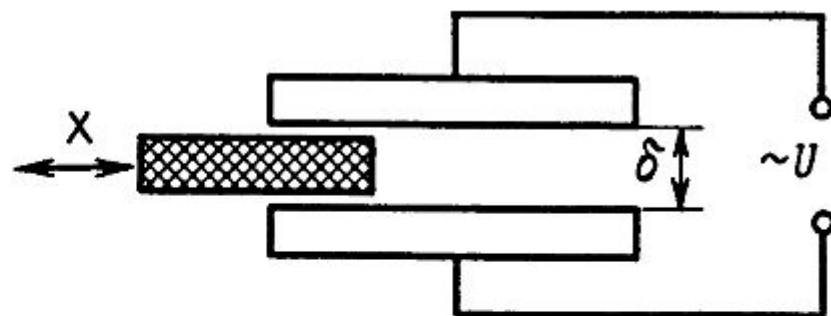
$$C = \epsilon_0 \epsilon S / \delta,$$

где  $\epsilon_0$  — электрическая постоянная,  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость зазора между пластинами конденсатора;  $S$  — площадь пластин;  $\delta$  — расстояние между пластинами.

Преобразование механических перемещений производится изменением диэлектрической проницаемости зазора между пластинами конденсатора. Это осуществляют либо путем перемещения одной из пластин конденсатора, либо введением между пластинами подвижного диэлектрического сердечника, жестко связанного с перемещающимся телом



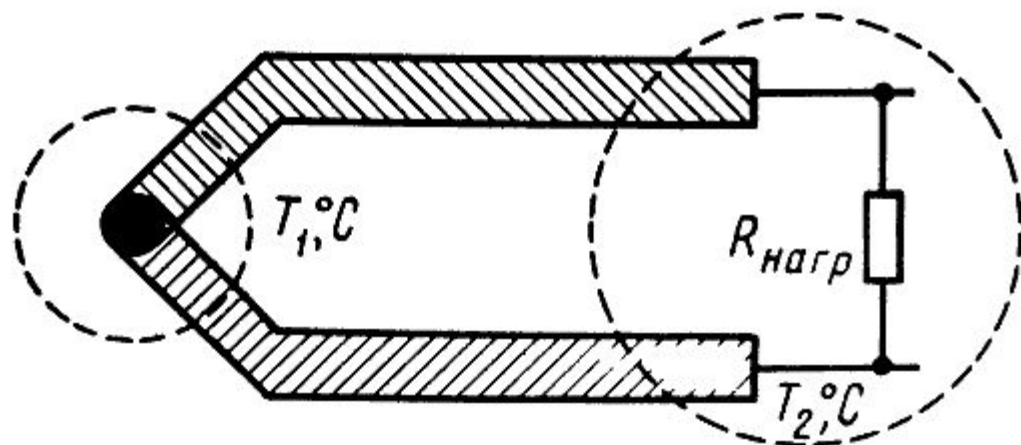
В емкостных датчиках измеряемая неэлектрическая величина связана с параметрами конденсатора. Изменением значений  $\delta$  и  $S$  измеряют линейные и угловые перемещения, геометрические размеры деталей, изменением значения  $\epsilon$  измеряют уровни жидкостей, не проводящих электрический ток, а также размеры диэлектрика.



Емкостной датчик

**Термоэлектрические датчики.** В термоэлектрических датчиках изменение температуры тела преобразуется в изменение электродвижущей силы – ЭДС.

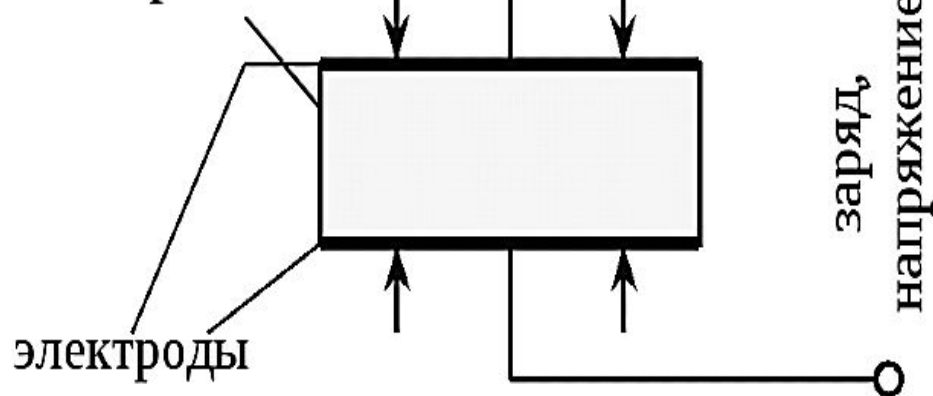
В основе работы датчика лежит явление термоэлектрического эффекта. В контуре, состоящем из двух разнородных по материалу проводников (термопаре), места соединений (спаи) которых нагреты до различных температур  $T_1$  и  $T_2$ , возникает термоэлектрическая электродвижущая сила (ЭДС), знак и величина которой зависит от природы материалов проводников и разности температур. Спаи из однородных металлов не генерируют термо-ЭДС.



Термопара

**Пьезоэлектрические датчики.** В пьезоэлектрических датчиках происходит преобразование переменных механических сил, действующих на датчик, в электрический заряд. Принцип действия датчика основан на прямом пьезоэффекте, который заключается в том, что некоторые материалы (природные — кварц, турмалин; искусственные — сегнетовая соль, титанат бария и др.) при воздействии на них механических нагрузок образуют на гранях своих поверхностей электрические заряды. Обратный пьезоэффект заключается в том, что если эти материалы поместить в электрическое поле, то будет происходить изменение геомет-

пьезоэлектрический  
материал



рических размеров кристаллов. Именно таким образом пьезоэлемент преобразует колебания иглы проигрывателя грампластинок в электрические сигналы.

**Тахогенераторы.** В тахометрических датчиках механическое вращение преобразуется в электрический сигнал. Они представляют собой маломощные электрические машины, работающие в режиме генератора. Выходная величина тахогенератора — электрическое напряжение — пропорциональна входной величине — угловой скорости вращения его вала. В зависимости от выходного напряжения различают тахогенераторы постоянного и переменного тока.

Тахогенераторы широко применяются для контроля частоты вращения различных двигателей.

При вращении якоря тахогенератора со скоростью  $\nu$  в электромагнитном поле с магнитным потоком  $\Phi$ , создаваемым постоянными магнитами, со щеток коллектора снимается напряжение, определяемое по формуле:  $E = K\Phi\nu$ , где  $K$  — коэффициент, зависящий от данного типа тахогенератора. Значения  $\Phi$  и  $K$  — постоянны для данного типа тахогенератора, поэтому выходной сигнал такого вида датчиков зависит только от количества оборотов якоря.

Тахогенераторы переменного тока подразделяют на *синхронные* и *асинхронные*.

Синхронные генераторы ввиду определенных недостатков не нашли широкого применения. В автоматике в основном применяются асинхронные тахогенераторы, на их статоре расположены две обмотки: продольная и поперечная, сдвинутые относительно друг друга на  $90^\circ$ . Одна из обмоток является обмоткой возбуждения (от сети переменного тока), вторая – выходной. С нее снимается сигнал, пропорциональный скорости вращения ротора. Ротор представляет собой тонкостенный цилиндрический алюминиевый стакан, укрепленный на валу. Внутри статора имеется неподвижный стакан.

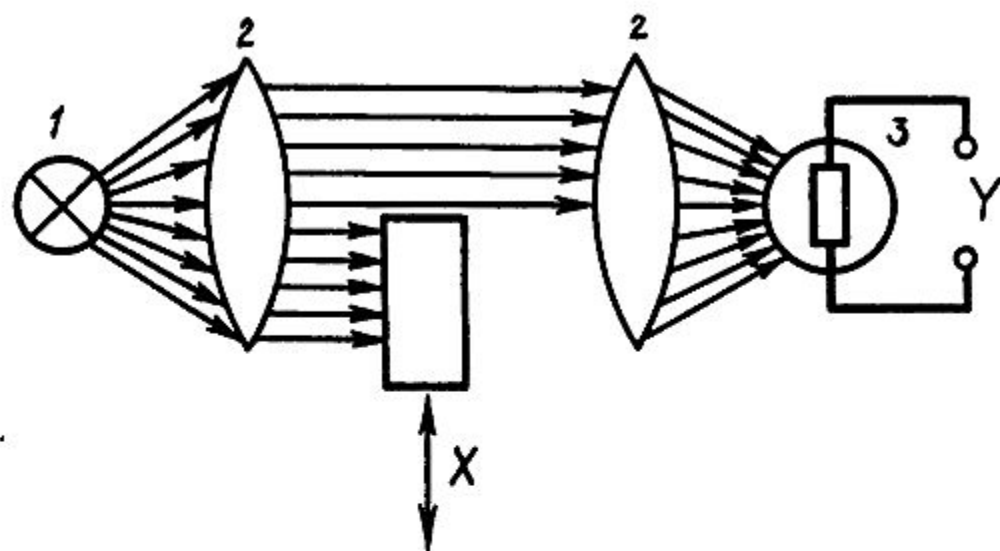
При вращении ротора в нем наводится переменный ток, который вызывает появление переменного магнитного поля, наводящего в выходной обмотке тахогенератора электрический сигнал, пропорциональный частоте вращения ротора.

**Фотодатчики.** Фотоэлектрические датчики используются в автоматике для преобразования в электрический сигнал различных неэлектрических величин: механических перемещений, скорости вращения тел, размеров и количества движущихся предметов, освещенности, прозрачности жидкой или газовой сред и т.д. Например, фотодатчики в метро фиксируют момент прохождения поезда мимо светофора.

Фотодатчик в общем случае состоит из фотоэлектрического чувствительного элемента 3, источника света 1 и оптической системы 2

В большинстве фотодатчиков преобразование входной незлектрической величины осуществляется следующим образом: сначала производится преобразование данной величины в пропорциональное изменение одной из основных характеристик светового потока (силы света, освещенности), а затем фотопреобразователь преобразует это изменение в электрический сигнал. Например, при уменьшении освещенности фоторезистора увеличивается его активное сопротивление.

В качестве фоточувствительных элементов используются различные полупроводниковые приборы: фоторезисторы, фототранзисторы, фотодиоды, фототиристоры.



Фотоэлектрический датчик

# ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

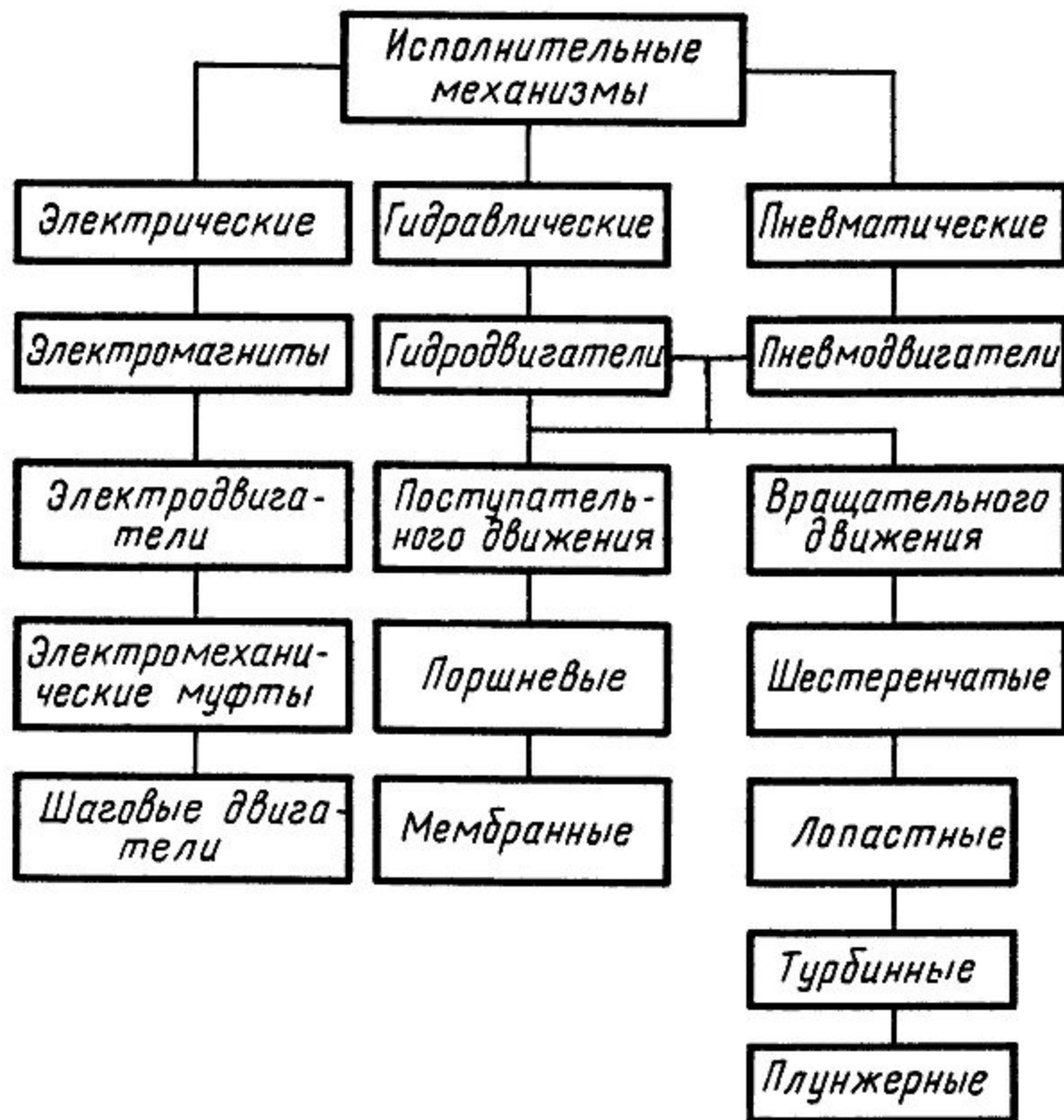
Датчики являются «органами чувств» или измерительными элементами, «сообщающими» устройству управления о состоянии управляемого объекта или процесса. Но вот снятая с датчиков информация переработана и устройство управления должно оказать воздействие на объект управления.

Эту функцию выполняют исполнительные механизмы, являющиеся как бы «мускулами» системы автоматического управления.

По источникам энергии исполнительные механизмы подразделяют на следующие три основных типа:

- электрические – преобразующие энергию в механическую;
- гидравлические – применяется жидкость, например минеральное масло, и давление жидкости преобразуется в механическую энергию;
- пневматические – энергия сжатого газа преобразуется в механическую энергию





Классификация исполнительных механизмов

Управление исполнительными механизмами осуществляется от ЭВМ через усилители мощности электрических сигналов. Кроме того, непосредственно к исполнительному устройству может подводиться энергия от дополнительного источника.

Электрические исполнительные механизмы, как отмечалось, преобразуют энергию электрического тока в механическую энергию с целью воздействия на объект управления. Они делятся на *электродвигательные* и *электромагнитные*.

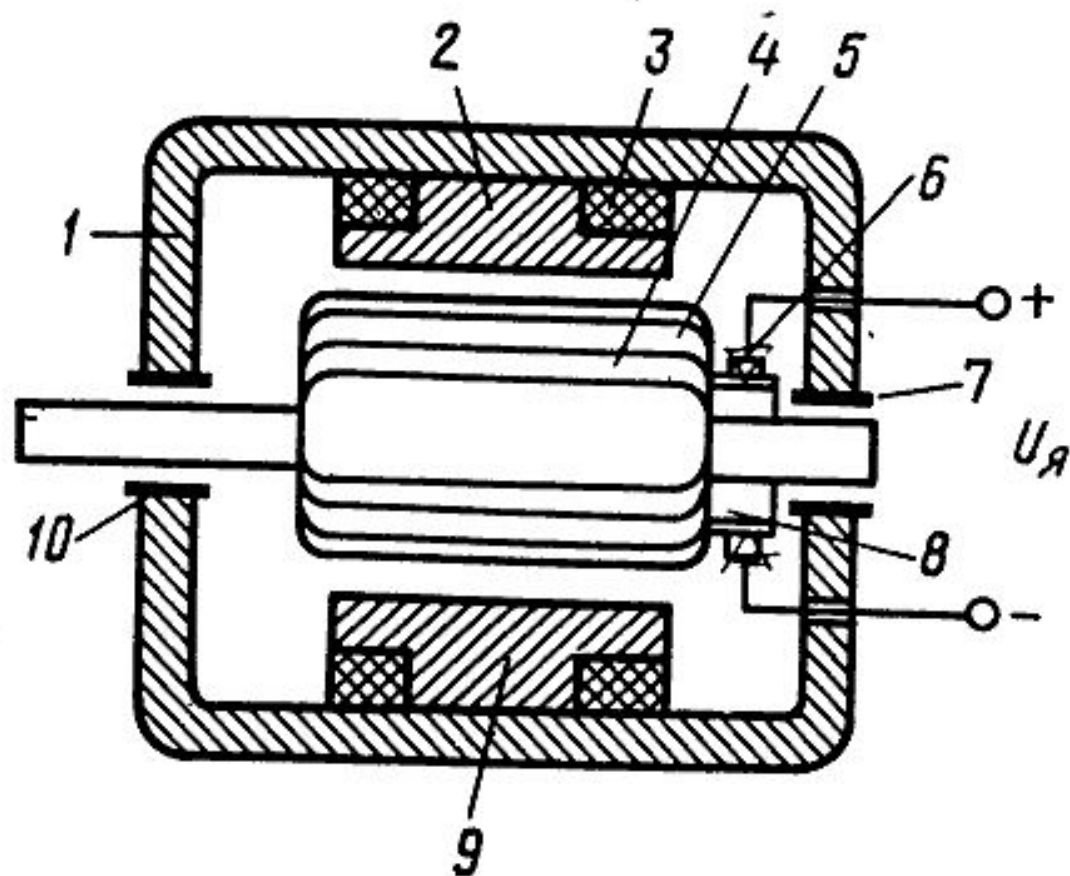
К электродвигательным устройствам относятся двигатели постоянного и переменного тока, а также шаговые (импульсные) двигатели.

В электромагнитных механизмах электрическая энергия преобразуется в энергию прямолинейного движения исполнительного органа.

**Электродвигатели постоянного тока.** Принцип действия двигателей постоянного тока основан на взаимодействии проводника, по которому проходит ток, с внешним постоянным магнитным полем.

Магнитное поле в двигателях постоянного тока создается неподвижным статором. Вращающейся частью двигателя является якорь, представляющий собой сердечник с обмоткой и коллектором.

Двигатели постоянного тока, используемые в качестве исполнительных, имеют ряд преимуществ: малые габариты, высокая выходная мощность. Кроме того, они допускают изменение частоты вращения вала двигателя в широком диапазоне. Управление ими от ЭВМ осуществляется различными способами с использованием усилителей мощности.



### Электродвигатель постоянного

тока:

1 – станина, 2, 9 – полюса, 3 – обмотки возбуждения, 4 – якорь, 5 – коллектор, 6 – щетки, 7, 10 – подшипники, 8 – корпус

Электродвигатели переменного тока. Электрические машины переменного тока подразделяют на *асинхронные* и *синхронные*. Асинхронные двигатели являются наиболее распространенными; их доля составляет 80% от общего объема выпуска.

Принцип действия асинхронного двигателя заключается в наведении ЭДС, а следовательно, и токов в замкнутых проводниках обмотки ротора при вращении электромагнитного поля статора.



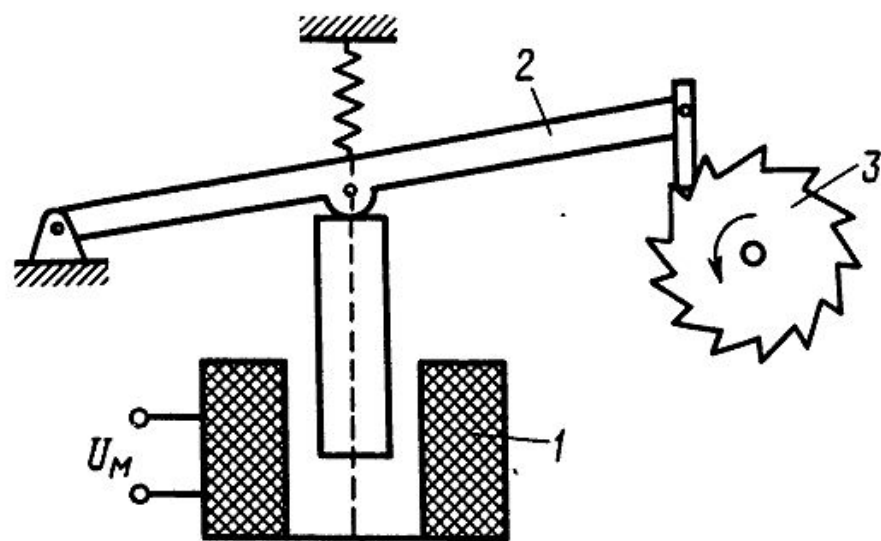
Эти токи, в свою очередь взаимодействуя с полем статора, создают электромагнитную силу, которая обеспечивает вращение ротора.

Исполнительные асинхронные двигатели переменного тока с короткозамкнутым ротором обладают рядом преимуществ: механической прочностью; простотой обслуживания благодаря отсутствию трущихся деталей (за исключением подшипников); несложным управлением, простотой изоляции цепей, возможностью работы на токах различной частоты.

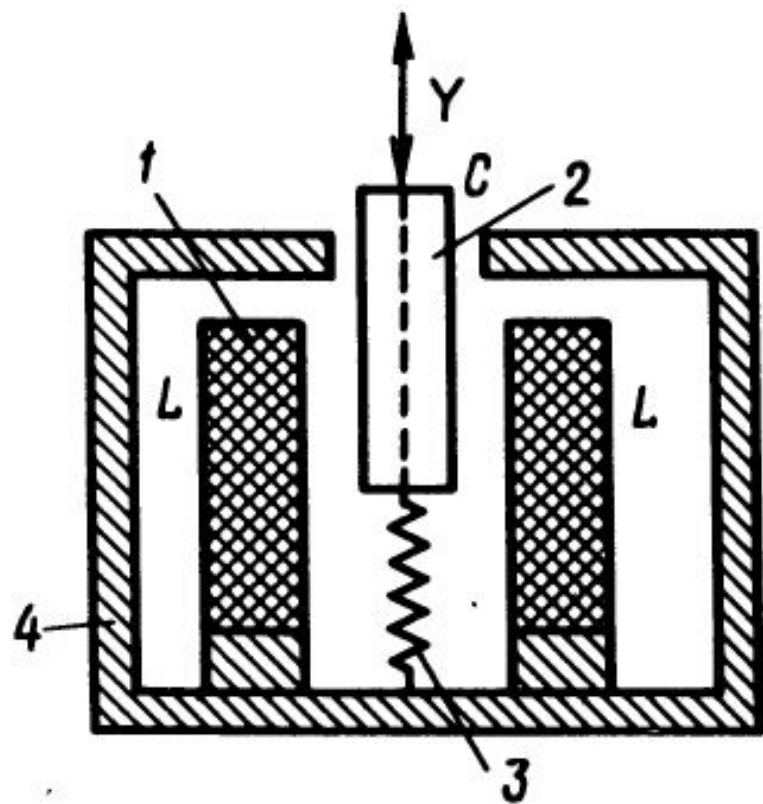
**Шаговые двигатели.** В шаговых (импульсных) двигателях происходит преобразование электрических импульсов напряжения в дискретные или линейные перемещения ротора с фиксацией его в заданных положениях. Простейшим является шаговый двигатель, состоящий из электромагнита и храпового колеса

За одно включение электромагнита *1* храповое колесо *3* поворачивается рычагом *2* на заданный угол, определяемый шагом храпового колеса.

Шаговые двигатели получают все большее распространение в автоматике. Это связано с тем, что они через простые электронные ключи могут управляться непосредственно от ЭВМ. При этом за счет скорости следования и числа управляющих импульсов, поступающих на обмотки двигателя, возможно цифровое управление углом поворота и частотой вращения двигателя.



**Электромагнитные исполнительные механизмы.** Электромагнитные исполнительные механизмы представляют собой электромагниты различных конструкций, которые предназначены для включения и отключения механических, пневматических и гидравлических цепей. Они позволяют осуществлять сцепление и расцепление вращающихся валов, открывание и закрывание задвижек, клапанов, вентилях, включение мощных электродвигателей и т.п. Управление ими от ЭВМ осуществляется с



помощью сигналов управления, подаваемых в обмотку электромагнита через электронные ключи, выполненные на основе транзисторов или тиристоров.

**Гидравлические и пневматические двигатели.** Гидравлические и пневматические двигатели преобразуют энергию рабочей среды, находящейся под давлением, в механическую энергию поступательного или вращательного движения. В качестве рабочей среды в пневмодвигателях используется сжатый воздух или газ, а в гидродвигателях — минеральное масло, синтетические жидкости и т.д. Данные двигатели широко применяются прежде всего в устройствах силового привода станков, подъемных механизмов, автоматических манипуляторах, в авиационной и ракетной технике и т.д.

Гидро- и пневмодвигатели способны развивать очень большие усилия при малых габаритах. По этим параметрам они превосходят все остальные виды двигателей, причем могут работать в значительно более тяжелых условиях эксплуатации. По конструкции и принципу действия между гидравлическими и пневматическими двигателями нет существенного различия.



Гидро- и пневмоприводы в зависимости от конструкции подразделяют на двигатели с поступательным движением (поршневые и мембранные) и двигатели с вращательным движением (шестеренчатые, лопастные, турбинные и др.). По способу управления данные двигатели могут быть с дроссельным (сопло, заслонка, золотник, струйные трубки) и с объемным управлением (насосы, компрессоры).

Пневматические устройства автоматики и пневмопривод особенно широко используются при автоматизации производства в химической промышленности и других местах, где из-за повышенной взрыво- и пожароопасности применять электрические исполнительные элементы нельзя.

## **ЦИФРОАНАЛОГОВЫЕ И АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

**Выходные сигналы большинства датчиков и преобразователей являются аналоговыми, т.е. представляют собой непрерывный за время измерения сигнал в виде постоянного или переменного тока или напряжения. Соответственно для управления большинством исполнительных механизмов требуются аналоговые сигналы.**

**Цифроаналоговые преобразователи.** Простейший ЦАП показан на рис. 1. На вход ЦАП подается опорное напряжение  $E$ , которое поступает на делитель напряжения из резисторов  $R$ . Ключи  $K_1 - K_4$  являются, например, контактами реле  $P_1 - P_4$ , управление включением которых осуществляет микроЭВМ через параллельный выходной порт. МикроЭВМ вырабатывает код, в соответствии с которым срабатывает то или иное реле, замыкающее свой контакт  $K$ . Таким образом, напряжение на выходе ЦАП будет изменяться в соответствии с цифровым кодом, вырабатываемым микроЭВМ.

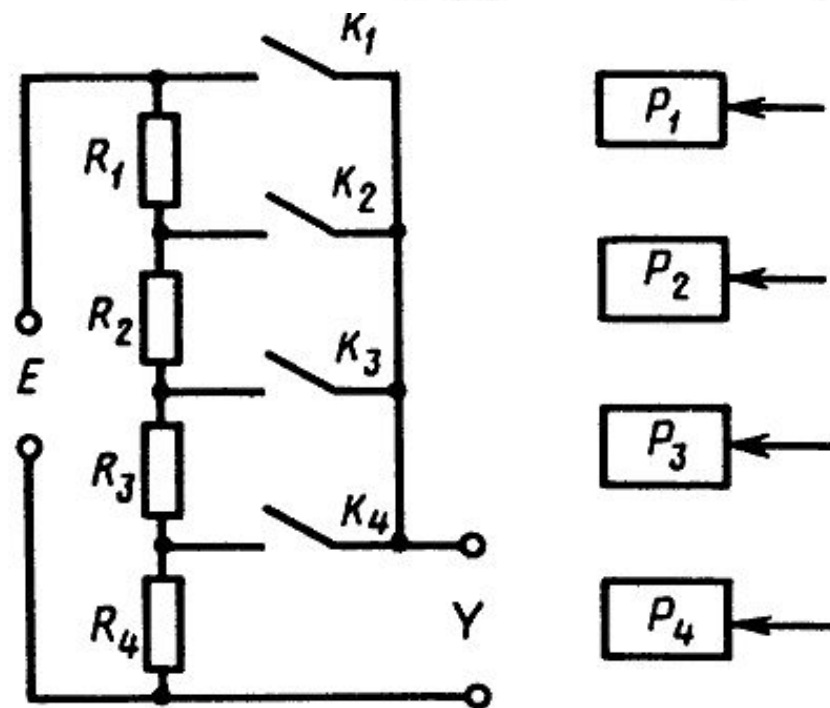


Рис. 1. Простейший цифроаналоговый преобразователь

**Аналого-цифровые преобразователи.** Структурная схема АЦП, управляемого от микроЭВМ, показана на рис. 2. Входное напряжение  $U_{вх}$  подается на вход устройства выборки-хранения (УВХ), которое запоминает амплитуду мгновенного значения напряжения. Аналоговая схема сравнения (АСС) сравнивает амплитуду сигнала, запомненного в УВХ, с аналоговым сигналом, поступающим с ЦАП. В момент равенства обоих сигналов АСС вырабатывает для ЭВМ сигнал "Стоп", по которому ЭВМ прекращает изменение управляющих кодов, подаваемых на ЦАП.

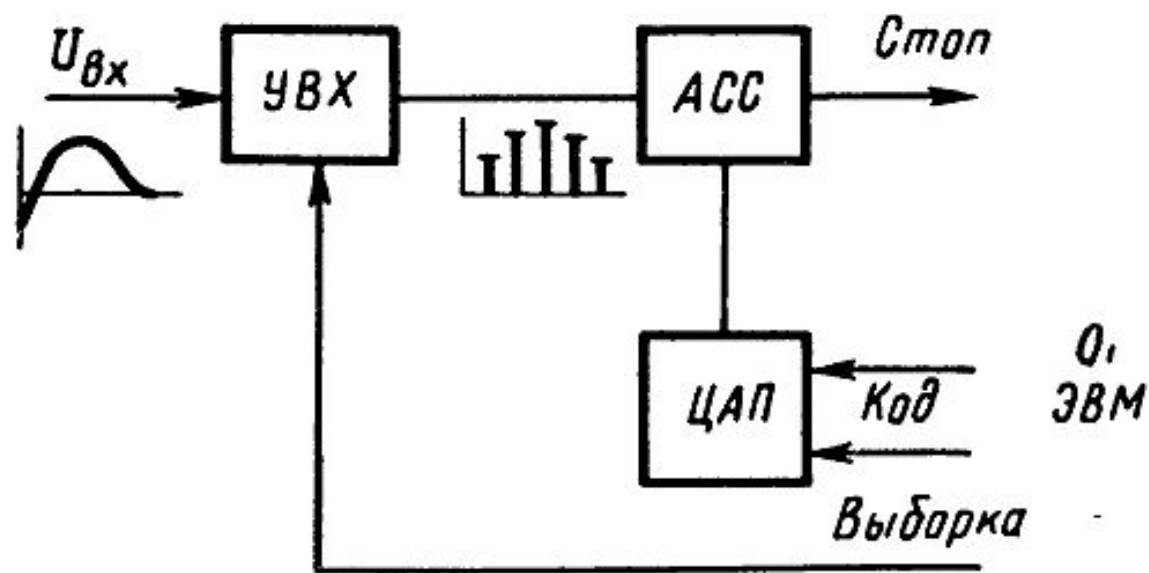
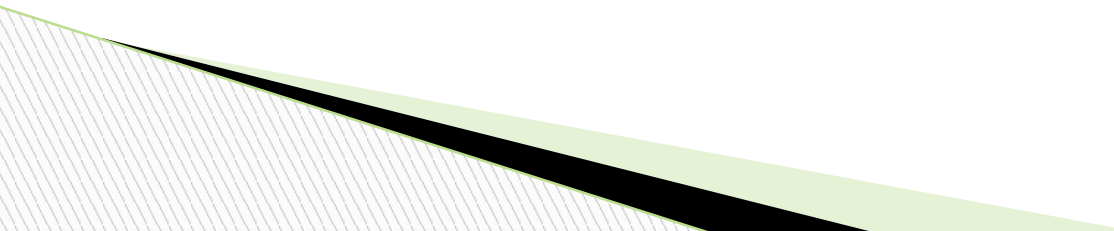


Рис. 2 Аналого-цифровой преобразователь

## **УСТРОЙСТВО РЕЧЕВОГО ВВОДА-ВЫВОДА**

**”Говорящие” машины с давних пор привлекали всеобщее внимание благодаря их ”почти человеческой” способности устно задавать вопросы оператору и в свою очередь давать устные ответы на задаваемые вопросы. Речевой ввод освобождает человека от работы с клавиатурой, ускоряет процесс ввода команд и уменьшает число ошибок. Речевой вывод дает возможность оператору одновременно выполнять несколько функций, например слушать сообщение машины и наблюдать за измерительными приборами.**



Если рассматривать характеристики различных звуков и модуляций тона в произносимых словах, то становится очевидным, что свойства речи изменяются при переходе от гласных звуков к согласным, так как при этом резко изменяется максимальная амплитуда (громкость) и основная частота речевого сигнала. Однако из-за того, что на протяжении коротких речевых сегментов (т.е. частей слов или сочетаний звуков) сигналы сильно не меняются, эти сегменты в большинстве способов обработки речи выделяются и обрабатываются так, как если бы они являлись короткими интервалами установившегося звука с фиксированными параметрами. Каждый сегмент является совокупностью звучания многих однотональных сигналов, т.е. спектральный состав речевого сегмента содержит множество частот. В качестве примера можно привести сравнение с пианино. Если допустить, что каждая клавиша пианино вызывает звучание на одной частоте, хотя, строго говоря, это не совсем так, то удар по нескольким клавишам вызовет появление аккорда, т.е. смеси множества частот. Каждый звук человеческой речи является таким своеобразным аккордом. Причём набор частот в таком аккорде и амплитуда сигнала каждой из них для каждого человека индивидуальны, как и отпечатки пальцев.

Разработаны способы выделения наименьших элементов речи (фонем), более или менее одинаковых по спектральному составу для многих людей.

При вводе информации в ЭВМ звуковой аналоговый сигнал с помощью АЦП преобразуется в цифровой двоичный код, из которого выделяются фонемы. Анализируя набор фонем в соответствии с правилами лингвистики и процессом речеобразования, ЭВМ "понимает" поданную команду.

Вывод речевой информации из ЭВМ осуществляется путем программной генерации последовательности кодов фонем, преобразования этих кодов с помощью ЦАП в аналоговый сигнал и воспроизведения речевого сигнала с помощью громкоговорителя. Преимуществом данного метода является относительно небольшая память для хранения фонем и программы их обработки. Недостатком является искажение "механическое" звучание слов, воспроизводимых ЭВМ.

Другой метод заключается в воспроизведении записанных элементов (слов и коротких фраз), которые выбираются в нужной последовательности управляющей программой. Воспроизведение осуществляется путем сцепления отдельных элементов, поэтому данный метод называется синтезом с помощью конкатенации. Словарь такого устройства ограничен емкостью и быстродействием памяти, предназначенной для хранения элементов сообщений.

При речевом вводе (точнее, распознавании речи) подразумевается, что ЭВМ распознает и соответственно реагирует на произносимые слова хотя бы в пределах ограниченного запрограммированного словаря. Распознавание опирается на набор признаков, идентифицирующих произносимые слова. В качестве признаков используются фонемы или несколько наиболее интенсивных формант (частотных диапазонов с наибольшей акустической энергией), формантные переходы между согласными и гласными звуками и др.



## СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Автоматизированные системы, снабженные средствами искусственного зрительного восприятия, находят самое разнообразное применение – от сравнительно простой задачи, заключающейся во взятии предмета и установке его на заданное место, до сложных производственных функций по изготовлению и визуальному контролю качества продукции.

К числу методов построения систем технического зрения относятся следующие: формирование бинарных (с двумя уровнями яркости) изображений; использование локальных окон, т.е. маски, конфигурация которой соответствует искомому объекту; метод градаций яркости (оттенков серого цвета), отражаемой поверхностями или границами поверхности искомого объекта; формирование трехмерных изображений и распознавание образов с помощью сложных математических методов.

Детальное визуальное изображение анализировать трудно, так как даже простейшее изображение содержит огромное количество информации. Поэтому в промышленных системах предварительно "отфильтровывают" тем или иным способом полученное изображение, оставляя лишь ту информацию, которая представляет интерес, например диаметр отверстия детали.

Системы технического зрения обычно содержат: мощный источник света; телекамеру, сигнал которой преобразуется в цифровую форму с помощью быстродействующего АЦП; специализированную микроЭВМ для обработки изображений, выходная информация которой передается в микроЭВМ, управляющую производственным процессом. Причем разработчики промышленных систем технического зрения в каждом конкретном случае стараются использовать наиболее простые алгоритмы обработки изображений.

В частности, большинство серийных систем построено на основе *метода бинарных изображений*, иногда называемого методом световых пятен. Данный метод позволяет реализовать простейший прием распознавания объектов, когда передающая телекамера соединена с микроЭВМ, подсчитывающей светлые и темные пятна, находящиеся в поле зрения, и приписывает каждому элементу отображения одно из двух значений, соответствующих черному или белому цвету, в зависимости от того, находится ли яркость элемента изображения ниже или выше определенного порога. Такой подход наиболее соответствует случаям, когда надо просто проверить, находится ли деталь в поле зрения камеры, или ввести в память ЭВМ текст для его дальнейшей обработки.

В другом часто используемом методе, называемом *методом локальных окон*, различным участкам какого-либо изображения приписываются различные пороговые значения яркости. Этот метод позволяет сосредоточить особое внимание на отдельных участках объекта, исключая из рассмотрения особенности изображения, которые не требуется контролировать. Этот метод можно проиллюстрировать примером, когда из множества сложных фигур, нарисованных на бумаге, выбирается только одна, конфигурация которой соответствует конфигурации прозрачного окна в непрозрачной маске.

Применение метода формирования локальных окон ограничивается тем, что он позволяет обнаруживать границы трехмерных объектов только в том случае, если источник света имеет органы высокоточной регулировки, обеспечивающие необходимую конфигурацию и контрастность теней. Но это требование очень трудно выполнить в условиях производственного цеха.

Наиболее распространенным промышленным методом для построения систем визуального контроля трехмерных объектов является *метод градаций серого цвета*.

При обработке каждого элемента отображения ему приписывается некоторое значение яркости из диапазона целых чисел от 1 до 256. Однако столь большое число градаций яркости требует гораздо большей вычислительной мощности при обработке изображения, чем в системе на основе методов бинарных изображений и локальных окон. В частности, для хранения и обработки одного телевизионного кадра информации при этом методе требуется более 64 Кбайт оперативной памяти.

Для упрощения метода градаций серого цвета и сокращения объема памяти используют свойство серийного производства, заключающегося в том, что однотипные объекты на сборочной линии достаточно похожи друг на друга. Поэтому процессом выделения и анализа заданных особенностей объекта может управлять массив данных, называемый шаблоном визуального отображения объекта, отражающим только его общую форму без ненужной детализации.

Системы технического зрения находятся в начальной стадии интенсивного совершенствования, но уже имеющийся опыт показывает, что эти системы наряду с системами ввода и вывода речевой информации должны стать неотъемлемой и одной из важнейших частей будущих электронно-механических помощников человека.

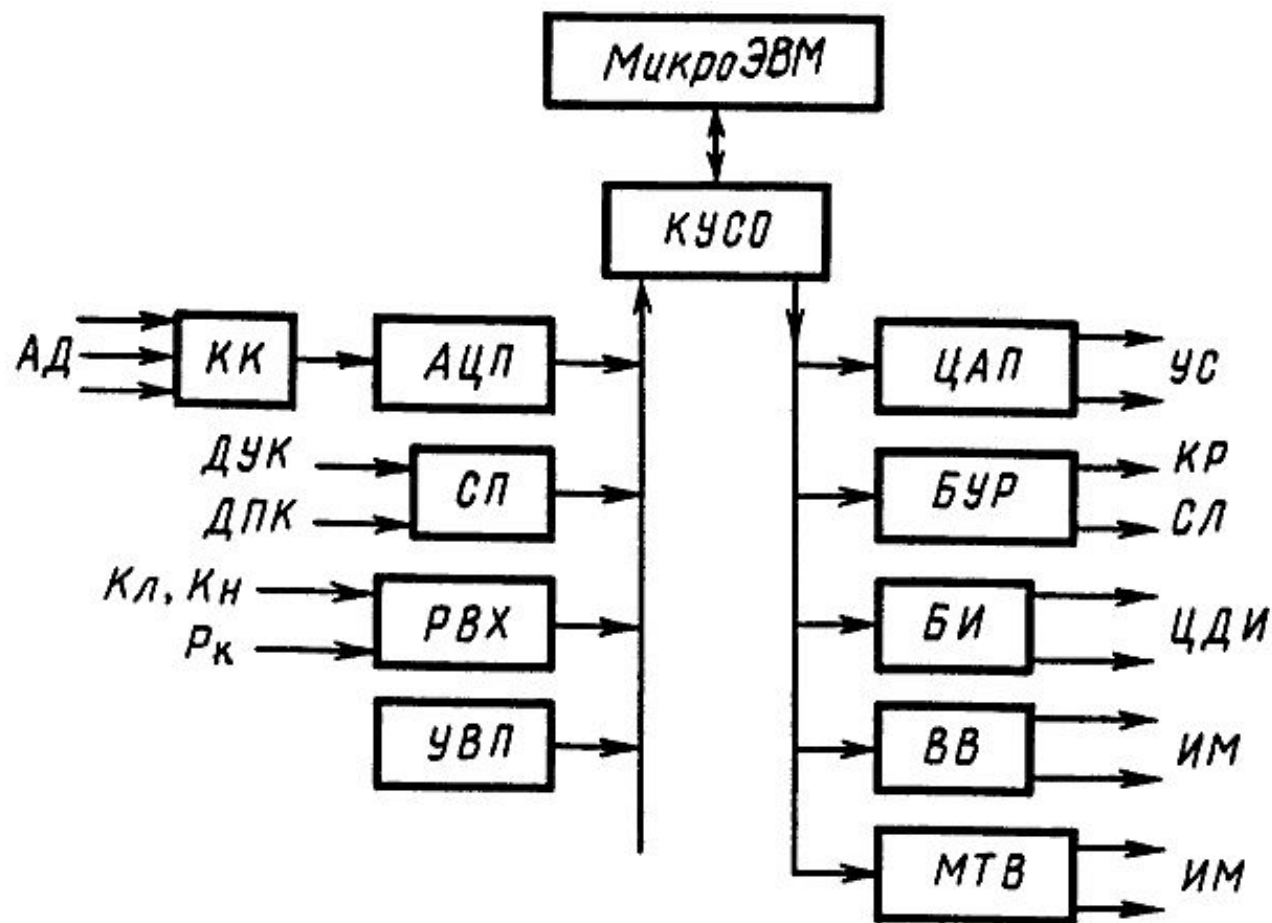
## УСТРОЙСТВА СВЯЗИ ЭВМ С ОБЪЕКТОМ

Выходные сигналы большинства датчиков являются аналоговыми и без предварительной обработки не могут быть введены в ЭВМ.

Следовательно, чтобы ввести сигналы от датчиков в ЭВМ, их необходимо соответствующим образом преобразовать. Кроме того, нужно обеспечить минимальное влияние производственных электромагнитных помех, наводимых на линии связи, и защитить ЭВМ как от статического напряжения, так и от возможных коротких замыканий между линиями связи и проводами питания оборудования.

Вместе с тем, чтобы обеспечить управление мощными исполнительными механизмами, выходные сигналы микроЭВМ надо усилить или преобразовать.

Для сбора и преобразования сигналов, поступающих от датчиков, а также для распределения и усиления сигналов управления исполнительными механизмами современные управляющие микроЭВМ и микроконтроллеры снабжены многочисленными устройствами, объединенными под общим названием – устройства связи с объектом (УСО).



Обобщенная структурная схема устройств сопряжения с объектом микроЭВМ



Аналоговые сигналы (например, от термопар в литевых машинах, от других измерительных преобразователей с унифицированным токовым выходом Государственной системы приборов и т.д.) поступают через коммутатор каналов (КК) в аналого-цифровой преобразователь (АЦП), где преобразуются в цифровой код, доступный для обработки в микроЭВМ. Угловые или линейные перемещения узлов оборудования преобразуются специальными датчиками-преобразователями угол–код и перемещение–код (ДУК, ДПК) в электрические импульсные или частотно-модулированные сигналы, т.е. сигналы с переменной частотой следования импульсов, которые поступают в схему преобразования (СП). На выходе СП образуется цифровой код, поступающий в ЭВМ. Опрос и кодирование состояний различных кнопок, ключей, контактных выключателей и контактных реле (Кл, Кн, Рк) осуществляет блок релейных входов (РВХ).

Управление оборудованием производится через блоки вывода сигналов. Управление различными двигателями через усилители сигналов производится с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП). Включение и выключение реле (КР) и сигнальных ламп (СЛ) осуществляет блок управления реле (БУР), содержащий мощные токовые и (или) высоковольтные ключи. Различные двоично-десятичные и другие индикаторы управляются блоком индикации (БИ). Управление шаговыми двигателями, электромагнитными клапанами пневмо- и гидросистем и другими мощными исполнительными механизмами осуществляют блоки управления с мощным токовым выходом (МТВ) или высоковольтным выходом (ВВ).

Работу микроЭВМ с УСО рассмотрим на примере опроса состояния контактных датчиков объекта. Они могут опрашиваться микроЭВМ через БИС параллельного интерфейса (например, КР580ВВ55). Ввод информации в этом случае осуществляется микроЭВМ в режиме сканирования, т.е. поочередного циклического опроса состояния каждого датчика или группы датчиков.

Если же требуется незамедлительная реакция ЭВМ на срабатывание датчика, то применяется режим прерываний основной программы и микроЭВМ сразу переходит на программу обслуживания датчика, вызвавшего прерывание. Например, микроЭВМ управляет работой парового котла, периодически проверяя температуру и давление горячей воды, уровень воды в котле, температуру в топке котла, и вырабатывает сигналы, управляющие через исполнительные клапаны подачей воды и топлива в котел. В это время срабатывает контактный датчик, показывающий, что давление пара в котле превысило допустимый предел. Получив сигнал прерывания, микроЭВМ прекращает выполнение программы опроса других датчиков и переходит на программу, открывающую предохранительный клапан котла. Давление пара падает, датчик максимального давления пара переходит в нормальное состояние, а микроЭВМ переходит к выполнению основной программы.