# Приборы электростатической, индукционной систем

Приборы электростатической, индукционной систем: конструкция, особенности, обозначения на шкалах.

Байбаков Д.Ф.

## Приборы электростатической системы

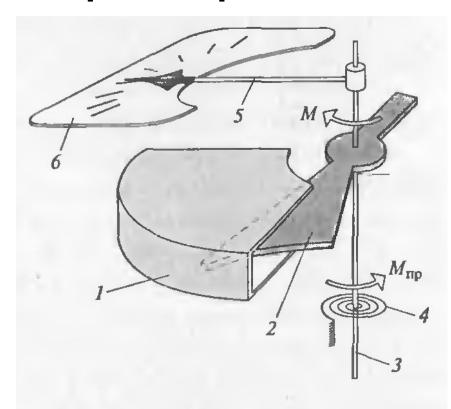


Рис. 3.13. Устройство электростатического механизма:

I — неподвижная пластина; 2 — подвижная пластина; 3 — ось; 4 — спиральная пружина; 5 — стрелка; 6 — шкала

#### Уравнение шкалы ПЭС

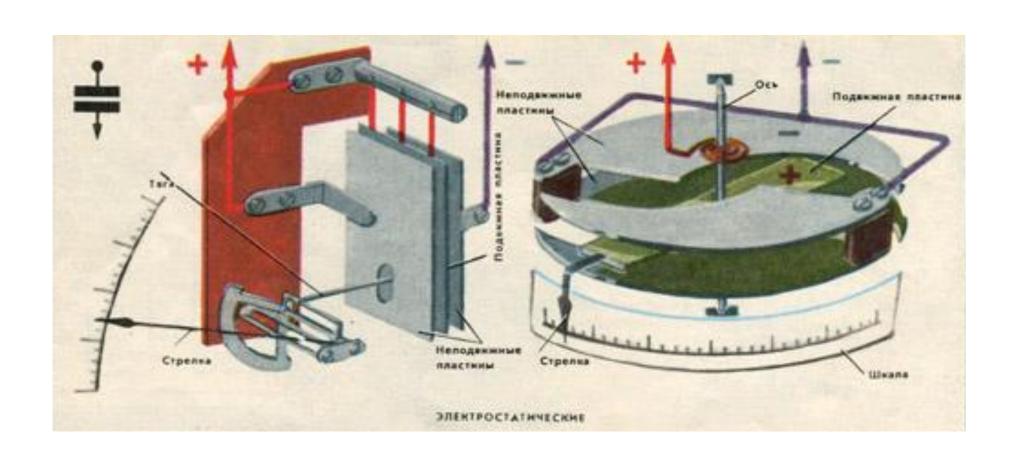
$$\alpha = \frac{U^2}{2 \cdot \Omega} \cdot \frac{dC}{d\alpha}$$

#### Обозначение ПЭС



Пригодны только для измерения напряжения, т. е. по схеме вольтметра.

## Приборы электростатической системы



## Расширение диапазонов измерения ПЭС

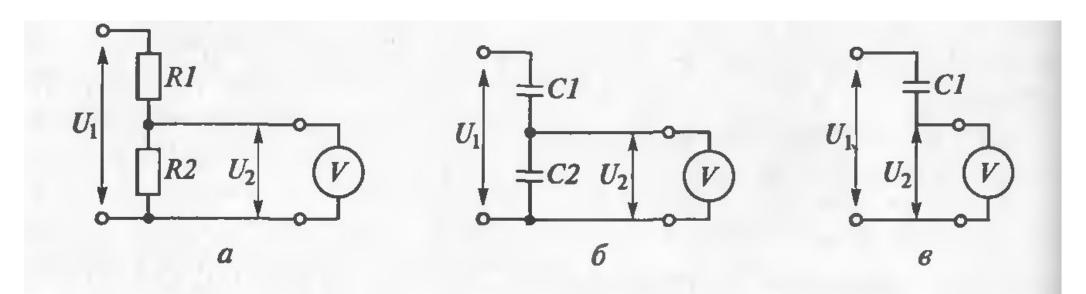


Рис. 3.14. Способы расширения диапазонов измерения ЭС вольтметра с помощью:

a — резистивного делителя;  $\delta$  — емкостного делителя;  $\epsilon$  — добавочного конденсатора

#### Особенности

#### Достоинства:

- пригодность для измерений в цепях переменного и постоянного токов;
- нечувствительность к изменению температуры окружающей среды;
- высокое входное сопротивление (ничтожная потребляемая мощность);
  - широкий частотный диапазон;
- независимость показаний от формы кривой измеряемого напряжения (показания прибора соответствуют среднеквадратическому значению измеряемого напряжения);
  - сравнительно высокая точность;
  - простота, надёжность.

#### Недостатки:

- нелинейность шкалы (квадратичная шкала);
- низкая чувствительность;
- возможность пробоя между электродами;
- возможное значительное влияние внешних электрических полей, требующее экранирования механизма.

#### Применение:

- высоковольтные цепи;
- маломощные цепи;
- цепи с высокочастотными сигналами.

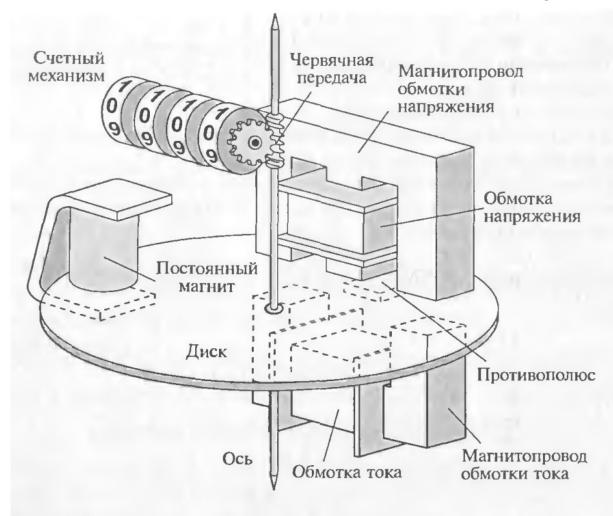


Рис. 3.15. Упрощенная конструкция индукционного однофазного счетчика

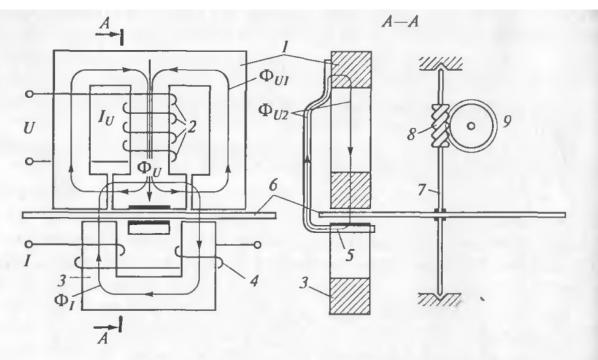


Рис. 3.16. Схема, поясняющая принцип действия счетчика:

I — магнитопровод обмотки напряжения; 2 — обмотка напряжения; 3 — магнитопровод обмотки тока; 4 — обмотка тока; 5 — противополюс; 6 — диск; 7 — ось; 8 — червячная передача; 9 — счетный механизм

$$M = k \cdot U \cdot I_1 \cdot cos\varphi = k \cdot P$$

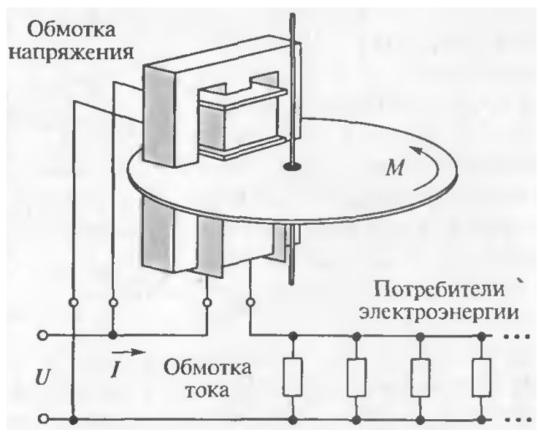
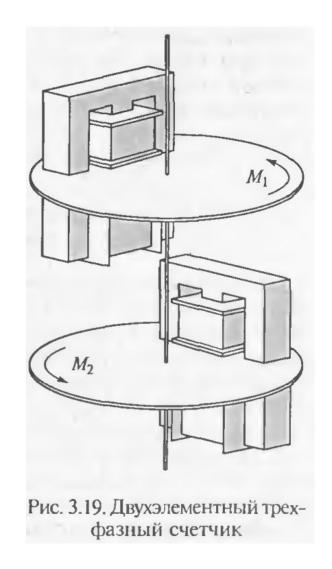
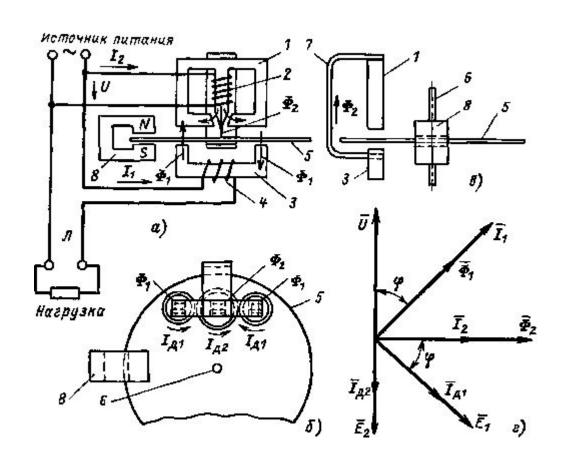


Схема включения однофазного счётчика активной энергии



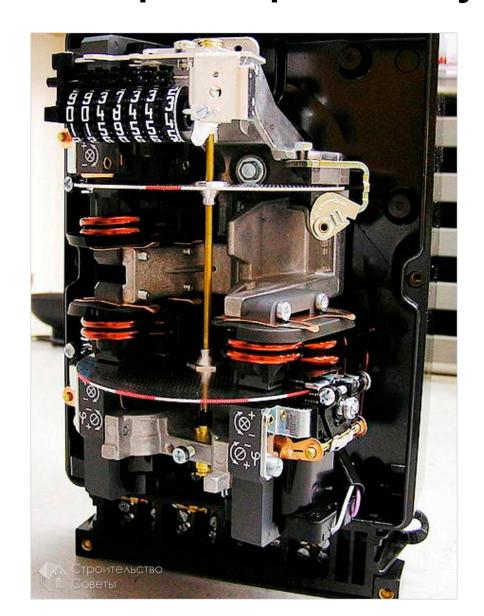


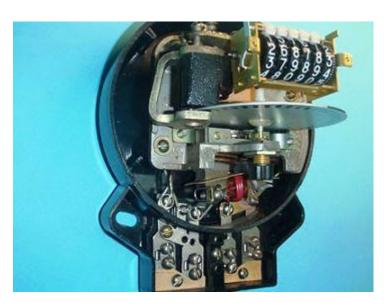
#### Вращающий момент

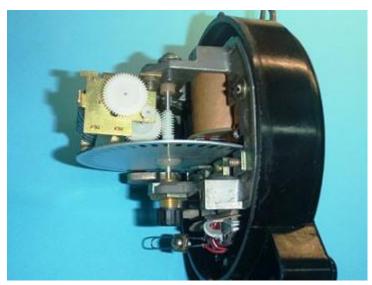
$$M = k \cdot U \cdot I_1 \cdot cos\varphi = k \cdot P$$

#### Обозначение ПИС









#### Обозначения на шкалах

#### **FOCT 23217-78**

ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ОТСЧЕТОМ

Наносимые условные обозначения

Номер по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
A. Oc	новные единицы измерения и их значения	
A-1	Килоампер	kA
A-2	Ампер	A
A-3	Миллиампер	mA
A-4	Микроампер	μД
A-5	Киловольт	kV
A-6	Вольт	V
A-7	Милливольт	mV
A-8	Микровольт	μγ
A-9	Мегаватт	MW
A-10	Киловатт	kW
A-11	Ватт	W
A-12	Мегавар	Mvar
A-13	Киловар	kvar
A-14	Вар	var
A-15	Мегагерц	MHz
A-16	Килогерц	kHz
A-17	Герц	Hz
A-18	Мегаом	MΩ
A-19	Килоом	kΩ
A-20	Ом	Ω
A-21	Миллиом	mΩ
A-22	Тесла	Т
A-23	Миллитесла	mT
A-24	Градус Цельсия	°C

В. Род тока и количество измерительных механиз		
B-1	Ток постоянный	
B-2	Ток переменный (однофазный)	$\sim$
B-3	Ток постоянный и переменный	$\overline{\sim}$
B-4	Ток трехфазный переменный (общее обозначение)	*
B-5	Ток трехфазный переменный при неравномерной нагрузке фаз (общее обозначение)	*
B-6	Прибор с одним измерительным механизмом для трехпроводной сети	$\approx$
B-7	Прибор с одним измерительным механизмом для четырехпроводной сети	<b>*</b>
B-8	Прибор с двумя измерительными механизмами для трехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	*
B-9	Прибор с двумя измерительными механизмами для четырехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	*
B-10	Прибор с тремя измерительными механизмами для четырехпроводной сети при неравномерной нагрузке фаз	*

#### С. Безопасность

C-1	Напряжение испытательное 500 В	$\Box$
C-2	Напряжение испытательное, превышающее 500 В (например, 2 кВ)	2
C-3	Прибор испытанию прочности изоляции не подлежит	企
C-7	Прибор или вспомогательная часть под высоким напряжением	Ø

	ние	
D-1	Прибор применять при вертикальном положении шкалы	
D-2	Прибор применять при горизонтальном положении шкалы	
D-3	Прибор применять при наклонном положении шкалы (например, под углом 60°) относительно горизонтальной плоскости	60.
D-4	Прибор применять в положении D-1 при рабочей области от 80° до 100°	80 <u>90</u> 100°
D-5	Прибор применять в положении D-2 при рабочей области от минус 1° до плюс 1°	-1 <u>0</u> +1°
D-6	Прибор применять в положении D-3 при рабочей области от 45° до 75°	45 <u>60</u> 75•
D-7	Обозначение, указывающее на ориентирование прибора во внешнем магнитном поле	N

	Е. Класс точнос	сти
E-1	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от нормирующего значения, определенного в единицах измеряемой величины, за исключением случая, когда нормирующее значение равно длине шкалы	По <u>ГОСТ 8.401-80</u>
E-2	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от нормирующего значения, определенного длиной шкалы	По <u>ГОСТ 8.401-80</u>
E-3	Обозначение класса точности при нормировании пределов допускаемых погрешностей в процентах от действительного значения	По <u>ГОСТ 8.401-80</u>
E-4	Обозначение класса точности прибора с неравномерной сокращенной шкалой, когда нормирующее значение соответствует длине шкалы и основная погрешность выражается в процентах от действительного значения (например, обозначение класса точности 1: предел допускаемой относительной погрешности 5%)	По <u>ГОСТ 8.401-80</u>

<b>F.</b> Общие условные обозначения		
F-1	Прибор магнитоэлектрический с подвижной рамкой	
F-2	Логометр магнитоэлектрический	
F-3	Прибор магнитоэлектрический с подвижным магнитом	<b>\</b> >
F-4	Логометр магнитоэлектрический с подвижным магнитом	*
F-5	Прибор электромагнитный	€,
F-6	Прибор электромагнитный поляризованный	Æ
F-7	Логометр электромагнитный	<b>#</b>
F-8	Прибор электродинамический	#
F-9	Прибор ферродинамический	
F-10	Логометр электродинамический	***
F-11	Логометр ферродинамический	
F-12	Прибор индукционный	<b>(</b> )
F-13	Логометр индукционный	0
F-14	Прибор тепловой с нагреваемой нитью	$\sim$
F-15	Прибор биметаллический	

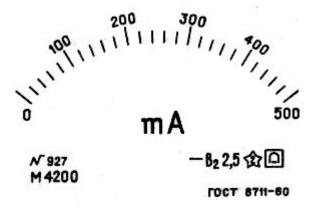
F- <mark>1</mark> 6	Прибор электростатический	<u>Ŷ</u>
F-17	Прибор вибрационный (язычковый)	<u>\Psi}</u>
F-18	Термопреобразователь неизолированный	
F- <b>1</b> 9	Термопреобразователь изолированный	<b>V</b> "
F-20	Преобразователь электронный в измерительной цепи	<b>O</b> "
F-21	Преобразователь электронный во вспомогательной цепи	
F-22	Выпрямитель	+
F-23	Шунт	<b>—</b>
F-24	Сопротивление добавочное	— <u>R</u>
F-25	Сопротивление добавочное индуктивное	
F-26	Сопротивление добавочное полное	
F-27	Экран электростатический	0
F-28	Экран магнитный	
F-29	Прибор астатический	ast

F-30	Магнитная индукция, выраженная в миллитеслах (например, 2 мТ), вызывающая изменение показаний, соответствующее обозначению класса точности.  Предпочтительно нанесение надписи единицы (мТ)	a) 2 (mT) 6) 2
F-31	Зажим для заземления	Ţ
F-32	Корректор	<u>Ô</u>
F-33	Ссылка на соответствующий документ	lack
F-34	Поле электрическое, выраженное в кВ/м (например, 10 кВ/м), вызывающее изменение показаний, соответствующее обозначению класса точности.  Предпочтительно нанесение надписи единицы (кВ/м)	$a) \begin{bmatrix} 10 \\ -1 \end{bmatrix} (\kappa v/m)$ $b) \begin{bmatrix} 10 \\ -1 \end{bmatrix}$
F-35	Часть вспомогательная общая	<b>\(\sigma''</b>
F-37	Щит стальной толщиной х мм	Fex
F-38	Щит стальной любой толщины	Fe
F-39	Щит нестальной любой толщины	NFe
F-40	Щит любой толщины	FeNFe

Обозначение по МЭК 51	Наименование	Условное обозначение
B-1	Ток постоянный	
B-2	Ток переменный (однофазный)	$\sim$
B-3	Ток постоянный и переменный	=
C-1	Напряжение испытательное 500 B	5
C-2	Напряжение испытательное, превышаю- щее 500 В (например, 2 кВ)	527
D-1	Прибор применять при вертикальном по-	~
D-2	Прибор применять при горизонтальном по- ложении шкалы	
F-1	Прибор магнитозлектрический с подвиж- ной рамкой	
F-3	Прибор магнитоэлектрический с подвиж- ным магнитом	
F-5	Прибор электромагнитный	3
F-7	Прибор электродинамический	₽ \$
F-16	Прибор электростатический	<del>?</del>
F-18	Термопреобразователь неизолированный	~ '
F-19	Термопреобразователь изолированный	~ )
F-20	Преобразователь электронный в измери- тельной цепи	Q"
F-21	Преобразователь электронный в вспомо- гательной цепи	**
F-22	Выпрямитель	-
F-23	Шунт	-00-
F-24	Сопротивление добавочное	(
F-27	Экран электростатический	
F-28	Экран магнитный	0
F-31	Зажим для заземления	÷
F-33	Ссылка на соответствующий документ	<b>A</b> *
P-35	Часть вспомогательная общая	01

#### Примечания:

#### Обозначения на шкалах



М — магнитоэлектрическая,

Э — электромагнитная,

Д — электродинамическая,

С — электростатическая

А — приборы для работы в закрытых сухих, отапливаемых помещениях;  ${\bf Б}, {\bf F}_1, {\bf F}_2, {\bf F}_3$  — для работы в закрытых не отапливаемых помещениях;  ${\bf B}, {\bf B}_1, {\bf B}_2, {\bf B}_3$  — для работы в полевых и морских условиях

Шкала прибора магнитоэлектрической системы M4200, использующегося в качестве миллиамперметра. В левой части внизу указаны тип измерительного прибора и его заводской номер. В правой — условия применения для измерений в цепях постоянного тока с возможностью работы в полевых условиях и при повышенной влажности; класс точности 2,5; измерительная цепь изолирована от корпуса и испытана напряжением 2 кВ, соответствует требованиям ГОСТу

<sup>1.</sup> Цифра 1) в условном обозначении показывает, что в случае встроенных преобразователей обозначения F-18, F-19, F-20 и F-22 сочетаются с обозначением прибора, например с F-1.

В случае внешних преобразователей обозначения F-18, F-19, F-20 и F-22 сочетаются с обозначениями F-35.

<sup>2.</sup> Цифра 2) в условном обозначении — смотри дополнительные указания в паспорте и инструкции по эксплуатации.

## Список используемых источников

- 1. Электрические измерения: учебник для студ. сред. проф. образования / В.А. Панфилов. 3-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 288 с.
- 2. ГОСТ 23217-78 ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АНАЛОГОВЫЕ С НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ОТСЧЕТОМ. Наносимые условные обозначения

## Спасибо за внимание