

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин



«17» августа 2016 г.

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители электрической мощности
АКИП-2501

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
РТ-МП-3467-551-2016

г. Москва
2016

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических проверок измерителей электрической мощности АКИП-2501, изготавливаемых «ITECH ELECTRONIC Co.,Ltd», Китай.

Измерители электрической мощности АКИП-2501 (далее по тексту – измерители) предназначены для измерения напряжения и силы постоянного переменного тока, мощности, фазового сдвига, коэффициента мощности, частоты, гармонических составляющих тока и напряжения.

Межповерочный интервал 1 год.

Периодическая поверка измерителей в случае их использования для измерений (воспроизведения) меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца измерителей, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке приборов.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2 Опробование	7.3	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	7.4	Да	Да
4 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения и абсолютной погрешности измерения частоты напряжения	7.5	Да	Да
5 Определение абсолютной погрешности измерения силы тока и абсолютной погрешности измерения частоты силы тока	7.6	Да	Да
6 Определение абсолютной погрешности измерения активной мощности	7.7	Да	Да
7 Определение относительной погрешности измерения реактивной и полной мощности	7.8	Да	Да
8 Определение абсолютной погрешности измерения фазового сдвига и коэффициента мощности	7.9	Да	Нет
9 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения n – ой гармонической составляющей напряжения и силы тока	7.10	Да	Нет

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта МП	Тип средства поверки
7.5 – 7.10	<p>Калибратор многофункциональный Fluke 5520A с модулем PQ; диапазон частот синусоидального сигнала напряжения от до 100 кГц; диапазон частот синусоидального сигнала тока от 10 Гц до 10 кГц, погрешность по напряжению постоянного тока в диапазоне до 1000 В от $\pm 0,0011$ до $\pm 0,0018$ %; погрешность по постоянному току в диапазоне до 20 А от $\pm 0,01$ до $\pm 0,1$ %; погрешность по напряжению переменного тока в диапазоне до 1000 В от $\pm 0,0115$ до $\pm 0,025$ %; погрешность по переменному току в диапазоне до 20 А от $\pm 0,04$ до $\pm 0,12$ %; погрешность по мощности от $\pm 0,08$ до $\pm 0,14$ %; погрешность установки частоты $\pm 0,00025$ %; диапазон воспроизведения гармонических составляющих напряжения от 1 мВ до 1020 В; диапазон воспроизведения гармонических составляющих силы тока от 29 мкА до 20,5 А; частотный диапазон воспроизведения гармонических составляющих напряжения и силы тока от 15 Гц до 5 кГц.</p> <p>Калибратор многофункциональный 5720A с усилителем 5725A, диапазон воспроизведения напряжения переменного тока U_{\sim} от 0 до 220 В в диапазоне частот f от 10 Гц до 300 кГц, погрешность $\Delta U_{\sim} = \pm(80 \cdot 10^{-6} U_k + 4 \text{ мкВ}) - (900 \cdot 10^{-6} U_k + 16 \text{ мВ})$, $U_{\sim} = (220-750)$ В в диапазоне f от 40 Гц до 100 кГц, погрешность $\Delta U_{\sim} = \pm(90 \cdot 10^{-6} U_k + 4 \text{ мВ}) - (2300 \cdot 10^{-6} U_k + 45 \text{ мВ})$ в диапазоне f от 100 Гц до 300 кГц; диапазон воспроизведения силы переменного тока I_{\sim} от 0 до 2,2 А в диапазоне частот f от 10 Гц до 10 кГц, погрешность $\Delta I_{\sim} = \pm(120 \cdot 10^{-6} I_k + 35 \text{ нА}) - (7000 \cdot 10^{-6} I_k + 60 \text{ мкА})$, диапазон воспроизведения силы переменного тока I_{\sim} от 2,2 до 11 А в диапазоне частот f от 40 Гц до 10 кГц, погрешность $\Delta I_{\sim} = \pm(460 \cdot 10^{-6} I_k + 170 \text{ мкА}) - (3600 \cdot 10^{-6} I_k + 750 \text{ мкА})$.</p> <p>Мера электрического сопротивления однозначная P3030, 100 Ом, класс точности 0,01.</p> <p>Осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 62Xi-A. Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения временных интервалов $\pm 0,0005$ %.</p>

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до 50 °С	± 1 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Давление	от 80 до 106 кПа	± 200 Па	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Влажность	от 10 до 100 %	± 1 %	Психрометр аспирационный М-34-М

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К поверке допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые средства измерений, эксплуатационную документацию на средства поверки и соответствующие требованиям к поверителям средств измерений согласно ГОСТ Р 56069-2014.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 июля 2013 г № 328Н.

4.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по их эксплуатации.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (25 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.;
- напряжение питания - в зависимости от модификации;
- частота питающего напряжения 50 Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

– проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.27.0-75;

– проверить наличие действующих свидетельств поверки на основные и вспомогательные средства поверки.

6.2 Средства поверки и поверяемый прибор должны быть подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

6.3 Проверено наличие удостоверения у поверителя на право работы на электроустановках с напряжением до 1000 В с группой допуска не ниже III.

6.4 Контроль условий проведения поверки по пункту 5 должен быть проведен перед началом поверки.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические и технические характеристики измерителей представлены в таблицах 4 – 11

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении частоты

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений частоты напряжения, Гц	от 20 до 100000
Диапазон измерений частоты тока, Гц	от 20 до 10000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты, Гц	$\pm 0,0006 \cdot F_{\text{изм}}$, где $F_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты, Гц

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении напряжения

Наименование характеристики	Значение характеристики
1	2
Верхние пределы измерений напряжения $U_{\text{пр}}$, В	15; 30; 60; 150; 300; 600
Максимальное входное напряжение:	
– пиковое значение, В	1500
– среднеквадратическое значение, В	1000

Продолжение таблицы 5

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения, В: – постоянного тока – переменного тока частотой от 20 Гц до 1 кГц – переменного тока частотой свыше 1 до 10 кГц – переменного тока частотой свыше 10 до 100 кГц	$\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,002 \cdot U_{\text{к}})$ $\pm(0,001 \cdot U_{\text{изм}} + 0,002 \cdot U_{\text{к}})$ $\pm(0,001 + 0,0007 \cdot f) \cdot U_{\text{изм}} + 0,005 \cdot U_{\text{к}}$ $\pm((0,005 + 0,0004 \cdot (f-10)) \cdot U_{\text{изм}} + 0,005 \cdot U_{\text{к}})$
Примечания $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения, В $U_{\text{к}}$ – значение верхнего предела измерений напряжения, В f – частота измеряемого напряжения, кГц	

Таблица 6 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении силы тока

Наименование характеристики	Значение характеристики
Верхние пределы измерений силы тока $I_{\text{пр}}$: – мА – А	5; 10; 20; 50; 100; 200 0,5; 1; 2; 5; 10; 20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы тока, А: – постоянного тока – переменного тока частотой от 20 Гц до 1 кГц – переменного тока частотой свыше 1 до 10 кГц	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,002 \cdot I_{\text{к}})$ $\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,002 \cdot I_{\text{к}})$ $\pm(0,001 + 0,0007 \cdot f) \cdot I_{\text{изм}} + 0,005 \cdot I_{\text{к}}$
Примечания $I_{\text{изм}}$ – измеренное значение тока, А $I_{\text{к}}$ – конечное значение тока, А f – частота измеряемой силы тока, кГц	

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении коэффициента мощности ($\cos\varphi$)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений	от 0,001 до 1,000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента мощности: – при частоте напряжения и тока от 45 до 66 Гц – при частоте напряжения и тока свыше 66 Гц до 10 кГц	$\pm(0,002 \cdot \cos\varphi + \cos\varphi - \cos(\varphi + \arcsin(0,2/100)) + 0,001)$ $\pm(0,002 \cdot \cos\varphi + \cos\varphi - \cos(\varphi + \arcsin((0,2+0,2 \cdot f)/100)) + 0,002)$
Примечания f – частота напряжения и тока, кГц $\cos\varphi$ – коэффициент мощности	

Таблица 8 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении электрической мощности

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений, Вт, В·А, вар	от 0 до 12
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений активной мощности, Вт: – постоянного тока – переменного тока при частоте сигнала от 20 Гц до 45 Гц – переменного тока при частоте сигнала свыше 45 Гц до 66 Гц – переменного тока при частоте сигнала свыше 66 Гц до 1 кГц – переменного тока при частоте сигнала свыше 1 кГц до 10 кГц	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 0,002 \cdot P_{\text{к}})$ $\pm(0,003 \cdot P_{\text{изм}} + 0,002 \cdot P_{\text{к}})$ $\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{к}})$ $\pm(0,002 \cdot P_{\text{изм}} + 0,002 \cdot P_{\text{к}})$ $((0,001 + 0,00067 \cdot (f-1)) \cdot P_{\text{изм}} + 0,002 \cdot P_{\text{к}})$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений полной мощности, %	$\delta = \delta_I + \delta_U$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений реактивной мощности, %	$\delta = \delta_I + \delta_U +$ $+ (\sqrt{1,0004 - \cos^2 \phi} -$ $-\sqrt{1 - \cos^2 \phi}) \cdot 100)$
<p>Примечания</p> <p>$P_{\text{изм}}$ – измеренное значение мощности</p> <p>$P_{\text{к}}$ – значение верхнего предела измерения мощности, определяемого как $U_{\text{к}} \cdot I_{\text{к}}$, Вт</p> <p>$I_{\text{к}}$ – конечное значение тока, А</p> <p>$U_{\text{к}}$ – значение верхнего предела измерений напряжения, В</p> <p>f – частота напряжения и тока, кГц</p> <p>δ_I – относительная погрешность измерений тока</p> <p>δ_U – относительная погрешность измерений напряжения</p> <p>δ_I – относительная погрешность измерений тока</p> <p>δ_U – относительная погрешность измерений напряжения</p> <p>$\cos \phi$ – значение коэффициент мощности, измеренного по показаниям прибора</p>	

Таблица 9 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении фазового сдвига (ϕ)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений, ...°	от -90 до +90
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового сдвига, ...°: – при частоте сигнала от 45 до 66 Гц – при частоте сигнала свыше 66 Гц до 10 кГц	$\pm((\phi - \arccos(\cos \phi / 1,002) +$ $+ \arcsin(0,2/100) + 0,0174) \cdot 57,296)$ $\pm((\phi - \arccos(\cos \phi / 1,002) +$ $+ \arcsin((0,2 + 0,2 \cdot f) / 100)) +$ $+ 0,0175) \cdot 57,296)$
<p>Примечания</p> <p>$\phi = \phi_{\text{изм}} \cdot \pi / 180$ – фазовый сдвиг, рад</p> <p>$\phi_{\text{изм}}$ – фазовый сдвиг, измеренный по показаниям прибора, ...°</p> <p>f – частота напряжения и тока, кГц</p>	

Таблица 7 – Основные метрологические характеристики измерителей при измерении действующего значения n – ой гармонической составляющей напряжения и силы тока

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон частот основной гармоники, Гц	от 20 до 1200
Диапазон частот гармонических составляющих, Гц	от 40 до 5000
Число гармонических составляющих: – при частоте основной гармоники от 20 Гц до 75 Гц – при частоте основной гармоники свыше 75 Гц до 150 Гц – при частоте основной гармоники свыше 150 Гц до 300 Гц – при частоте основной гармоники свыше 300 Гц до 600 Гц – при частоте основной гармоники свыше 600 Гц до 1200 Гц	50 32 16 8 4
Пределы абсолютной погрешности измерений действующего значения n – ой гармонической составляющей напряжения, В, при частоте гармонической составляющей: – от 40 Гц до 440 Гц включ. – св. 440 Гц до 1 кГц включ. – св. 1 кГц до 2,5 кГц включ. – св. 2,5 кГц до 5 кГц включ.	$\pm(0,0015 \cdot U_{изм.} + 0,0035 \cdot U_{к})$ $\pm(0,002 \cdot U_{изм.} + 0,0035 \cdot U_{к})$ $\pm(0,008 \cdot U_{изм.} + 0,0045 \cdot U_{к})$ $\pm(0,035 \cdot U_{изм.} + 0,0045 \cdot U_{к})$
Пределы абсолютной погрешности измерений действующего значения n – ой гармонической составляющей силы тока, А, при частоте гармонической составляющей: – от 40 Гц до 440 Гц включ. – св. 440 Гц до 1 кГц включ. – св. 1 кГц до 2,5 кГц включ. – св. 2,5 кГц до 5 кГц включ.	$\pm(0,0015 \cdot I_{изм.} + 0,0035 \cdot I_{к})$ $\pm(0,002 \cdot I_{изм.} + 0,0035 \cdot I_{к})$ $\pm(0,008 \cdot I_{изм.} + 0,0045 \cdot I_{к})$ $\pm(0,035 \cdot I_{изм.} + 0,0045 \cdot I_{к})$
Примечания $U_{изм.}$ – измеренное значение n – ой гармонической напряжения, В $U_{к}$ – значение верхнего предела измерений напряжения, В $I_{изм.}$ – измеренное значение n – ой гармонической тока, А $I_{к}$ – значение верхнего предела измерений силы тока, А	

Таблица 8 – Масса, габаритные размеры и условия эксплуатации

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), не более, мм	220×93×340
Масса, не более, кг	5
Напряжение питающей сети, В	от 110 до 240
Частота питающей сети, Гц	50; 60
Потребляемая мощность, В·А	50
Условия применения: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха, % – атмосферное давление, кПа	от 20 до 30 от 30 до 80 от 84 до 106,7
Рабочие условия применения: – температура окружающего воздуха ¹⁾ , °С – относительная влажность воздуха (при температуре 25 °С), % – атмосферное давление, кПа	от +5 до +40 от 20 до 80 от 84 до 106,7
Примечание ¹⁾ – Метрологические характеристики нормируются в диапазоне температуры окружающего воздуха от +20 до +30 °С.	

7.2 Внешний осмотр.

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

- комплектность прибора должна соответствовать руководству по эксплуатации;
- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.3 Опробование.

Опробование измерителей проводят путем проверки их на функционирование в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате проверки прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.4 Проверка программного обеспечения.

Проверка программного обеспечения измерителей осуществляется путем вывода на дисплей прибора информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на прибор.

Результат считается положительным, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 12.

Таблица 12 – Характеристики программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО:	Cpu Version
Номер версии (идентификационный номер ПО)	Не ниже 1.06
Цифровой идентификатор ПО	нет данных
Примечание – номер версии ПО определяется по первым трем цифрам	

7.5 Определение абсолютной погрешности измерения напряжения и абсолютной погрешности измерения частоты напряжения

7.5.1 Соединить клеммы выхода напряжения калибратора Fluke 5720A с усилителем Fluke 5725A с входными измерительными разъемами измерителя «VOLTAGE» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя.

7.5.2 В измерителе установить режим отображения измеренных значений напряжения и установить необходимый предел измерений (согласно РЭ).

7.5.3 На калибраторе установить поочередно значения выходного постоянного напряжения из таблицы 13. Измерения провести для всех пределов измерения, приведенных в таблице 13.

Таблица 13 – Поверяемые значения постоянного напряжения

Установленный предел измерения в измерителе	Значения напряжения, задаваемые на калибраторе
1	2
15 В	минус 1,5 В; плюс 1,5 В; 7,5 В; 13,5 В
30 В	минус 3 В; плюс 3 В; 15 В; 27 В
60 В	минус 6 В; плюс 6 В; 30 В; 54 В
150 В	минус 15 В; плюс 15 В; 75 В; 135 В
300 В	минус 30 В; плюс 30 В; 150 В; 275 В
600 В	минус 60 В; плюс 60 В; 300 В; 540 В

7.5.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения по формуле (1):

$$\Delta V = V_{и} - V_{к} \quad (1)$$

где: $V_{к}$ – значение установленного на калибраторе;
 $V_{и}$ – измеренное значение напряжения по показаниям поверяемого прибора

7.5.5 Повторить измерения по п.п. 7.5.1 – 7.5.4 для напряжения переменного тока. Для этого установить на калибраторе режим переменного напряжения. Значения напряжения устанавливать из таблицы 12, за исключением отрицательных значений. На пределе измерения напряжения 600 В, измерения проводить на частотах 40 Гц, 1 кГц, 2кГц, 10 кГц, 20 кГц, 100 кГц; на остальных пределах измерения проводить на частотах 10 Гц, 1 кГц, 2кГц, 10 кГц, 20 кГц, 100 кГц. При установке частоты с калибратора, измерять частоту по показаниям прибора при любом выбранном значении напряжения.

7.5.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения переменного тока по формуле (1), и абсолютную погрешность измерения частоты по формуле (2):

$$\Delta F = F_{и} - F_{к} \quad (2)$$

где: $F_{к}$ – значение частоты, установленное на калибраторе;
 $F_{и}$ – измеренное значение частоты по показаниям поверяемого прибора

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, приведенных в п.7.1 данной методики поверки.

7.6 Определение абсолютной погрешности измерения силы тока и абсолютной погрешности измерения частоты силы тока

7.6.1 Соединить клеммы выхода напряжения калибратора Fluke 5720A с усилителем Fluke 5725A с входными измерительными разъемами измерителя «CURRENT» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя.

7.6.2 В измерителе установить режим измерения силы тока и установить необходимый предел измерений (согласно РЭ).

7.6.3 На калибраторе установить следующие значения силы постоянного тока из таблицы 13. Измерения провести для всех пределов измерения, приведенных в таблице 14.

Таблица 14 – Поверяемые значения силы постоянного тока

Установленный предел измерения в измерителе	Значения силы тока, задаваемые на калибраторе
5 мА	минус 0,5 мА; плюс 0,5 мА; 2,5 мА; 4,5 мА
10 мА	минус 1 мА; плюс 1 мА; 5 мА; 9 мА
20 мА	минус 2 мА; плюс 2 мА; 10 мА; 18 мА
50 мА	минус 5 мА; плюс 5 мА; 25 мА; 40 мА
100 мА	минус 10 мА; плюс 10 мА; 50 мА; 90 мА
200 мА	минус 20 мА; плюс 20 мА; 100 мА; 180 мА
0,5 А	минус 50 мА; плюс 50 мА; 250 мА; 450 мА
1 А	минус 0,1 А; плюс 0,1 А; 0,5 А; 0,9 А
2 А	минус 0,2 А; плюс 0,2 А; 1 А; 1,9 А
5 А	минус 0,5 А; плюс 0,5 А; 2,5 А; 4,5 А
10 А	минус 1 А; плюс 1 А; 5 А; 9 А
20 А	минус 11 А; плюс 11 А

7.6.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока по формуле (3):

$$\Delta A = A_{и} - A_{к} \quad (3)$$

где: A_K – значение установленной на калибраторе силы тока;

$A_{И}$ – измеренное значение силы тока по показаниям поверяемого прибора

7.6.5 Повторить измерения по п.п. 7.6.1 – 7.6.4 для силы переменного тока. Для этого установить на калибраторе режим переменного тока. Значения силы тока устанавливать из таблицы 13, за исключением отрицательных значений. На пределах измерения силы тока 0,5 А, 1 А, 2 А, 5 А, 10 А и 20 А измерения проводить на частотах 40 Гц, 1 кГц, 2кГц, 10 кГц; на остальных пределах измерения проводить на частотах 10 Гц, 1 кГц, 2кГц, 10 кГц. При установке частоты с калибратора, измерять частоту по показаниям прибора при любом выбранном значении силы тока.

7.6.6 Повторить измерения по п.п. 7.6.1 – 7.6.6 на пределе 20 А для значения измеряемой силы тока близкой к пределу измерения. Для этого вместо калибратора Fluke 5720А с усилителем Fluke 5725А использовать калибратор Fluke 5520А. Измерения провести на пределе 20 А при значении силы тока с калибратора 19 А для постоянного тока и тока с частотой 45 Гц, 1 кГц, 5 кГц

7.6.7 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока по формуле (3) и абсолютную погрешность измерения частоты силы тока по формуле (2).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, приведенных в п.7.1 данной методики поверки.

7.7. Определение абсолютной погрешности измерения активной мощности

7.7.1 Соединить клеммы «NORMAL» калибратора Fluke 5520А с входными измерительными разъемами измерителя «VOLTAGE» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя. Соединить клеммы «AUX» или «20А» калибратора (в зависимости от диапазона воспроизведения силы тока) с входными измерительными разъемами измерителя «CURRENT» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя.

7.7.2 В измерителе установить режим измерения мощности и установить необходимый предел измерений (согласно РЭ). Предел измерения мощности определяется как $U_{пр} \cdot I_{пр}$, где $U_{пр}$ – установленный предел измерения напряжения в измерителе, $I_{пр}$ – установленный предел измерения силы тока в измерителе.

7.7.3 На калибраторе установить значения постоянной мощности (значения напряжения и силы тока) из таблицы 15, определяемой как $U \cdot I$, где U – значение установленного напряжения на калибраторе, I – значение установленной силы тока на калибраторе. Измерения провести на постоянном токе и переменном токе для частот 45 Гц, 66 кГц, 1 кГц, 5 кГц

Таблица 15 – Поверяемые значения активной мощности

Установленный предел измерения мощности в измерителе P_k (предел напряжения, предел силы тока)	Значения напряжения и силы тока, установленные на калибраторе	Значение заданной на калибраторе активной мощности, Вт
0,075 Вт (15 В, 0,005 А)	13,5 В; 0,0045 А	0,06075
0,15 Вт (15 В, 0,01 А)	13,5 В; 0,009 А	0,1215
0,3 Вт (15 В, 0,02 А)	13,5 В; 0,018 А	0,243
0,75 Вт (15 В, 0,05 А)	13,5 В; 0,045 А	0,6075
1,5 Вт (15 В, 0,1 А)	13,5 В; 0,09 А	1,215

Продолжение таблицы 15

1	2	3
3 Вт (15 В, 0,2 А)	13,5 В; 0,18 А	2,43
7,5 Вт (15 В, 0,5 А)	13,5 В; 0,45 А	6,075
15 Вт (15 В, 1 А)	13,5 В; 0,9 А	12,15
30 Вт (15 В, 2 А)	13,5 В; 1,8 А	24,3
75 Вт (15 В, 5 А)	13,5 В; 4,5 А	60,75
150 Вт (15 В, 10 А)	13,5 В; 9 А	121,5
300 Вт (15 В, 20 А)	13,5 В; 18 А	243
600 Вт (30 В, 20 А)	27 В; 18 А	540
1200 Вт (60 В, 20 А)	54 В; 18 А	1080
3000 Вт (150 В, 20 А)	135 В; 18 А	2700
6000 Вт (300 В, 20 А)	270 В; 18 А	5400
12000 Вт (600 В, 20 А)	540 В; 18 А	10800

7.7.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения активной мощности по формуле (4):

$$\Delta_P = P_{\text{н}} - P_{\text{к}} \quad (4)$$

где: $P_{\text{к}}$ – значение установленной на калибраторе активной мощности;

$P_{\text{н}}$ – измеренное значение активной мощности по показаниям поверяемого прибора

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, приведенных в п.7.1 данной методики поверки.

7.8 Определение относительной погрешности измерения реактивной и полной мощности

7.8.1 Соединить клеммы «NORMAL» калибратора Fluke 5520A с входными измерительными разъемами измерителя «VOLTAGE» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя. Соединить клеммы «AUX» калибратора с входными измерительными разъемами измерителя «CURRENT» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя.

7.8.2 В измерителе установить режим измерения мощности, установить автоматический предел измерения (установить предел измерения напряжения и силы тока в измерителе «AUTO») (согласно РЭ).

7.8.3 На калибраторе установить значения полной и реактивной мощности, путем задания значения напряжения, силы тока и фазового сдвига из таблицы 16. Частоту сигнала на калибраторе установить 50 Гц.

Таблица 16 – Поверяемые значения полной и реактивной мощности

Значения напряжения и силы тока, установленные на калибраторе	Значения фазового сдвига, установленные на калибраторе, ...°	Значение заданной на калибраторе полной и реактивной мощности	
		Значение полной мощности, В·А	Значение реактивной мощности, вар
13,5 В; 0,0045 А	10	0,06075	0,01054
13,5 В; 0,045 А	10	0,6075	0,105438
13,5 В; 0,45 А	10	6,075	1,054383
600 В; 0,18 А	10	1080	16,87013
600 В; 1,8 А	10		168,7013
600 В; 1,8 А	80		957,11342

4.8.4 Рассчитать относительную погрешность измерения полной и реактивной мощности по формуле (5):

$$\delta_P = (P_{\text{и}} - P_{\text{к}}) / P_{\text{к}} \cdot 100 \% \quad (5)$$

где: $P_{\text{к}}$ – значение установленной на калибраторе полной и реактивной мощности;
 $P_{\text{и}}$ – измеренное значение полной и реактивной мощности по показаниям поверяемого прибора

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, приведенных в п.7.1 данной методики поверки.

7.9 Определение абсолютной погрешности измерения фазового сдвига и коэффициента мощности

7.9.1 Собрать схему на рисунке 1.

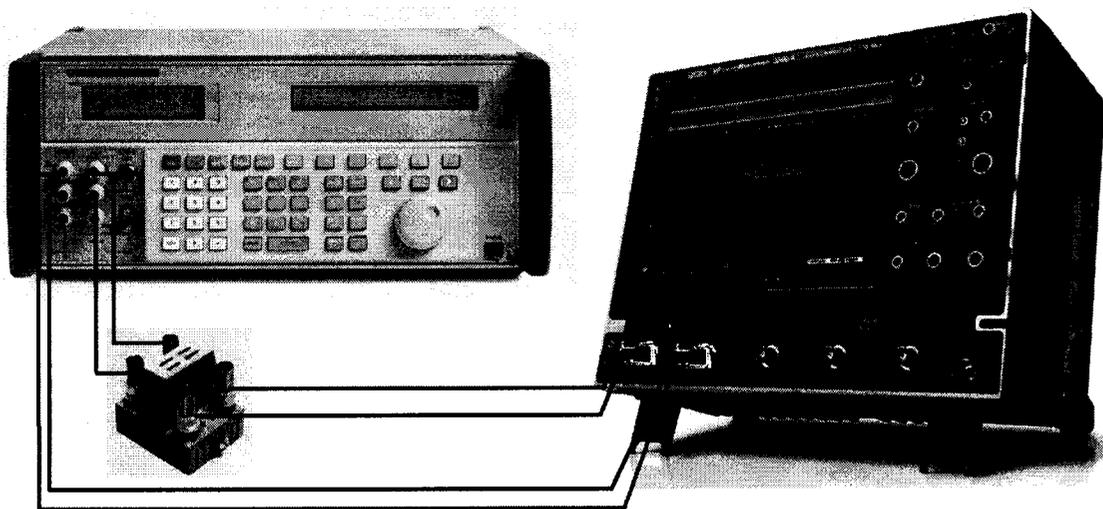


Рис.1

7.9.2 На калибраторе установить значение напряжения 1 В, значение силы тока 10 мА, частоту сигналов 50 Гц. Задать значение фазового сдвига из таблицы 16.

7.9.3 Сигнал с потенциальных выходов меры Р3030 подать на вход канала 1 осциллографа. Сигнал с выхода «NORMAL» калибратора Fluke 5520А подать на вход канала 2 осциллографа.

7.9.4 На осциллографе установками коэффициента отклонения и смещения добиться

одинакового размера по вертикали формы сигнала (волны) тока и напряжения. Для устранения шумов и сглаживания формы сигналов включить на осциллографе функцию усреднения.

7.9.5 Измерить временные интервалы ab и ad как показано на рисунке 2

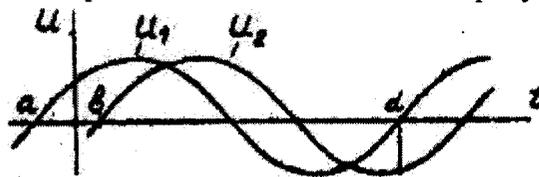


Рис. 2 – осциллограмма напряжения и тока

7.9.6 Рассчитать действительное значение фазового сдвига φ по формуле (5):

$$\varphi = \frac{ab}{ad} \cdot 360^\circ \quad (5)$$

где: ab и ad – временные интервалы, измеренные осциллографом, с

7.9.7 Рассчитать действительное значение коэффициента мощности $\cos\varphi$. Записать измеренные значения в таблицу 16.

7.9.8 Провести измерения фазового сдвига φ и коэффициента мощности $\cos\varphi$ для всех частот сигнала, приведенных в таблице 16. Записать измеренные значения в таблицу 17.

Таблица 17 – Поверяемые значения фазового сдвига

Значения фазового сдвига, установленные на калибраторе φ_k, \dots°	Значение частоты на калибраторе, Гц	Временные интервалы, с		Действительное значение фазового сдвига φ, \dots°	Действительное значение коэффициента мощности $\cos\varphi$
		ab	ad		
30	50				
	1000				
	10000				
50	50				
	1000				
	10000				
90	50				
	1000				
	10000				

7.9.9 Соединить клеммы «NORMAL» калибратора Fluke 5520A с входными измерительными разъемами измерителя «VOLTAGE» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя. Соединить клеммы «AUX» калибратора с входными измерительными разъемами измерителя «CURRENT» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя.

7.9.10 В измерителе установить режим измерения мощности, установить автоматический предел измерения (установить предел измерения напряжения и силы тока в измерителе «AUTO») (согласно РЭ).

7.9.11 В измерителе установить режим измерения мощности, установить автоматический предел измерения (установить предел измерения напряжения и силы тока в измерителе «AUTO») (согласно РЭ).

7.9.12 На калибраторе установить значение напряжения 1 В, значение силы тока 10 мА. Задать значение фазового сдвига из таблицы 16.

7.9.13 Рассчитать абсолютную погрешность измерения фазового сдвига и коэффициента мощности по формулам (6) и (7):

$$\Delta\varphi = \varphi_n - \varphi \quad (6)$$

$$\Delta \cos\varphi = \cos\varphi_n - \cos\varphi \quad (7)$$

где: φ_n – значение фазового сдвига по показаниям поверяемого прибора, ...°;
 $\cos\varphi_n$ – измеренное значение коэффициента мощности по показаниям поверяемого прибора

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, приведенных в п.7.1 данной методики поверки.

7.10 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения n – ой гармонической составляющей напряжения и силы тока

7.10.1 Соединить клеммы «NORMAL» калибратора Fluke 5520A с модулем PQ с входными измерительными разъемами измерителя «VOLTAGE» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя. Соединить клеммы «20A» калибратора с входными измерительными разъемами измерителя «CURRENT» согласно руководствам по эксплуатации калибратора и измерителя.

7.10.1 На калибраторе установить значение напряжения 14 В, значение силы тока 0,9 А, частоту 50 Гц. Задать уровень гармонических составляющих в диапазоне от 0,1 до 100 %.

7.10.2 В измерителе установить автоматический предел измерения (установить предел измерения напряжения и силы тока в измерителе «AUTO») (согласно РЭ). Выбрать режим измерения гармоник в измерителе (согласно РЭ).

7.10.3 Измерения провести не менее чем для 3 гармонических составляющих в каждом частотном диапазоне измерения, равномерно распределенных по частотному диапазону измерений.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках полученные значения погрешностей не превышают нормируемых значений, приведенных в п.7.1 данной методики поверки.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки нагрузок оформляется свидетельство о поверке в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

8.2 При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник лаборатории № 551
ФБУ «Ростест-Москва»

 Ю.Н. Ткаченко