

Государственная система обеспечения единства измерений
Акционерное общество
«Приборы, Сервис, Торговля»
(АО «ПриСТ»)

УТВЕРЖДАЮ



Главный метролог
АО «ПриСТ»

А.Н. Новиков

«16» июля 2018 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Измерители параметров электрических сетей МЭТ-5035М, GSC-60R

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ПР-26-2018МП**

**г. Москва
2018 г.**

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок измерителей параметров электрических сетей МЭТ-5035М, GSC-60R (далее - измерители), изготовленных «HT ITALIA s.r.l.», Италия.

Измерители предназначены для проведения измерений параметров электрических сетей, таких как: напряжение, сила тока, частота, электрическое сопротивление (в том числе сопротивление изоляции, электрическое сопротивление контура заземления и защитных проводников, удельное электрическое сопротивление, электрическое сопротивление цепей «фаза-фаза», «фаза-нейтраль», «фаза-земля», сопротивление), напряжение прикосновения, действующее значение тока отключения и времени срабатывания УЗО, а также показателей качества электрических сетей.

Интервал между поверками 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	2	3	4
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения напряжения переменного тока в режимах проверки УЗО, петли короткого замыкания, чередования фаз	7.4	Да	Да
5 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления	7.5	Да	Да
6 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления изоляции	7.6	Да	Да
7 Определение абсолютной погрешности измерения времени срабатывания УЗО	7.7	Да	Да
8 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения тока отключения УЗО	7.8	Да	Да
9 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза-нейтраль», «фаза-земля»	7.9	Да	Да
10 Определение абсолютной погрешности измерения падения напряжения	7.10	Да	Да
11 Определение абсолютной погрешности измерения тока повреждения (в электрических сетях типа IT)	7.11	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
12 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления и напряжения прикосновения	7.12	Да	Да
13 Определение абсолютной погрешности измерения удельного электрического сопротивления	7.13	Да	Да
14 Определение абсолютной погрешности измерения тока утечки (только с опцией преобразователей тока HT96U)	7.14	Да	Да
15 Определение абсолютной погрешности измерений действующего значения напряжения переменного тока и частоты в режиме PQA	7.15	Да	Да
16 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения тока, активной и реактивной мощности, коэффициента мощности в режиме PQA	7.16	Да	Да
17 Определение абсолютной погрешности измерений силы тока преобразователей тока (при наличии преобразователей тока)	7.17	Да	Да
18 Определение абсолютной погрешности измерения значения n – ой гармонической составляющей напряжения	7.18	Да	Да
19 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и длительности аномалии в режиме регистрации аномалий напряжения (только для модели GSC-60R)	7.19	Да	Да
20 Определение абсолютной погрешности измерений значения n – ой гармонической составляющей тока (только при наличии преобразователей тока)	7.20	Да	Да

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
1	2
7.4, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17	Калибратор многофункциональный Fluke 5522A. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока на выходе «NORMAL» от 1 мВ – 1020 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения на выходе «NORMAL» ΔU от $\pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot U)$ до $\pm(3 \cdot 10^{-4} \cdot U)$ в диапазоне частот от 45 до 65 Гц; диапазон установки частоты переменного тока: 10 Гц – 100 кГц (используемый диапазон от 45 до 65 Гц); пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $\Delta f = \pm(2,5 \cdot 10^{-6}) \cdot f$; диапазон напряжения на выходе «AUX» от 10 мВ до 5 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения на выходе «AUX» ΔU от $\pm(9 \cdot 10^{-4} \cdot U)$ до $\pm(10^{-3} \cdot U)$ в диапазоне частот от 45 до 65 Гц; диапазон воспроизведения коэффициента мощности от 0 до 1; пределы допускаемой основной абсолютной погрешности фазы $\pm 0,10^\circ$ в диапазоне частот от 10 до 65 Гц; диапазон воспроизведения силы переменного тока от 29 мкА до 20,5 А; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы переменного тока ΔI от $\pm(4 \cdot 10^{-4} \cdot I)$ до $\pm(1,25 \cdot 10^{-3} \cdot I)$ в диапазоне частот от 45 до 65 Гц.
7.5, 7.13	Магазин сопротивлений P4834. Диапазон сопротивлений $10^2 \dots 10^5$ Ом. Кл. точности 0,02.
7.8, 7.11	Мера имитатор P40116M Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 10^4 до 10^9 Ом от 0,05 до 0,1 %; пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения электрического сопротивления от 0,05 до 0,1 %; $U_{\max}=1000$ В.
7.8	Катушка электрического сопротивления P4030-M1, кл. точности 0,01, $R_{\text{ном}}=10^9$ Ом, $U_{\max}=1000$ В
7.7, 7.8	Калибратор времени отключения УЗО. ERS-2; диапазон воспроизведения времени отключения t : 10 – 900 мс; $\Delta t = \pm(0,005 \cdot t)$
7.8, 7.14	Вольтметр универсальный В7-78/1. Диапазон измерения силы переменного тока от 0 до 3 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы переменного тока ΔI от $\pm(0,0005 \cdot I)$ до $\pm(0,001 \cdot I)$; диапазон измерений переменного напряжения от 0,1 мкВ до 750 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения переменного тока $\Delta U = \pm(6 \cdot 10^{-4} \cdot U)$ в диапазоне частот от 10 Гц до 20 кГц.
7.9, 7.10, 7.11	Магазин мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0,1 до 4000 Ом; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления $\Delta R = \pm(0,0005 \cdot R)$
7.10, 7.11	Мультиметр цифровой APPA 501. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении переменного напряжения в диапазоне св. 40 до 400 В, частотой от 45 до 65 Гц: $\pm(0,006 \cdot U_{\text{изм}} + 0,2)$ В
7.12	Магазин мер сопротивлений заземления OD-2-D6b/5W Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0,1 Ом до 111,1 кОм; пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления $\Delta R = \pm(0,005 \cdot R)$

Продолжение таблицы 2

1	2
7.17, 7.20	Катушки для калибровки бесконтактных измерителей тока: 52120А/СОИЛЗКА; коэффициент трансформации 25; максимальный входной ток 120 А; верхний предел воспроизведения силы переменного тока 3000 А; пределы допускаемой погрешности значения коэффициента трансформации 0,65 %. 52120А/СОИЛ6КА; коэффициент трансформации 50; максимальный входной ток 120 А; верхний предел воспроизведения силы переменного тока 6000 А; пределы допускаемой погрешности значения коэффициента трансформации 0,65 %.
7.18, 7.19, 7.20	Калибратор РЕСУРС-К2. Диапазон установки коэффициента n-ой гармонической составляющей напряжения K_u от 0,05 до 30 %, предел допускаемой абсолютной погрешности установки $K_u \pm(0,01+0,005 \cdot K_{un}) \cdot \%$; диапазон установки коэффициента n-ой гармонической составляющей тока K_u от 0,05 до 100 %, предел допускаемой абсолютной погрешности установки $K_u \pm(0,01+0,005 \cdot K_{In}) \cdot \%$; диапазон воспроизведения глубины провала напряжения от 10 до 100 %; $\Delta U_n = \pm 0,3 \%$; диапазон воспроизведения длительности провала напряжения от 0,01 до 60 с; $\Delta t = \pm 0,001$ с

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура	от 0 до +50 °С.	$\pm 0,25$ °С	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620А
Давление	от 30 до 120 кПа	± 300 Па	Манометр абсолютного давления Testo 511
Влажность	от 10 до 100 %	± 2 %	Цифровой термометр-гигрометр Fluke 1620А

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 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.;

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 у поверителя удостоверения 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 Внешний осмотр

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

- соответствие комплектности требованиям руководства 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, наличие вставок плавких.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.2 Опробование

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

- 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 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения (ПО) измерителей осуществляется путем вывода на дисплей идентификационного наименования и номера версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации.

Таблица 4 – Характеристики программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО модель МЭТ-5035М модель GSC-60R	МЭТ-5035М GSC-60R
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 1.00

7.4 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения напряжения переменного тока в режимах проверки УЗО, петли короткого замыкания, чередования фаз

проводят при помощи калибратора многофункционального Fluke 5522A (далее –калибратор) методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на поверяемом измерителе установить режим проверки УЗО;
- входные разъемы поверяемого измерителя, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами калибратора согласно схеме, приведенной на дисплее измерителя.
- на калибраторе установить частоту сигнала 50 Гц и задавать значения напряжения переменного тока 50, 110 и 230 В частотой 50 Гц.
- произвести измерения напряжения по показаниям поверяемого измерителя;
- абсолютную погрешность измерения напряжения определить по формуле (1).

$$\Delta = X - X_0 \quad (1)$$

где X – значение по показаниям поверяемого измерителя;
 X_0 – значение по показаниям образцового (эталонного) СИ.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов: $\pm(0,03 \cdot U + 2)$, В, где U – измеренное значение напряжения, В

7.5 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления

проводят при помощи магазина сопротивлений Р4834 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на поверяемом измерителе установить режим измерения электрического сопротивления;
- входные разъемы поверяемого измерителя, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами магазина сопротивлений согласно схеме, приведенной на дисплее измерителя.
- на магазине сопротивлений установить значения электрического сопротивления, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % диапазона измерения;
- произвести измерения электрического сопротивления в заданных точках и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя;
- абсолютную погрешность измерения электрического сопротивления определить по формуле (1)

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики измерителей при измерении электрического сопротивления тестовым током ≥ 200 мА

Модель	Диапазоны измерений, Ом	Разрешение k , Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,01 до 9,99	0,01	$\pm(0,05 \cdot R + 2 \cdot k)$
	от 10,0 до 99,9	0,1	
Примечание R – измеренное значение электрического сопротивления			

7.6 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления изоляции

проводят при помощи меры-имитатора Р40116М и катушка электрического сопротивления Р4030-М1 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на поверяемом измерителе установить режим измерения электрического сопротивления изоляции;
- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения электрического сопротивления изоляции, соединить при

помощи измерительных проводов с разъемами меры-имитатора, в соответствии со схемой, приведенной на дисплее измерителя.

– значение тестового напряжения установить в соответствии с данными таблицы 6;

– На P40116 устанавливать значения сопротивления по данным таблицы 6. Для установки значений свыше 1 ГОм к мере-имитатору подключить последовательно катушку электрического сопротивления P4030-M1;

– произвести измерения сопротивления изоляции в заданных точках и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя;

– абсолютную погрешность измерения электрического сопротивления изоляции определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допусковых пределов, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики измерителей при измерении электрического сопротивления изоляции

Модель	Диапазоны измерений, МОм	Разрешение к, МОм	Поверяемая точка, МОм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
1	2	3	4	5
МЭТ-5035М, GSC-60R	Испытательное напряжение 50 В			
	от 0,01 до 9,99	0,01	0,10	$\pm(0,02 \cdot R + 2 \cdot k)$
			5,00	
			9,00	
	от 10,0 до 49,9	0,1	11,00	
			25,00	
			49,00	
	от 50,0 до 99,9	0,1	55,0	$\pm(0,05 \cdot R + 2 \cdot k)$
			75,0	
			90,0	
	Испытательное напряжение 100 В			
	от 0,01 до 9,99	0,01	0,10	$\pm(0,02 \cdot R + 2 \cdot k)$
			5,00	
			9,00	
	от 10,0 до 99,9	0,1	11,0	
			50,0	
			90,0	
	от 100,0 до 199,9	0,1	110,0	$\pm(0,05 \cdot R + 2 \cdot k)$
			150,0	
			190,0	
	Испытательное напряжение 250 В			
	от 0,01 до 9,99	0,01	0,10	$\pm(0,02 \cdot R + 2 \cdot k)$
			5,00	
			9,00	
от 10,0 до 99,9	0,1	11,0		
		50,0		
		90,0		
от 100 до 499	1	110	$\pm(0,05 \cdot R + 2 \cdot k)$	
		150		
		450		

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	
МЭТ-5035М, GSC-60R	Испытательное напряжение 500 В				
	от 0,01 до 9,99	0,01	0,10	$\pm(0,02 \cdot R + 2 \cdot k)$	
			5,00		
			9,00		
	от 10,0 до 199,9	0,1	11,0		
			100,0		
			180,0		
	от 200 до 499	1	210		
			380		
			450		
	от 500 до 999	1	510		$\pm(0,05 \cdot R + 2 \cdot k)$
			500		
			940		
	Испытательное напряжение 1000 В				
	от 0,01 до 9,99	0,01	0,10	$\pm(0,02 \cdot R + 2 \cdot k)$	
			5,00		
			9,00		
	от 10,0 до 199,9	0,1	11,0		
			100,0		
			190,0		
	от 200 до 999	1	220		
			500		
			940		
	от 1000 до 1999	1	1100		$\pm(0,05 \cdot R + 2 \cdot k)$
1500					
1900					
Примечание					
R – измеренное значение электрического сопротивления изоляции					

7.7 Определение абсолютной погрешности измерения времени срабатывания УЗО

проводят при помощи калибратора времени отключения УЗО ERS-2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

– входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения времени срабатывания УЗО, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами калибратора ERS-2;

– на поверяемом измерителе установить режим измерения времени срабатывания УЗО, при коэффициентах усиления по току 1, 2 и 5 значение тока отключения устанавливать равным 100 мА, при коэффициенте усиления по току 0,5 - устанавливать равным 300 мА;

– установить на калибраторе ERS-2 значения времени срабатывания УЗО, указанные в таблице 7;

– произвести измерения времени срабатывания УЗО и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя;

– абсолютную погрешность измерения времени срабатывания УЗО определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов: $\pm(0,02 \cdot t + 2 \cdot k)$, где t – измеренное время срабатывания УЗО.

Таблица 7

Коэффициент усиления по току	Диапазоны измерений, мс			Установленные значения, мс		
	УЗО типа АС	УЗО типа А	УЗО типа В	УЗО типа А	УЗО типа АС	УЗО типа В
0,5	от 1 до 999	от 1 до 999	от 1 до 999	10	10	10
				900	900	700
1	от 1 до 999	от 1 до 999	от 1 до 999	10	10	10
				900	900	700
2 для УЗО типа S для УЗО типа G	от 1 до 200 от 1 до 150	от 1 до 200 от 1 до 150	-	10	10	-
				180	180	
				130	130	
5 для УЗО типа S для УЗО типа G	от 1 до 50 от 1 до 40	от 1 до 150 от 1 до 40	-	10	10	-
				40	130	
				30	30	

7.8 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения тока отключения УЗО

проводят при помощи вольтметра универсального В7-78/1 и калибратора времени отключения УЗО ERS-2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

– на поверяемом измерителе установить режим измерения действующего значения тока отключения УЗО (тест с дискретно нарастающим током утечки);

– входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения действующего значения тока отключения УЗО, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами вольтметра универсального В7-78/1 и калибратора времени отключения УЗО ERS-2 в соответствии с рисунком 1 и схемой, приведенной на дисплее измерителя;

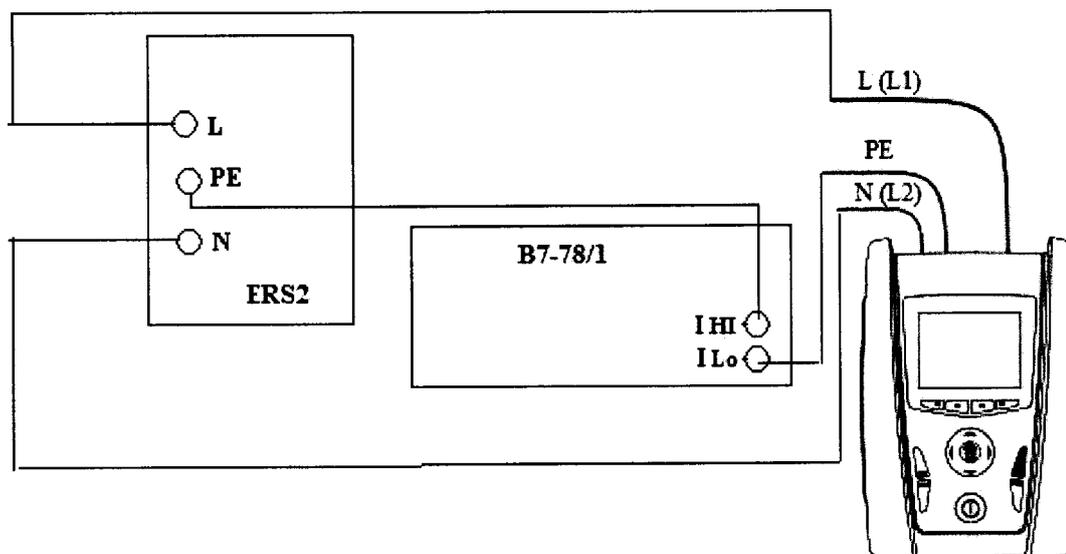


Рисунок 1 - Структурная схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения действующего значения тока отключения УЗО

– на вольтметре В7-78/1 включить режим измерения переменного тока и режим регистрации максимальных/минимальных значений (нажать кнопку «Min/Max»);

– на поверяемом измерителе установить ток отключения 100 мА, тип УЗО АС (~)

– нажать START на калибраторе ERS-2;

– выполнить измерения измерителем;
– после срабатывания УЗО записать измеренные значения силы тока с дисплея измерителя;

– на вольтметре войти в режим вызова из памяти максимальных и минимальных значений (нажать последовательно кнопки «Конфиг» и «Min/Max» и с помощью курсорных стрелок выбрать максимальное значение);

– абсолютную погрешность измерения действующего значения тока отключения УЗО определить по формуле (1);

– повторить измерения, устанавливая в настройках измерителя тока отключения от 300 до 650 мА и от 6 до 30 мА. Для значений тока отключения от 6 до 30 мА следить за показаниями нарастающего тока по шкале измерителя, при приближении показаний к концу шкалы – нажать кнопку START на калибраторе ERS-2, чтобы сымитировать срабатывание УЗО и зафиксировать измеренное значение на дисплее измерителя;

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов: $+0,1 \cdot I_{\Delta N}$ для установленных номинальных значений силы тока $I_{\Delta N} = 6$ и 10 мА, $+0,05 \cdot I_{\Delta N}$ для установленных номинальных значений силы тока $I_{\Delta N} =$ от 30 мА и выше.

7.9 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза-нейтраль», «фаза-земля»

проводят при помощи магазина мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 методом прямых измерений в следующей последовательности:

– на поверяемом измерителе установить режим измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза»;

– входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», соединить при помощи измерительных проводов с разъемами магазина мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 в соответствии с рисунком 2 и схемой, приведенной на дисплее измерителя;

– установить на магазине мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 значение электрического сопротивления 0 Ом;

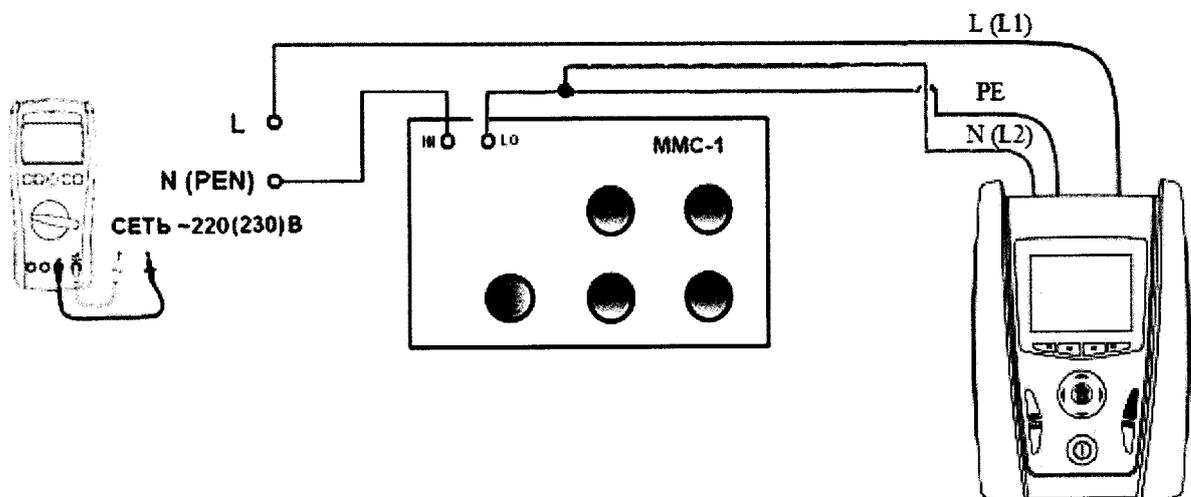


Рисунок 2 – Структурная схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза-нейтраль», «фаза-земля».

– произвести измерение начального сопротивления магазина мер сопротивлений ММС-1 (R_0) и зафиксировать измеренное значение;

– установить на магазине мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 значения электрического сопротивления, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % диапазона

измерения. Для опции IMP57 измерения провести для значений сопротивления 0,1 Ом, 0,2 Ом, 0,5 Ом, 1 Ом, 1,8 Ом;

- произвести измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза» и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя;
- абсолютную погрешность измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза» определить по формуле

$$\Delta R = R - (R_s + R_0) \quad (2)$$

где R – значение сопротивления по показаниям поверяемого измерителя;

R_s – значение сопротивления, установленное на магазине ММС-1;

R₀ – начальное сопротивление магазина ММС-1.

Вышеперечисленные операции провести для режимов измерения электрического сопротивления: цепи «фаза-нейтраль», «фаза-земля» (петли короткого замыкания) и режима измерения электрического сопротивления цепи «фаза-нейтраль», «фаза-земля» без срабатывания УЗО (Ra).

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблицах 8, 9.

Таблица 8 – Метрологические характеристики измерителей при измерении электрического сопротивления цепи «фаза-фаза», «фаза-нейтраль», «фаза-земля»

Модель	Диапазоны измерений, Ом	Разрешение k, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М с опцией IMP57, GSC-60R с опцией IMP57	от 0 до 0,1999	0,0001	±(0,05·R+1) мОм
	от 0,2 до 1,999	0,001	
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,01 до 9,99	0,01	±(0,05·R+5·k)
	от 10,0 до 199,9	0,1	
Примечание R – измеренное значение электрического сопротивления цепи			

Таблица 9 – Метрологические характеристики измерителей при измерении электрического сопротивления цепи «фаза-нейтраль», «фаза-земля» без срабатывания УЗО

Модель	Диапазоны измерений, Ом	Разрешение, Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, Ом
Для электрических сетей с нейтралью			
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,01 до 9,99	0,01	+(0,05·R+0,1)
	от 10,0 до 199,9	0,1	+(0,05·R+1)
	от 200 до 1999	1	+(0,05·R+3)
Для электрических сетей без нейтрали			
	от 1 до 1999	1	+(0,05·R+3)
Примечание R – измеренное значение электрического сопротивления цепи			

7.10 Определение абсолютной погрешности измерения падения напряжения

проводят при помощи магазина мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на поверяемом измерителе установить режим измерения падения напряжения;
- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения падения напряжения, соединить при помощи измерительных

проводов с разъемами магазина мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 в соответствии с рисунком 2 и схемой, приведенной на дисплее измерителя;

– установить на магазине мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 значение электрического сопротивления 0 Ом;

– для измерения и компенсации начального сопротивления цепи нажать кнопку  в на измерителе. Значение начального сопротивления цепи **Z1** отображается на основном индикаторе и автоматически включается в численном виде в область нижней правой иконки, вместе с символом  для обозначения мгновенного сохранения результата.

– для расчета падения напряжения в измерителе установить предел силы тока в цепи 1 А;

– напряжение в сети измерить при помощи мультиметра APPA 501 и записать как *U_{ном}*.

– установить на магазине мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 значения электрического сопротивления из ряда: 2 Ом, 20 Ом, 110 Ом и 200 Ом. При каждом значении сопротивления провести измерения падения напряжения и зафиксировать полученный результат.

– абсолютную погрешность измерения электрического сопротивления цепи «фаза-фаза» определить по формуле:

$$\Delta U\% = U\% - R_3/U_{ном} \quad (3)$$

где $U\%$ – значение падения напряжения по показаниям поверяемого измерителя, %;

R_3 – значение сопротивления, установленное на магазине ММС-1, Ом;

$U_{ном}$ – значение напряжения в сети, В.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов $\pm(0,1 \cdot U\% + 0,4)\%$, где $U\%$ - измеренное значение падения напряжения, %.

7.11 Определение абсолютной погрешности измерения тока повреждения (в электрических сетях типа IT)

проводят при помощи магазина мер сопротивлений петли короткого замыкания ММС-1 (далее – магазин) и меры-имитатора Р40116М (далее – мера) методом прямых измерений в следующей последовательности:

– в настройках поверяемого измерителя выбрать сеть типа IT;

– на поверяемом измерителе установить режим измерения электрического сопротивления петли и выбрать тест цепи «фаза-земля» (L-PE);

– входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения электрического сопротивления цепи «фаза-земля», соединить при помощи измерительных проводов с разъемами магазина ММС-1 в соответствии с рисунком 3 и схемой, приведенной на дисплее измерителя;

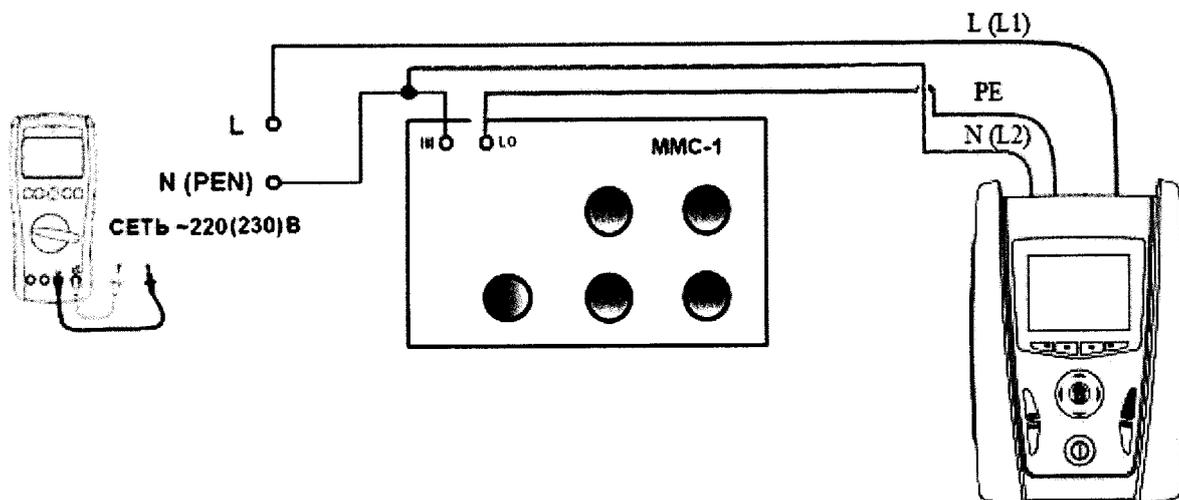


Рисунок 3 – Структурная схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения тока повреждения

- напряжение в сети измерить при помощи мультиметра APPA 501 и записать как $U_{ном}$.
- установить на магазине MMC-1 значения электрического сопротивления из ряда: 4055 Ом, 1100 Ом. При каждом значении сопротивления провести измерения силы тока и зафиксировать полученный результат.
- вместо магазина MMC-1 подключить меру-имитатор P40116M и повторить измерения по предыдущему пункту, задавая на P40116 значения сопротивления из ряда: 1 МОм, 0,5 МОм, 0,3 МОм, 0,2 МОм.
- абсолютную погрешность измерения тока повреждения определить по формуле:

$$\Delta I = I_i - R_s / U_{ном} \quad (4)$$

где $U\%$ – значение измеренного тока повреждения по показаниям поверяемого измерителя, %;

R_s – значение сопротивления, установленное на магазине MMC-1 или на мере P40116M, Ом;

$U_{ном}$ – значение напряжения в сети, В.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых, приведенных в таблице 10.

Таблица 10 – Метрологические характеристики измерителей при измерении тока повреждения (в электрических сетях типа IT)

Модель	Диапазоны измерений, мА	Разрешение к, мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,1 до 0,9	0,1	$\pm(0,05 \cdot I + 3 \cdot k)$
	от 1 до 199	1	
Примечание I – измеренное значение силы тока			

7.12 Определение абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления и напряжения прикосновения проводят при помощи магазина мер сопротивлений заземления OD-2-D6b/5W методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на поверяемом измерителе установить режим измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления, значение предполагаемого тока в цепи установить 1 А.

– входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами магазина мер сопротивлений заземления OD-2-D6b/5W (далее – магазин сопротивлений) в соответствии с рисунком 4 и схемой, приведенной на дисплее измерителя;

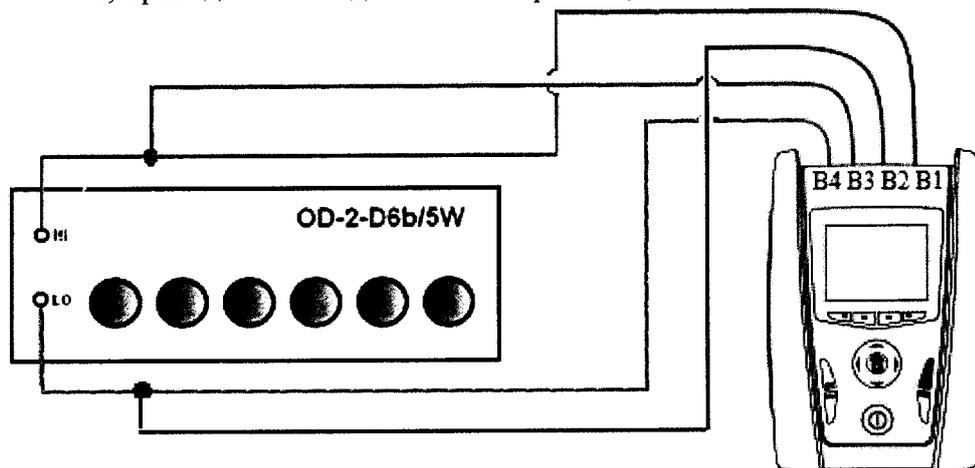


Рисунок 4 – Структурная схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления, удельного электрического сопротивления.

– установить на магазине сопротивлений значения электрического сопротивления, соответствующие 10 %, 50 %, 90 % диапазона измерения;

– произвести измерения сопротивления заземления и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя. Одновременно зафиксировать измеренное значение напряжения прикосновения.

– абсолютную погрешность измерения электрического сопротивления заземления с использованием штырей заземления определить по формуле (1).

– абсолютную погрешность измерения напряжения прикосновения определить по формуле:

$$\Delta U_k = U_{и} - R_3 \cdot I \quad (5)$$

где U_k – значение напряжения прикосновения по показаниям поверяемого измерителя;

R_3 – значение сопротивления, установленное на магазине сопротивлений OD-2-D6b/5W;

I – значение предполагаемого тока в цепи по установкам измерителя, $I = 1$ А.

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допусковых пределов, приведенных в таблицах 11, 12.

Таблица 11 – Метрологические характеристики измерителей при измерении электрического сопротивления контура заземления с использованием штырей заземления

Модель	Диапазоны измерений, Ом	Разрешение k , Ом	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,01 до 9,99	0,01	$\pm(0,05 \cdot R + 3 \cdot k)$
	от 10,0 до 99,9	0,1	
	от 100 до 999	1	
	от 1,0 до 49,99 кОм	10	
Примечание			
R – измеренное значение электрического сопротивления контура заземления			

Таблица 12 – Метрологические характеристики измерителей при измерении напряжения прикосновения

Модель	Диапазоны измерений, В	Разрешение, В	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений, В
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0 до 25,0	0,1	+(0,05·U+3)
	от 0 до 50,0	0,1	
	от 0 до 99,9	0,1	
	от 100 до 999	1	
Примечание U – измеренное значение напряжения прикосновения			

7.13 Определение абсолютной погрешности измерения удельного электрического сопротивления

проводят при помощи магазина электрического сопротивления Р4834 методом прямых измерений в следующей последовательности:

– входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения измерителя в режиме измерения удельного электрического сопротивления, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами магазина электрического сопротивления Р4834 (далее – магазин сопротивлений) в соответствии с рисунком;

– итеповеряемом измерителе установить режим измерения удельного электрического сопротивления, расстояние между штырями заземления установить из таблицы 13;

– установить на магазине сопротивлений значения электрического сопротивления из таблицы 13;

– удельное сопротивление рассчитывается по формуле:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot L \cdot R, \text{ Ом} \quad (6)$$

где a – значение расстояния между штырями, установленное в измерителе, м;
 R – значение сопротивления, установленное на магазине сопротивления, Ом;

– Допускается устанавливать другие значения сопротивления, отличные от приведенных в таблице 13 и производить расчет соответствующего им удельного сопротивления по формуле (6). Поверяемых точек должно быть не менее трех, равномерно распределенных по диапазону измерений;

– произвести измерения удельного электрического сопротивления и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя;

– абсолютную погрешность измерения удельного электрического сопротивления определить по формуле (1).

Результаты проверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 13.

Таблица 13 – Метрологические характеристики измерителей при измерении удельного электрического сопротивления

Модель	Диапазоны измерений	Разрешение k, Ом·м	Значение сопротивления, уснатовленное на магазине, Ом	Рассояние между штырями L, м	Значение удельного сопротивления (поверяемая точка), Ом·м	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,6 до 9,99 Ом·м	0,01 Ом·м	0,16 0,8 1,43	1	1 5 9	±(0,05·ρ + 3·k)
	от 10,0 до 99,9 Ом·м	0,1 Ом·м	1,59 7,96 14,33	1	20 50 90	
	от 100 до 999 Ом·м	1 Ом·м	15,92 79,62 143,31	1	200 500 900	
	от 1,0 до 9,99 кОм·м	0,01 кОм·м	159,24 796,18 1433,12	1	2 кОм·м 5 кОм·м 9 кОм·м	
	от 10,0 до 99,9 кОм·м	0,1 кОм·м	1592,36 7961,78 14331,21	1	20 кОм·м 50 кОм·м 90 кОм·м	
	от 100 до 999 кОм·м	1 кОм·м	1592,36 7961,78 14331,21	10	200 кОм·м 500 кОм·м 900 кОм·м	
	от 1,0 до 3,14 МОм·м	10 кОм·м	2388,53 44586	10	1,5 МОм·м 2,8 МОм·м	

Примечание

ρ – измеренное значение удельного электрического сопротивления

7.14 Определение абсолютной погрешности измерения тока утечки (только с опцией преобразователей тока НТ96U)

проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5522A методом прямых измерений в следующей последовательности:

– подключить преобразователь тока НТ96U к измерителю в соответствии с руководством по эксплуатации;

– на поверяемом измерителе установить режим измерения тока утечки, установить предел по току 1 А в настройках измерителя и поставить переключатель пределов в положение 1 А на преобразователе тока НТ96U;

– на калибраторе соединить клеммы выхода «AUX» измерительным проводом, обхватить измерительный провод преобразователем тока НТ96U.

– задать на калибраторе значения силы переменного тока из ряда: 10 мА, 500 мА, 900 мА, частоту сигнала установить 50 Гц;

– измерить установленные значения силы тока измерителем и записать результат измерений;

– абсолютную погрешность измерения силы тока определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 14.

Таблица 14 – Метрологические характеристики измерителей при измерении тока утечки (с опцией преобразователей тока НТ96U

Модель	Диапазоны измерений, мА	Разрешение k, мА	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений, мА
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 2 до 999	0,1	$\pm(0,05 \cdot I + 2)$

Примечание

I – измеренное значение тока утечки, мА

7.15 Определение абсолютной погрешности измерений действующего значения напряжения переменного тока и частоты в режиме PQA

проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5522A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на измерителе выбрать режим измерения качества электрических сетей (PQA);
- в настройках режима PQA выбрать для GSC-60R трехфазную четырехпроводную схему подключения (схема включения приведена на рисунке 5), для МЭТ-5035М – однофазную;

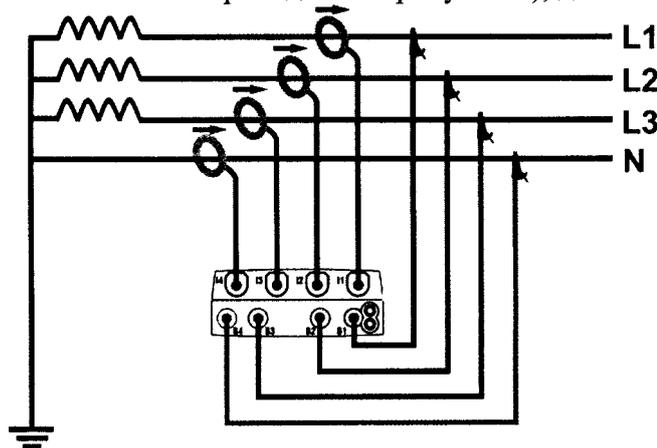
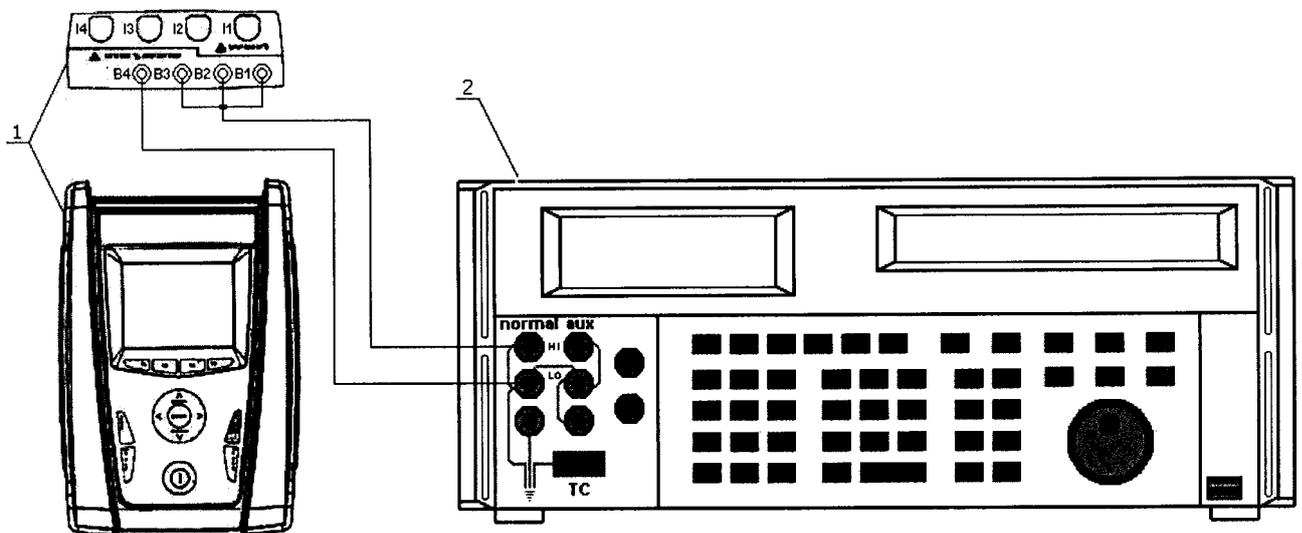
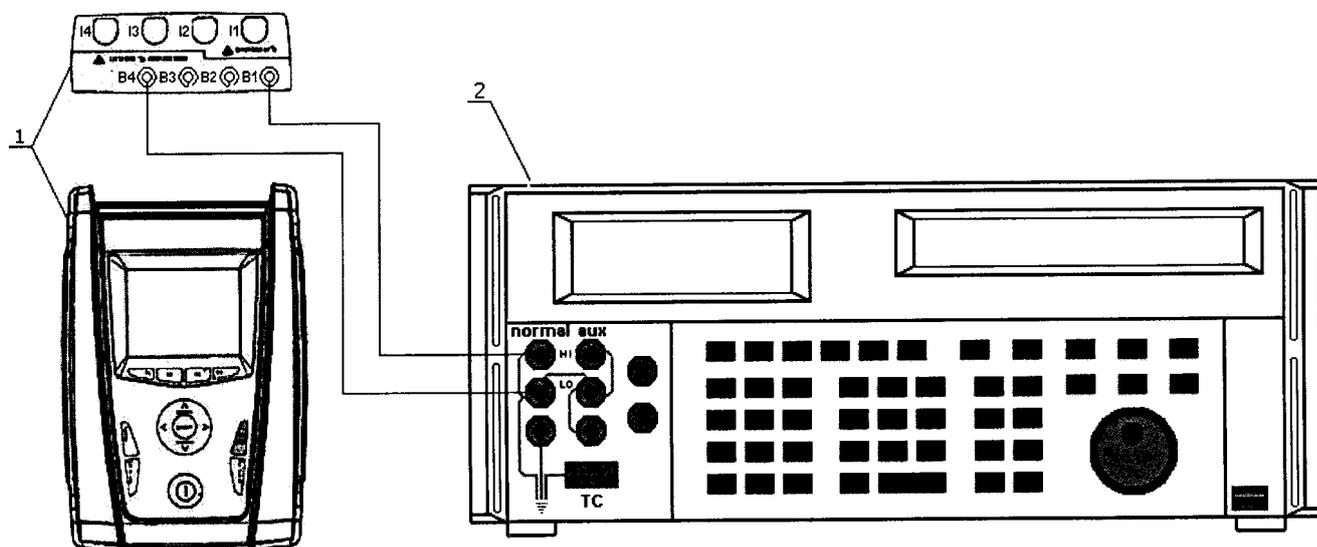


Рисунок 5 - Тип энергосистемы: трехфазная четырехпроводная (схема включения для GSC-60R)

– входные разъемы поверяемого измерителя соединить при помощи измерительных проводов с калибратора в соответствии с рисунком 6 и схемой, приведенной на дисплее измерителя



а) Схема соединения для GSC-60R



а) Схема соединения для МЭТ-5035М

Рисунок 6 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения действующего значения напряжения переменного тока и частоты в режиме PQA, где:

- 1 – поверяемый измеритель;
- 2 – калибратор универсальный FLUKE 5522А.

– установить на выходе «NORMAL» калибратора универсального FLUKE 5522 А значения напряжения, соответствующие 10%, 50%, 90% от диапазона измерений входного сигнала и частоту 50 Гц;

– считать измеренные значения с дисплея измерителя.

– для определения погрешности измерения частоты – установить на калибраторе значение напряжения 220 В, частоту сигнала задавать из ряда: 45 Гц, 55 Гц, 65 Гц и записать измеренные значения с дисплея измерителя;

– абсолютную погрешность измерений действующего значения напряжения переменного тока и частоты определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допусковых пределов, приведенных в таблицах 15 и 16.

Таблица 15 – Метрологические характеристики измерителей при измерении действующего значения напряжения переменного тока

Модель	Диапазоны измерений, В	Разрешение к, В	Частота сигнала, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М	от 15,0 до 439,9 ¹⁾ от 15,0 до 459,9 ²⁾	0,1	от 42,5 до 69,0	$\pm(0,01 \cdot U + 2 \cdot k)$
GSC-60R	от 15,0 до 379,9 ¹⁾ от 15,0 до 659,9 ²⁾	0,1		
Примечания				
1) Между фазой и нейтралью				
2) Межфазное напряжение				
U – измеренное значение напряжения				

Таблица 16 – Метрологические характеристики измерителей при измерении частоты

Модель	Диапазон измерений, Гц	Разрешение к, Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 42,0 до 69,0	0,1	$\pm(0,02 \cdot f + 2 \cdot k)$
Примечание f – измеренное значение частоты			

7.16 Определение абсолютной погрешности измерения действующего значения тока, активной и реактивной мощности, коэффициента мощности в режиме PQA проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5522A методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на измерителе выбрать режим измерения качества электрических сетей (PQA);
- в настройках режима PQA выбрать для GSC-60R трехфазную четырехпроводную схему подключения (схема включения приведена на рисунке 5), для МЭТ-5035М – однофазную. Выбрать в настройках тип преобразователя – стандартные (клевцы);
- входные разъемы поверяемого измерителя, предназначенные для подключения к цепям напряжения, соединить при помощи измерительных проводов с разъемами «NORMAL» калибратора FLUKE 5522A; разъемы, предназначенные для подключения преобразователей тока, соединить с разъемами «AUX» калибратора через адаптер-переходник ABNACON. Для GSC-60R измерения осуществлять последовательно по каждой фазе.

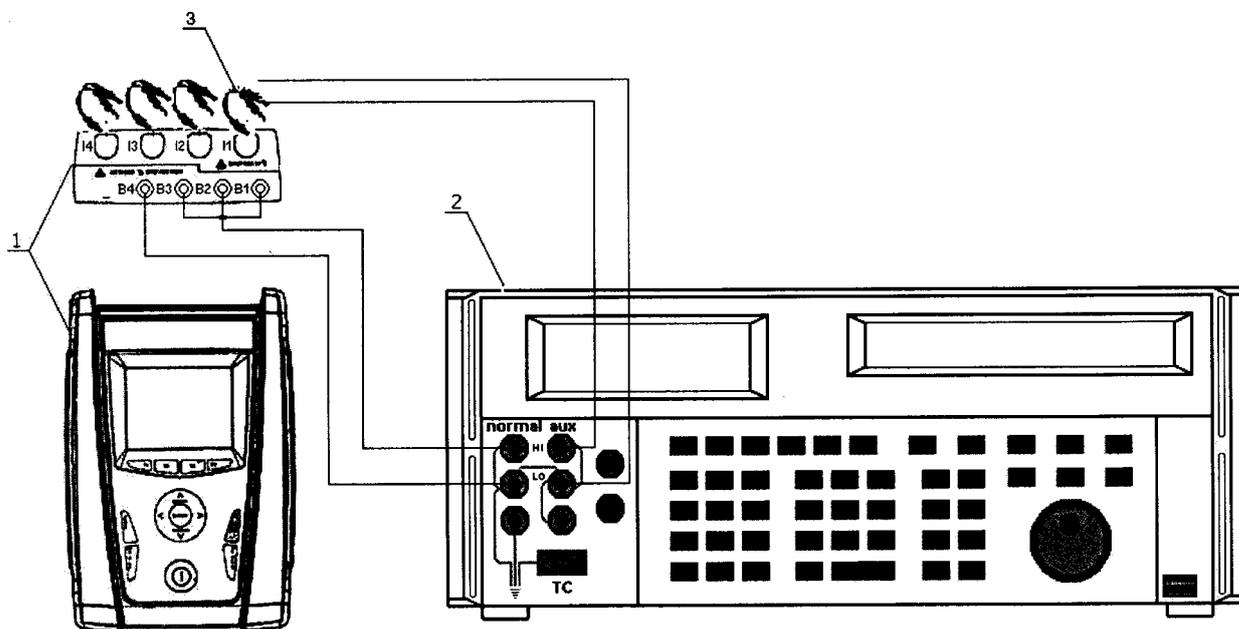


Рисунок 7 – Схема соединения приборов при определении основной абсолютной погрешности измерения действующего значения тока, активной и реактивной мощности, коэффициента мощности в режиме PQA, где:

- 1 – поверяемый измеритель;
- 2 – калибратор универсальный FLUKE 5522A;
- 3 – адаптер-переходник ABNACON.

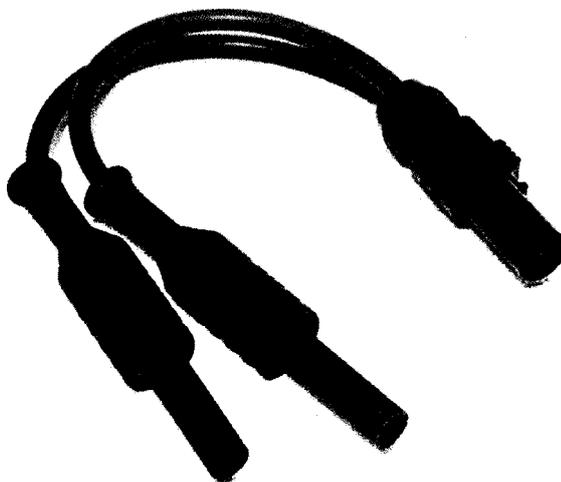


Рисунок 8 – Внешний вид адаптера-переходника ABNACON для подключения калибратора ко входу токовых преобразователей измерителей

– в меню калибратора универсального FLUKE 5522A установить значения сигнала, указанные в таблице 17, частоту сигнала 50 Гц;

– произвести измерения напряжения и силы переменного тока, электрической мощности, коэффициента мощности и зафиксировать измеренные значения по показаниям поверяемого измерителя;

– абсолютную погрешность измерения напряжения и силы переменного тока, электрической мощности, коэффициента мощности определить по формуле (1).

Результаты поверки считают положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблицах 18 - 20.

Таблица 17

Установки на калибраторе			Установки на измерителе		Измеряемый параметр			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фаза φ	Напряжение на выходе «NORMA L, B	Напряжение на выходе «AUX», В	Коэффициент трансформации TV	Предел по току, А	Сила тока, А	Активная мощность, кВт	Реактивная мощность, квар	Коэффициент мощности ($\cos\varphi$)
0°	230	0,1	1	10	1	0,23	-	-
		0,5			5	1,15		
		0,9			9	2,07		
		0,1	5	1000	100	115		
		0,5			500	575		
		0,9			900	1035		
		0,1	10	3000	300	690		
		0,5			1500	3450		
		0,9			2700	6210		
90°	220	0,1	1	10	-	-	0,23	-
		0,5					1,15	
		0,9					2,07	
		0,1	5	1000			115	
		0,5					575	
		0,9					1035	
		0,1	10	3000			690	
		0,5					3450	
		0,9					6210	

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
84°	230	0,9 В	1	1000	-	-	-	0,1
60°								0,5
120°								-0,5
26°								0,9
154°								-0,9

Таблица 18 – Метрологические характеристики измерителей при измерении действующего значения тока

Модель	Пределы по току преобразователей тока, А	Диапазон измерений силы тока измерителем, А	Разрешение к, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ¹⁾
МЭТ-5035М	от 1 до 10	от 0,05·I _{пр} до 9,99	0,01	±(0,01·I+3·k)
	от 10 до 200	от 0,05·I _{пр} до 199,9	0,1	
	от 200 до 3000	от 0,05·I _{пр} до 2999	1	
GSC-60R	от 1 до 10	от 0,05·I _{пр} до 9,99	0,01	±(0,01·I+3·k)
	от 10 до 300	от 0,05·I _{пр} до 199,9	0,1	
	от 300 до 3000	от 0,05·I _{пр} до 2999	1	

Примечания
I_{пр} – предел по току преобразователя тока
I – измеренное значение силы тока

Таблица 19 – Основные метрологические характеристики при измерении активной и реактивной мощности

Модель	Пределы по току преобразователей тока, А	Диапазон измерений, кВт, квар	Разрешение к, кВт, квар	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М	от 1 до 10	от 0 до 9,999	0,001	±(0,02·P+7·k)
		от 10 до 99,99	0,01	
	от 10 до 200	от 0 до 99,99	0,01	
		от 100 до 999,9	0,1	
от 200 до 1000	от 0 до 999,9	0,1		
	от 1000 до 9999	1		
GSC-60R	от 1 до 10	от 0 до 9,999	0,001	±(0,02·P+7·k)
		от 10 до 99,99	0,01	
	от 10 до 200	от 0 до 99,99	0,01	
		от 100 до 999,9	0,1	
от 200 до 1000	от 0 до 999,9	0,1		
	от 1000 до 9999	1		
от 1000 до 3000	от 0 до 9999	1		

Примечания
cosφ – измеренное значение коэффициента мощности
U_{ном} – номинальное значение напряжения
I_{пр} – предел по току преобразователя тока
P – измеренное значение мощности

Таблица 20 – Метрологические характеристики измерителей при измерении коэффициента мощности

Модель	Диапазон измерений	Разрешение k	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М, GSC-60R	от 0,01 до 1,0	0,01	$\pm(0,02 \cdot \cos\varphi + 3 \cdot k)$
Примечание cosφ – измеренное значение коэффициента мощности			

7.17 Определение абсолютной погрешности измерений силы тока преобразователей тока (при наличии преобразователей тока)

проводят при помощи калибратора универсального FLUKE 5522A, усилителя тока Fluke 52120A (далее усилитель), катушек для калибровки бесконтактных измерителей тока 52120A/COIL3KA или 52120A/COIL6KA (далее – катушка) и вольтметра универсального В7-78/1 (далее – вольтметр). Измерения проводят для каждого преобразователя тока.

– при измерениях силы тока меньше 120 А, подключать клещи, как показано на рисунке 9. При измерениях силы тока больше 120 А, вместо измерительного кабеля, как показано на рисунке 9, подключить катушку к клеммам «HI» и «LO» усилителя. Для токовых клещей – использовать катушку 52120A/COIL3KA, для токовых петель – использовать катушку 52120A/COIL6KA.

– раскрыть губки клещей и охватить ими провода катушки в самом узком месте так, чтобы они оказались посередине замкнутой полости клещей. Измеряемое значение тока с катушки равно значению тока, установленного на усилителе, умноженное на значение коэффициента трансформации катушки K_t (для 52120A/COIL3KA $K_t=25$, для 52120A/COIL6KA $K_t=50$). Выход токового преобразователя подключить вольтметру В7-78/1 с помощью адаптера-переходника типа NOCANBA. Вид переходника представлен на рисунке 10.

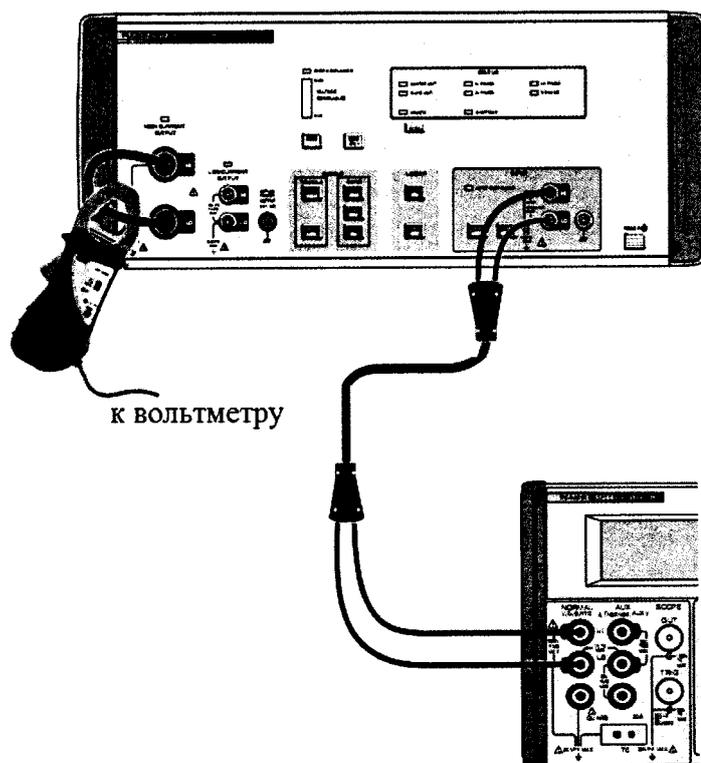


Рисунок 9 – Схема подключения приборов при определении абсолютной погрешности измерений силы тока преобразователей тока

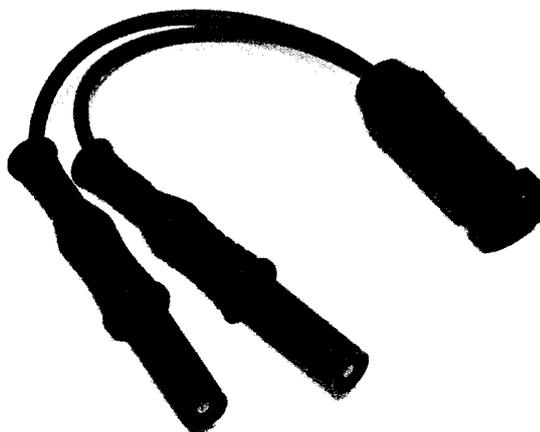


Рисунок 10 – Внешний вид адаптера-переходника для подключения преобразователей тока к вольтметру

– на усилителе (или на катушке) установить поочередно значения силы переменного выходного тока равные 10 %, 50 % и 90 % от верхнего значения диапазонов. Частоту сигнала установить 50 Гц;

– с помощью вольтметра В7-78/1 произвести измерения напряжения на выходе проверяемого преобразователя тока, зафиксировать измеренные значения. Измеренное значение силы тока вычислить по формуле:

$$I = U / k \quad (7)$$

где U – напряжение на выходе преобразователя тока, мВ

k – коэффициент преобразования преобразователей тока, мВ/А

– абсолютную погрешность измерений силы тока определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 21.

Таблица 21 – Основные метрологические характеристики преобразователей тока

Модель измерителя	Модель преобразователя тока	Диапазоны измерения силы переменного тока, А	Коэффициент преобразования	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений (в диапазоне частот от 45 до 65 Гц)
1	2	3	4	5
МЭТ-5035М, GSC-60R	HT96U	о от 0,001 до 1,2 от 0,1 до 120,0 от 1 до 1200	1 В / 1 А 0,01 В / 1 А 0,001 В / 1 А	$\pm 0,01 \cdot I$
	HT4005K	от 0,1 до 200,0	5 мВ / 1 А	$\pm(0,005 \cdot I + 0,02) \text{ А}$
МЭТ-5035М, GSC-60R	HP30D1	от 10 до 1000	1 мВ / 1 А	$\pm(0,1 \cdot I + 2) \text{ А}$ в поддиапазоне от 10 до 100 А; $\pm(0,02 \cdot I + 2) \text{ А}$ в поддиапазоне св. 100 до 700 А; $\pm(0,015 \cdot I + 2) \text{ А}$ в поддиапазоне св. 700 до 1000 А
GSC-60R	HP30C2	от 0,1 до 120,0 от 1 до 2000	5 мВ / 1 А 0,5 мВ / 1 А	$\pm 0,01 \cdot I$
	HP30C3	от 1 до 3000	0,33 мВ / 1 А	$\pm 0,01 \cdot I$
	HTFLEX33E	от 1 до 3000	0,085 мВ / 1 А	$\pm 0,01 \cdot I$
	HT4004	от 0,1 А до 10,0 А от 1 до 100 А	100 мВ / 1 А 100 мВ / 1 А	$\pm 0,015 \cdot I$ в поддиапазоне от 0,005 до 0,05 А; $\pm 0,01 \cdot I$ в поддиапазоне св. 0,05 до 100 А

Продолжение таблицы 21

1	2	3	4	5
GSC-60R	HT4005N	от 0,005 до 5,0 от 0,1 до 100,0	200 мВ / 1 А 10 мВ / 1 А	$\pm(0,015 \cdot I + 0,5)$ А в поддиапазоне от 0,1 до 10 А $\pm(0,015 \cdot I + 2)$ А в поддиапазоне св. 10 до 100 А
Примечание I – измеренная сила тока				

7.18 Определение абсолютной погрешности измерения значения n – ой гармонической составляющей напряжения

проводят при помощи калибратора РЕСУРС-К2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на измерителе выбрать режим измерения качества электрических сетей (PQA);
- в настройках режима PQA выбрать для GSC-60R трехфазную четырехпроводную схему подключения (схема включения приведена на рисунке 5), для МЭТ-5035М – однофазную. Выбрать в настройках режим измерения гармоник согласно руководству по эксплуатации измерителя;
- входные разъемы поверяемого измерителя подключить к калибратору РЕСУРС-К2 в соответствии с рисунком 11. для МЭТ-5035М подключение осуществлять по одной фазе согласно инструкции по эксплуатации.

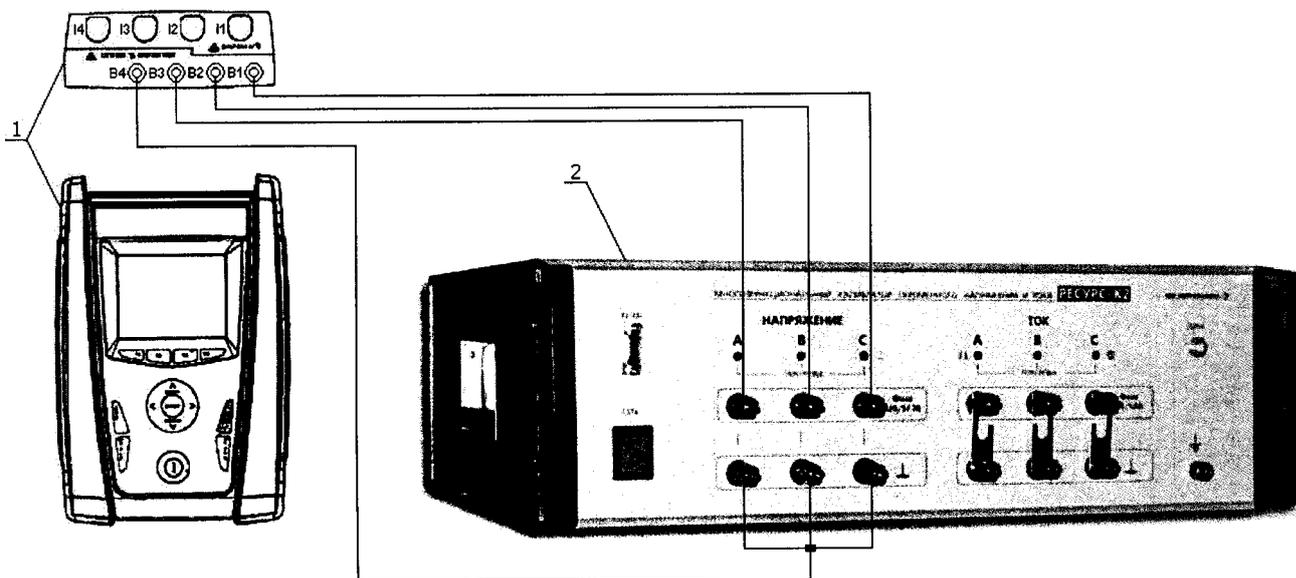


Рисунок 11 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения значения n – ой гармонической составляющей напряжения и аномалий напряжения, где:

- 1 – поверяемый измеритель;
- 2 – калибратор РЕСУРС-К2.

– на измерителе установить номинальное напряжение 230 В, коэффициент трансформации 1;

– на калибраторе установить значение номинального напряжения 230 В; для гармонических составляющих напряжения со 2 по 9 значение 10 % и выполнить передачу данных согласно руководству по эксплуатации калибратора.

– измерить гармонические составляющие напряжения измерителем. Для выбора номера гармоники использовать курсорные стрелки (вверх, вниз) или сенсорный дисплей. Записать результат измерений.

– повторить измерения для всех гармоник, задавая на калибраторе значения для девяти следующих гармонических составляющих, до 25 гармоники для МЭТ-5035М и до 40 гармоники для GSC-60R включительно.

– установить на калибраторе для второй гармонической составляющей напряжения значение 30 %. Провести измерение измерителем. Повторить измерения для всех гармонических составляющих, задавая значения на калибраторе для следующей гармоники, до 25 гармоники для МЭТ-5035М и до 40 гармоники для GSC-60R включительно;

– абсолютную погрешность измерений n – ой гармонической составляющей напряжения определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 22.

Таблица 22 – Метрологические характеристики измерителей при измерении значения n – ой гармонической составляющей напряжения

Модель	Диапазон измерений, %	Разрешение k , %	Номер гармоники	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М	от 0,1 до 100,0	0,1	от 1 до 25	$\pm(0,05 \cdot X + 5 \cdot k)$
GSC-60R	от 0,1 до 100,0	0,1	от 1 до 40	$\pm(0,05 \cdot X + 5 \cdot k)$
Примечание X – измеренное значение n – ой гармоники, %				

7.19 Определение абсолютной погрешности измерений напряжения и длительности аномалии в режиме регистрации аномалий напряжения (только для модели GSC-60R)

проводят при помощи калибратора PECURC-K2 методом прямых измерений в следующей последовательности:

- на измерителе выбрать режим измерения качества электрических сетей (PQA);
- в настройках режима PQA выбрать трехфазную четырехпроводную схему;
- входные разъемы поверяемого измерителя подключить к калибратору PECURC-K2 в соответствии с рисунком 11;
- на измерителе установить номинальное напряжение 230 В, коэффициент трансформации 1, отклонение от номинального напряжения ± 5 %;
- на калибраторе установить номинальное напряжение 230 В, глубину провала 10 % (значение напряжения провала = 207 В), длительность аномалии 3 с, период 3 с, количество 5 шт.;
- выполнить на калибраторе последовательность действий: в настройках калибратора выбрать Передать→Характеристики→Испытательного сигнала;
- включить в измерителе запись событий (кнопка GO);
- на калибраторе включить иммитацию аномалий: выполнить на калибраторе последовательность действий: в настройках калибратора выбрать Передать→Характеристики→провалы и перенапряжения;
- по истечении времени регистрации аномалий, остановить регистрацию (кнопка STOP).

Время регистрации аномалий рассчитывается во формуле:

$$S = (d+T) \cdot k, \quad (8)$$

где

d – длительность аномалии,

T – период повторения аномалии,

k – количество аномалий

– сохранить данные регистрации во внутреннюю память измерителя, нажав на иконку



(сохранить данные) и следуя инструкции;

– после сохранения данных, передать файл с данными на ПК. Для этого к ПК с установленным программным обеспечением «TopView» из комплекта измерителя, подключить измеритель, запустить программу «TopView», следуя инструкции передать данные в ПК. После чего выбрать в меню программы функцию «Анализ записи→Аномалии напряжения». Считать зарегистрированные данные: тип аномалии, длительность аномалии, измеренное значение напряжения;

– абсолютную погрешность измерений напряжения и длительности аномалии определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 23.

Таблица 23 – Метрологические характеристики GSC-60R при регистрации аномалий напряжения

Модель	Тип подключения	Диапазон измерений, В	Разрешение по напряжению к, В	Разрешение по времени к, мс	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длительности, мс
GSC-60R	фаза-нейтраль	от 15 до 380	0,2	20	$\pm(0,01 \cdot X + 5 \cdot k)$	± 20
	фаза-фаза	от 15 до 660	0,2	20		
Примечание X – измеренное значение напряжения, В						

7.20 Определение абсолютной погрешности измерений значения n – ой гармонической составляющей тока (только при наличии преобразователей тока) проводят при помощи калибратора РЕСУРС-К2 и методом прямых измерений в следующей последовательности:

– на измерителе выбрать режим измерения качества электрических сетей (PQA);
– в настройках режима PQA выбрать для GSC-60R трехфазную четырехпроводную схему подключения (схема включения приведена на рисунке 5), для МЭТ-5035М – однофазную. Выбрать в настройках режим измерения гармоник согласно руководству по эксплуатации измерителя;

– подключить токовый преобразователь из комплекта измерителя к измерителю согласно инструкции по эксплуатации. Преобразователь подключить к калибратору РЕСУРС-К2. Подключение осуществлять через катушку для калибровки бесконтактных измерителей тока 52120А/СОИЛ3КА или 52120А/СОИЛ6КА (далее катушка) в зависимости от типа преобразователя. Для преобразователей с пределом измерений ≤ 10 А подключение к калибратору производить напрямую, без использования катушки, обхватив измерительный провод, соединяющий токовые клеммы на калибраторе. Измерения проводить для каждого токового входа на измерителе (для GSC-60R), последовательно переключая на входы преобразователь тока.

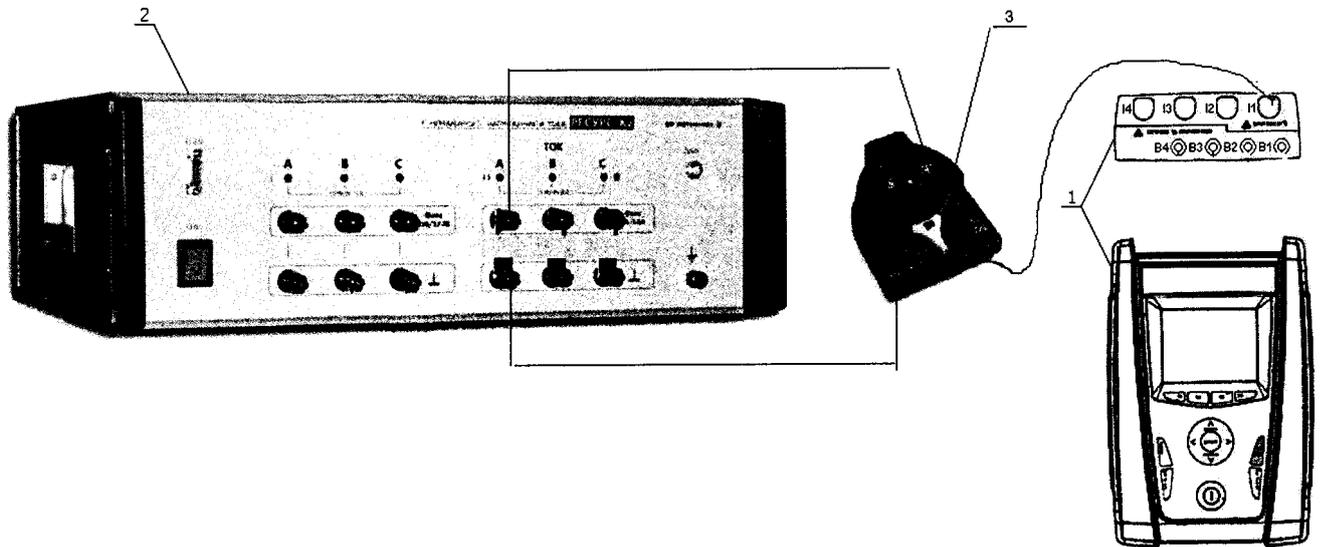


Рисунок 12 – Схема соединения приборов при определении абсолютной погрешности измерения значения n – ой гармонической составляющей тока, где:

- 1 – поверяемый измеритель;
- 2 – калибратор РЕСУРС-К2;
- 3 – катушка для калибровки бесконтактных измерителей тока

– на измерителе выбрать тип используемого преобразователя и установить предел по току, соответствующий верхнему пределу преобразователя тока;

– на калибраторе установить значение номинальной силы тока 5 А; для гармонических составляющих тока со 2 по 9 значение 10 % и выполнить передачу данных согласно руководству по эксплуатации калибратора.

– измерить гармонические составляющие тока измерителем. Для выбора номера гармоники использовать курсорные стрелки (вверх, вниз) или сенсорный дисплей. Записать результат измерений.

– повторить измерения для всех гармоник, задавая на калибраторе значения для девяти следующих гармонических составляющих, до 25 гармоники для МЭТ-5035М и до 40 гармоники для GSC-60R включительно.

– установить на калибраторе для второй гармонической составляющей тока значение 40 %. Провести измерение измерителем. Повторить измерения для всех гармонических составляющих, задавая значения на калибраторе для следующей гармоники, до 25 гармоники для МЭТ-5035М и до 40 гармоники для GSC-60R включительно;

– абсолютную погрешность измерений n – ой гармонической составляющей тока определить по формуле (1).

Результаты поверки считать положительными, если полученные значения погрешностей не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 24.

Таблица 24 – Метрологические характеристики измерителей при измерении значения n – ой гармонической составляющей тока (при использовании внешних преобразователей)

Модель	Диапазон измерений, %	Разрешение k , %	Номер гармоники	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
МЭТ-5035М	от 0,1 до 100,0	0,1	от 1 до 9	$\pm(0,05 \cdot X + 5 \cdot k)$
			от 10 до 17	$\pm(0,1 \cdot X + 5 \cdot k)$
			от 18 до 25	$\pm(0,15 \cdot X + 10 \cdot k)$
GSC-60R	от 0,1 до 100,0	0,1	от 1 до 40	$\pm(0,05 \cdot X + 5 \cdot k)$
Примечание				
X – измеренное значение n – ой гармоники, %				

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При положительных результатах поверки измерителей 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 приборы не допускаются к дальнейшему применению, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Начальник отдела испытаний
и сертификации



С.А. Корнеев