

# Преобразователи физической величины

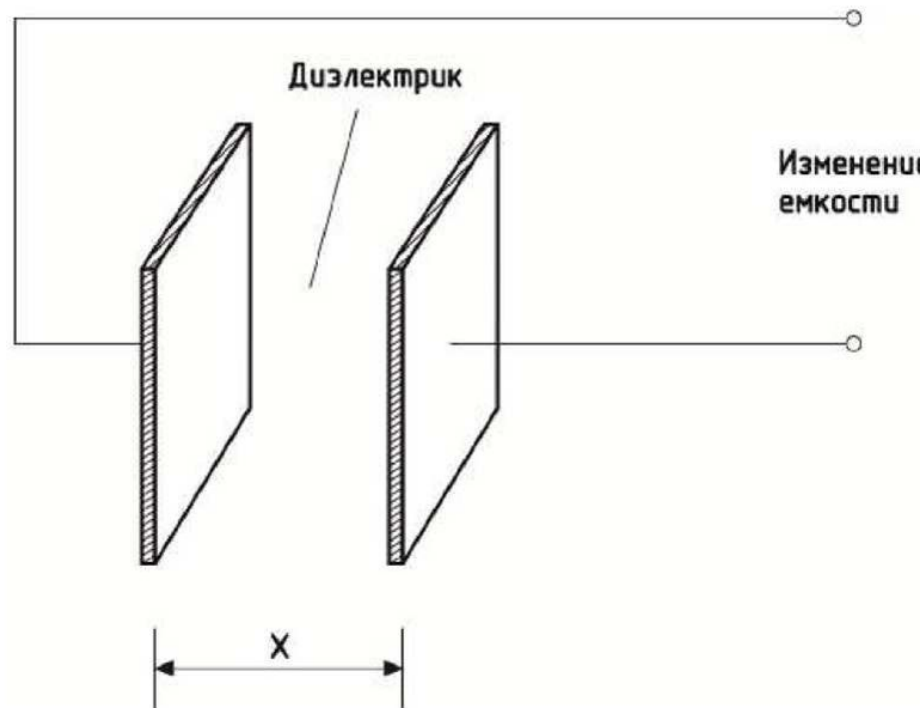
# Основные принципы преобразования:

- емкостной;
- пьезоэлектрический;
- электромагнитный;
- ионизационный;
- фотоэлектрический;
- резистивный;
- термоэлектрический.

# Емкостные преобразователи

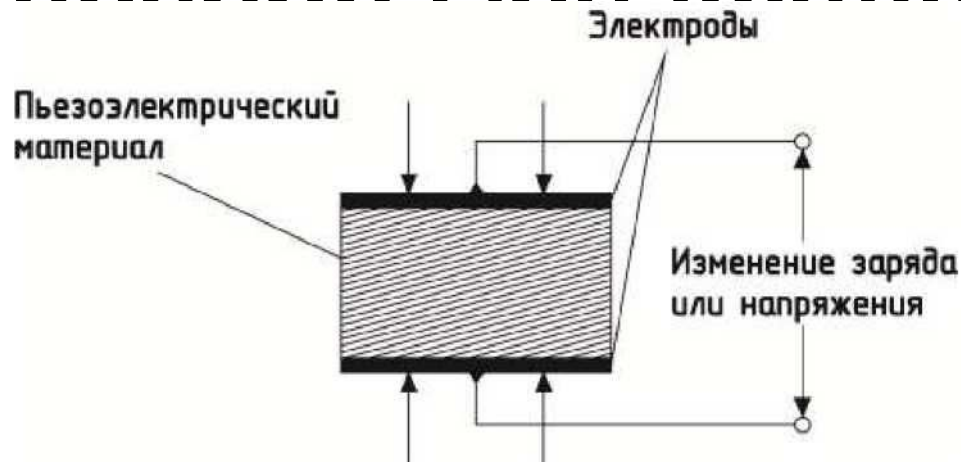
$$C = \epsilon \frac{A}{x},$$

где  $\epsilon$  — диэлектрическая проницаемость;  $A$  — площадь поверхности пластины;  $x$  — расстояние между пластинами.



Емкостной измерительный преобразователь

# Пьезоэлектрические преобразователи

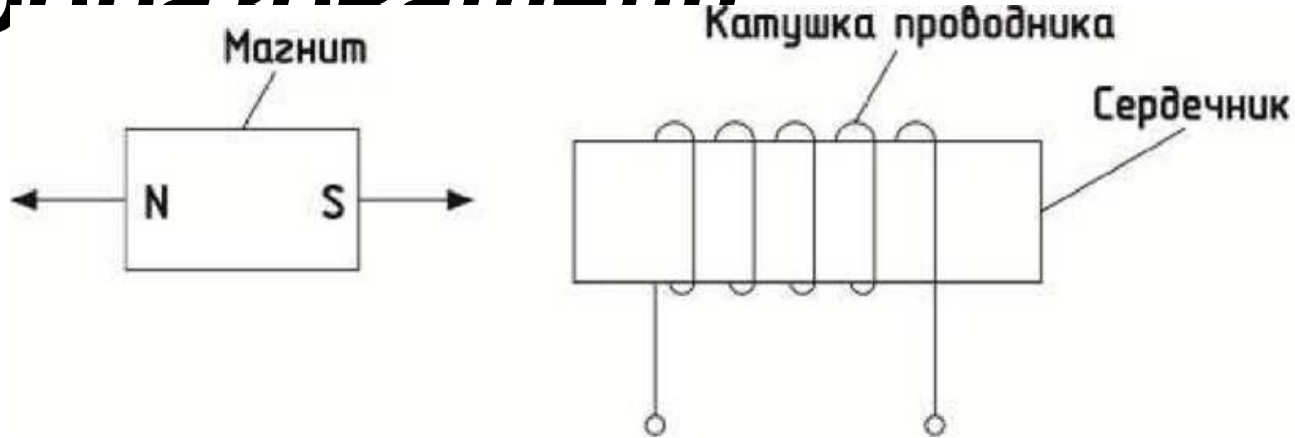


**Пьезоэлектрический эффект** - изменение измеряемой величины пропорционально изменению электростатического заряда (напряжения), возникающего в некоторых материалах при их деформации (сжатие, растяжение, изгиб).

**Пьезоэлектрический эффект** обратимый, т. е. при подаче напряжения на электроды кристалл будет деформироваться.

Материал: - природные кристаллы, такие, как кварц или рочеллевая соль;  
- синтетические кристаллы, например сульфат лития;  
- поляризованная ферромагнитная керамика, например титанат бария.

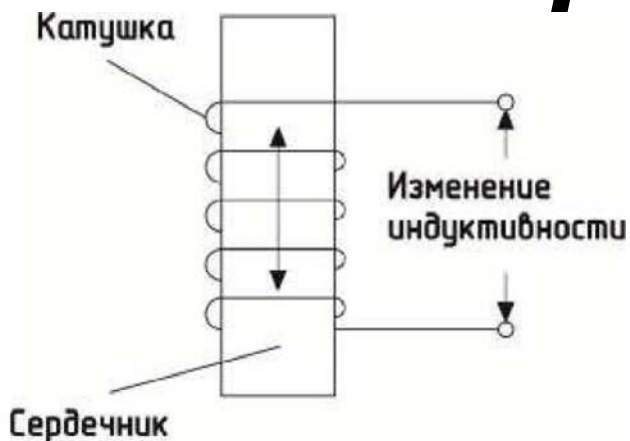
# Электромагнитные преобразователи



Электромагнитное  
преобразование

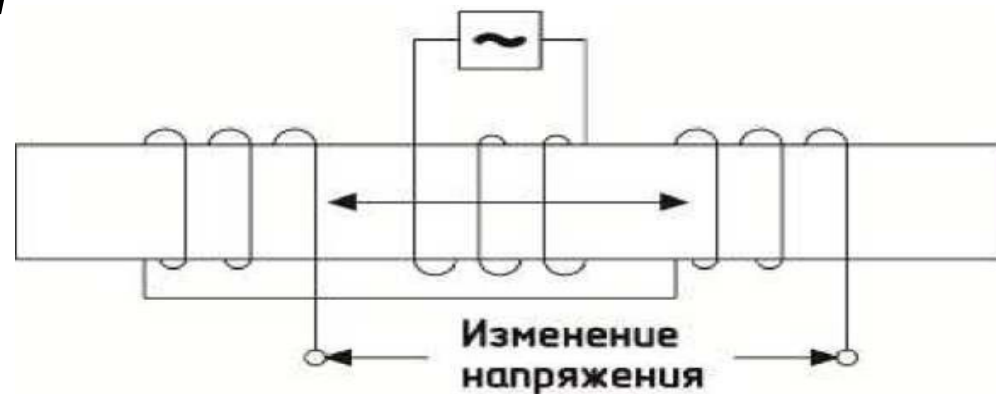
**Электродвижущая сила (ЭДС)** возникает на концах проводника, если на него воздействует переменное магнитное поле. Величина ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока.

# Индуктивное преобразование



Самоиндукция.

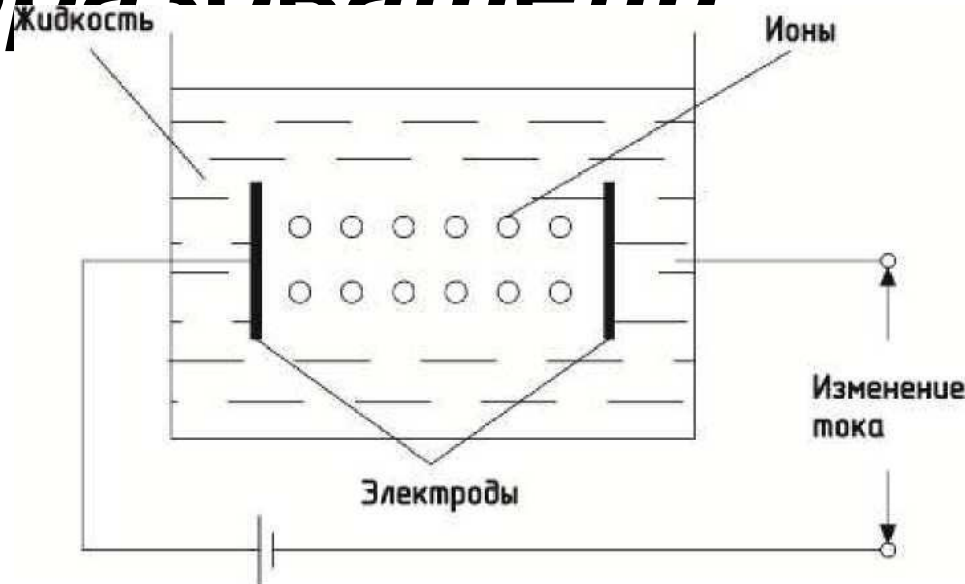
Положение ферромагнитного сердечника относительно катушки определяет её индуктивность.



Дифференциальный трансформатор с линейно изменяющимся выходом.

Изменение магнитного сопротивления основано на изменении магнитного сопротивления между двумя или более катушками. Магнитное сопротивление изменяется пропорционально измеряемой величине (перемещению).

# Ионизационные преобразователи



- предназначены для измерения концентрации ионов в веществе.

$$pH = -\log[H^+],$$

где:  $pH$  - водородный потенциал;

$[H^+]$  - концентрация ионов водорода в граммах на литр.

$pH$  равно 0 для чисто кислотного раствора, 7 — для нейтрального раствора и 14 — для чисто щелочного раствора.

Разность потенциалов между двумя электродами отражает значение  $pH$  раствора (около 59 мВ на единицу  $pH$ )

# Фотоэлектрические преобразователи



Фотоэлектрические измерительные преобразователи реагируют на электромагнитное излучение (фотодиоды, фототранзисторы и т.п.). Спектр излучения может быть видимым или невидимым. При полном освещении один элемент вырабатывает напряжение около 0,5 В.



# Фотопроводящие преобразователи

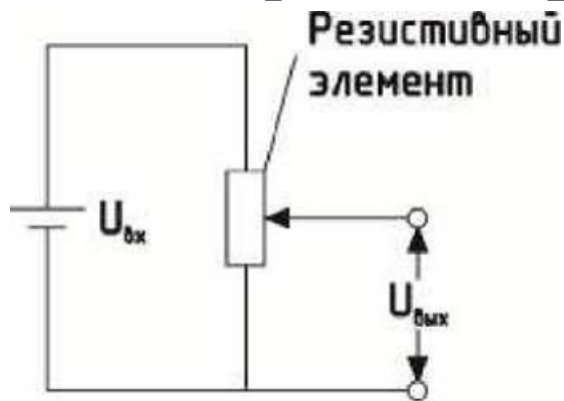


- эффект изменения сопротивления материала в зависимости от интенсивности электромагнитного излучения.

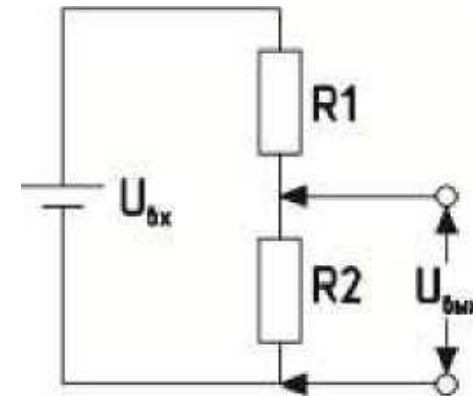
Значение сопротивления при полном облучении составляет около 100-200 Ом, а в полной темноте — мегаомы.

В конструкции зависящих от света резисторов чаще всего используются сульфид или селенид кадмия.

# Резистивные преобразователи



а)



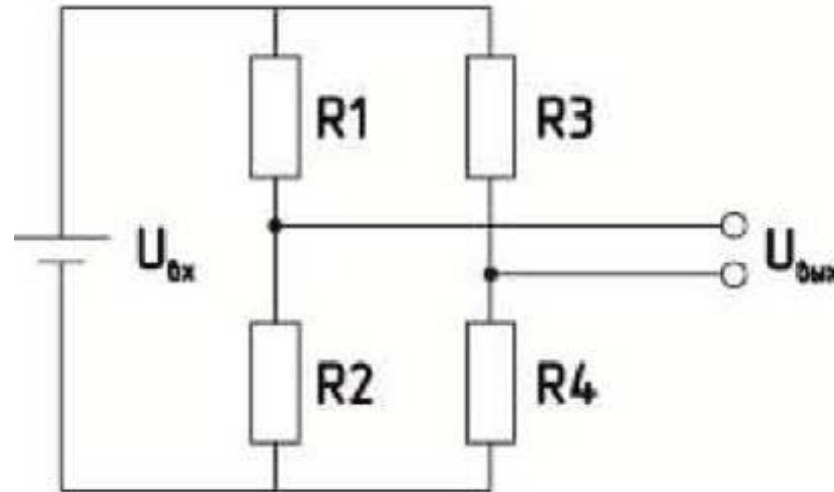
б)

Резистивное преобразование при помощи потенциометра (а) и его эквивалентная схема (б)

$$U_{вых} = \frac{U_{вх} \cdot R2}{R1 + R2},$$

где  $U_{вх}$  — напряжение на входе;  
 $U_{вых}$  — напряжение на выходе.

# Для высокоточных измерений используется мост Уитстона



Комбинация двух потенциометрических делителей, образующая мост Уитстона, выходное напряжение которого:

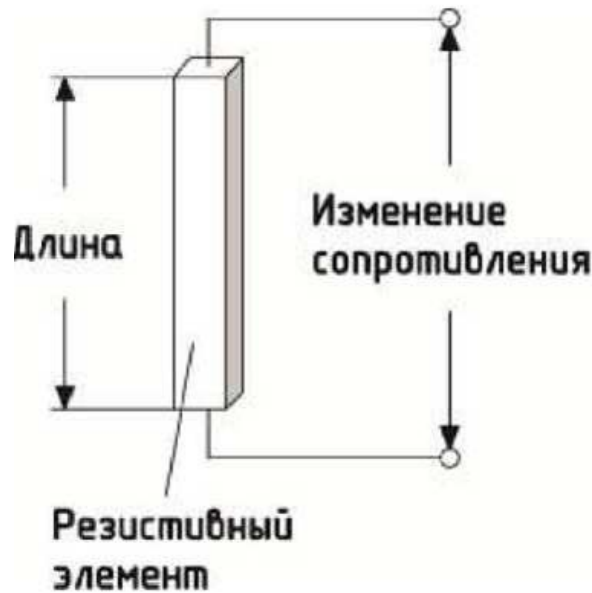
$$U_{\text{ВЫХ}} = U_{\text{ВХ}} [R3/(R3+R4) - R1/(R1+R2)].$$

$$\frac{R3/R4}{1+R3/R4} = \frac{R1/R2}{1+R1/R2};$$

$$(R3/R4)(1+R3/R4) = (R1/R2)(1+R1/R2).$$

$$R1/R2 = R3/R4.$$

# Тензодатчики



$$R = \frac{\rho L}{A},$$

где  $\rho$  — удельное сопротивление материала;

$L$  — длина проводника;

$A$  — площадь поперечного сечения

Из соотношения следует, что сопротивление проводника может меняться при любом изменении измеряемой величины, например его длины.

Как правило, тензодатчик применяется совместно с мостом Уитстона.

# ***Термоэлектрические преобразователи***

Термоэлектрические преобразующие элементы устанавливают значение выходного сигнала в соответствии с измеряемой температурой.

Наиболее распространены преобразователи, использующие ***эффект Зеебека*** (термопары), резистивные детекторы температуры и термисторы.