

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства  
измерений

ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ (ФАЗОМЕТРЫ).  
Методика поверки  
МИ 2009-69

Государственный комитет СССР по стандартам  
Москва

РЕКОМЕНДАЦИЯ	
Государственная система обеспечения единства измерений	ММ 2009-89
ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ (ФАЗОМЕТРЫ)	Взамен
Методика поверки	инструкции Т94-62

Введена в действие с ОI.50

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 8.551-86, 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: Проведение операции по: документу : первичной : периодической : при поверке : проверке : поверке			
	1	2	3	4
Внешний осмотр	6.1	Да	Да	
Отработан:	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 б.б		6.6		Да		Да
Проверка вариаций показаний		6.7		Да		Да

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки с использованием одного из вариантов метода непосредственного сличения поверяемого ИМ с ОСИ должны применяться следующие образцовые средства.

2.1.1. Сличение с образцовыми ИМ (проверка ИМ кл.т. 0,6 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  $\pm 10'$ .

2.1.2. Сличение с образцовыми электронными фазометрами (проверка ИМ кл.т. 0,2 и ниже в диапазоне частот 40 Гц – 20 кГц):

электронные фазометры (36) с основной погрешностью

$$\Delta\Phi_{\text{пр}} \leq 0,11 \text{ КР (град)};$$

комплекты ОДН с фазовой погрешностью

$$\Delta\Phi_{\text{ди}} \leq 0,11 \text{ КР (град)};$$

комплекты ПТН с постоянной времени не более

$$T_{\text{пн}} \leq \frac{3 \text{ КР} \cdot 10^{-3}}{\text{f}}, \text{ (сек)},$$

где f – частота, на которой производится поверка, Гц;

комбинированные 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 преобразования ПНГ 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 К<sub>Ф</sub>, ОДН и ПНГ с таким условием, чтобы их суммарная угловая погрешность не превышала 1/3 предела допускаемой угловой погрешности поверяемого ИМ.

**2.1.3. Сличение с расчетной цепью (проверка ИСи кл.т. 0,5 и выше в диапазоне частот (40 - 60)Гц):**

магазины емкостей кл.т. 0,02 и 0,05 с угловой погрешностью  $\delta_e \leq 0,35^\circ$ ;

магазины сопротивлений кл.т. 0,05 с постоянной времени  $T_s \leq 5 \cdot 10^{-6}$  сек;

проеобразователи "ток-напряжение" с постоянной в времени не более  $1 \cdot 10^{-6}$ ;

муль-индикаторы с разрешением по фазе не хуже 1'.

**2.1.4. Сличение с мерой (проверка ИМи кл.т. 0,2 - 4 в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц):**

калибраторы угла сдвига фаз (К<sub>Ф</sub>) с погрешностью  $\Delta\phi_{\text{ср}} \leq 0,11 \text{ КР (град.)}$ ;

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

Р - коэффиц. иент, членно равный полному размаху шкалы ИМ (но не более 160°), град;

комплекты делителей напряжения (ОДН) с фазовой погрешностью  $\Delta\Phi_{\text{ср}} \leq 0,11 \text{ КР (град.)}$ ;

комплекты преобразователей "ток-напряжение" (ПНГ) с постоянной врем. не более

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

**Примечание.** Аналогично примечаниям I, 2, приведенным в п.2.1.2.

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

**2.2.1.** При поверке однофазных ИСИ кл.т. (I,5 - 4) в диапазоне частот (40-60) Гц:

ваттметры и варметры или ваттварметры кл.т. 0,I - 0,5;  
дифференциальные ваттметры кл.т. 0,I - 0,2.

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

двухканальные генераторы с регулируемым с разрешением (I-JO)<sup>0</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 разрешением (I-JO)<sup>0</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. I-2,5 с возможностью измерения тока до 10 А в диапазоне частот до 20 кГц;

вольтметры кл.т. I-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 "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 8.395-80, ГОСТ 22261-82, а также указанные в пп. I.9, I.I4 ГОСТ 8039-79.

### 5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

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

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

5.3. В ИМ с механическим противодействием моментом при наличии корректора указатель устанавливается на нулевую отметку.

5.4. Перед проведением поверки поверяемый ИМ должен быть прогрет в соответствии с I.I4.22 ГОСТ 8039-79 при номинальном напряжении в течение времени предварительного прогрева, т.е. времени между подключением поверяемого ИМ в цель и определением основной погрешности, и значениям тока, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Условия предварительного прогрева			
Класс точности ИМ	: Напряжение в % от номинального : Ток в % от номинального (действ.)	: Время предварит. прогрева, мин.	:
0,2	100	60	10-30
0,5-4	100	60	5-15

## 6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Проверка ИСИ должна выполняться государственной или ведомственной метрологическими службами.

### 6.1. Внешний осмотр

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

ИСИ 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 ИСИ должна быть приложена техническая документация. Проверяемый ИСИ должен быть укомплектован (кроме ЗИП) в соответствии с данной технической документацией;

Приложение. ИСИ, используемые в качестве образцовых, на периодическую поверку предлагаются со свидетельством о предыдущей поверке.

Маркировка ИСИ должна соответствовать требованиям ГОСТ 22261-82, ГОСТ 8089-79 и его технической документации.

6.1.2. При несоответствии ИСИ пункту 6.1.1 его бракуют и поверяют прекращают.

### 6.2. Опробование

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

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

0,4 номинального - для переносных ИСИ 2-4 групп,

0,5 номинального - для переносных ИСИ 5-7 групп и пробников ИСИ 7 групп. Затем, изменяя угол сдвига фаз между током (системами

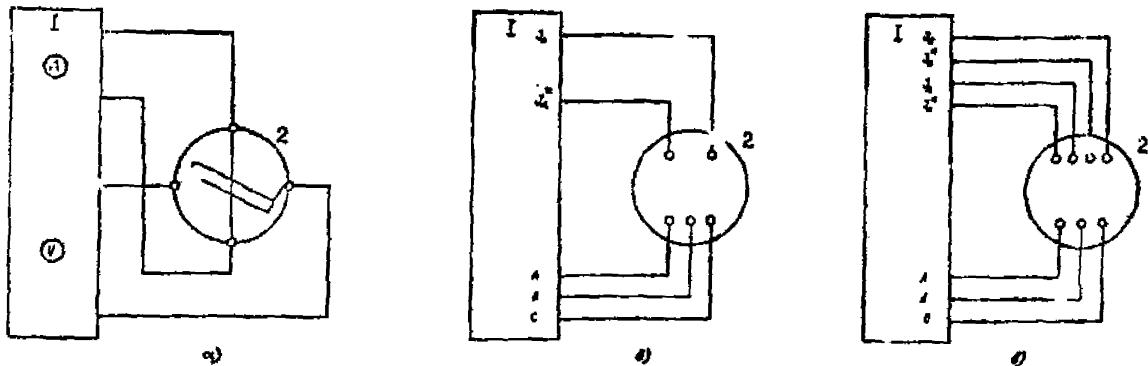


Рис. I. Станины , станоков для проведения отработки ИМ

- a) – для однофазных 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 – поверхность ИМ

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

### 6.3. Определение дополнительной погрешности, вызванной изменением положения ИМ от нормального

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

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

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

#### 6.4. Определение времени установления показаний.

##### 6.4.1. Определение времени установления показаний для ИМ с механическим приводом действующим моментом.

Проверяемый ИМ подключают к выходам ДИ в соответствии с п.6.2.

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

Отключают цепь напряжения ИМ и ИЧР, пока указатель устанавливается в соответствующее положение.

Одновременно включают цепь напряжения и секундомер.

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

#### 6.4.1 Определение времени успокоения для ИМ без механического противодействующего момента.

Поверяемый ИСИ подключают к ДИ в соответствии с п.6.2.

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

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

Отключают цепь напряжения ИСИ.

Ручку фазовращателя ДИ возвращают в нулевое положение.

Одновременно включают цепь напряжения ИМ и секундомер.

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

#### 6.5. Определение остаточного отклонения

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

Для этого поверяемый ИСИ подключают к выходам ДИ в соответствии с п.6.2.

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

Плавно уменьшая сдвиг фаз между током и напряжением или умень-

## II

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

### 6.6. Определение основной погрешности

6.6.1. Определение основной погрешности ИСИ с использованием метода непосредственного сличения с ОСИ.

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

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

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 ИСИ на поверочную отметку шкалы и по образцовому прибору отсчитывают погрешность поверяемого ИСИ.

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

6.6.1.2. Сличение с образцовым электронным фазометром (проверка ИСИ 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 ИСИ на поверочную отметку шкалы и по образцовому электронному фазометру отсчитывают погрешность поверяемого ИСИ.

6.6.1.3. Сличение с образцовой расчетной фазозадающей цепью.

При проверке однофазных ИСИ кл.т. 0,5 и ниже в диапазоне частот (40-50) Гц.

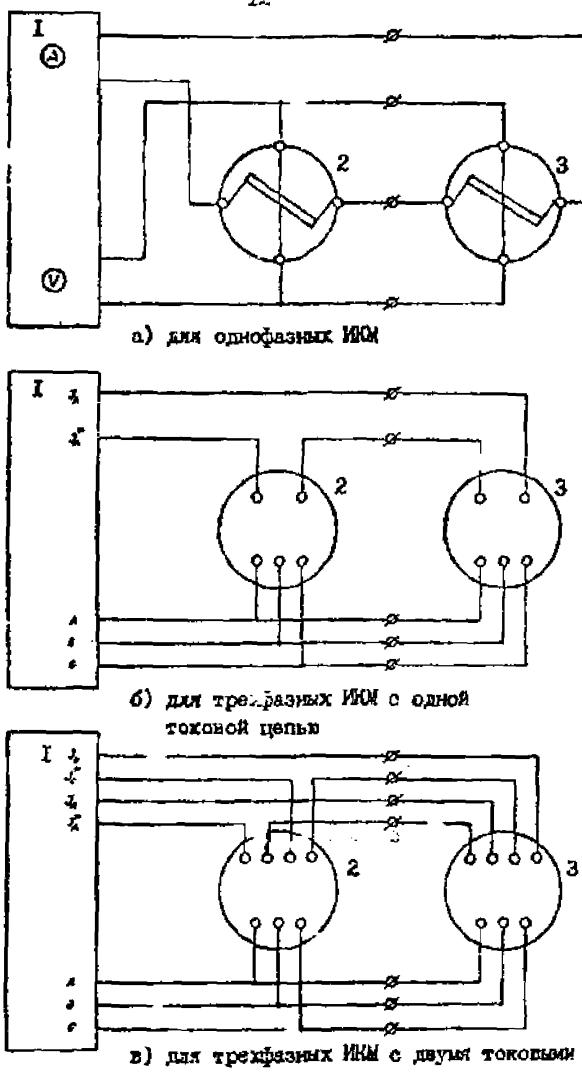


Рис. 2. Схемы установок для поверки ИМ методом различия с образцовым СИ.

а) для однофазных ИМ  
б, в) для трехфазных ИМ

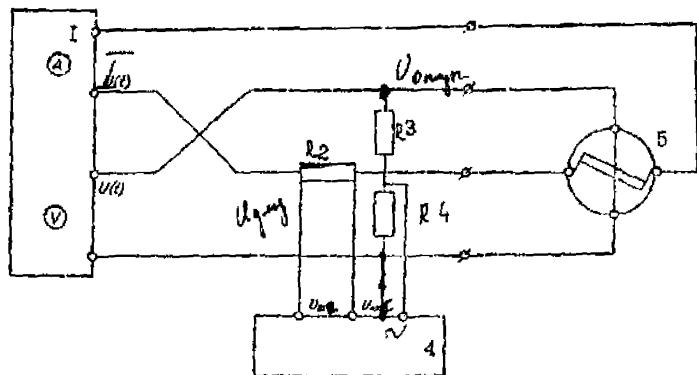


Рис. 3 Схема установки.. для измерений ИКИ методом сличения  
 1 Двухканальный источник тока и напряжения  
 2 Преобразователь "ток-напряжение"  
 3 Делитель напряжения  
 4 Электронный фазометр  
 5 ИКМ

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

- 1 - динамический источник;
- 2 - нуль-индикатор;
- 3 - поверяемый ИКИ;
- $R_1 - R_3$  - магазины сопротивлений;
- $R_4$  - преобразователь "ток-напряжение";
- $C_1$  - магазин ёмкостей.

Поверяемый ИКИ подключают к зажимам  $J$ ,  $J'$  и  $U$ ,  $U'$ .

Устанавливают номинальное значение напряжения.

Установливают в соответствии с п.б.2 значение тока.

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

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

Коэффициент деления образованного при этом реистрического делителя напряжения регулировкой магазинов сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  устанавливается таким, чтобы при данных номинальных напряжениях и токе поверяемого ИКИ величины напряжений на выходе этого делителя ( $R_1$  и  $R_2$ ) и ПН ( $R_4$ ) были равны (при этом необходимо соблюдать условия, чтобы рассеиваемая на магазине сопротивлений  $R_1$  мощность не превышала допустимой).

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

Определение погрешности ИКИ при ёмкостном сдвиге.

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

В соответствии с выражением

$$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{1}{25f(C_1, C_2)}$$

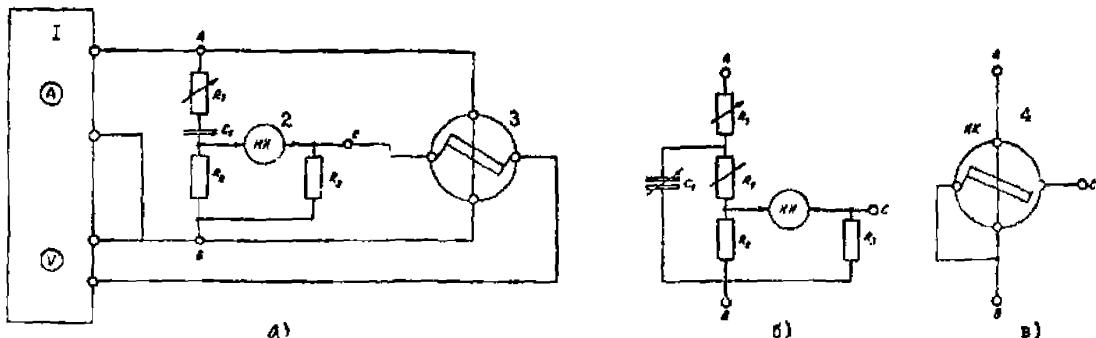


Рис. 4. Схема установки для поверки ИМ с использованием образцовой фазозадающей цепи.

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

дубл. вкл

расчитывают и устанавливают значения  $C_1$ ,  $R_1$  и  $R_2$  для  $\cos\phi$  или  $\phi$  для поверяемой отметки шкалы (значения  $R_1$ - $R_4$  и  $C_1$  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 ИИМ отсчитывают его погрешность в поверяемой точке шкалы.

Определение погрешности при индуктивном сдвиге.

В поверочной установке включим звено измерительно-фазосдвигущую цепь к виду, приведенному на рис. 4б (точки А В С).

В соответствии с выражением

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

расчитывают и устанавливают значения  $C_1$ ,  $R_1 - R_4$  для  $\phi$  или  $\cos\phi$ , соответствующих поверяемой отметке шкалы.

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

Для определения погрешности при  $90^\circ$  (- $90^\circ$ ) – градусном сдвиге в поверочной установке к точкам А В С вместе измерительного звена фазосдвигущей 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 ИИМ отсчитывают погрешность в точках шкалы, соответствующих  $\cos\phi=0$  ( $\phi = \pm 90^\circ$ ).

Приложение. При поверке допускается устанавливать поверяемый ИИМ на поверяемую отметку шкалы, а его погрешность расчитывать с использованием приведенных в данном пункте выражений.

#### 6.6.1.4. Сличение с мерой фазового сдвига.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приве-

дальной на рис. б, (при этом опорный вход калибратора фазы должен быть подключен к входам ДМ, а его регулируемый вход – к спорному выходу нуль-индикатора).

Устанавливают номинальное напряжение.

Устанавливают в соответствии с п.б.2 тек.

Калибратор фазы устанавливается в "0".

Балансируется нуль-индикатор.

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

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

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

Для определения погрешности ИСИ при индуктивном сдвиге подключают измерительный вход нуль-индикатора к выходу ПТН.

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

Регулируя угол сдвига фаз в канале тока, балансируют нуль-индикатор и по поверяемому ИСИ 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 ИСИ.

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

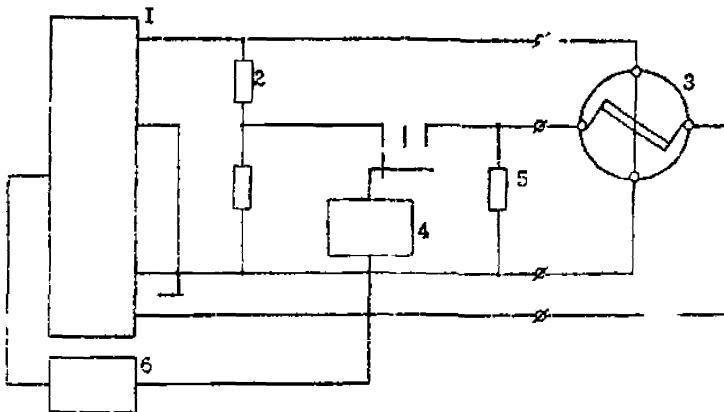


Рис. 5. Схема установки для поверки ИИМ с использованием меры

- 1 - двухканальный источник тока и напряжения
- 2 - делитель напряжения
- 3 - поверяемый ИИМ
- 4 - нуль-индикатор
- 5 - преобразователь "ток-напряжение"
- 6 - мера угла сдвига фаз

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

6.6.2.1. Определение основной погрешности трехфазных ИСИ 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. Регулировочными элементами, расположеными в усилителе системы напряжений, устанавливают номинальные напряжения поверяемого ИСИ.
3. Регулировочными элементами, расположенными в усилителе системы токов, устанавливают номинальные токи поверяемого ИСИ.
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 ИСИ определяют его погрешность на отметке  $\cos\varphi=1$  ( $\varphi=0$ ).
6. Для определения погрешности ИСИ на остальных отметках шкалы устанавливают, изменяя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, показание варметра в соответствии с таблице\*, 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 сопротивлений при этом соответствующее показание варметра.
8. По поверяемому ИСИ определяют его погрешность на поверяемой отметке.

При единичном характере нагрузки выполняют операции, упомянутые

в пп. I-8, предварительно изменив полярность токовых цепей замеров на противоположную.

6.6.2.2. Определение основной погрешности трехфазных ИСИ с использованием двух ваттметров.

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

Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка ИСИ.

Устанавливают номинальное напряжение поверяемого ИСИ.

Устанавливают номинальный ток поверяемого ИСИ.

Изменяя угол сдвига фаз между сигналами токов и напряжений, устанавливают указатель ИСИ 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 ИСИ в данной точке шкалы.

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

Проверка трехфазных ИСИ 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 ИСИ.

Устанавливают номинальное значение токов поверяемого ИСИ.

При  $\cos\varphi=1$  ( $\varphi=0$ ) магниты сопротивлений закорачивают, т.е.  $\chi_1=0$  и  $\chi_2=0$ .

Изменяя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нуль (система дифференциального ваттметра должна быть аналогичной системе измерения ИСИ).

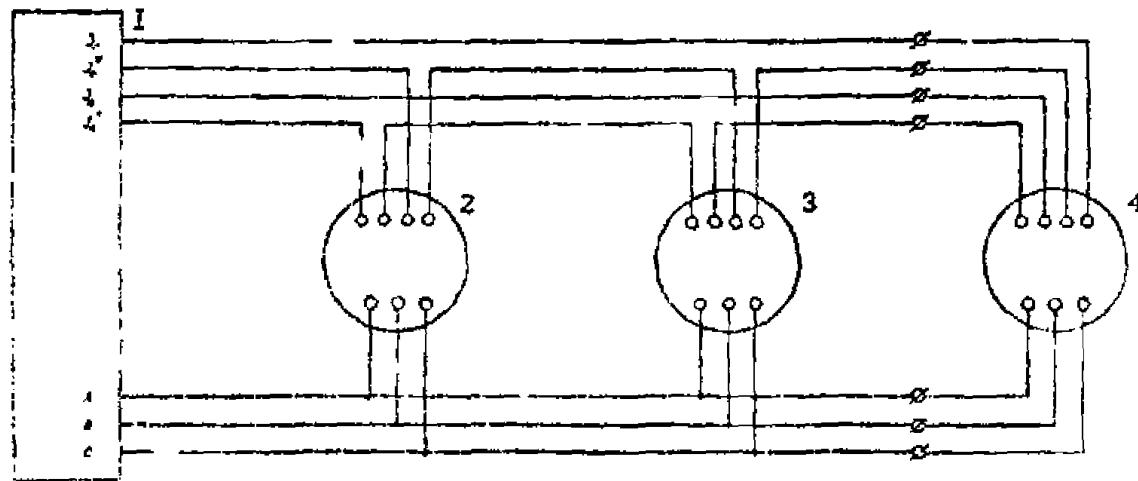


Рис. 6. Схема установки для поверки ИЧМ с использованием  
вакометра и ваттметра

1 - двухканальный источник систем токов и измерения

2 - вакометр

3 - ваттметр

4 - потенциометр ИЧМ

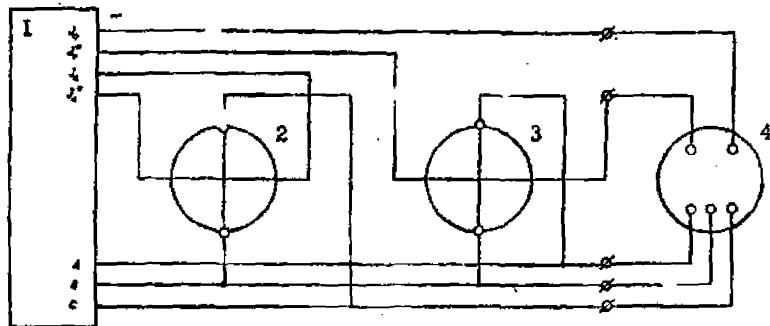


Рис. 7. Схема установки для поверки ИСМ методом  
двух ваттметров

1 - двухканальный источник систем токов и напряжений;  
2,3 - ваттметры  
4 - поверяемый ИСМ

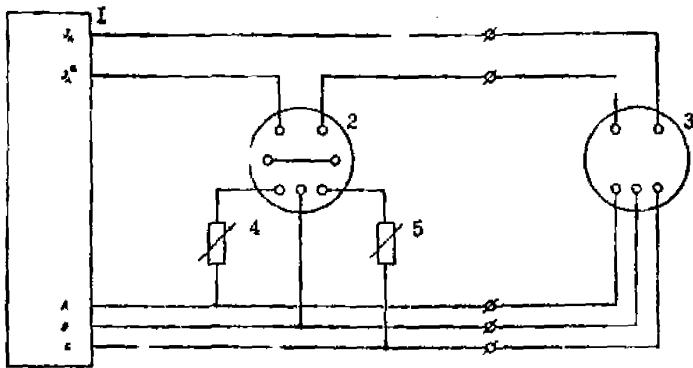


Рис. 8. Схема установки для поверки ИМ с использованием дифференциального ваттметра

- 1 - трехфазный источник систем токов и напряжений;
- 2 - дифференциальный ваттметр;
- 3 - поверяемый ИМ;
- 4,5 - магистри сопротивлений.

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

Если шкала поверяемого ИКИ 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.

если  $\varphi > 60^\circ$  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 ИКИ определяют его погрешность на поверяемой отметке шкалы.

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

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

Погрешность поверяемого ИКИ определяют как разность между значениями  $\varphi$ , соответствующими поверяемой отметке шкалы, и эквивалент-

ным углом  $\Phi_y$ , определяемы из следующих выражений:

при емкостном сдвиге и  $\Phi < 60^\circ$   $z'_i = 0$ :

$$\Phi_y = \arctg I,732 \frac{z'_i}{z'_i + 2z_i}$$

при индуктивном сдвиге и  $\Phi < 60^\circ$   $z'_i = 0$ :

$$\Phi_y = \arctg I,732 \frac{z'_i}{z'_i + 2z_i}$$

при емкостном сдвиге и  $\Phi > 60^\circ$   $z'_i = 0$ :

$$\Phi_y = \arctg I,732 \frac{z'_i + 2z_i}{z'_i}$$

при индуктивном сдвиге и  $\Phi > 60^\circ$   $z'_i = 0$ :

$$\Phi_y = \arctg I,732 \frac{z'_i + 2z_i}{z'_i}$$

### 6.7. Определение вариации показаний

Вариация показаний фазометров 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 подвиде 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 коминимальными 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  $\Phi = 0$  или  $\cos \Phi = 1$ , и на той из отметок, на которой можно ожидать наибольшую погрешность.

## 7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Предел допускаемой основной погрешности ИСИ выражается в виде приведенной погрешности в соответствии с ГОСТ 8.401-80 и ГОСТ 6039-73.

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 6039-79) 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:

$$\Delta_{\text{п.в.}} = (A - A_0) \frac{L}{L_0} 100\%$$

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

$A_0$  – действительное значение измеряемой величины, определяемое по образцовым приборам в тех же единицах;

$L$  – длина шкалы в мм;

$L_0$  – длина участка шкалы, приходящийся на единицу измеряемой величины вблизи точки  $A$  в мм.

Длина шкалы может быть измерена любым способом, не требующим вскрытия прибора, с погрешностью не более 2 – 3%.

В качестве способов определения  $L_0$  можно рекомендовать определение по результатам измерения длины стрелки прибора (в мм) от оси вращения до ее конца градуса  $\pi$ .

При этом длина шкалы определяется из выражения

$$L_0 = \frac{\pi r n}{180^\circ} \text{ см}$$

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

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

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

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

где:  $L$  – длина шкалы в мм;

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

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

## 8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. ИСИ, которые по результатам поверки отвечают требованиям настоящих НИ, необходимо опломбировать государственным клеймом с указанием года поверки. Опломбирование следует производить таким образом, чтобы не имелся доступ к внутренним механизмам ИСИ.

8.2. При положительных результатах поверки, произведенной в органах государственной метрологической службы, выдают свидетельство о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом.

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

8.4. ИСИ, не удовлетворяющие требованиям настоящих НИ, и применение не допускаются – их бракуют, каскью предыдущей поверки гасят и на них выдают извещение о непригодности с указанием причин.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

## Справочное

Технические характеристики измерителей  
коэффициента мощности (фазометров)

№п/п:	Тип	Система	Трехфазные: однофазные: точ- ности: нестабильности: угла сдвигчастоты: га фаз, гр.:	Класс: измерения: $\cos\phi$ или областей: Гц	Пределы: измерения: рабочая номинальная: значения: тока A	Номинальные: значения: напряжения: В	Номинальные: значения: длины: мкм		
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	3I20	электро- магнитная	трехфазный	1,5 0-I-0	50	5	127, 220, 380	190	
2	3I20/I	""	трехфазный	1,5 0-I-0	400,500	1	127,220,380	190	
3	3I44		трехфазный	2,5 0-I-0	50;400-500	1,5	127,220,380	90	
4	3I50			2,5 0-I-0	50;400-500	1,5	127,220	115	
5	3I60			2,5 0-I-0	50	5	127,220,380	150	
6	3I60/I			2,5 0-I-0	50;400-500	0,3;5	127,220,380	150	
7	3I70			2,5 0-I-0	50	5	127,220,380	210	
8	3I70/I			2,5 0-I-0	50	0,3	127,220,380	210	
9	3I71			2,5 0-I-0	50	5	127,220,380	115	

1 :	2 :	3 :	4 :	5 :	6 :	7	8 :	9 :	K
10	3772			2,5	0-I-0	В сеть через добавочное устройство Р705			I45
11	ЭИ500	электро- механическая	трехфазный	2,5	0-I-0	50,60,400	I;5	127,220,380	I15
12	ЭИ600	"	трехфазный	2,5	0-I-0	50,60,400	I;5	127,220,380	I40
13	ЭЛФ			1,5	90-0-90	50	5;10	100,127,220	I50
14	ЭЛФ-І	электро- механич.		1,5	0,5-I-0,5	500	I	36,127,220	I50
15	ЭЛФ-ІМ	"		1,5	0,5-I-0,5	500,I000	I;5	36,127,220	I50
16	ЭЛМ-2	"		1,5	0,5-I-0,5	I000	I	36,127,220	I50
17	ЭЛМ-3	"		1,5	0,5-I-0,5	400	5	127,220,380	I50
18	ЭЛМ-4	"		1,5	0,5-I-0,5	2400	5	100,220,500	I50
19	ЭЛФ-4М	"		1,5	0,5-I-0,5	400,2400	I;5	127,220,380	I50
20	ЭТФ			2,5	0,5-I-0,5	500,I000 2500,8000	5	100	I00
21	ДЗІ		однофазный	2,5	0,5-I-0,5	50,500,I000 2400,8000	5	100	
22	ДЗ9	электро- динам.	"	2,5	0,5-I-0,5	50,500,I000 2400,4000 8000,I0000	5	100	I25

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	I25
24	Д301		трехфазный	1,5	0,9-1-0,2 0,5-1-0,5	50	5	127,220,380 127,220	I20
25	Д303		однофазный	2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	I20
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	I35
28	Д342	ферродин.	трехфазный	2,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	I25
29	ДР42М	ферродин.	трехфазный	2,5	0,9-1-0,2 0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	I25
30	Д346			2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220	I25
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	II0
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	I30

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	Д364		трехфазный	2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	I50
36	Д362	электромех.		1,5	0,5-1-0,5 0-1-0	50	5	127,220	I50
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	I50
39	Д510/2			1,0	0,9-1-0,5	50	0,1;0,2	127,220	I50
40	Д510/3			1,0	0,5-1-0,5	50	0,1;0,2	127,220	I50
41	Д510/4			1,0	0,9-1-0,2	50	0,5;1	127,220	I50
42	Д510/5			1,0	0,9-1-0,5	50	0,5;1	127,220	I50
43	Д510/6			1,0	0,5-1-0,5	50	0,5;1	127,220	I50
44	Д510/7			1,0	0,9-1-0,2	50	2,5;5	127,220	I50
45	Д510/8			1,0	0,9-1-0,5	50	2,5;5	127,220	I50
46	Д510/9			1,0	0,5-1-0,5	50	2,5;5	127,220	I50
47	Д510/10			1,0	0,9-1-0,2	50	5;10	127,220	I50
48	Д510/II			1,0	0,9-1-0,5	50	5;10	127,220	I50
49	Д510/I2			1,0	0,5-1-0,5	50	5;10	127,220	I50

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>10</u>
50	Д578/1	электро- динам.	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-O-I-O-I	50	5;10	100,127,220	270
51	Д579/2	-" -	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-O-I-O-I	60	5;10	100,220,360	270
52	Д578/1	-" -	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-O-I-O-I	50	5;10	100,127,220	270
53	Д578/2	-" -	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-O-I-O-I	60	5;10	100,220,360	270 3
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-O-I	50	5;10	100,127,220	270
56	Д5023/1-			0,6	I-O-I	50,100, 400,2400	I;5	100,220,360	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	460/3	М-К-М	однофазный	3,2	0-90-180-	50	5;10	100,127,220	270
			дим.к.		-270-360				
					I-0-I-0-I				
	420/9			2,6	0,5-I-0,6	50	5	127,220,300	90
					0,5-I-0,2				
2	352,1		однофазный	2,5		50,60	I;5	100,220,380	
2	352,4		однофазный	2,5	0-I-0	50,400	I;5	127,220,360	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2  
Справочное

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

Наименование средств проверки	Диапазон напряжения, В	Диапазон токов, А	Диапазон частот, Гц	Погрешность : (разрешающая способность измерения): угл.мин.	Пределы : (установки): км, град.	Примечание
I	2	3	4	5	6	7
<b>Поверочные установки</b>						
УПФ-50	36, 100, 127, 220, 380	0,2; I; 2; 5; 10	45-55	±12	0-360	
УПФ-5М	15-600	0,1-10	40-5000	4-20	0-360	нестандартная
АУК-7	15-600	0,1-10	40-20000	40-60	0-360	нестандартная
АУКМ-3	15-600	5	50, 500, 1000, 2400, 4000, 8000, 10000	±0,5°	-355-+355	нестандартная
УПКМ-5	I-450	0,1-5	50, 500, 1000, 2400, 2880, 4000 8000, 10000	I	0-360	нестандартная
<b>ОСИ коэффици- ента мощности</b>						
И6781	100, 127, 220	5; 10	50	кл. 0,5	0-360	элк., инд., приемник, генератор

1	2	3	4	5	6	7
45122	100,220,360 5;10	60	кл.0,5	0-360	емк.,инд.,приемник,генерат.	
45123	100,220,360 1;5	50;100;400; 2400	кл.0,5	I-0-I		
45124	100,127,220 5;10	49-50-5I	кл.0,2	0-360	емк.,инд.,приемник,генерат.	
45125	100,127,220 5;10	49-50-5I	кл.0,2	0-360	емк.,инд.,приемник,генерат. с поправками	
ОГРН 1000000000000 ОГРН 1000000000000						
42-16	0,1-10	-	$20 \cdot 10^6$	0,2°	180-0-160	разрешающая способность
42-28	0,01-10	-	$5 \cdot 5 \cdot 10^5$	0,01°	0-360	разрешающая способность
42-34	0,01-2	-	$0,5 \cdot 5 \cdot 10^6$	0,01°	0-360	разрешающая способность
42-35	0,01-10	-	$0,1 \cdot 10^7$	0,001°	I-360	разрешающая способность
45131	0,03-100	-	$10^{-3} - 2 \cdot 10^5$	$\pm 0,5^\circ (10^{-3} - 10^3) \text{ Гц}$ $\pm 1,0^\circ (10^3 - 2 \cdot 10^5) \text{ Гц}$	0-359,9	
45136	-	-	$20 - 2 \cdot 10^6$	0,1°	0-360	
Патентаторы производства СССР						
45125	0,1-10	-	$2 - 20 \cdot 10^3$	0,1°	0-360	

	1	2	3	4	5	6	7
05224	0,001-10	-	0,001-2·10 <sup>5</sup>	±0,1°	0-360		
Ф1-4	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		
Задающие системы установок							
У3551	0,5-60	0,1-25	40-20000	0,1-0,5%	0-360	погрешность определяется используемым ОСИ	
УППУ-7М	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	
УП134	150-600	0,5-50	40-60	-	0-360	трехфазел. Погрешность опреде- ляется используемым ОСИ	
Генераторы							
ГДК-7	I-600	0,1 -10	40-20000	I	0-360	разрешающая способность	5
ГНК-7М	I-300	0,1-10	50,500,I000, 2400,2800,4000 8000,I0000	I	0-360	разрешающая способность	
Индикаторы квадратуры							
Л5002	15-600	0,025-10	45-1500	15	±90	разрешающая способность. Погрешность определяется используемым ЭСИ	
Бестметры							
Д5004	30-600	0,01-10	45-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощ- ности cos φ=1	
Д5063	30-600	0,1-0,3	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощ- ности 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 $\cos\phi = I$
Д5065	30-600	2,5-5	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5066	30-600	5-I0	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5067	100-150	I;5	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5016	30-600	0,025-I0	45-I000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5086	30-600	0,I-0,2	45-500 500-I000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5087	30-600	0,5-I	45-500 500-I000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5088	30-600	2,5;6	45-500 500-I000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5089	30-600	5;I0	45-500 500-I000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5056	30-600	0,I-I0	45-500 500-I000	кл.0,I		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$
Д5104	30-600	0,I;0,2	45-65 65-500	кл.0,I		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = I$

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
Справочное

Зависимость величин R1 - R4 и С от значений коэффициента мощности

Предел по напряжению 100 В

$\varphi^{\circ}$	емкости и сдвиг				индуктивный сдвиг				
	R1 0м	: R2 0м	: С мкФ	50 Гц : 60 Гц	R1 0м	: R4 0м	: R2 0м	С мкФ	50 Гц : 60 Гц
0	5970	30	закоротить		2500	2475	25	разомкнуть	
10	5880	30	3,05602	2,54669	5000	837	30	0,76002	0,63335
2	5610	30	1,55141	1,29284	3000	277	30	0,80036	0,66697
-	5170	30	1,08071	0,88393	3000	3100	34	1,19967	0,99973
0	4570	30	0,62509	0,68757	5000	2720	50	1,49919	1,24932
50	3830	30	0,69228	0,57690	5000	3000	50	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	4350	148	3,50070	2,91725
80	1010	30	0,53995	0,44996	6040	5660	377	6,00055	5,00046

Предел по напряжению 127 В

φ°	Фазострочный сдвиг						Индуктивный сдвиг					
	С мкФ			С мкФ			С мкФ			С мкФ		
	: RI Ом	: R2 Ом	: 50 Гц	: 60 Гц	: RI Ом	: R4 Ом	: R2 Ом	: 50 Гц	: 60 Гц	: RI Ом	: R4 Ом	: R2 Ом
0	7590	30		закоротить	3I75	3I50	25			разомкнуть		
10	7490	30	2,40494	2,004I2	6350	840	30	0,7339I	0,6II59			
20	7130	30	I,22206	I,0I838	38I0	2772	28	0,7I82I	0,5986I			
30	6670	30	0,63577	0,69647	38I0	3202	32	I,05II5	0,87696			
40	58I0	30	0,64989	0,54I58	6350	2724	46	I,38556	I,13463			
50	4870	30	0,54534	0,45445	6350	2996	57	I,84094	I,534I2			
60	3780	30	0,48258	0,402I5	6350	2937	72	2,75497	2,304I4			
70	2580	30	0,444II	0,37009	6350	48I8	I30	3,I4634	2,62I95			
80	1290	30	0,42542	0,3545I	7670	5680	3I0	5,37029	4,47567			

Предел по напряжению 220 В

φ°:	емкостной сдвиг						индуктивный сдвиг											
	:		С		мкФ		:		С		мкФ							
	RI	Om	R2	Om	50	Гц	60	Гц	RI	Om	R4	Om	R2	Om	50	Гц	60	Гц
0	I3F70	30			Закоротить		5500	5470	30						разомкнуть			
10	I2970	30	I,38932	I,15776	II1000	I880	30		0,34506						0,28755			
20	I2370	30	0,70564	0,58803	6600	6130	30		0,36380						0,30317			
30	I1400	30	0,48256	0,40214	6600	6860	34		0,54534						0,45445			
40	I1080	30	0,37641	0,31284	II1000	6030	50		0,68246						0,56872			
50	8480	30	0,31473	0,26229	II1000	6658	62		0,90986						0,75822			
60	6570	30	0,27868	0,23215	II1000	6320	79		1,36352						I,13627			
70	4490	30	0,25645	0,21370	10000	9864	I34		I,75018						I,45848			
80	2260	30	0,24522	0,20435	I2080	II682	320		3,00003						2,50002			

Предел по изгибу при  $360^{\circ}$  В

φ:	емкостной сдвиг				индуктивный сдвиг				
	R1 Ом	R2 Ом	С мкФ		R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	С мкФ	
0	22770	30	закоротить		9500	9470	30	разомкнуть	
10	22420	30	0,80450	0,67042	I5000	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	I5000	8260	40	0,50012	0,41676
50	14630	30	0,18228	0,15190	I5000	9120	50	0,66695	0,55579
60	11340	30	0,16171	0,13476	I5000	8660	63	1,00013	0,83344
70	7770	30	0,14861	0,12384	I5000	13555	I10	1,22366	1,01971
80	3930	30	0,14161	0,11817	I8000	I7730	280	2,00627	I,57189

Предел по напряжению 100 В

$\cos \varphi$	емкостный сдвиг						индуктивный сдвиг					
	:			С мкФ			:			С мкФ		
	: RI 0м	: R2 0м	: 50 Гц	: 60 Гц	: RI 0м	: R4 0м	: R2 0м	: 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	5,99967	4,99993			
0,3	1770	30	0,55638	0,46365	5000	4960	166	4,00117	3,33431			
0,4	2370	30	0,57918	0,48266	5000	3470	106	3,49971	2,91640			
0,6	3570	30	0,66350	0,55292	5000	2510	63	2,49952	2,06293			
0,7	4170	30	0,74325	0,61938	5000	3750	65	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	0,69320			
0,99	5910	30	3,76323	3,13602	5000	700	30	0,71229	0,59357			

*Предел по напряжению 127 В*

$\cos \varphi$ :	емкостной сдвиг						индуктивный сдвиг					
	RI Ом		R2 Ом		C мкФ		RI Ом		R2 Ом		C мкФ	
	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц	50 Гц	60 Гц
0,1	730	30	0,42115	0,35095	10000	10080	820	6,07694	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	2,9624			
0,4	3020	30	0,45877	0,37981	6350	3452	98	3,20426	2,67022			
0,6	4540	30	0,52265	0,43655	6350	3496	64	1,06148	1,55123			
0,7	5300	30	0,58568	0,48806	6350	3758	57	1,36331	1,13609			
0,8	6040	30	0,69965	0,58304	6350	2292	43	1,39869	1,16574			
0,9	6830	30	0,96855	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

$\cos \varphi$	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	
0,1	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	0,26327	0,21939	10000	7050	95	1,75085	1,45904	
0,5	7890	30	0,30759	0,25133	10000	5090	57	1,24960	1,04133	
0,7	9210	30	0,33784	0,28154	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 на напряжение 380 В.

cos φ:	частотой 50 Гц					частотой 60 Гц				
	С мкФ		С мкФ		С мкФ		С мкФ		С мкФ	
	R1 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R2 Ом
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	1,86692	
0,3	6810	30	0,14542	0,12201	15000	15240	130	1,33407	1,11172	5
0,4	9090	30	0,15242	0,12701	15000	10830	55	1,15492	0,96243	
0,6	13650	30	0,17461	0,14580	15000	7660	53	0,88360	0,89467	
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	6655	32		0,27791	
0,99	22540	30	0,99041	0,82534	15000	1770	22	0,28344	0,23620	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
Справочное

Зависимость показаний ваттметра и варметра  
от значений коэффициента мощности

Нагрузка $\cos \Phi$	: величина тока 5; 1 А		: величина тока 2,5; 0,5 А		
	: показания из ваттметра, деления	: показания из варметра, деления	: показания из ваттметра, деления	: показания из 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	0,93	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	65	76,0	33,5	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	23,5	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	97,2	12,5	48,4
	0,20	20	98	10	49,0

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 5**

### **Рекомендации**

## Пример заполнения протокола поверки фазометров методом сличения с образцовым фазометром

Ilpotokan № 17

#### I. Определение основной погрешности фазометра типа Л5000 Р 6320

Приложение к аппаратуре: установка для попарных аналитических фотометров кассета О-2 и чистка УПЛ-5

Номинальные ток 5 А и напряжение 220 В.

Таблица

Шкала																						
Показания: Погрешн.: Показания: Вариация: Показания: Экспанс.: Показания: Погрешн.: Показания: Вариаци			ия по: лентные: образцовость в:ность в:образцов:			ия по: лентные: образцовость в:ность в:образцов:			ия по: лентные: образцовость в:ность в:образцов:													
ния пье: образцово:ность :образцов:			ремого :го фазо: :го фазо:			время:значе: :го фазо: :значени:значени:го фазо:			ния метра : :ах Ф: :ах Ф: :ах Ф:													
Пасекет-метра : :ути. : :метра : :ути.мин.	: А <sub>1</sub> : :мин.	: А <sub>2</sub> :	: А <sub>3</sub> :	: А <sub>4</sub> :	: А <sub>5</sub> :	: А <sub>6</sub> :	: А <sub>7</sub> :	: А <sub>8</sub> :	: А <sub>9</sub> :	: А <sub>10</sub> :	: А <sub>11</sub> :											
1	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7	:	8	:	9	:	10	:	11	:	12
Единственный квадрант												5										
0°		0°12	+12	0°20	8	I	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	+II	-0,0004	334°29	8											
30°	330°II	+II	329°57	14	0,8	323°08	323°20	+I2	-0,0023	323°25	5											
40°	320°09	+9	319°52	I7	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											
60°	299°53	-7	300°10	I7	0,5	300°	299°53	-7	+0,0013	300°04	II											
70°	289°47	-13	290°	13	0,4	293°36	293°31	-4	+0,0010	293°48	17											
80°	279°50	-10	280°04	I4	0,3	287°28	287°20	-6	+0,0022	287°36	16											
90°	269°56	-4	270°10	I4	0,2	281°32	281°33	+I	+0,0003	281°45	12											



I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	II	III	IV
Номинальные ток 10 А и напряжение 100 В													
0°	0°09	+9		I	360°	0°17	+17	0					
90°	269°53	-5		0 <sub>6</sub>	270°	270°13	+13	-0,0039					
90°	89°03	+7		0 <sub>1</sub>	90°	90°14	-14	+0,0042					
30°	30°17	+17		0,7 <sub>1</sub>	45°34	45°44	-14	+0,0028					
Номинальные ток 10 А и напряжение 127 В													
0°	0°07	+7		I	360°	0°10	+10	0					
90°	269°63	-3		0 <sub>6</sub>	270°	270°12	+12	-0,0036					
90°	89°48	+12		0 <sub>1</sub>	90°	90°10	-10	+0,0030					
30°	30°09	+9		0,7 <sub>1</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°	269°53	-7		0 <sub>6</sub>	270°	270°13	+13	-0,0039					
90°	89°45	+15		0 <sub>1</sub>	90°	90°13	-13	+0,0039					
30°	30°11	-11		0,7 <sub>1</sub>	45°34	45°44	-10	+0,0020					

Погрешность не превышает предела допустимой 22.

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

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 6  
Строительное

Значение синф , 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	84,261	83,866	83,108	82,530	81,962	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	72,542	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	60,669	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	57,130	52,411	51,684	50,950	50,208	49,458	48,700	47,933	47,156	46,370	45,583
0,7	45,573	44,766	43,946	43,114	42,289	41,410	40,536	39,646	38,746	37,816	36,370
0,8	36,870	35,904	34,915	33,901	31,860	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	8,110	0,000

Правило: 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 НПС УкрНИИМС от 2.12.88 г.  
Протокол № 16.
3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА в НИИМС
4. ВЗАМЕН инструкции 194-62.