

Лабораторная работа №1

ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНЫМИ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ПРИБОРАМИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Цель работы: ознакомиться с основными видами электроизмерительных приборов; изучить их классификацию, условные обозначения на шкалах приборов по ГОСТ 23217-78; научиться определять метрологические характеристики измерительных приборов.

Теоретические сведения

Приборы, с помощью которых измеряются различные электрические величины: ток, напряжение, сопротивление, мощность и т. д., – называются электрическими измерительными приборами. Существуют большое количество различных электроизмерительных приборов.

По принципу действия электроизмерительные приборы подразделяются на следующие основные типы:

1. Приборы магнитоэлектрической системы, основанные на принципе взаимодействия катушки с током и внешнего магнитного поля, создаваемого постоянным магнитом.

2. Приборы электродинамической системы, основанные на принципе электродинамического взаимодействия двух катушек с токами, из которых одна неподвижна, а другая подвижна.

3. Приборы электромагнитной системы, в которых используется принцип взаимодействия магнитного поля неподвижной катушки с током и подвижной железной пластинки, намагниченной этим полем.

4. Тепловые измерительные приборы, использующие тепловое действие электрического тока. Нагретая током проволока удлиняется, провисает, и вследствие этого подвижная часть прибора получает возможность повернуться под действием пружины, выбирающей образовавшуюся слабины проволоки.

5. Приборы индукционной системы, основанные на принципе взаимодействия вращающегося магнитного поля с токами, индуцированными этим полем в подвижном металлическом цилиндре.

6. Приборы электростатической системы, основанные на принципе взаимодействия подвижных и неподвижных металлических пластин, заряженных разноименными электрическими зарядами.

7. Приборы термоэлектрической системы, представляющие собой совокупность термопары с каким-либо чувствительным прибором, например магнитоэлектрической системы. Измеряемый ток, проходя через термопару, способствует возникновению термотока, воздействующего на магнитоэлектрический прибор.

8. Приборы вибрационной системы, основанные на принципе механического резонанса вибрирующих тел. При заданной частоте тока наиболее интенсивно

вибрирует тот из якорьков электромагнита, период собственных колебаний которого совпадает с периодом навязанных колебаний.















9. Электронные измерительные приборы – приборы, измерительные цепи которых содержат электронные элементы. Они используются для измерений практически всех электрических величин, а также неэлектрических величин, предварительно преобразованных в электрические.

По типу отсчетного устройства различают аналоговые и цифровые приборы. В аналоговых приборах измеряемая или пропорциональная ей величина непосредственно воздействует на положение подвижной части, на которой расположено отсчетное устройство. В цифровых приборах подвижная часть отсутствует, а измеряемая или пропорциональная ей величина преобразуется в числовой эквивалент, регистрируемый цифровым индикатором.

Отклонение подвижной части у большинства электроизмерительных механизмов зависит от значений токов в их катушках. Но в тех случаях, когда механизм должен служить для измерения величины, не являющейся прямой функцией тока (сопротивления, индуктивности, емкости, сдвига фаз, частоты и т. д.), необходимо сделать результирующий вращающий момент зависящим от измеряемой величины и не зависящим от напряжения источника питания. Для таких измерений применяют механизм, отклонение подвижной части которого определяется только отношением токов в двух его катушках и не зависит от их значений. Приборы, построенные по этому общему принципу, называются **логометрами**. Возможно построение логометрического механизма любой электроизмерительной системы с характерной особенностью – отсутствием механического противодействующего момента, создаваемого закручиванием пружин или растяжек.

Ниже приведены условные обозначения электроизмерительных приборов в соответствии с ГОСТ 23217-78.

Таблица 1 – Обозначения принципа действия прибора







Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение	Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение
Магнитоэлектрический прибор с подвижной рамкой	F-1		Электродинамический логометр	F-10	
Магнитоэлектрический логометр с подвижными рамками	F-2		Ферродинамический логометр	F-11	
Магнитоэлектрический прибор с подвижным магнитом	F-3		Индукционный прибор	F-12	
Магнитоэлектрический логометр с подвижным магнитом	F-4		Индукционный логометр	F-13	
Электромагнитный прибор	F-5		Магнитоиндукционный прибор		
Электромагнитный поляризованный прибор	F-6		Тепловой прибор с нагреваемой проволокой	F-14	
Электромагнитный логометр	F-7		Биметаллический прибор	F-15	

Электродинамический прибор	F-8		Электростатический прибор	F-16	
Ферродинамический прибор	F-9		Вибрационный (язычковый) прибор	F-17	

Таблица 2 – Обозначения рода тока

Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение	Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение
Постоянный ток	B-1		Трехфазный ток (общее обозначение)	B-4	
Переменный однофазный ток	B-2				
Постоянный и переменный ток	B-3		Трехфазный ток при неравномерной нагрузке фаз	B-5	

Таблица 3 – Обозначения класса точности, прочности изоляции, положения прибора, влияющих величин

Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение	Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение
Класс точности при нормировании погрешности в процентах от диапазона измерения, например 1,5	E-1	1,5	Прибор применять при вертикальном положении шкалы	D-1	
Класс точности при нормировании погрешности в процентах от длины шкалы, например 1,5	E-2		Прибор применять при горизонтальном положении шкалы	D-2	
Испытательное напряжение 500В	C-1		Прибор применять при наклонном положении шкалы (например под углом 60°) относительно горизонтальной плоскости	D-3	
Измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана на напряжение, например 2кВ	C-2		Направление ориентировки прибора в земном магнитном поле	D-7	
Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	C-3		Внимание! Смотри дополнительные указания в паспорте и инструкции по эксплуатации	F-33	

Электроизмерительные приборы классифицируются и по роду измеряемой ими величины:

- для измерения напряжения (вольтметры, милливольтметры, гальванометры);
- для измерения тока (амперметры, миллиамперметры, гальванометры);
- для измерения мощности (ваттметры);
- для измерения энергии (электрические счетчики);
- для измерения угла сдвига фаз (фазометры);

- для измерения частоты тока (частотомеры);
- для измерения сопротивлений (омметры).

Таблица 4 – Обозначения единиц измерения, их кратных и дольных значений

Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение	Наименование	Номер по МЭК 51	Обозначение
Килоампер	A-1	kA	Градусы угла сдвига фаз		φ°
Ампер	A-2	A	Коэффициент мощности		$\cos \varphi$
Миллиампер	A-3	mA	Коэффициент реактивной мощности		$\sin \varphi$
Микроампер	A-4	μA	Мегаом	A-18	M Ω
Киловольт	A-5	kV	Килоом	A-19	k Ω
Вольт	A-6	V	Ом	A-20	Ω
Милливольт	A-7	mV	Миллиом	A-21	m Ω
Микровольт	A-8	μV	Микром		$\mu \Omega$
Мегаватт	A-9	MW	Милливебер		mWb
Киловатт	A-10	kW	Микрофарад		mF
Ватт	A-11	W	Пикофарад		pF
Мегавар	A-12	Mvar	Генри		H
Киловар	A-13	kvar	Миллигенри		mH
Вар	A-14	var	Микрогенри		μH
Мегагерц	A-15	MHz	Тесла	A-22	T
Килогерц	A-16	kHz	Милли теста	A-23	mT
Герц	A-17	Hz	Градус стоградусной температурной шкалы	A-24	$^\circ C$

Метрологическими характеристиками называются технические характеристики, определяющие свойства измерительных приборов и оказывающие влияние на результаты и на погрешности измерений. Они предназначены для оценки технического уровня и качества средства измерений.

Основные метрологические характеристики измерительных приборов:

1. **Диапазон показаний** – область значений шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы. Наибольшее и наименьшее значения измеряемой величины, отмеченные на шкале, называют начальным и конечным значениями шкалы прибора.

2. **Диапазон измерений** – область значений измеряемой величины с нормированными допускаемыми погрешностями средства измерений. **Верхний и нижний пределы измерения** ограничивают диапазон измерений прибора.

3. **Цена деления шкалы C** – разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы.

4. **Чувствительность** измерительного прибора S – отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Абсолютная чувствительность прибора определяется по формуле:

$$S = \frac{dY}{dX} \approx \frac{\Delta Y}{\Delta X}. \quad (1)$$

Абсолютная чувствительность связана с ценой деления следующим соотношением:

$$S = \frac{1}{C}. \quad (2)$$

5. Порог чувствительности – собой минимальное значение изменения измеряемой величины, которое может показать прибор.

6. Вариация показаний измерительного прибора – разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе "справа" и подходе "слева" к этой точке.

7. Градуировочная характеристика прибора – зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений, представленная в виде формулы, таблицы или графика.

8. Точность, количественной оценкой которой является **погрешность**. По способу выражения погрешности делятся на абсолютные, относительные и приведенные. Гостированное значение приведенной погрешности называется **классом точности прибора** γ , который представляет собой это отношение абсолютной погрешности прибора ΔX к максимальному определяемому с помощью данного прибора значению измеряемой величины X_{\max} .

Абсолютную погрешность ΔX прибора можно определить по формуле:

$$\Delta X = \frac{\gamma \cdot X_{\max}}{100\%}. \quad (3)$$

Порядок выполнения работы

Для выданного преподавателем измерительного прибора определить:

1. Назначение прибора;
2. Принцип действия;
3. Род тока;
4. Класс точности, положение прибора, прочность изоляции, влияющие величины;
5. Основные метрологические характеристики.

Содержание отчета

1. Наименование прибора: _____
2. Назначение _____
3. Принцип действия: _____
4. Род тока: _____
5. Диапазон измерений: _____
6. Диапазон показаний: _____
7. Цена деления шкалы: _____
8. Чувствительность: _____
9. Класс точности: _____
10. Абсолютная погрешность: _____
11. Положение шкалы и прибора: _____
12. Прочность изоляции: _____

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные классификации электроизмерительных приборов?
2. Что такое логометр?
3. Перечислите основные метрологические характеристики измерительных приборов?
4. Расскажите определения основных метрологических характеристик?
5. Как зная класс точности прибора определить его погрешность?