

УДК 621.3.083.1

**ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИЗМЕРЕНИЙ СИЛЫ ТОКА, НАПРЯЖЕНИЯ  
И МОЩНОСТИ**  
**TRENDS IN CURRENT, VOLTAGE, AND POWER MEASUREMENTS**

В.В. Сенюта

Научный руководитель – Т.Е. Жуковская, старший преподаватель  
Белорусский национальный технический университет,  
Г. Минск, Республика Беларусь

jte@tut.by

V. Senyuta

Supervisor – T. Zhukovskaya, Senior lecturer  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

***Аннотация:** В статье рассмотрены этапы развития приборов для измерения силы тока, напряжения, мощности, рассмотрены характеристики приведённых приборов, выдвинуто предположение о дальнейшем развитии измерения данных величин.*

***Abstract:** The article is devoted to the stages of development of instruments for measuring current, voltage, power, considered the characteristics of the given instruments, assumed the further development of measurement of these parameters.*

***Ключевые слова:** измерение, прибор, ток, напряжение, мощность, амперметр, вольтметр, ваттметр.*

***Key words:** measurement, instrument, current, voltage, power, ammeter, voltmeter, wattmeter.*

### **Введение**

«Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств».

Измерения – один из значительных путей изучения природы людьми. С помощью них можно количественно оценить окружающий мир и выявить действующие закономерности. Точные науки базируются на том, что измерения позволяют определить точные количественные соотношения, которые описывают объективные законы природы. Ток, напряжение и мощность являются основными характеристиками электричества и внесены в основные единицы измерения СИ.

### **Основная часть**

#### **История появления электроизмерительных приборов**

«Электроизмерительный прибор – прибор, предназначенный для измерения электрической или неэлектрической величины электрическими средствами».

Для измерения силы электрического тока используют амперметры; для измерения электрического напряжения – вольтметры и потенциометры; мощности электрического тока – ваттметры и варметры.

До открытия Кулоном закона о взаимодействии электрических зарядов, их величину оценивали визуально или через физические ощущения наблюдателя, получавшего разряд через прикосновение.

Это открытие Кулон смог осуществить благодаря изобретённому им электростатическому измерительному прибору – крутильным весам (рис. 1). В первоначальном варианте прибор состоял из упругого вертикального подвеса с лёгким уравновешенным стержнем. Под действием силы притяжения зарядов, стержень поворачивался в горизонтальной плоскости до момента уравновешения этих сил силой упругости подвеса.

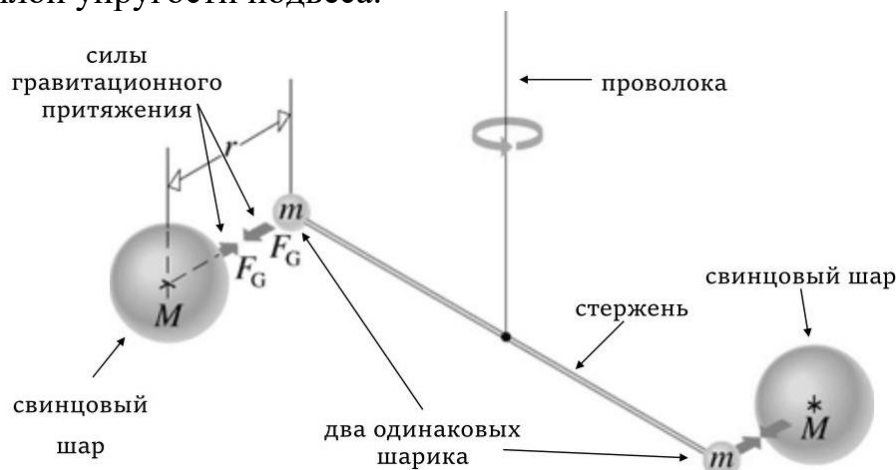


Рисунок 1 - Схема крутильных весов

В XIX исследования электричества набирают стремительные обороты. Большой вклад в развитие электроизмерительной техники внёс М.О. Доливо-Добровольский. Он является разработчиком электромагнитных амперметров, вольтметров, ваттметра и фазометра, представляющих собой индуктивные приборы на основе вращающихся магнитных полей, и ферримагнитного ваттметра.

Приборы для измерения тока, напряжения и мощности на современном этапе. Самый распространённый метод измерения тока – прямой. Это метод, при котором искомое значение находят из показаний приборов. Прибором для прямого метода измерений тока является амперметр.

Основное требование к амперметру, из-за его подключения в разрыв цепи – обеспечить наименьшее количество внутреннего сопротивления для минимизации вносимой погрешности измерения.

Типы амперметров:

1. Стрелочный (аналоговый) – тип прибора магнитоэлектрический. Основа прибора – магнитоэлектрический механизм, он обеспечивает необходимое перемещение указательной стрелки (рис.2).
2. Особенностью данного типа прибора является необходимость соблюдения полярности подключения, также прибор не может использоваться для измерений при изменении величины тока с частотой, большей нескольких десятков Гц. Данная особенность появляется из-за наличия собственного момента инерции, при наличии значительной амплитуды переменной составляющей тока, рамка может остаться неподвижной.



Рисунок 2 - Строение магнитоэлектрического механизма

3. Амперметр с датчиком на основе эффекта Холла (рис.3). По величине холловского напряжения можно судить о напряженности магнитного поля и, следовательно, о величине тока в проводнике.

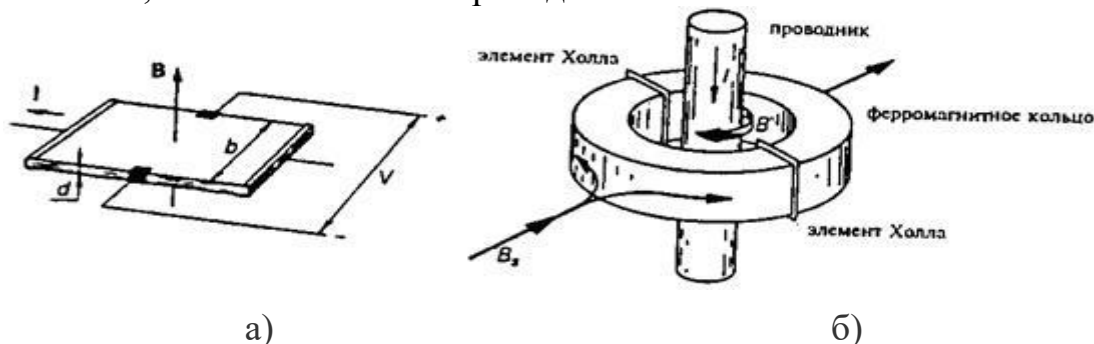


Рисунок 3 - Датчик Холла (а) и устройство для измерения постоянного тока (б)

4. Цифровой амперметр. Состоит из компаратора и преобразователя напряжения, а также резисторов, цифрового процессора и устройства вывода данных на дисплей (рис.4). Компаратор преобразует аналоговые данные о силе тока в цифровой сигнал. Далее данные выводятся на экране.

Преимущество цифрового амперметра заключается в том, что он выводит информацию без задержки, в то время как аналоговые амперметры показывают значение тока не сразу, а через некоторое время после включения в сеть. Также цифровые амперметры имеют высокую точность и помехоустойчивость.

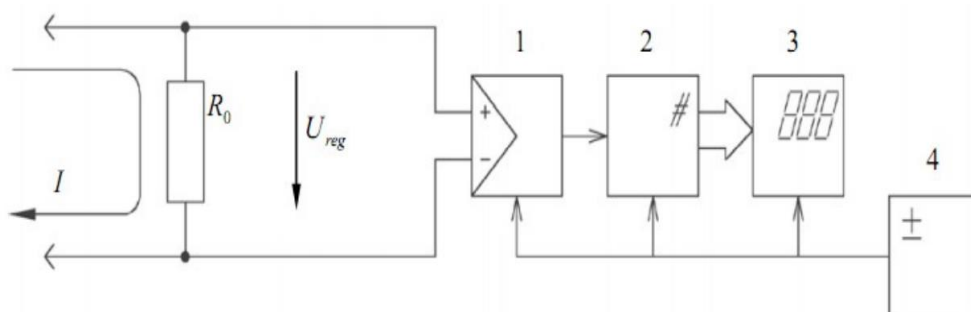


Рисунок 4 - Структурная схема цифрового амперметра: 1 – усилитель напряжения; 2 – АЦП; 3 – цифровой индикатор; 4 – источник питания

Измерение постоянного напряжения.

Под напряжением понимают разность потенциалов между двумя точками. Прибором для измерения является вольтметр. Вольтметры подключаются параллельно, между точками в которых нужно измерить напряжение (рис.5).

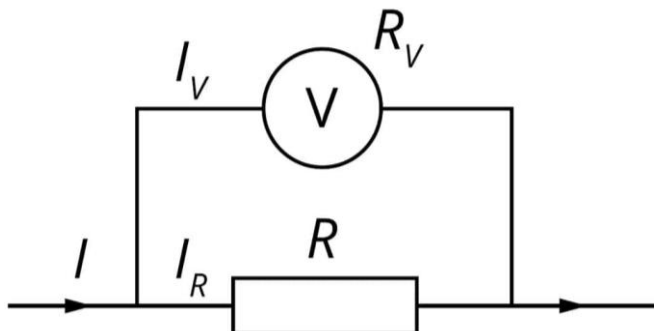


Рисунок 5 - Способ измерения напряжения на концах элемента R

При таком соединении часть тока будет протекать не только через проверяемый элемент, но и через вольтметр. Из этого следует, что измерение меняет значение искомой величины.

Типы вольтметров:

1. Электростатический вольтметр. На одном электроде накапливаются положительные заряды, на другом отрицательные (рис.6). Данные приборы не получили широкое распространение из-за невысокой чувствительности, однако с высокой точностью измеряют напряжение в высоковольтных цепях.

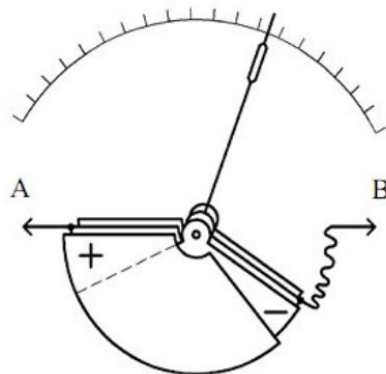


Рисунок 6 - Электростатический стрелочный вольтметр

2. Стрелочный вольтметр магнитоэлектрического типа – основан на использовании закона Ома (рис.7). Простой и надёжный прибор, из-за этих качеств получил широкое распространение.

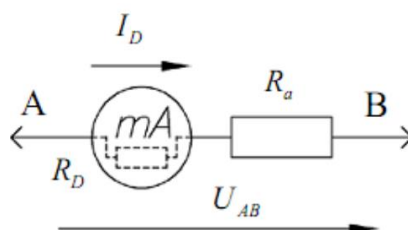


Рисунок 7 - Стрелочный вольтметр магнитоэлектрического типа

3. Цифровой вольтметр. Требуется использование дополнительного источника энергии, он вызывает помехи, влияющие на сопротивление. Входное устройство обеспечивает точное масштабирование напряжения (рис.8).

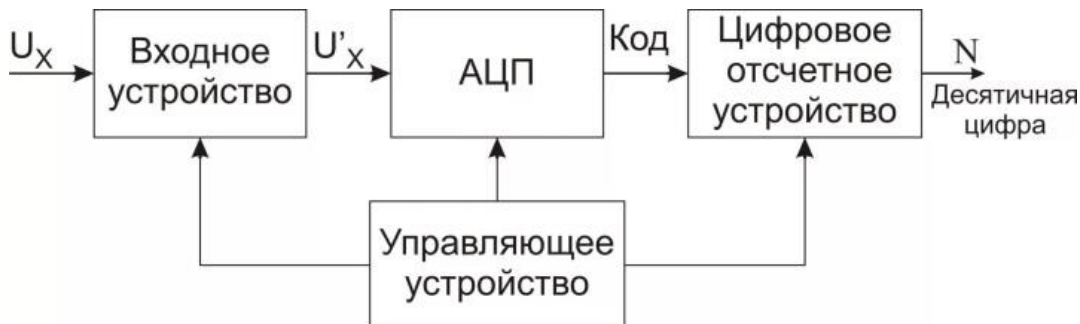


Рисунок 8 - Упрощенная структурная схема цифрового вольтметра

### Измерение мощности в цепях постоянного тока

Для измерения мощности используют зависимость мощности от тока и напряжения. Так как прямые колориметрические измерения нередко оказываются длительными и трудоёмкими. Прибором для измерения мощности служит ваттметр.

### Электродинамический стрелочный ваттметр

Особенностью данного типа прибора является возможность работы в цепях постоянного и переменного тока.

При протекании тока  $I_1$  через неподвижную катушку в ней создается магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий витки подвижной катушки. Если через подвижную катушку будет протекать ток  $I_2$ , то к каждой стороне рамки будет приложена сила Ампера, возникнет вращающий момент (рис.9).

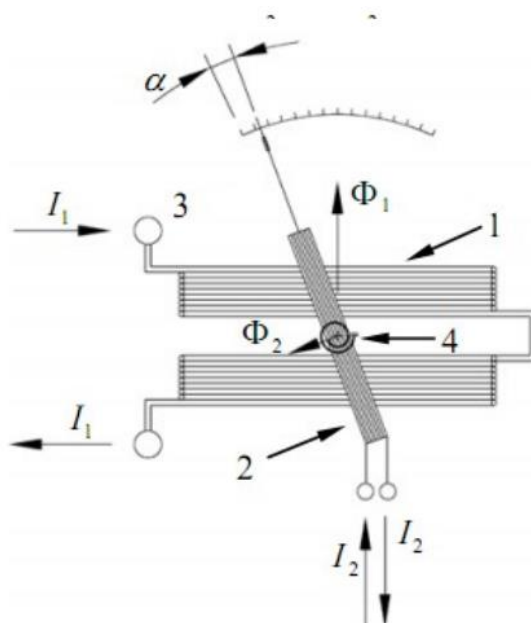



Рисунок 9 - Электродинамический стрелочный ваттметр

Условные графические обозначения типа измерительного механизма, наносимые на шкалу измерительного прибора

Тип измерительного элемента	Условное обозначение	Тип измерительного элемента	Условное обозначение
Прибор магнитоэлектрический с подвижной рамкой		Прибор электромагнитный	
Прибор магнитоэлектрический с выпрямителем		Прибор электродинамический	
Прибор магнитоэлектрический с подвижной рамкой		Прибор электростатический	

### Перспективы развития

Существует проблема автоматизации управления технологическими, испытательными и другими процессами. С учётом данной проблемы и появляется разнообразие видов измерений, измерительной техники, повышается точность и быстродействие измерений.

Основной метод улучшения возможной средств измерений заключается во внедрении программируемых ЭВМ.

Переход от простейших к современным измерительным средствам происходил в данной последовательности:

- электромеханические измерительные механизмы (ИМ);
- измерительные механизмы с дополнительными устройствами;
- электронные измерительные приборы (ЭИП);
- цифровые измерительные приборы (ЦИП);
- информационно-измерительные системы (ИИС);
- измерительно-вычислительные комплексы (ИВК);
- процессорные измерительные средства (ПрИС)
- интеллектуальные информационно-измерительные системы (ИИИС).

### Заключение

В прошлом столетии упор был на повышении точности измерений электроэнергии и минимальном наборе показателей качества, то с начала XXI века приоритет – это обеспечение безопасности энергосистем, качество и надёжность электроэнергии.

### Литература

.Атамаян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учеб, пособие для втузов / Э. Г. Атамаян. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Дрофа, 2005. — 415 с.

1. Панфилов В. А. Электрические измерения : учебник для студ. сред. проф.образования / В. А. Панфилов. — 5-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2008 — 288 с

2. Тараканов, В.П. Информационно-измерительная техника и электроника. Электрические измерения в системах электроснабжения : учеб. метод. пособие / В.П. Тараканов, М.С. Макеев. —: Изд-во ТГУ, 2013 – 88 с.