

# **Лекция 1.1. Метрологические основы электротехнических измерений. Функции измерительных преобразователей**

**Метрология – наука об измерениях, методах, средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Ее делят на:**

**1. Общая метрология, которая включает:**

- теоретическую – занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерений;**
- экспериментальную – занимается вопросами создания эталонов, образцов мер, разработкой новых измерительных приборов, устройств и информационных систем;**

**2. Законодательная метрология – комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных общих правил, а также другие вопросы, регламентация и контроль которых необходим со стороны государства для обеспечения единства измерений и единообразия средств измерения (СИ).**

**Задачи метрологического обеспечения:**

- создание и применение эталонов единиц физических величин;**
- определение и уточнение физических констант и физико-химических свойств веществ и материалов;**
- создание и выпуск образцовых средств измерения;**

- *проведение государственных испытаний разработанных и импортируемых средств измерений;*
- *государственный надзор и ведомственный контроль состояния за применением средств измерений.*

**Измерения** – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, заключающихся в сравнении измеряемой величины с ее единицей.

**Измерения бывают:**

- *по точности – равноточные (измерения одинаковыми по точности СИ и в одних и тех же условиях) и неравноточными;*
- *по числу измерений – однократные и многократные;*
- *по отношению к изменению измеряемой величины – статические и динамические;*
- *по выражению результатов измерений – абсолютные и относительные;*
- *по общим приемам получения результатов измерений – прямые и косвенные.*

**Главные функции измерений:**

- *Учет продукции народного хозяйства, исчисляющейся по массе, длине, объему, расходу, мощности, энергии.*
- *Измерения, проводимые для контроля и регулирования технологических процессов (особенно в автоматизированных производствах) и для обеспечения нормального*

- **Измерения физических величин, технических параметров, состава и свойств веществ, проводимые при научных исследованиях, испытаниях и контроле продукции в различных отраслях.**

### **Измерения делятся на:**

- **технические – это измерения с помощью рабочих СИ с целью контроля параметров изделий, технологических процессов, для диагностики заболеваний, контроля загрязнения окружающей среды и др.;**
- **метрологические – измерения с помощью эталонов, образцовых средств измерения с целью воспроизводства единиц физических величин для передачи их размеров рабочим СИ.**

**Средство измерения – это техническое средство (или их комплекс), используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики.**

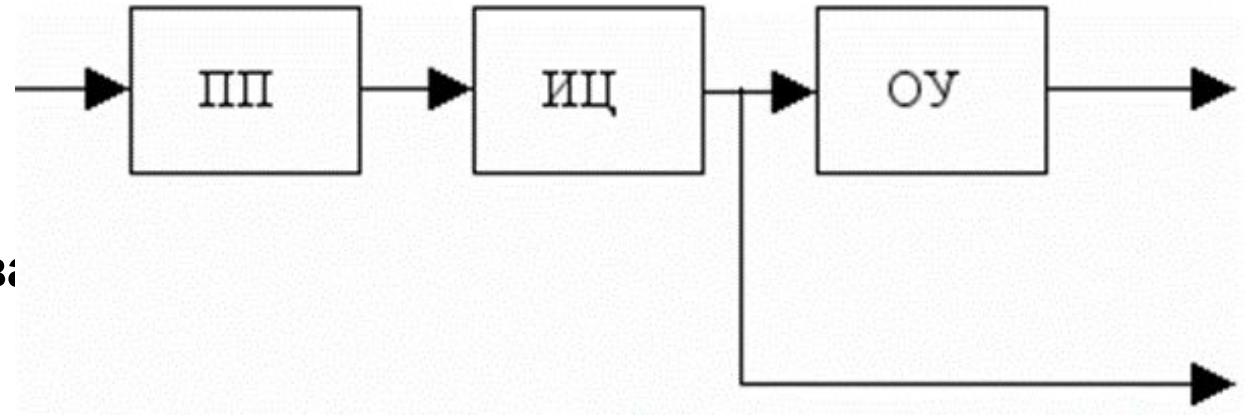
### **По конструктивному исполнению СИ подразделяют на:**

- **Меры физических величин – СИ, предназначенные для воспроизводства или хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров. Набор мер, объединенных в единое устройство, называют магазином мер. Сравнение с мерой выполняют с помощью специальных средств – компараторов (рычажные весы,**

- **Измерительный преобразователь** – иногда его называют датчиком, предназначен для преобразования неэлектрической величины в электрическую. Как правило, в своем составе он имеет первичный преобразователь (ПП) или чувствительный элемент и измерительную цепь.

**Рис.1. Структура устройства для измерения неэлектрических величин где:**

- ПП** - первичный измерительный преобразователь
- ИЦ** - измерительная цепь
- ОУ** - отчетное устройство



**Размещенный непосредственно на объекте ПП преобразует неэлектрическую величину  $X$  в электрическую величину  $Y$ .**

**К первичным преобразователям (ПП) предъявляют требования:**

- **воспроизводимости и однозначности характеристики преобразования  $Y=F(X)$ ,**
- **стабильности во времени характеристики преобразователя,**
- **минимального обратного действия преобразователя на исследуемый объект,**
- точности, быстродействия и т.д.**

**1.1.4.**

## **Среди ПП существуют :**

**Параметрические ПП для которых характерно то, что сигналы, получаемые от измеряемого объекта, служат только для управления энергией постороннего источника, включенного в электрическую цепь.**

**Генераторные ПП характеризуются тем, что сигналы, получаемые от измеряемого объекта, непосредственно преобразуются в электрические сигналы.**

**По физической природе явлений, лежащих в основе их работы, ПП можно подразделить на:**

- **механические резистивные (контактные, реостатные, тензометрические);**
- **электростатические (емкостные, пьезоэлектрические);**
- **электромагнитные (индуктивные, индукционные, магнитоупругие);**
- **теплоэлектрические (термоэлектрические, терморезистивные);**
- **оптико-электрические;**
- **атомные (ионизационного излучения, квантовые) и т.д.**

**1.1.5.**

**На вход первичного преобразователя кроме входной величины  $X$  действуют и другие параметры объекта и окружающей среды. В этих условиях первичный преобразователь должен избирательно реагировать только на значение входной величины и не реагировать на влияние всех остальных факторов.**

### **Функция измерительного преобразователя.**

**Измерительный прибор предназначен для преобразования измерительного сигнала  $x(t)$  в выходной сигнал  $y(t)$ :**

$$y(t) = F[x(t)] \quad (1)$$

**где  $x(t)$  и  $y(t)$  – векторные величины;  $F(x)$  –требуемая функция преобразования.**

**Предполагаем, что функция  $F(x)$  осуществляет все необходимые математические операции, включая интегрирующие и дифференцирующие.**

**В реальных приборах функция преобразования зависит не только от сигнала  $X(t)$ , но также от возмущения  $\xi(t)$  на сигнал  $X(t)$ , от помех  $\eta(t)$ , действующих на параметры прибора  $q$ , от погрешностей  $\Delta q$  возникающих вследствие неточностей изготовления прибора, и от помех  $v$ , возникающих в самом приборе (моменты трения, паразитные ЭДС.)**

$$y(t) = F[x, \xi, q(\eta), v]$$

(2)

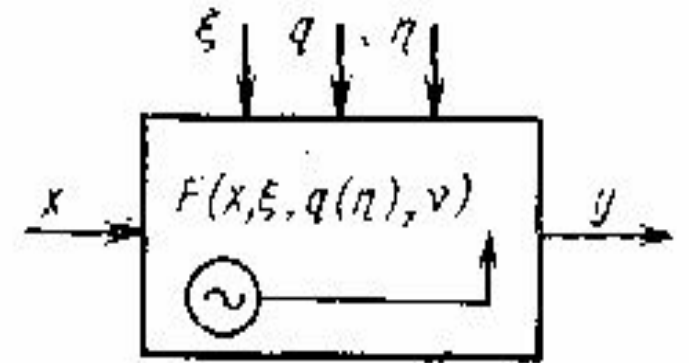
**Измеряемыми величинами, на основе которых формируется полезный сигнал  $x(t)$  являются параметры первичной информации, такие, как давление, температура, расход топлива, расстояние, скорости, ускорения, вибрации и т. д.**

**К числу вредных возмущений относятся перегрузки, вибрации, электрические и магнитные поля, неконтролируемые вариации окружающей среды и др. Все эти возмущения вносят погрешности в показания прибора.**

**Измерительный сигнал, получаемый от контролируемого объекта, передается в измерительную систему в виде импульса какого-либо вида энергии.**

**Можно говорить о первичных сигналах, непосредственно характеризующих контролируемый процесс, о сигналах, воспринимаемых чувствительным элементом прибора, о сигналах, подаваемых в измерительную схему, и т. д.**

**При передаче информации от контролируемого объекта к указателю прибора сигналы претерпевают ряд изменений по уровню и спектру и преобразуются из одного вида энергии в другой.**



**Рис.2. Функциональная схема прибора**

## Структурная схема ИП

**При проектировании измерительных приборов подразумевается разработка функциональных, структурных, и принципиальных схем, удовлетворяющих требованиям технического задания в частности:**

- обеспечение заданной точности измерения;**
- заданного диапазона измерений;**
- габариты, вес, стоимость;**
- высокая надёжность.**

**Структурная схема прибора отображает совокупность звеньев, осуществляющих элементарные преобразования информации, а так же — статические и динамические передаточные свойства.**

**Синтез схем приборов разбивают на следующие этапы:**

**- выбор метода измерения, составление функциональной схемы т. е. определение зависимости вида:**

$$z = \psi(x) \quad (3)$$

**где  $x$ - подлежащая измерению величина;  $z$  – непосредственно измеряемая величина.**

**1.1.8.**



- **составление структурной схемы прибора, представляющей совокупность звеньев, которые осуществляют элементарные преобразования измерительных сигналов;**
- **определение статических и динамических характеристик звеньев и прибора в целом и сравнение этих характеристик с требуемыми характеристиками с целью определения погрешностей;**
- **техническая реализация структурных схем в виде принципиальных схем.**

**Передачные свойства звеньев характеризуются передаточными функциями в динамическом режиме, или чувствительностью в статическом.**

**1.1.9.**