

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства  
измерений

ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ (ФАЗСМЕТРЫ)

Методика поверки

ИИ 2009-89

Государственный комитет СССР по стандартам

Москва

УДК 621.317

РЕКОМ. ЦАЭЦ	
Государственная система обеспечения единства измерений	МИ 2009-89
ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ (ФАЗОМЕТРЫ)	Взамен
Методика поверки	инструкции Т94-62

Введена в действие с 01.90

Настоящая рекомендация распространяется на одно- и трехфазные средства измерения коэффициента мощности (фазометры), предназначенные для измерения коэффициента мощности и эквивалентного ему угла сдвига фаз между током и напряжением (в дальнейшем ИМ), классов точности (в дальнейшем кл.т.) 0,2 - 4 в диапазоне частот (40 - 20000) Гц, соответствующие ГОСТ 8039-79, публикации МЭК 51-5 (1995) и СТ СЭВ 788-77 в соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.561-86, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Основные характеристики серийно выпускаемых, а также находящихся в эксплуатации отечественных измерителей коэффициента мощности (фазометров), на которые распространяется настоящая рекомендация, приведены в приложении I.

### I. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице I.

Таблица I

Наименование операции	: Номер пункта документа : ДПК поверки	Проведение операции по	
		: первичной поверке	: периодической поверке
I	: 2	: 3	: 4
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Этюдирование	6.2	Да	Да

Продолжение таблицы I

I	2	3	4
Проверка влияния наклона	6.3	Да	Да
Проверка времени успокоения	6.4	Да	Нет
Определение остаточного отклонения указателя	6.5	Да	Нет
Определение основной погрешности	6.6	Да	Да
Проверка вариации показаний	6.7	Да	Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки с использованием одного из вариантов метода непосредственного сличения поверяемого ИИМ с ССИ должны применяться следующие эталонные средства.

2.1.1. Сличение с образцовым ИИМ (поверка ИИМ кл.т. 0,5 и ниже в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц);

фазометры кл.т. 0,1 - 0,2;

индикаторы квадратуры с погрешностью индикации 90-градусного сдвига фаз между током и напряжением не более  $\pm 18'$ .

2.1.2. Сличение с образцовым электронным фазометром (поверка ИИМ кл.т. 0,2 и ниже в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц);

электронные фазометры (ЭФ) с основной погрешностью

$$\Delta\varphi_{\text{ЭФ}} \leq 0,11 \text{ КР (град);}$$

компленты ОДН с фазовой погрешностью

$$\Delta\varphi_{\text{ДН}} \leq 0,11 \text{ КР (град);}$$

компленты ПТН с постоянной времени не более

$$\tau_{\text{ПТН}} \leq \frac{3 \text{ КР} \cdot 10^{-9}}{f}, \text{ (сек),}$$

где  $f$  - частота, на которой производится поверка, Гц;

комбинируемые поверочные установки I и II разрядов, в которых перечисленные в данном пункте, а также в п.2.3 средства конструктивно совмещены и выполнены в виде одного автономного устройства.

## Примечание:

1. Номинальные коэффициенты деления ОДН и преобразователя ПНТ должны обеспечивать в своих выходах одинаковые по величине напряжения в пределах  $(0,1 - 1)В$ , при условии рассеяния при этом номинальной мощности.

2. В зависимости от имеющихся образцовых средств могут устанавливаться другие соотношения между допускаемыми погрешностями КЭ, ОДН и ПНТ с таким условием, чтобы их суммарная угловая погрешность не превышала  $1/3$  предела допускаемой угловой погрешности поверяемого ИИМ.

2.1.3. Сличение с расчетной цепью (поверка ИИМ кл.т. 0,5 и ниже в диапазоне частот  $(40 - 60)Гц$ ;

магазины емкостей кл.т. 0,02 и 0,05 с угловой погрешностью

$$\delta \leq 0,35\%$$

магазины сопротивлений кл.т. 0,05 с постоянной времени

$$\tau \leq 5 \cdot 10^{-6} \text{ сек};$$

преобразователи "ток-напряжение" с постоянной времени не более

$$1 \cdot 10^{-6};$$

нуль-индикаторы с разрешением по фазе не хуже  $1'$ .

2.1.4. Сличение с мерой (поверка ИИМ кл.т. 0,2 - 4 в диапазоне частот  $40 Гц - 20 кГц$ ):

калибраторы угла сдвига фаз (КЭ) с погрешностью

$$\Delta \varphi_{\text{кэ}} \leq 0,11 \text{ КР (град.)};$$

где К - класс точности поверяемого ИИМ, отн.ед.;

P - коэффициент, численно равный полному размаху шкалы ИИМ

(но не более  $180^\circ$ ), град;

комплекты делителей напряжений (ОДН) с фазовой погрешностью

$$\Delta \varphi_{\text{одн}} \leq 0,11 \text{ КР (град.)};$$

комплекты преобразователей "ток-напряжение" (ПНТ) с постоянной времени не более

$$\tau_{\text{пнт}} \leq \frac{3 \text{ КР} \cdot 10^{-3}}{f}, \text{ (сек).}$$

Примечание. Аналогично примечаниям 1,2, приведенным в п.2.1.2.

2.2. При проведении поверки с использованием одного из вариантов расчетно-экспериментального (энергетического) метода должны применяться следующие образцовые средства.

2.2.1. При поверке однофазных ИЭМ кл.т. (1,5 - 4) в диапазоне частот (40-50) Гц:

ваттметры и варметры или ваттварметры кл.т. 0,1 - 0,5;

дифференциальные ваттметры кл.т. 0,1 - 0,2.

2.3. При проведении поверки ИЭМ должны также использоваться следующие вспомогательные средства:

двухканальные генераторы с регулируемым с разложением (1-10)<sup>4</sup> в пределах (0-360)<sup>0</sup> сдвигом фаз между выходными сигналами тока до 10 А и напряжения до 600 В, с искажениями формы не более 2% в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц;

Примечание. Возможно использование автономных усилителей, формирующих сигналы тока и напряжения с указанными значениями, и круговых фазовращателей, работающих в данном диапазоне частот.

двухканальные генераторы с регулируемым с разложением (1-10)<sup>4</sup> в пределах (0-120)<sup>0</sup> сдвигом фаз между трехфазными системами тока до 6 А и напряжения до 380 В, с искажениями формы не более 2% в диапазоне частот (40 - 500) Гц;

амперметры кл.т. 1-2,5 с возможностью измерения тока до 10 А в диапазоне частот до 20 кГц;

вольтметры кл.т. 1-2,5 с возможностью измерения напряжения до 600 В в диапазоне частот до 20 кГц;

секундомер по ГОСТ 5072-79.

2.4. На все применяемые средства поверки должны быть документы о поверке или метрологической аттестации.

2.5. Работы со средствами поверки и поверяемыми средствами измерений выполняются в соответствии с их техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации.

2.6. Основные характеристики перечисленных в данном разделе образцовых и вспомогательных средств приведены в приложении 2.

2.7. Допускается использовать другие образцовые и вспомогательные средства при условии обеспечения необходимой точности поверки.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности по ГОСТ 22261-82, а так же утвержденных Госэнергонадзора в "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

### 4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Если нет особых указаний, при поверке должны быть соблюдены нормальные условия по ГОСТ 8.396-80, ГОСТ 22261-82, а также указанные в пп.1.9, 1.14 ГОСТ 8039-79.

### 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1. Образцовые, поверяемые и вспомогательные средства подготавливают к работе в соответствии с их технической документацией.

5.2. ИИМ устанавливается в рабочее положение. Если рабочее положение не указано, ИИМ должен поверяться при двух положениях шкалы: горизонтальном и вертикальном.

5.3. В ИИМ с механическим противодействующим моментом при наличии корректора указатель устанавливается на нулевую отметку.

5.4. Перед проведением поверки поверяемый ИИМ должен быть прогрет в соответствии с п.1.14.22 ГОСТ 8039-79 при номинальной напряженности в течение времени предварительного прогрева, т.е. времени между подключением поверяемого ИИМ в цепь и определением основной погрешности, и значения тока, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Класс точности ИИМ	Условия предварительного прогрева		
	Напряжение в % от номинального (действ.)	Ток в % от номинального (действ.)	Время предварит. прогрева, мин.
0,2	100	80	10-30
0,5-1	100	80	5-15

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Поверка ИСМ должна выполняться государственной или ведомственной метрологической службой.

### 6.1. Внешний осмотр

6.1.1. При внешнем осмотре устанавливается соответствие поверяемого ИСМ следующим требованиям:

ИСМ не должен иметь механических повреждений или неисправностей регулировочных и соединительных элементов или других внешних дефектов, влияющих на его нормальную работу или ухудшающих его внешний вид;

к ИСМ должна быть приложена техническая документация. Поверяемый ИСМ должен быть укомплектован (поме ЗМП) в соответствии с данной технической документацией;

Примечание. ИСМ, используемые в качестве образцовых, на периодическую поверку представляются со свидетельством о предыдущей поверке.

Маркировка ИСМ должна соответствовать требованиям ГОСТ 22261-82, ГОСТ 8039-79 и его технической документации.

6.1.2. При несоответствии ИСМ пункту 6.1.1 его бракуют и поверку прекращают.

### 6.2. Спробование

При опробовании проверяют работоспособность ИСМ в соответствии с его технической документацией.

При этом в соответствии со структурной схемой, приведенной на Рис.1, поверяемый ИСМ подключают к двухканальному источнику (ДСИ) тока (системы токов) и напряжения (системы напряжений), устанавливают номинальное значение напряжения и в зависимости от группы, к которой относится ИСМ по ГОСТ 22261-82, следующее значение тока:

0,4 номинального - для переносных ИСМ 2-4 группы,

0,5 номинального - для переносных ИСМ 5-7 группы и штатных ИСМ 7 групп. Затем, изменяя угол сдвиг фаз между током (системами

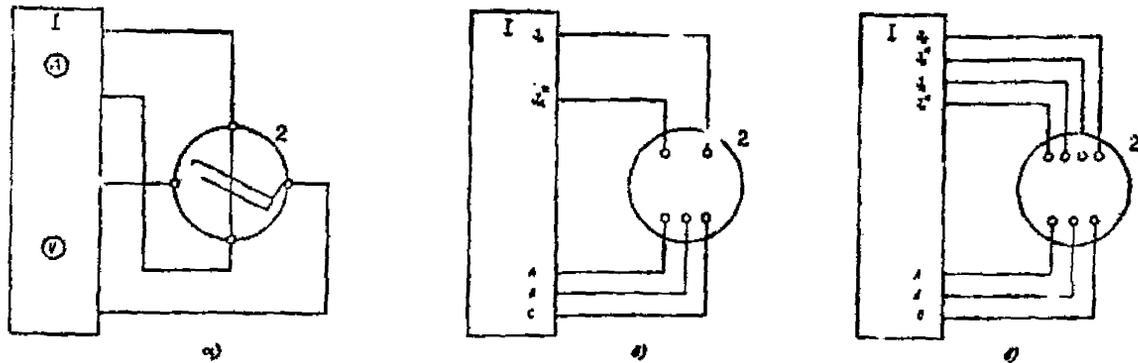


Рис. 1. Схемы установок для проведения опробования ИМ

- а) - для однофазн. ИМ
- б) - для трехфазных ИМ с одной токовой цепью
- в) - для трехфазных ИМ с двумя токовыми цепями
- 1 - двухканальный источник систем токов и напряжений
- 2 - поверяемый ИМ

(токов) и напряжением (системами напряжений), проверяют плавность перемещения указателя ИСМ и возможность установки его в любую точку шкалы И.

**6.3. Определение дополнительной погрешности, вызванной изменением положения ИСМ от нормального**

Поверяемый ИСМ подключают в соответствии с п.6.2 к выходам двухканального источника тока (системы токов) и напряжения (система напряжений), устанавливая значение напряжения и тока, оговоренные там же.

Определение дополнительной погрешности (изменения показаний ИСМ), вызванной (вызванного) отклонением его положения от нормального, производится при изменении положения ИСМ поочередно в четырех направлениях (вперед, назад, вправо, влево) при установке с помощью изменения угла сдвига фаз между током и напряжением — для однофазных ИСМ и системами токов и напряжения — для трехфазных ИСМ указателя поверяемого ИСМ на нулевую и максимальные отметки шкалы.

Изменение показаний ИСМ оценивают в мм, причем результатом считается большее из полученных значений.

**6.4. Определение времени установления показаний.**

**6.4.1. Определение времени установления показаний для ИСМ с механическим приводящим моментом.**

Поверяемый ИСМ подключают к выходам ДИИ в соответствии с п.6.2.

С помощью изменения угла сдвига фаз между током и напряжением устанавливает указатель поверяемого ИСМ на отметку, отстоящую от отметки  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ) приблизительно на две трети шкалы (если данная отметка находится внутри шкалы, то за длину шкалы принимается ее половина — при симметричной шкале, и ее более длинная часть — при несимметричной шкале).

Отключают цепь напряжения ИСМ и ждут, пока указатель установится в соответствующее положение.

Одновременно включают цепь напряжения и секундомер.

За время успокоения принимают время, в течение которого удаление указателя ИСМ от установившегося положения уменьшится до 1,5% от длины шкалы.

**6.4.1. Определение времени успокоения для ИСМ без механического противодействующего момента.**

Поверяемый ИСМ подключают к ДСИ в соответствии с п. 6.2.

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, по шкале поверяемого ИСМ устанавливают значение  $\cos\varphi=1$  ( $\varphi=0$ ) и замечают, в каком положении находится при этом ручка фазовращателя (фазорегулятора).

Поворачивая ручку фазовращателя (фазорегулятора), устанавливают указатель ИСМ на отметку шкалы, отстоящую от отметки  $\cos\varphi=1$  ( $\varphi=0$ ) на две трети ее длины.

Отключают цепь напряжения ИСМ.

Ручку фазовращателя ДСИ возвращают в нулевое положение.

Одновременно включают цепь напряжения ИСМ и секундомер.

За время успокоения принимают время, в течении которого удаление указателя ИСМ от установившегося положения уменьшится до 1,5% от длины шкалы.

**6.5. Определение остаточного отклонения**

Определение остаточного отклонения (невозвращения указателя к отметке механического нуля) для ИСМ с механическим противодействующим моментом выполняется при плавном подводе указателя ИСМ к его нулевой отметке от наиболее удаленной от нее отметки шкалы.

Для этого поверяемый ИСМ подключают к выходам ДСИ в соответствии с п. 6.2.

Регулируя сдвиг фаз между выходными сигналами ДСИ, устанавливают указатель ИСМ на отметку, наиболее удаленную от отметки механического нуля.

Плавное уменьшение сдвига фаз между током и напряжением или умень-

## II

шая величины тока или (и) напряжения до нуля, по положению указателя ИСМ определяют величину его остаточного отклонения.

### 6.6. Определение основной погрешности

6.6.1. Определения основной погрешности ИСМ с использованием метода непосредственного сличения с ОСН.

6.6.1.1. Сличение с образцовым ИСМ (проверка однофазных ИСМ кл.т. 0,5-4 в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц, трехфазных ИСМ кл.т. 2,5-4 в диапазоне частот (40-500)Гц.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2а - для однофазных ИСМ и на рис. 2б, в - для трехфазных ИСМ.

Устанавливают номинальное напряжение (систему напряжений).

Устанавливают в соответствии с п.6.2 ток (систему токов).

Регулируя угол сдвига фаз между током (системой токов) и напряжением (системой напряжений), устанавливают поверяемый ИСМ на поверяемую отметку шкалы и по образцовому прибору отсчитывают погрешность поверяемого ИСМ.

Примечание. Допускается отсчитывать погрешность поверяемого ИСМ по его же шкале, устанавливая при этом указатель образцового ИСМ на отметку, соответствующую поверяемой отметке шкалы.

6.6.1.2. Сличение с образцовым электронным фазометром (проверка ИСМ кл.т. 0,2 и ниже в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3.

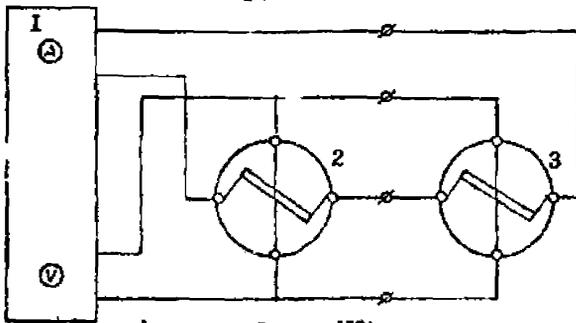
Устанавливают номинальное напряжение.

Устанавливают в соответствии с п.6.2 ток.

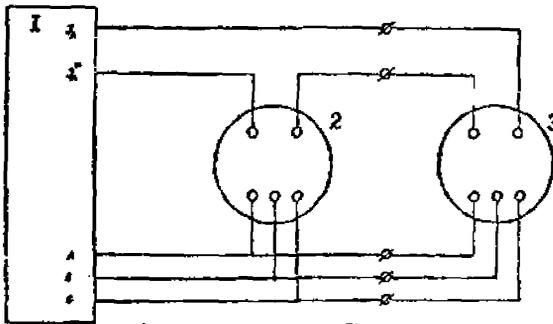
Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают поверяемый ИСМ на поверяемую отметку шкалы и по образцовому электронному фазометру отсчитывают погрешность поверяемого ИСМ.

6.6.1.3. Сличение с образцовой расчетной фазозаданной цепью.

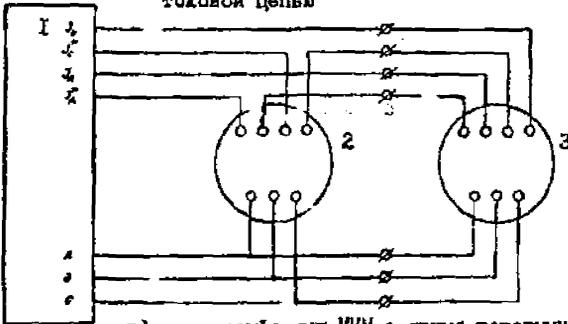
При проверке однофазных ИСМ кл.т. 0,5 и ниже в диапазоне частот (40-60) Гц.



а) для однофазных ИЭМ



б) для трехфазных ИЭМ с одной токовой цепью



в) для трехфазных ИЭМ с двумя токовыми цепями

Рис. 2. Схемы установок для проверки ИЭМ методомличения с образцовым СИ.

а) для однофазных ИЭМ

б, в) для трехфазных ИЭМ

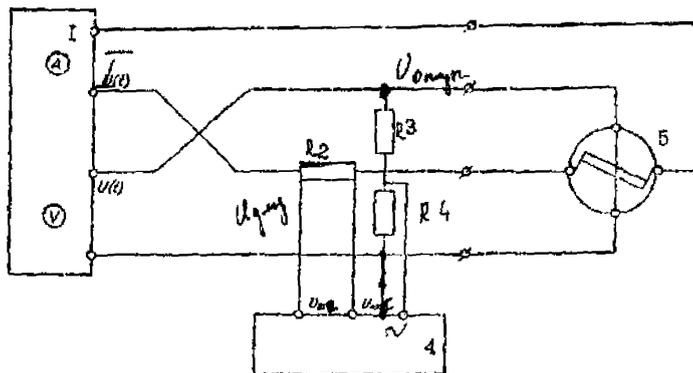


Рис. 3 Схема установки для проверки ИСМ методом сличения

- 1 Двухполюсный источник тока и напряжения
- 2 Преобразователь "ток-напряжение"
- 3 Делитель напряжения
- 4 Электронный фазометр
- 5 ИСМ

Структурная схема поверочной установки, работающей в соответствии с данным методом, приведена на рис. 4а. В ее состав входят элементы и узлы с характеристиками согласно п.2 и табл. Приложения 2:

1 - двуканальный источник;

2 - нуль-индикатор;

3 - поверяемый ИМ;

$R_1 - R_2$  - магазины сопротивлений;

$R_4$  - преобразователь "ток-напряжение";

$C_1$  - магазин емкостей.

Поверяемый ИМ подключают к зажимам J, J\* и U, U\*.

Устанавливают номинальное значение напряжения.

Уста. аливают в соответствии с п.6.2 значение тока.

Определение погрешности ИМ в точке  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ).

В схеме установки, приведенной на рис. 4а, магазин емкостей  $C_1$  закорачивается.

Коэффициент деления образованного при этом резистивного делителя напряжений регулировкой магазинов сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  устанавливается таким, чтобы при данных номинальных напряжениях и токе поверяемого ИМ величины напряжений на выходе этого делителя ( $R_1$  и  $R_2$ ) и ПЭН ( $R_4$ ) были равны (при этом необходимо соблюдать условие, чтобы рассеиваемая на магазине сопротивлений  $R_1$  мощность не превышала допустимую).

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают нуль-индикатор на нуль и по поверяемому ИМ отсчитывают его погрешность в точке  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ).

Определение погрешности ИМ при емкостном сдвиге.

В схеме установки, приведенной на рис. 4а, включают магазин емкостей  $C_1$ .

В соответствии с выражением

$$\varphi = \arctg \frac{1}{2.5f(z_1 z_2)}$$

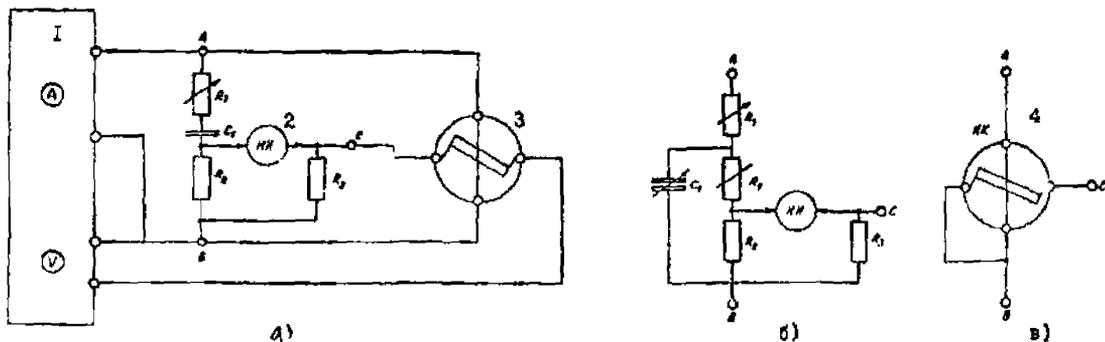


Рис. 4. Схема установки для проверки ИМ с использованием образцовой фазоадаптивной цепи.

- 1 - дулксанальный источник тока и напряжения
- 2 - нуль-индикатор
- 3 - поворачивающий ИМ
- 4 - индикатор квадратуры
- $R_1-R_3$  - магазины сопротивлений
- $R_4$  - преобразователь "ток-напряжение"
- $C_1$  - магазин сопротивлений

*Фазовый сдвиг*

рассчитывают и устанавливают значения  $C_I$ ,  $R_I$  и  $R_2$  для  $\cos \varphi$  или  $\varphi$  для поверяемой отметки шкалы (значения  $R_I - R_2$  и  $C_I$  при емкостном и индуктивном сдвиге приведены в приложении 3).

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают нуль-индикатор на нуль и по поверяемому ИЭМ отсчитывают его погрешность в поверяемой точке шкалы.

Определение погрешности при индуктивном сдвиге.

В поверочной установке видоизменяя  $Z$  измерительно-фазозадающую цепь к виду, приведенному на рис. 46 (точки А В С).

В соответствии с выражением

$$\varphi = \arctg \frac{2\pi f C_I (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_4}$$

рассчитывают и устанавливают значения  $C_I$ ,  $R_I - R_2$  для  $\varphi$  или  $\cos \varphi$ , соответствующих поверяемой отметке шкалы.

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают нуль-индикатор на нуль и по поверяемому ИЭМ отсчитывают его погрешность в поверяемой точке шкалы.

Для определения погрешности при  $90$  ( $-90$ ) - градусном сдвиге в поверочной установке к точкам А В С вместо измерительной фазозадающей цепи подключают индикатор квадратуры, например, Д5002, в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4в.

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают индикатор квадратуры на нуль, соответствующий емкостному, а затем индуктивному фазовому сдвигу.

По поверяемому ИЭМ отсчитывают погрешность в точках шкалы, соответствующих  $\cos \varphi = 0$  ( $\varphi = \pm 90^\circ$ ).

Примечание. При проверке допускается устанавливать поверяемый ИЭМ на поверяемую отметку шкалы, а его погрешность рассчитывать с использованием приведенных в данном пункте выражений.

#### 8.6.1.4. Сравнение с мерой фазового сдвига.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приве-

дальной на рис. 5, (при этом опорный вход калибратора фазы должен быть подключен к входу ДМ, а его регулируемый вход — к опорному входу нуль-индикатора).

Устанавливают номинальное напряжение.

Устанавливают в соответствии с п. 6.2 ток.

Калибратор фазы устанавливается в "0".

Балансируется нуль-индикатор.

Переключатель подключают к выходу делителя напряжения и фазовращателем, регулирующим фазу сигнала в канале напряжения, балансируют нуль-индикатор.

Переключатель подключают к выходу преобразователя "ток-напряжение" и фазовращателем, регулирующим фазу сигнала в канале тока, балансируют нуль-индикатор.

По поверяемому ИСМ отсчитывают его погрешность в точке шкалы, соответствующей  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ).

Для определения погрешности ИСМ при индуктивном сдвиге подключают измерительный вход нуль-индикатора к выходу ПИ.

Устанавливают между выходами калибратора фазы угол сдвига фаз, соответствующий поверяемой точке шкалы ИСМ

Регулируя угол сдвига фаз в канале тока, балансируют нуль-индикатор и по поверяемому ИСМ отсчитывают его погрешность в данной точке шкалы.

Для определения погрешности при емкостном сдвиге подключают измерительный вход нуль-индикатора к выходу делителя напряжения.

Устанавливают между выходами калибратора фазы угол сдвига фаз, соответствующий поверяемой отметке шкалы ИСМ.

Регулируя угол сдвига фаз в канале напряжения, балансируют нуль-индикатор и по поверяемому ИСМ определяют его погрешность в данной точке шкалы.

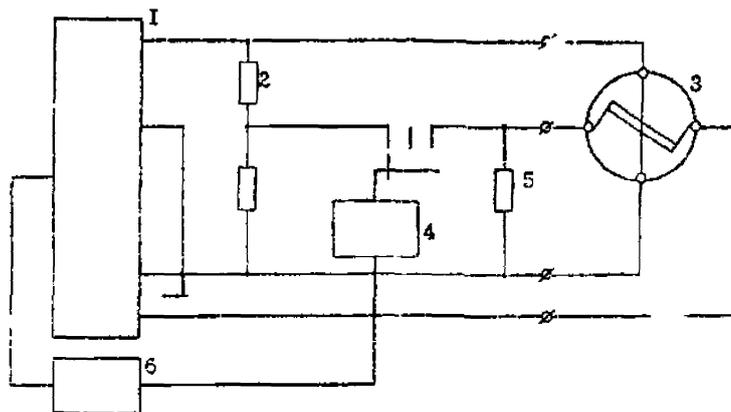


Рис. 5. Схема установки для проверки ИМ с использованием меры

1 - двухканальный источник тока и напряжения

2 - делитель напряжения

3 - проверяемый ИМ

4 - нуль-индикатор

5 - преобразователь "ток-напряжение"

6 - мера угла сдвига фаз

6.6.2. Определение основной погрешности ИСМ с использованием расчетно-экспериментальных (энергетических) методов.

6.6.2.1. Определение основной погрешности  $t_1$  фазных ИСМ с использованием ваттметра и варметра.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 6.

1. Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка.

2. Регулируемыми элементами, расположенными в усилителе системы напряжений, устанавливают номинальные напряжения поверяемого ИСМ.

3. Регулируемыми элементами, расположенными в усилителе системы токов, устанавливают номинальные токи поверяемого ИСМ.

4. Изменяя угол сдвига фаз между системой токов и напряжений, устанавливают нулевое показание варметра.

5. Сохраняя симметрию токов и нулевое показание варметра, устанавливают изменением их величины показание ваттметра, равное 100 делениям. По поверяемому ИСМ определяют его погрешность на отметке  $\cos\varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ).

6. Для определения погрешности ИСМ на остальных отметках шкалы устанавливают, изменяя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, показание варметра в соответствии с таблицей, приведенной в приложении 4.

7. Проверяют соответствие показаний ваттметра приведенным в данной таблице, и при необходимости регулируют его, равномерно меняя величины токов с соблюдением симметрии и сохраняя при этом соответствующее показание варметра.

8. По поверяемому ИСМ определяют его погрешность на поверяемой отметке.

При емкостном характере нагрузки выполняют операции, упомянутые

в пп. I-8, предварительно изменив полярность токовых щелей вагметр на противоположную.

6.6.2.2. Определение основной погрешности трехфаз. х ИСМ с использованием двух ваттметров.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 7.

Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка ИСМ.

Устанавливают номинальное напряжение поверяемого ИСМ.

Устанавливают номинальный ток поверяемого ИСМ.

Изменяя угол сдвига фаз между сигналами токов и напряжений, устанавливают указатель ИСМ на поверяемую отметку шкалы.

Отсчитывают показания первого  $P_1$  и второго  $P_2$  ваттметров и, используя формулу

$$\varphi_q = \arctg \sqrt{3} \frac{P_2 - P_1}{P_2 + P_1}$$

определяют погрешность поверяемого ИСМ в данной точке шкалы.

6.6.2.3. Определение основной погрешности трехфазных ИСМ с использованием дифференциального двухэлементного ваттметра.

Поверка трехфазных ИСМ в диапазоне частот (40-500) Гц кл. т. I-4.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 8.

Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка.

Устанавливают номинальное значение напряжений поверяемого ИСМ.

Устанавливают номинальное значение токов поверяемого ИСМ.

При  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ) нагрузки сопротивлений закорачивают, т.е.  $r_1 = 0$  и  $r_2 = 0$ .

Изменяя угол сдвига фаз между сигналами токов и напряжений, устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нуль (система дифференциального ваттметра должна быть аналогичной системе поверяемого ИСМ).

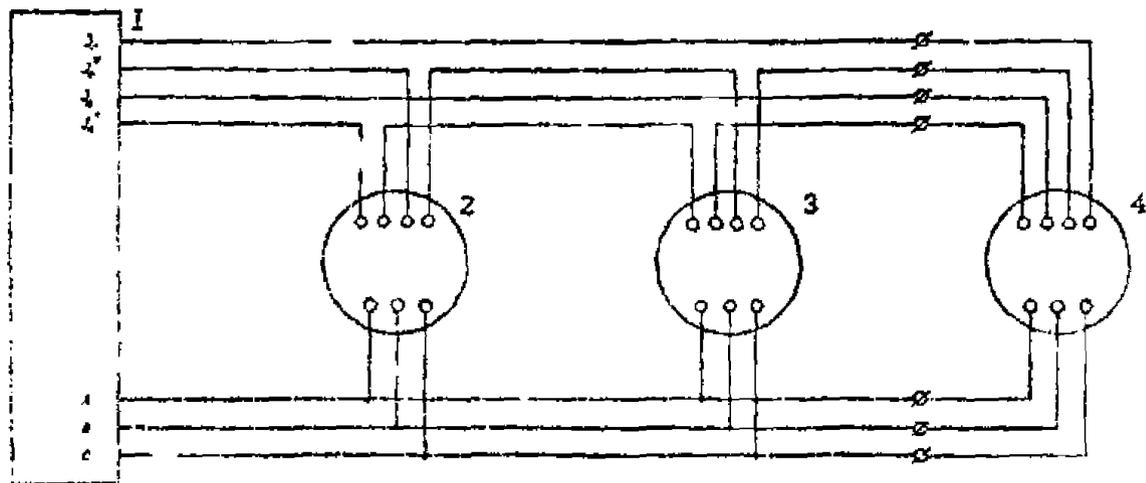


Рис. 6. Схема установки для проверки ИЭМ с использованием  
 вольтметра и ваттметра

- 1 - трехфазный источник систем токов и напряжения
- 2 - вольтметр
- 3 - ваттметр
- 4 - проверяемый ИЭМ

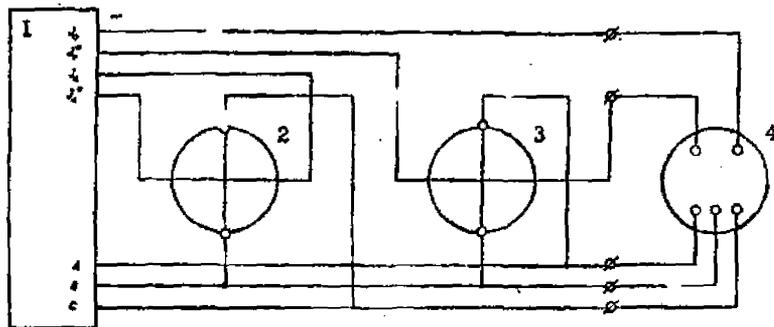


Рис. 7. Схема установки для поверки ИЭСМ методом двух ваттметров

- I - двухфазный источник систем токов и напряжений;
- 2,3 - ваттметры
- 4 - поверяемый ИЭСМ

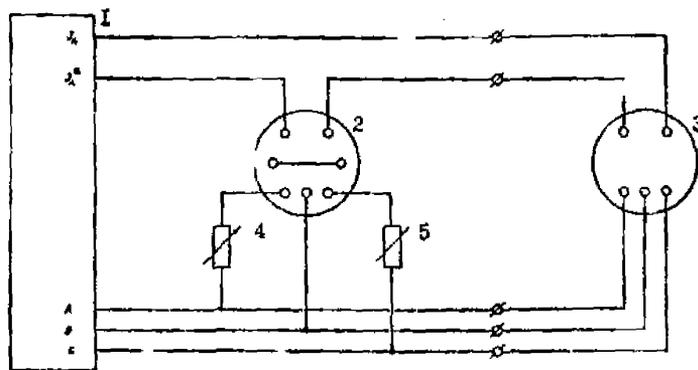


Рис. 8. Схема установки для проверки ИММ с использованием дифференциального ваттметра  
 I - трехфазный источник систем токов и напряжений;  
 2 - дифференциальный ваттметр;  
 3 - проверяемый ИММ;  
 4,5 - магазины сопротивлений,

По шкале поверяемого ИСМ отсчитывают погрешность в точке  $\cos \varphi = 1$  ( $\varphi = 0$ ).

Если шкала поверяемого ИСМ линейна, то

при емкостном сдвиге и  $\varphi < 60^\circ$ ,  $z'_1 = 0$ , а  $z'_2$  рассчитывается по формуле

$$z'_2 = z_2 \left[ \frac{\cos(\varphi - 30^\circ)}{\cos(\varphi + 30^\circ)} - 1 \right]$$

при индуктивном сдвиге и  $\varphi < 60^\circ$ ,  $z'_2 = 0$ , а  $z'_1$  рассчитывается по формуле

$$z'_1 = z_1 \left[ \frac{\cos(\varphi - 30^\circ)}{\cos(\varphi + 30^\circ)} - 1 \right]$$

где  $z_1$  и  $z_2$  — сопротивления параллельных цепей дифференциального ваттметра.

При  $\varphi > 60^\circ$  необходимо направление тока дифференциального ваттметра изменить на обратное.

Устанавливают магазином сопротивления  $z'_1$  или  $z'_2$  значение сопротивления, соответствующее фазовому сдвигу на поверяемой отметке шкалы.

Регулируя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нулевую отметку.

По поверяемому ИСМ определяют его погрешность на поверяемой отметке шкалы.

Если шкала поверяемого ИСМ неравномерна, то, регулируя угол сдвига фаз между системами тока и напряжений, устанавливают указатель поверяемого ИСМ на поверяемую отметку шкалы.

Регулируя магазин сопротивлений  $z_1$  или  $z_2$ , устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нулевую отметку.

Погрешность поверяемого ИСМ определяют как разность между значением  $\varphi$ , соответствующим поверяемой отметке шкалы, и эквивалент-

ным углом  $\varphi_y$ , определяемым из следующих выражений:

при емкостном сдвиге и  $\varphi < 60^\circ$   $z_2' = 0$ :

$$\varphi_y = \alpha z_1 \operatorname{ctg} \alpha \quad I, 732 \quad \frac{z_1'}{z_1' + 2z_1}$$

при индуктивном сдвиге и  $\varphi < 60^\circ$   $z_2' = 0$ :

$$\varphi_y = \alpha z_1 \operatorname{ctg} \alpha \quad I, 732 \quad \frac{z_1'}{z_1' + 2z_1}$$

при емкостном сдвиге и  $\varphi > 60^\circ$   $z_2' = 0$ :

$$\varphi_y = \alpha z_1 \operatorname{ctg} \alpha \quad I, 732 \quad \frac{z_1' + 2z_2}{z_1'}$$

при индуктивном сдвиге и  $\varphi > 60^\circ$   $z_2' = 0$ :

$$\varphi_y = \alpha z_1 \operatorname{ctg} \alpha \quad I, 732 \quad \frac{z_1' + 2z_1}{z_1'}$$

### 6.7. Определение вариации показаний

Вариация показаний фазметров определяется как разность действительных значений измеряемой величины при одном и том же показании фазометра или как разность показаний фазометра при одном и том же значении измеряемой величины.

Вариацию определяют при плавном подводе указателя к поверяемой отметке сначала со стороны начальной, а затем со стороны конечной отметок шкалы.

Допускается определять вариацию с использованием результатов определения основной погрешности.

Примечание: Фазометры с несколькими номинальными значениями тока и напряжения допускается проверять полностью по всей шкале лишь при одном номинальном значении тока и одном номинальном значении напряжения. При других номинальных значениях тока и напряжения допускается производить проверку только на четырех отметках: двух крайних, на отметке  $\varphi = 0$  или  $\cos \varphi = 1$ , и на той из отметок, на которой можно ожидать наибольшую погрешность.

## 7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Предел допускаемой основной погрешности ИЕК выражается в виде приведенной погрешности в соответствии с ГОСТ 8.401-80 и ГОСТ 8039-73.

Приведенную основную погрешность определяют по формуле:

$$\gamma = \pm \frac{100 \Delta}{N},$$

где:  $\Delta$  — абсолютная погрешность в единицах нормирующего значения, определяемая в соответствии с п.6.3.1;

$N$  — нормирующее значение при установлении основной погрешности в зависимости от вида градуировки принимается равным (п.1.7 ГОСТ 8039-79) размаху шкалы, но не более  $180^\circ$ , или длине шкалы, градуированной в значениях коэффициента мощности и соответствующей  $180^\circ$ .

Примечание: Под размахом шкалы понимают конечное значение диапазона измерений — для ИМ с односторонней шкалой и арифметическую сумму конечных значений диапазона измерений — для ИМ с двухсторонней шкалой.

При этом погрешность поверяемого ИМ в % вычисляется по формуле:

$$\Delta_{\text{п.п.}} = (A - A_A) \frac{L_1}{L} 100\%$$

где:  $A$  — показание поверяемого прибора в единицах измеряемой величины;

$A_A$  — действительное значение измеряемой величины, определяемое по образцовым приборам в тех же единицах;

$L$  — длина шкалы в мм;

$L_1$  — длина участка шкалы, приходящаяся на единицу измеряемой величины вблизи точки  $A$  в мм.

Длина шкалы может быть измерен любым способом, но требующим вскрытия прибора, с погрешностью не более 2 - 3%.

В качестве способов определения  $L$  можно рекомендовать определение по результатам измерения длины стрелки прибора (в мм) от оси вращения до ее конца  $r$  и угла шкалы  $\alpha^\circ$ .

При этом длина шкалы определяется из выражения

$$L = \frac{r \alpha \pi}{180^\circ} \text{ мм}$$

Для определения  $L$ , следует измерить при помощи линейки длину участка шкалы между двумя ближайшими к  $A$  отметками и разделить на разность отсчетов, соответствующих указанным отметкам.

Отсчеты должны быть выражены в тех же единицах, в которых выражены  $A$  и  $A_A$ .

Когда отсчет погрешности определяется по показаниям поверяемого фазометра, вычисление приведенной погрешности производится по формуле

$$A_{пр} = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100\%$$

где:  $L$  - длина шкалы в мм;

$\Delta L$  - расстояние между поверяемой отметкой и ближайшей стрелки, соответствующим действительному значению, в мм.

Результаты, полученные при поверке ИСН классов точности 1-4, записывают в протокол произвольной формы, а при поверке ИСН классов точности 0,2 - 0,5 - в протокол, составленный в соответствии с Приложением 5.

## 8. ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. ИСН, которые по результатам поверки отвечают требованиям настоящих ИИ, необходимо опломбировать государственными клеймами с указанием года поверки. Опломбирование следует производить таким образом, чтобы не имелся доступ к внутренним механизмам ИСН.

8.2. При положительных результатах поверки, проведенной в органах государственной метрологической службы, выдан сертификат о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом.

8.3. Результаты периодической ведомственной поверки оформляют документом, по форме, установленной ведомственной метрологической службой.

8.4. ИСН, не удовлетворяющие требованиям настоящих ИИ, к применению не допускаются - их бракуют, клеймо предыдущей поверки гасят и на них выдают извещение о непригодности с указанием причин.



1 :	2 :	3 :	4 :	5 :	6 :	7 :	8 :	9 :	10 :
10	Э772			2,5	0-I-0	В сеть через добавочное устройство Р 705			145
11	Э1500	электро- механическая	трехфазный	2,5	0-I-0	50,60,400	I,5	127,220,380	115
12	Э1600	"-	т. трехфазный	2,5	0-I-0	50,60,400	I,5	127,220,380	140
13	ЭЛЭ			1,5	90-0-90	50	5;10	100,127,220	150
14	ЭЛЭ-I	электро- механич.		1,5	0,5-I-0,5	500	I	36,127,220	150
15	ЭЛЭ-1М	"-		1,5	0,5-I-0,5	500,1000	I,5	36,127,220	150
16	ЭЛЭ-2	"-		1,5	0,5-I-0,5	1000	I	36,127,220	150
17	ЭЛЭ-3	"-		1,5	0,5-I-0,5	400	5	127,220,380	150
18	ЭЛЭ-4	"-		1,5	0,5-I-0,5	2400	5	100,220,500	150
19	ЭЛЭ-4М	"-		1,5	0,5-I-0,5	400,2400	I,5	127,220,380	150
20	ЭТЭ			2,5	0,5-I-0,5	500,1000 2500,8000	5	100	100
21	ДЭ1		однофазный	2,5	0,5-I-0,5	50,500,1000 2400,8000	5	100	
22	ДЭЭ	электро- динам.	"-	2,5	0,5-I-0,5	50,500,1000 2400,4000 8000,10000	5	100	125

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	Д120	ферродин.	трехфазный	1,5	0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	125
24	Д301		трехфазный	1,5	0,9-1-0,2 0,5-1-0,5	50	5	127,220,380 127,220	120
25	Д303		однофазный	2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	120
26	Д314	электромех.		1,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	
27	Д320			2,5	0,9-1-0,2	50	5	127,220	135
28	Д342	ферродин.	трехфазный	2,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	125
29	Д142М	ферродин.	трехфазный	2,5	0,9-1-0,2 0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	125
30	Д346			2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220	125
31	Д360		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5	50	5	100,220,380	70
32	Д361		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	100,220,380 110,220	110
33	Д362		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380 127,220	90
34	Д363		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	130

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	Д361		трехфазный	2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	130
36	Д362	электромах.		1,5	0,5-1-0,5 0-1-0	50	5	127,220	100
37	Д392			2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	
38	Д510/1			1,0	0,9-1-0,2	50	0,1;0,2	127,220	150
39	Д510/2			1,0	0,9-1-0,5	50	0,1;0,2	127,220	150
40	Д510/3			1,0	0,5-1-0,5	50	0,1;0,2	127,220	150
41	Д510/4			1,0	0,9-1-0,2	50	0,5;1	127,220	150
42	Д510/5			1,0	0,9-1-0,5	50	0,5;1	127,220	150
43	Д510/6			1,0	0,5-1-0,5	50	0,5;1	127,220	150
44	Д510/7			1,0	0,9-1-0,2	50	2,5;5	127,220	150
45	Д510/8			1,0	0,9-1-0,5	50	2,5;5	127,220	150
46	Д510/9			1,0	0,5-1-0,5	50	2,5;5	127,220	150
47	Д510/10			1,0	0,9-1-0,2	50	5;10	127,220	150
48	Д510/11			1,0	0,9-1-0,5	50	5;10	127,220	150
49	Д510/12			1,0	0,5-1-0,5	50	5;10	127,220	150

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	Д578/1	электро- динам.	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	60	5;10	100,127,220	270
51	Д578/2	"	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	60	5;10	100,220,360	270
52	Д578I	"	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	60	5;10	100,127,220	270
53	Д5782	"	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	60	5;10	100,220,360	270
54	Д586		универсальн.	1,5	0,5-I-0,5 0,9-I-0,2 0,9-I-0,5	50	0,1;0,2 0,5;1;5; 10	127,220	170
55	Д5000	электро- динам.	однофазный	0,2	0-90-180- -270-360 I-C-I-0-I	50	5;10	100,127,220	270
56	Д5023/1-			0,5	I-0-I	50,100, 400,2400	1;5	100,220,360	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	12043	0-1" 0- ЛПН К.	однофазный	3,2	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	50	5;10	100,127,220	270
13	12009			2,5	0,5-I-0,5 0,5-I-0,2	50	5	127,220,300	90
14	1303,1		трехфазный	2,5		50,60	1;5	100,220,360	
15	13034		трехфазный	2,5	0-I-0	50,400	1;5	127,220,360	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
Справочное

Технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки измерителей коэффициента мощности (фазометров)

Наименование средств поверки	Диапазон : напряжения, В	Диапазон : токов, А	Диапазон : частот, Гц	Погрешность : (разрешающая способность): угл. мин.	Пределы : измерения : (установки) : Км, град.	Примечание
1	2	3	4	5	6	7
Поверочные установки						
УПК-50	36, 100, 127, 220, 380	0,2; 1; 2; 5; 10	45-55	±12	0-360	
УПК-5М	15-600	0,1-10	40-5000	4-20	0-360	нестандартная
АУПК-7	15-600	0,1-10	40-20000	40-60	0-360	нестандартная
АУПК-3	15-600	5	50, 500, 1000, 2400, 4000, 8000, 10000	±0,5 <sup>0</sup>	-355-+355	нестандартная
УПКМ-5	1-450	0,1-5	50, 500, 1000, 2400, 2880, 4000, 8000, 10000	1	0-360	нестандартная
ОСИ коэффициента мощности ДБ78Г	100, 127, 220	5; 10	50	кл. 0,5	0-360	вкл., инд., приемник, генератор

1	2	3	4	5	6	7
40022	100,220,250	5;10	60	кл.0,5	0-360	емк., инд., приемник, генерат.
40023	100,220,360	1;5	50;100;400; 2400	кл.0,5	1-0-1	
40029	100,127,220	5;10	49-50-51	кл.0,2	0-360	емк., инд., приемник, генерат.
40033	100,127,220	5;10	49-50-51	кл.0,2	0-360	емк., инд., приемник, генерат. с поправками
Матричные фильтры						
42-16	0,1-10	-	$20 \cdot 10^6$	$0,2^\circ$	180-0-180	разрешающая способность
42-28	0,01-10	-	$5 \cdot 5 \cdot 10^5$	$0,01^\circ$	0-360	разрешающая способность
42-34	0,01-2	-	$0,5 \cdot 5 \cdot 10^6$	$0,01^\circ$	0-360	разрешающая способность
42-35	0,01-10	-	$0,1 \cdot 10^7$	$0,001^\circ$	1-360	разрешающая способность
45151	0,03-100	-	$10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^5$	$\pm 0,5^\circ (10^{-3} - 10^3) \text{ Гц}$ $\pm 1,0^\circ (10^3 - 2 \cdot 10^5) \text{ Гц}$	0-359,9	
45136	-	-	$20 \cdot 2 \cdot 10^6$	$0,1^\circ$	0-360	
Матричные фильтры сигнала						
45125	0,1-10	-	$2 \cdot 20 \cdot 10^3$	$0,1^\circ$	0-360	

1	2	3	4	5	6	7
35224	0,001-10	-	0,001-2 · 10 <sup>9</sup>	±0,1°	0-360	
ФІ-4	0,001-1	-	5-10 <sup>7</sup>	±0,03° (20-10 <sup>4</sup> Гц) ±0,05° (10 <sup>4</sup> -10 <sup>6</sup> Гц)	0-360	
Зелёные системы установок						
УЗ55І	0,5-60	0,1-25	40-20000	0,1-0,5%	0-360	погрешность определяется используемым ОСИ
УПУ-ІМ	0,01-750	0,01-10	40-20000	0,04-0,15	0	cos φ = 1
	0,01-750	0,01-10	40-20000	-	0-360	погрешность определяется используемым ОСИ
УІІ34	150-600	0,5-50	40-60	-	0-360	трехфазная. Погрешность определяется используемым ОСИ
Генераторы						
ГДК-7	1-600	0,1-10	40-20000	1	0-360	разрешающая способность 5%
ГДК-7М	1-300	0,1-10	50, 500, 1000, 2400, 2800, 4000 8000, 10000	1	0-360	разрешающая способность
Индикаторы квадратуры						
І5002	15-600	0,025-10	45-1500	15	±90	разрешающая способность. Погрешность определяется используемым ОСИ
Ваттметры						
І5004	30-600	0,01-10	45-500	кл. 0,5		номинальный коэффициент мощности cos φ = 1
І5003	30-600	0,1-0,2	45-65 65-500	кл. 0,5		номинальный коэффициент мощности cos φ = 1

1	2	3	4	5	6	7
Д5064	30-600	0,5-I	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5065	30-600	2,5-5	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5066	30-600	5-10	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5067	100-150	1;5	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5016	30-600	0,025-10	45-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5086	30-600	0,1-0,2	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5087	30-600	0,5-I	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5088	30-600	2,5;6	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5089	30-600	5;10	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5056	30-600	0,1-10	45-500 500-1000	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$
Д5104	30-600	0,1;0,2	45-65 65-500	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos\varphi = 1$

I	2	3	4	5	6	7
Д5106	30-600	0,5;1	45-65	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$
Д5106	30-600	2,5;5	45-65 65-500	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$
Д5107	30-600	5;10	45-65 65-500	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$
Ваттметры малокосинусные						
Д5020	30-600	0,25-10	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,1$
Д5092	30-600	0,25;0,5	45-65 150-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,1$
Д5093	30-600	0,5;1	45-65 150-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,1$
Д5094	30-600	2,5;5	45-65 150-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,1$
Д5095	30-600	5;10	45-65 150-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,1$
Ваттваттметры						
Д5068	100-250	1	45-65 65-1100	кл.0,5 кл.1		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$
Д5069	375	1	45-65 65-1100	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$
Д5070	100-250	5	45-65 65-1100	кл.0,5 кл.1		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$
Д5071	375	5	45-65 65-1100	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos \varphi = 1$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Справочное

Зависимость величин R1 - R4 и C от значений коэффициента мощности

Предел по напряжению 100 В

φ°	емкости и сдвиг					индуктивный сдвиг				
	R1 Ом	R2 Ом	C мкФ		R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	C мкФ		
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц	
0	5970	30	закоротить		2500	2475	25	разомкнуть		
10	5880	30	3,05602	2,54669	5000	637	30	0,76002	0,63335	
2	5610	30	1,55141	1,29284	3000	277	30	0,80036	0,66697	
-	5170	30	1,06071	0,88393	3000	3100	34	1,19967	0,99973	
3	4870	30	0,82509	0,68757	5000	2720	50	1,49919	1,24932	
50	3830	30	0,69228	0,57690	5000	3000	80	1,99948		
50					5000	2997	63		1,66623	
60	2970	30	0,61288	0,51073	5000	2830	79	2,99952	2,49996	
70	2020	30	0,56543	0,47119	5000	4850	148	3,50070	2,91725	
80	1010	30	0,53995	0,44996	6040	5660	317	6,00055	5,00046	

Предел по напряжению 127 В

$\varphi^\circ$	емкостной сдвиг				индуктивный сдвиг				
	R1 Ом	R2 Ом	С мкФ		R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	С мкФ	
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц
0	7590	30	закоротить		3175	3150	25	разомкнуть	
10	7490	30	2,40494	2,00412	6350	840	30	0,73391	0,61159
20	7130	30	1,22206	1,01838	3810	2772	28	0,71821	0,59851
30	6870	30	0,83577	0,69647	3810	3202	32	1,05115	0,87596
40	5810	30	0,64989	0,54158	6350	2724	46	1,38556	1,15463
50	4870	30	0,54534	0,45445	6350	2996	57	1,84094	1,53412
60	3780	30	0,48258	0,40215	6350	2837	72	2,76497	2,30414
70	2580	30	0,44411	0,37009	6350	4818	130	3,14634	2,62195
80	1290	30	0,42542	0,35451	7670	5620	310	5,37029	4,47567

Предел по напряжению 220 В

$\varphi^\circ$	Емкостной сдвиг				Индуктивный сдвиг				
	:		С мкФ		:		С мкФ		
	R1 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц
0	I3170	30	Защелкнуть		5500	5470	30	разомкнуть	
10	I2970	30	1,38932	1,15776	11000	1880	30	0,34506	0,28755
20	I2370	30	0,70564	0,58803	6600	6130	30	0,36380	0,30317
30	11400	30	0,48256	0,40214	6600	6860	34	0,54534	0,45445
40	10080	30	0,27541	0,31284	11000	6030	50	0,68246	0,56872
50	8480	30	0,31473	0,26229	11000	6658	62	0,90986	0,75822
60	6570	30	0,27858	0,23215	11000	6320	79	1,36352	1,13627
70	4490	30	0,25645	0,21370	10000	9864	134	1,75018	1,45848
80	2260	30	0,24522	0,20435	12080	11682	320	3,00003	2,50002

Предел по напряжению 380 В

$\varphi^\circ$	емкостной сдвиг				индуктивный сдвиг				
	R1 Ом	R2 Ом	C мкФ		R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	C мкФ	
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц
0	22770	30	закоротить		9500	9470	30	разомкнуть	
10	22420	30	0,80450	0,67042	15000	2582	23	0,25301	0,21084
20	21400	30	0,40830	0,34025	9000	8380	25	0,26670	0,22225
30	19720	30	0,27928	0,23273	9000	9360	28	0,40018	0,33349
40	17440	30	0,21725	0,18104	15000	8260	40	0,50012	0,41676
50	14630	30	0,18228	0,15190	15000	9120	50	0,66695	0,55579
60	11340	30	0,16171	0,13476	15000	8660	63	1,00013	0,83344
70	7770	30	0,14861	0,12384	15000	13555	110	1,22366	1,01971
80	3930	30	0,14181	0,11817	18000	17730	280	2,00627	1,87189

к

Предел по напряжению 100 В

cos $\varphi$ :	емкости и сдвиг				ИНДУКТИВНЫЙ СДВИГ				
	:		:		:			:	
	RI Ом	R2 Ом	С мкФ		RI Ом	R4 Ом	R2 Ом	С мкФ	
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц
0,1	570	30	0,53345	0,44454	10000	10150	1020	6,00567	
0,1					10000	10120	1050		5,00472
0,2	1170	30	0,54171	0,45142	6000	4330	260	5,99987	4,99973
0,3	1770	30	0,55638	0,46365	5000	4960	166	4,00117	3,33431
0,4	2370	30	0,57918	0,48265	5000	3470	106	3,49971	2,91640
0,6	3570	30	0,66350	0,55292	5000	2510	63	2,49952	2,08293
0,7	4170	30	0,74325	0,61938	5000	3750	55	1,50146	1,25122
0,8	4770	30	0,86464	0,73720	5000	2290	46	1,50020	1,25016
0,9	5370	30	1,21771	1,01476	5000	2190	41	0,99984	0,83320
0,99	5910	30	3,76323	3,13602	5000	700	30	0,71229	0,59357

Гредел по напряжению 127 В

cos φ:	емкостной сдвиг				индуктивный сдвиг				
	R1 Ом	R2 Ом	C мкФ		R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	C мкФ	
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц
0,1	730	30	0,42115	0,35095	10000	10080	820	8,07594	5,06328
0,2	1490	30	0,42766	0,35638	7620	4370	240	5,43208	4,52673
0,3	2260	30	0,43738	0,36449	6350	4960	150	3,57629	2,96 24
0,4	3020	30	0,45377	0,37981	6350	3452	98	3,20426	2,67022
0,6	4540	30	0,52265	0,43655	6350	3496	64	1,66148	1,55123
0,7	5300	30	0,58568	0,48806	6350	3758	57	1,36331	1,13609
0,8	6040	30	0,69966	0,56304	6350	2292	43	1,39889	1,16574
0,9	6830	30	0,95855	0,79679	6350	2202	38	0,93148	0,77623
0,99	7510	30	2,96466	2,47055	6350	702	28	0,69299	0,57750

Предел по напряжению 220

cos φ:	емкостной сдвиг				индуктивный сдвиг				
	R1 Ом	R2 Ом	С мкФ		R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	С мкФ	
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц
0,1	1290	30	0,24247	0,20207	20000	21350	1000	3,00220	2,50183
0,2	2610	30	0,24623	0,20519	12000	8930	240	3,00169	2,50141
0,3	3930	30	0,25290	0,21075	10000	10100	150	2,00078	1,66731
0,4	5250	30	0,25327	0,21939	10000	7050	95	1,75085	1,45904
0,6	7890	30	0,30159	0,25133	10000	5090	57	1,24960	1,04133
0,7	9210	30	0,33784	0,28164	10000	7580	56	0,75040	0,62533
0,8	10520	30	0,40211	0,33509	10000	4630	42	0,75010	0,62508
0,9	11850	30	0,55351	0,46125	10000	4420	37	0,50031	0,41692
0,99	13040	30	1,71030	1,42525	10000	1250	25	0,40124	0,33436

Предел по напряжению 380 В.

соз. №:	фазной элемент				линейный элемент				
	С мкФ				С мкФ				
	R1 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц
0,1	2250	30	0,14038	0,11699	20000	6560	345	6,17352	5,14460
0,2	4530	30	0,14255	0,11880	16000	13650	215	2,00030	1,66692
0,3	6810	30	0,14642	0,12201	15000	15240	130	1,33407	1,11172
0,4	9090	30	0,15242	0,12701	15000	10830	85	1,15492	0,96243
0,6	13650	30	0,17461	0,14580	15000	7660	53	0,88360	0,89487
0,7	15930	30	0,19659	0,16209	15000	11400	50	0,50036	0,41697
0,8	18210	30	0,23280	0,19400	15000	7960	39	0,45784	0,38153
0,9	20490	30	0,32045	0,26704	15000	6650	37	0,33349	
0,9					15000	8655	32		0,27791
0,99	22540	30	0,99041	0,82534	15000	1770	22	0,28344	0,23620

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
Справочное

Зависимость показаний ваттметра к варметра  
от значений коэффициента мощности

Нагрузка cos φ	: Величина тока 5: 1 А		: Величина тока 2,5: 0,5 А			
	: показания	: показания	: показания	: показания		
	: ваттметра, : деления	: варметра, : деления	: ваттметра, : деления	: варметра, : деления		
Емкостная	0,50	50	66,6	25	43,3	
	0,55	55	83,5	27,5	41,7	
	0,60	60	80,0	30	40,0	
	0,65	65	76,0	32,5	38,0	
	0,70	70	71,4	35	35,7	
	0,75	75	66,1	37,5	33,1	
	0,80	80	60,0	40	30,0	
	0,85	85	52,7	42,5	26,3	
	0,90	90	43,6	45	21,8	
	0,95	95	31,2	47,5	15,6	
	Активная	I	100	0	50	0
	Индуктивная	0,95	95	31,2	47,5	15,6
0,90		90	43,6	45	21,8	
0,85		85	52,7	42,5	26,3	
0,80		80	60	40,0	30,0	
0,75		75	66,1	37,5	33,1	
0,70		70	71,4	35,0	35,7	
0,65		60	76,0	32,5	38,0	
0,60		60	80,0	30,0	40,0	
0,55		55	83,5	27,5	41,7	
0,50		50	86,6	25,0	43,3	
0,45		45	89,3	25,5	44,7	
0,40		40	91,7	20,0	45,8	
0,35		35	93,7	17,5	46,8	
0,30		30	95,4	15,0	47,7	
0,25		25	96,7	12,5	48,4	
0,20		20	98	10	49,0	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
Рекомендуемое

Пример заполнения протокола поверки фазметров  
методом оличения с образцовым фазметром

Протокол № 17

I. Определение основной погрешности фазметра типа Д5000 № 6320

Применяемая аппаратура: установка для поверки энергетических фазметров класса 0,2 и ниже УПБ-5.

Номинальный ток 5 А и напряжение 220 В.

Таблица

Шкала					Шкала						
Показа- ния	Показа- ния	Погреш- ность	Показа- ния	Вариация	Показа- ния	Фазовый сдвиг	Показа- ния	Погреш- ность	Погреш- ность	Показа- ния	Вариация
прямого фазометра φ	го фазо- метра A <sub>1</sub>	угл. мин. :	го фазо- метра A <sub>2</sub>	угл. мин. :	го фазо- метра :	вероятно: значения φ	го фазо- метра A <sub>3</sub>	значени: значения φ	угл. мин. :	го фазо- метра A <sub>4</sub>	угл. мин. :
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Емкостной квадрант											
0°	0°12	+12	0°20	8	1	360°	0°10	+10	0	0°20	10
10°	350°02	+2	350°17	15	0,99	351°54	351°57	+3	-0,0004	352°06	9
20°	340°12	+12	339°54	18	0,9	334°10	334°21	+11	-0,0004	334°29	8
30°	330°11	+11	329°57	14	0,8	323°08	323°20	+12	-0,0023	323°25	5
40°	320°09	+9	319°52	17	0,7	314°26	314°34	+8	-0,0016	314°47	13
50°	310°01	+1	310°16	15	0,6	306°52	306°52	0	0	307°06	12
70°	299°53	-7	300°10	17	0,5	300°	299°53	-7	+0,0013	300°04	11
70°	289°47	-13	290°	13	0,4	293°35	293°31	-4	+0,0010	293°48	17
80°	279°50	-10	280°04	14	0,3	287°28	287°20	-8	+0,0022	287°36	16
90°	269°56	-4	270°10	14	0,2	281°32	281°33	+1	+0,0003	281°45	12

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Минус первый квадрант											
10°	10°05	-5	9°53	I2	0,99	8°06	8°15	-9	+0,0004	8°00	15
20°	20°12	-12	19°58	I4	0,9	25°50	25°58	-8	+0,0011	25°44	14
30°	30°15	-15	30°03	I2	0,8	36°52	36°55	-3	+0,0005	30°36	I9
40°	40°08	-8	39°55	I3	0,7	45°34	45° 52	-18	+0,0036	45°27	20
50°	50°13	-13	49°56	I7	0,6	53°08	53°08	0	0	53°00	8
60°	59°59	+1	59°46	I3	0,5	60°	59°55	+5	-0,0013	59°44	11
70°	69°52	+6	69°40	I2	0,4	66°25	66°19	+6	-0,0016	66°09	10
80°	79°45	+15	80°00	IS	0,3	72°32	72°25	+7	-0,0020	72°17	8
90°	89°50	+10	90°05	IS	0,2	78°28	78°29	-1	+0,0003	78° 07	12
					0,1	84°26	84°27	-11	+0,0033	84°20	7
					0	90°	90°17	-17	+0,0051	90°19	2

Номинальные ток 5A и напряжение 100В

0°	0°11	+11		I	360°	0°10	+10	0
90°	269°54	-6		0 <sub>e</sub>	270°	270°15	+15	-0,0045
30°	30°17	-17		0,7 <sub>и</sub>	45°34	45°34	-16	+0,0032
90°	89°35	-15		0 <sub>и</sub>	90°	90°13	-13	+0,0039

Номинальные ток 5A и напряжение 127В

0°	0°08	+8		I	360°	0°09	+9	0
90°	269°57	-3		0 <sub>e</sub>	270°	270°11	+11	-0,0033
90°	89°47	+13		0 <sub>и</sub>	90°	90°15	-15	+0,0045
30°	30°12	-12		0,7 <sub>и</sub>	45°34	45°46	-14	+0,0028

±

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Номинальные ток 10 А и напряжение 100 В											
0°	0°09	+9		I	360°	0°17	+17	0			
90° <sub>в</sub>	269°55	-5		О <sub>в</sub>	270°	270°13	+13	-0,0039			
90° <sub>н</sub>	90°02	+7		О <sub>н</sub>	90°	90°14	-14	+0,0042			
30° <sub>н</sub>	30°17	+17		С,7 <sub>н</sub>	45°34	45°46	-14	+0,0028			
Номинальные ток 10 А и напряжение 127 В											
0°	0°07	+7		I	360°	0°10	+10	0			
90° <sub>в</sub>	269°03	-3		О <sub>в</sub>	270°	270°12	+12	-0,0036			
90° <sub>н</sub>	90°48	+12		О <sub>н</sub>	90°	90°10	-10	+0,0030			
30° <sub>н</sub>	30°09	+9		С,7 <sub>н</sub>	45°34	45°42	-8	+0,0018			
Номинальные ток 10 А и напряжение 220 В											
0°	0°12	+12		I	360°	0°08	+8	0			
90° <sub>в</sub>	269°53	-7		О <sub>в</sub>	270°	270°13	+13	-0,0039			
90° <sub>н</sub>	90°45	+13		О <sub>н</sub>	90°	90°13	-13	+0,0039			
30° <sub>н</sub>	30°11	+11		С,7 <sub>н</sub>	45°34	45°44	-10	+0,0020			

Погрешность не превышает пределы допустимой 22.

Примечание: Показания образцового фазометра при подходе к поверяемой точке шкалы со стороны меньших значений  $A_1$  и  $A_3$ .

Показания образцового фазометра при подходе к поверяемой точке шкалы со стороны больших значений  $A_2$  и  $A_4$ .

**ПРИЛОЖЕНИЕ 6**

**Справочное**

Значение  $\cos \phi$ , выраженное в градусной мере

	: 0,00	: 0,01	: 0,02	: 0,03	: 0,04	: 0,05	: 0,06	: 0,07	: 0,08	: 0,09	: 0,10
0,0	90,000	89,427	88,854	88,281	87,708	87,134	86,560	85,986	85,411	84,836	84,261
0,1	83,261	83,866	83,108	82,530	81,952	81,373	80,791	80,212	79,630	79,047	78,463
0,2	73,463	77,878	77,291	76,703	76,114	75,523	74,930	74,336	73,740	73,142	72,542
0,3	62,542	71,941	71,337	70,731	70,123	69,513	68,900	68,284	67,666	67,046	66,422
0,4	66,422	65,795	65,165	64,532	63,896	63,256	62,613	61,966	61,315	60,659	60,000
0,5	60,000	59,336	58,668	57,995	57,316	56,633	55,944	55,250	54,549	53,843	53,130
0,6	47,130	52,411	51,684	50,950	50,208	49,458	48,700	47,933	47,156	46,370	45,573
0,7	35,573	44,766	43,946	43,114	42,269	41,410	40,536	39,646	38,746	37,816	36,870
0,8	26,870	35,904	34,915	33,901	32,860	31,788	30,683	29,541	28,358	27,127	25,842
0,9	25,842	24,495	23,074	21,565	19,949	18,195	16,260	14,070	11,478	8,170	0,000

Примечание: Значение коэффициента мощности определяется цифрами, расположенными в первом столбце и первой строке таблицы.

Значение угла, соответствующего данному коэффициенту мощности, находится на пересечении соответствующей строки и столбца.

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА Государственным Комитетом СССР  
стандартам  
ИСПОЛНИТЕЛИ  
А.А.-Б.Ахмадов, канд. техн. наук (руководитель темы).  
Н.Н.Василенко
2. УТВЕРЖДЕНА на заседании секции НТС УкрЦСМ от 2..12.88 г.  
Протокол № 16.
3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС
4. ВЗАМЕН инструкции I94-62.