

## СОГЛАСОВАНО

## Главный метролог АО «АКТИ-Мастер»

А.П. Лисогор

« 21 » ноября 2024 г.



## Государственная система обеспечения единства измерений

## Мультиметры цифровые МЦ1-PX1e

Методика поверки  
МП ГВТУ.468266.007

Москва  
2024

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Мультиметры цифровые МЦ1-PXle (далее – мультиметры), изготавливаемые ООО «VXI-Системы», Россия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования (характеристики), указанные в описании типа поверяемых мультиметров.

1.3 При поверке мультиметров обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным эталонам:

- ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- ГЭТ 27-2009, ГЭТ 89-2008 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 18 августа 2023 года № 1706 "Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $2 \cdot 10^9$  Гц, ГЭТ 27-2009, ГЭТ 89-2008 (ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева")";

- ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091«Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А»;

- ГЭТ 14-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- ГЭТ 88-2014 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 года № 668 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы переменного электрического тока от  $1 \cdot 10^{-8}$  до 100 А в диапазоне частот от  $1 \cdot 10^{-1}$  до  $1 \cdot 10^6$  Гц;

- ГЭТ 1-2022 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 13 октября 2022 года № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерения времени и частоты»;

- ГЭТ 25-79 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной ГОСТ 8.371-80 «Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической ёмкости».

1.3 Операции поверки выполняются методами прямых измерений величин.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.7
Проверка программного обеспечения	да	да	9
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10
Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	да	да	10.1
Определение погрешности измерений силы постоянного тока	да	да	10.2
10.3 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току	да	да	10.3
Определение погрешности измерений напряжения переменного тока	да	да	10.4
Определение погрешности измерений силы переменного тока	да	да	10.5
Определение погрешности измерений частоты периодического сигнала	да	да	10.6
Определение относительной погрешности измерений электрической емкости	да	да	10.7

2.2 Периодическая поверка по запросу пользователя может быть выполнена в сокращенном объеме для отдельных пределов измерений мультиметра.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

В соответствии с ГОСТ 8.395–80 при проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура воздуха в помещении  $(+23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений и имеющие документ о квалификации поверителя в соответствии с действующими нормативно-правовыми актами в национальной системе аккредитации.

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуется применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
раздел 3 Контроль условий проведения поверки	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,5$ °C в диапазоне от 0 до +50 °C; пределы абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 3$ % в диапазоне от 10 до 90 %; пределы абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,2$ кПа в диапазоне от 86 до 106 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д; рег. № 46434-11
п.10.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, приказ Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520. Диапазон воспроизведений напряжения постоянного тока от 0 до 1000 В.	Калибратор многофункциональный Fluke 5502E, рег. № 55804-13
п.10.2 Определение погрешности измерений силы постоянного тока	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, приказ Росстандарта от 1 октября 2018 г. № 2091. Диапазон воспроизведений силы постоянного тока от 0 до 20,0 А.	
п.10.3 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4-го разряда по ГПС для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3456. Диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0 до 100 МОм.	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п.10.4 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГПС для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, приказ Росстандарта от 18 августа 2023 г. № 1706. Диапазон воспроизведения напряжения переменного тока от 0 до 750 В (поддиапазоны рабочих частот от 10 Гц до 300 кГц).	
п.10.5 Определение погрешности измерений силы переменного тока	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по ГПС для средств измерений силы переменного электрического тока от $1 \cdot 10^{-8}$ до 100 А в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $1 \cdot 10^6$ Гц, приказ Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668. Диапазон воспроизведений силы переменного тока от 0 до 20,0 А.	
п.10.6 Определение погрешности измерений частоты периодического сигнала	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по ГПС для средств измерений времени и частоты, приказ Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360. Диапазон воспроизведений частоты от 1 Гц до 1 МГц.	
п.10.7 Определение относительной погрешности измерений электрической емкости	Средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГОСТ 8.371-80 «ГСИ. Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений электрической емкости». Диапазон воспроизведения емкости от 0 до 10 мФ.	
Вспомогательные технические средства	Host Adapter PCIe ФТКС.468352.001 (GEN3 x8) и внешними устройствами и следующим установленным программным обеспечением: ОС Windows (32 или 64-bit) или ОС GNU/Linux, комплект ПО модулей Информтест	ПЭВМ
	Носитель модулей типа НМРХ1 AXIe-1 ФТКС.468260.186 или шасси CH-14 PXIe ФТКС.469133.024 или другой аналогичный	Крейт
	Кабель UT-L12 красный, Кабель UT-L12 чёрный	Общесистемный интерфейс

5.2 Возможно применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

6.2 Необходимо соблюдать меры предосторожности, изложенные в руководстве по эксплуатации мультиметров, а также меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации средств поверки.

6.3 Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого мультиметра необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подключения оборудования следует выполнять при отключенных входах и выходах (отсутствии напряжения на разъемах);
- запрещается работать с мультиметром в случае обнаружения его повреждения.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

7.1 При проведении внешнего осмотра мультиметра проверяются:

- правильность маркировки и комплектность;
- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений мультиметра и кабелей из его комплекта.

7.2 При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого мультиметра, он подлежит возврату заявителю поверки (пользователю) для ремонта.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Перед началом выполнения дальнейших операций поверки следует изучить руководство по эксплуатации и руководство оператора мультиметра, а также руководства по эксплуатации средств поверки.

8.2 Выполнить контроль условий поверки в соответствии с требованиями, указанными в разделе 3 настоящей методики поверки.

8.3 Проверить наличие программного обеспечения мультиметра на ПЭВМ, при его отсутствии установить ПО.

8.4 Собрать схему рабочего места в соответствии с рисунками 1 и 2.

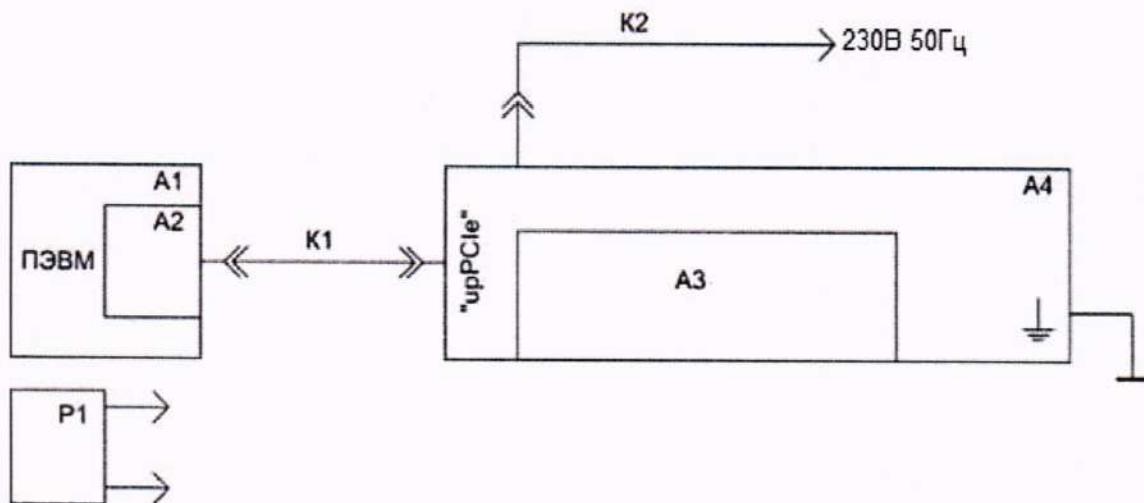


Рисунок 1 – Схема рабочего места

Где: A1 – ПЭВМ с установленной платой Host Desktop adapter PCIe Keysight модель M9048B (GEN3 x8) A2;

A3 – мультиметр цифровой МЦ1-PXIe;

A4 – носитель модулей типа шасси CH-14 PXIe ФТКС.469133.024 с установленным на нем проверяемым мультиметром A3;

P1 – калибратор многофункциональный Fluke 5520E;

K1 – кабель PCIe cable x8 Keysight модель Y1202A (x8, 2.0 M);

K2 – кабель питания IEC M TO F.

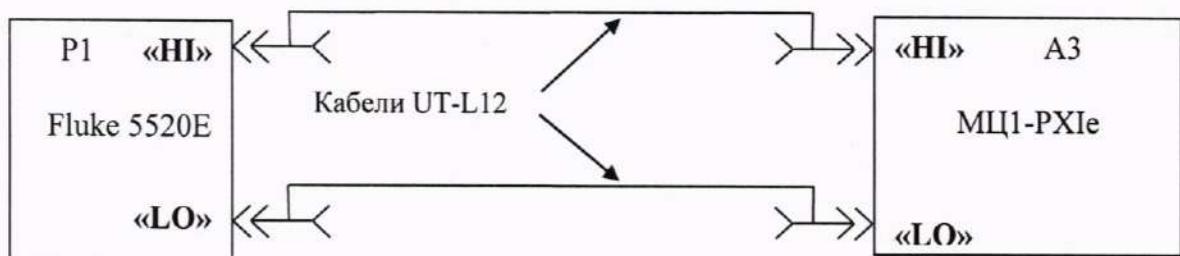


Рисунок 2 – Схема подключения оборудования для определения метрологических характеристик

8.5 Установить мультиметр в носитель модулей (далее – НМ) PXIe и подключить крейт к ПЭВМ.

8.6 Включить питание НМ PXIe.

Примечание – После включения питания поступает сигнал сброса. По этому сигналу устанавливается в исходное состояние интерфейсная часть мультиметра и производится его инициализация. После открытия сеанса работы автоматически выполняется подготовка мультиметра к работе и производится программный сброс. Работа программного обеспечения осуществляется через интерфейс PCIe, поэтому перед началом работы необходимо чтобы мультиметр был обнаружен средствами операционной системы ПЭВМ как PCIe устройство и ему

были присвоены базовые адреса. После включения НМ PXIe перезагрузить ПЭВМ, подключенную к НМ.

Убедиться в том, что на дисплее ПЭВМ отображается вкладка «Управляющая панель» - для работы с мультиметром.

8.7 Провести опробование мультиметра, для чего выполнить тест «Самоконтроль», для чего:

- 1) подключить оборудование в соответствии со схемами на рисунках 1 и 2;
  - 2) включить питание ПЭВМ, убедиться в отсутствии сообщений об ошибках и загрузки ОС;
  - 3) включить питание НМ;
  - 4) запустить на исполнение программу «p\_dmm\_test.exe», выждать 15 мин;
  - 5) на открывшейся «Управляющей панели» мультиметра в меню «Самоконтроль» выбрать пункт «МЦ1-PXIe»;
  - 6) на панели «МЦ1-PXIe» нажать кнопку «», наблюдать сообщения в окне «Протокол проверки».
- Результат проверки считать положительным, если в окне «Протокол проверки» появится запись: «Результат: НОРМА».
- 7) по завершении теста на экран монитора ПЭВМ выводится сообщение «Самоконтроль завершен». После этого выйти из «Управляющей панели», выключить НМ и ПЭВМ.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Идентификация ПО мультиметра осуществляется путем проверки контрольной суммы исполняемого кода.

Для проверки контрольной суммы исполняемого кода необходимо:

- в «Управляющей панели» мультиметра выбрать пункт меню «Справка о программе»;
- в появившемся окне наблюдать информацию о контрольной сумме файлов.

Контрольная сумма должна совпадать с контрольной суммой, указанной в паспорте на проверяемый мультиметр.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Определение метрологических характеристик средства измерений выполнить по процедурам, изложенным в пунктах 10.1-10.7. В конце каждого пункта даны критерии подтверждения соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Программное обеспечение позволяет формировать протоколы поверки в виде файлов для автоматического вычисления погрешности измерения и определения результата (норма/не норма). Вводимые в ПЭВМ значения величин должны быть представлены в формате с плавающей точкой. При вводе нецелых чисел разделителем целой и дробной частей числа является символ «.» (точка). Разделителем мантиссы и порядка является символ (буква) «E», либо символ (буква) «e» латинского алфавита.

Полученные результаты должны удовлетворять критериям подтверждения соответствия метрологическим требованиям, которые приведены в каждой операции поверки.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить данную операцию. При повторном отрицательном результате источник следует направить заявителю поверки (пользователю) для проведения регулировки и/или ремонта.

## 10.1 Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

10.1.1 Подготовить оборудование и принадлежности:

- калибратор многофункциональный Fluke 5520E (далее – калибратор);
- кабель UT-L12 красный – 1 шт.;
- кабель UT-L12 чёрный – 1 шт.

10.1.2 Включить калибратор. Перед проведением поверки калибратор должен быть выдержан во включённом состоянии в течение времени, необходимом для его прогрева в соответствии с его документацией.

10.1.3 Подключить оборудование в соответствии с рисунками 1 и 2. При подключении калибратора и мультиметра строго соблюдать соответствие подключений контактов **HI** и **LO**.

10.1.4 Включить питание ПЭВМ, убедиться в отсутствии сообщений об ошибках при самотестировании и загрузке ОС.

10.1.5 Включить питание НМ.

10.1.6 запустить на исполнение программу «p\_dmm\_test» в соответствии с «Руководством оператора», выждать 15 мин.

10.1.7 Определение погрешности измерений мультиметром напряжения постоянного тока выполнить для всех диапазонов измерений и значений напряжения, указанных в таблице 10.1.

10.1.8 Относительная погрешность измерений напряжения мультиметром  $\delta_{Ux}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{Ux} = [(U_{изм} - U_{уст})/U_{уст}] \times 100, \%$$

где  $U_{изм}$  – измеренное мультиметром значение напряжения, В;

$U_{уст}$  – установленное на калибраторе значение напряжения, В.

Таблица 10.1- Определение погрешности измерений напряжения постоянного тока

Диапазон измерений	Заданное значение напряжения постоянного тока $U_{\text{уст}}, \text{В}$	Измеренное мультиметром напряжение постоянного тока $U_x, \text{В}$	Значение относительной погрешности, $\delta_{\text{изм}} \%$	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат, норма/не норма
1	2	3	4	5	6
0,1 В	+0,000050			±7,00400	
	-0,000050				
	+0,010000			±0,03900	
	-0,010000				
	+0,050000			±0,01100	
	-0,050000				
	+0,075000			±0,00867	
	-0,075000				
	+0,100000			±0,00750	
	-0,100000				
1 В	+0,100000			±0,01000	
	-0,100000				
	+0,500000			±0,00440	
	-0,500000				
	+0,750000			±0,00393	
	-0,750000				
	+1,000000			±0,00370	
	-1,000000				
10 В	+1,000000			±0,00700	
	-1,000000				
	+5,000000			±0,00300	
	-5,000000				
	+7,500000			±0,00267	
	-7,500000				
	+10,000000			±0,00250	
	-10,000000				
100 В	+10,000000			±0,00950	
	-10,000000				
	+50,000000			±0,00470	
	-50,000000				
	+75,000000			±0,00430	
	-75,000000				
	+100,000000			±0,00410	
	-100,000000				
400 В	+100,000000			±0,00590	
	-100,000000				
	+200,000000			±0,00470	
	-200,000000				
	+300,000000			±0,00430	
	-300,000000				
	+400,000000			±0,00410	
	-400,000000				

10.1.7 На управляющей панели «МЦ1-PX1e» в меню «Проверка» выбрать пункт «Проверка диапазонов и погрешности измерений напряжения постоянного тока» и нажать клавишу «»;

10.1.8 Выбрать поверяемые диапазоны и нажать «Продолжить»;

10.1.9 Выполнять действия в соответствии с указаниями программы до завершения поверки по данному пункту;

10.1.10 По окончании поверки отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** результат считать положительным, если при выполнении измерений нет сообщений об ошибке и после завершения поверки в окне «Протокол проверки» выведена надпись: «ТЕСТ «Проверка относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока» - «НОРМА».

**Примечание** - Сообщение «НОРМА» выдаётся ПО, если для каждой поверяемой точки полученное значение относительной погрешности измерений не превышает значения допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной в столбце 5 таблицы 10.1.

## 10.2 Определение погрешности измерений силы постоянного тока

10.2.1 Выполнить операции, описанные в п.п. 10.1.1÷10.1.6

10.2.2 Проверку погрешности измерений силы постоянного тока выполнять для всех диапазонов измерений тока мультиметра и значений, указанных в столбце 5 таблицы 10.2.

10.2.3 Относительная погрешность измерений  $\delta_{Ix}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{Ix} = [(I_{изм} - I_{уст}) / I_{уст}] \times 100, \%$$

где  $I_{изм}$  – измеренное мультиметром значение силы тока, А;

$I_{уст}$  – установленное на калибраторе значение силы тока, А.

Таблица 10.2 - Определение погрешности измерений силы постоянного тока

Диапазон измерений	Заданное значение силы постоянного тока $I_{уст}$ , А	Измеренное мультиметром значение силы постоянного тока $I_{изм}$ , А	Значение относительной погрешности измерений $\delta_{Ix}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат, норма/не норма
1	2	3	4	5	6
0,01 А	+0,0000500			±2,050	
	-0,0000500				
	+0,0010000			±0,150	
	-0,0010000				
	+0,0050000			±0,070	
	-0,0050000				
	+0,0075000			±0,063	
	-0,0075000				
	+0,0100000			±0,060	
	-0,0100000				

Продолжение таблицы 10.2

1	2	3	4	5	6
0,10 A	+0,0100000			±0,090	
	-0,0100000				
	+0,0500000			±0,050	
	-0,0500000				
	+0,0750000			±0,047	
	-0,0750000				
	+0,1000000			±0,045	
	-0,1000000				
1 A	+0,1000000			±0,230	
	-0,1000000				
	+0,5000000			±0,150	
	-0,5000000				
	+0,7500000			±0,143	
	-0,7500000				
	+1,0000000			±0,140	
	-1,0000000				
3 A	+1,0000000			±0,783	
	-1,0000000				
	+2,0000000			±0,752	
	-2,0000000				
	+2,5000000			±0,745	
	-2,5000000				
	+3,0000000			±0,741	
	-3,0000000				

10.2.4 На «Управляющей панели» «МЦ1-PX1e» в ПО в меню «Проверка» выбрать:

- пункт «Проверка диапазонов и погрешности измерений силы постоянного тока» и нажать клавишу «»;
- выбрать необходимый диапазон измерений.

10.2.5 Выполнять действия в соответствии с указаниями программы до завершения измерений по данному пункту;

10.2.6 По окончании измерений отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** результат считать положительным, если при выполнении измерений нет сообщений об ошибке и после завершения проверки в окне «Протокол проверки» выведена надпись: «ТЕСТ «Проверка относительной погрешности измерений силы постоянного тока» - «НОРМА».

**Примечания** - Сообщение «НОРМА» выдаётся, если для каждой поверяемой точки полученное значение относительной погрешности измерений силы постоянного тока не превышает значения допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной в столбце 5 таблицы 10.2.

### 10.3 Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току

10.3.1 Выполнить операции, описанные в п.п. 10.1.2-10.1.6

10.3.2. Определение основной относительной погрешности измерений мультиметром сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме измерения выполнить для всех диапазонов измерений в точках, указанных в столбце 2 таблицы 10.3.1.

10.3.3 Относительная погрешность измерений  $\delta_{Rx}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{Rx} = [(R_{изм} - R_{уст})/R_{уст}] \times 100, \%$$

где  $R_{изм}$  – измеренное мультиметром значение сопротивления, кОм;

$R_{уст}$  – значение сопротивления, установленное на калибраторе, кОм.

Таблица 10.3.1 - Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току по двухпроводной схеме

Диапазон измерений	Заданное значение сопротивления постоянному току $R_{уст}$ , кОм	Измеренное мультиметром сопротивление постоянному току $R_{изм}$ , кОм	Значение относительной погрешности, $\delta_{Rx}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат
1	2	3	4	5	6
100 Ом	0,010			$\pm 0,0480$	
	0,100			$\pm 0,0120$	
1 кОм	0,10			$\pm 0,0180$	
	1,00			$\pm 0,0090$	
10 кОм	1,0			$\pm 0,0180$	
	10			$\pm 0,0090$	
100 кОм	10			$\pm 0,0180$	
	100			$\pm 0,0090$	
1 МОм	100			$\pm 0,0180$	
	1000			$\pm 0,0090$	
10 МОм	1000			$\pm 0,0450$	
	10000			$\pm 0,0360$	
100 МОм	10000			$\pm 0,9000$	
	100000			$\pm 0,8100$	

10.3.4 На «Управляющей панели» «МЦ1-PXle» в меню «Проверка» выбрать пункт «Проверка диапазонов и погрешности измерений сопротивления постоянному току» и нажать клавишу



10.3.5 Выполнять действия в соответствии с указаниями программы до завершения измерений значений сопротивлений.

10.3.6 По окончании измерений отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

10.3.7 Для определения основной относительной погрешности измерений мультиметром сопротивления постоянному току по четырёхпроводной схеме подключить оборудование по схеме на рисунке 3:

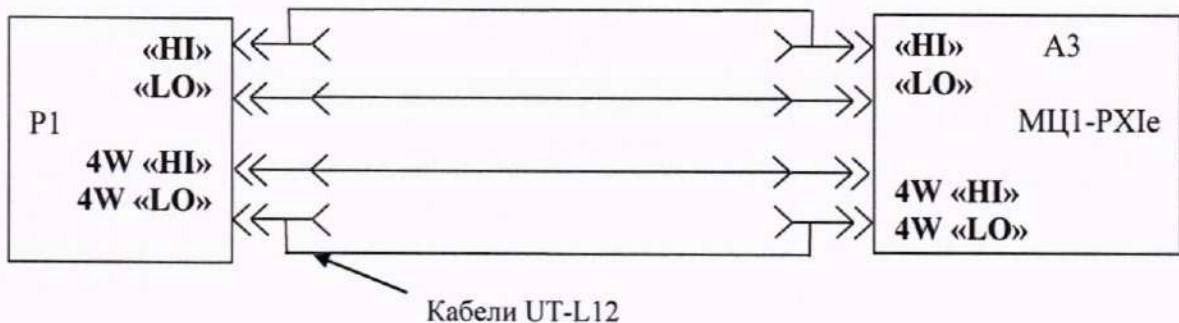


Рисунок 3 – Схема подключения оборудования для определения основной относительной погрешности измерений мультиметром сопротивления постоянному току по четырёхпроводной схеме измерения,

здесь: Р1 - Калибратор многофункциональный Fluke 5520E;  
 А3 – мультиметр МЦ1-РХІе

10.3.8 Измерения выполнить в соответствии с п.п. 10.3.4÷10.3.5 для всех значений сопротивления, указанных в столбце 2 таблицы 10.3.2:

Таблица 10.3.2 - Определение погрешности измерений сопротивления постоянному току по четырехпроводной схеме

Диапазон измерений	Заданное значение сопротивления постоянному току R <sub>уст</sub> , кОм	Измеренное мультиметром сопротивление постоянному току R <sub>изм</sub> , кОм	Значение относительной погрешности, $\delta_{Rx}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат
1	2	3	4	5	6
100 Ом	0,010			±0,0480	
	0,020			±0,0280	
	0,050			±0,0160	
	0,075			±0,0133	
	0,100			±0,0120	
1 кОм	0,10			±0,0180	
	0,20			±0,0130	
	0,50			±0,0100	
	0,75			±0,0093	
	1,00			±0,0090	
10 кОм	1,0			±0,0180	
	2,0			±0,0130	
	5,0			±0,0100	
	7,5			±0,0093	
	10			±0,0090	
100 кОм	10			±0,0180	
	20			±0,0130	
	50			±0,0100	
	75			±0,0093	
	100			±0,0090	

Продолжение таблицы 10.3.2

1	2	3	4	5	6
1 МОм	100			±0,0180	
	200			±0,0130	
	500			±0,0100	
	750			±0,0093	
	1000			±0,0090	
10 МОм	1000			±0,0450	
	2000			±0,0400	
	5000			±0,0370	
	7500			±0,0363	
	10000			±0,0360	
100 МОм	10000			±0,9000	
	20000			±0,8500	
	50000			±0,8200	
	75000			±0,8133	
	100000			±0,8100	

10.3.9 По окончании измерений отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** результат считать положительным, если при выполнении измерений нет сообщений об ошибке и после завершения поверки в окне «Протокол проверки» выведена надпись: «ТЕСТ «Проверка относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току» - «НОРМА».

**Примечание** - Сообщение «НОРМА» выдаётся, если для каждой поверяемой точки полученное значение относительной погрешности измерений не превышает значения допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной в таблице 10.

#### 10.4 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока

10.4.1 Выполнить операции, описанные в п.п. 10.1.1÷10.1.6.

10.4.2 Определение погрешности измерений мультиметром напряжения переменного тока выполнять для всех диапазонов измерений, а также значений напряжения, указанных в таблице 10.4.

10.4.3 Относительная погрешность измерений  $\delta_{Ux}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{Ux} = [(U_{изм} - U_{уст})/U_{уст}] \times 100, \%$$

где  $U_{изм}$  – измеренное мультиметром значение напряжения, В;

$U_{уст}$  – значение напряжения, установленное на калибраторе, В.

Таблица 10.4 - Определение погрешности измерений напряжения переменного тока

Диапазон измерений	Заданное значение напряжения переменного тока $U_{уст}$ , В	Частота напряжения переменного тока, кГц	Измеренное мультиметром напряжение переменного тока $U_{изм.}$ , В	Значение относительной погрешности, $\delta_{Ux}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат
1	2	3	4	5	6	7
100 мВ	0,01	0,01			±1,100	
		1,00			±0,450	
		50,00			±0,610	
		100,00			±1,400	
		300,00			±10,000	
	0,10	0,01			±0,560	
		1,00			±0,090	
		50,00			±0,160	
		100,00			±0,680	
		300,00			±5,500	
1 В	0,10	0,01			±1,100	
		1,00			±0,450	
		50,00			±0,610	
		100,00			±1,400	
		300,00			±10,000	
	1,00	0,01			±0,560	
		1,00			±0,090	
		50,00			±0,160	
		100,00			±0,680	
		300,00			±5,500	
10 В	1,00	0,01			±1,100	
		1,00			±0,450	
		50,00			±0,610	
		100,00			±1,400	
		300,00			±10,000	
	2,00	0,01			±0,800	
		1,00			±0,250	
		50,00			±0,360	
		100,00			±1,000	
		300,00			±7,500	
	10,00	0,01			±0,560	
		1,00			±0,090	
		50,00			±0,160	
		100,00			±0,680	
100 В	10,00	0,01			±1,100	
		1,00			±0,450	
		50,00			±0,610	
		100,00			±1,400	
	100,00	1			±0,090	
		50			±0,160	
		100			±0,680	

Продолжение таблицы 10.4

1	2	3	4	5	6	7
300 В	150	1			±0,230	
		50			±0,420	
		100			±1,080	
	190	1			±0,192	
		50			±0,357	
		100			±0,979	
	290	1			±0,143	
		50			±0,275	
		100			±0,848	

10.4.4 На «Управляющей панели» «МЦ1-РХle» в меню ПО «Проверка» выбрать пункт «Проверка диапазонов и погрешности измерений напряжения переменного тока» и нажать клавишу «».

10.4.5 Выполнять действия в соответствии с указаниями ПО до завершения измерений по данному пункту.

10.4.6 По окончании измерений отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** результат считать положительным, если при выполнении измерений нет сообщений об ошибке и после завершения поверки в окне «Протокол проверки» выведена надпись: «ТЕСТ «Проверка относительной погрешности измерений напряжения переменного тока» - «НОРМА».

Примечание - Сообщение «НОРМА» выдаётся, если для каждой поверяемой точки полученное значение относительной погрешности измерений не превышает допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной в столбце 6 таблицы 10.4.

## 10.5 Определение погрешности измерений силы переменного тока

10.5.1 Выполнить операции, описанные в п.п. 10.1.1÷10.1.6.

10.5.2 Определение основной погрешности измерений мультиметром силы переменного тока выполнять для всех диапазонов измерений и значений напряжения, указанных в таблице 10.5.

10.5.3 Относительная погрешность измерений  $\delta_{Ix}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{Ix} = [(I_{изм} - I_{уст})/I_{уст}] \times 100, \%$$

где  $I_{изм}$  – измеренное мультиметром значение силы тока, А;

$I_{уст}$  – значение силы тока, установленное на калибраторе, А.

Таблица 10.5 - Определение погрешности измерений силы переменного тока

Диапазон измерений	Заданное значение силы переменного тока $I_{уст}$ , А	Частота силы переменного тока, кГц	Измеренное мультиметром значение силы переменного тока $I_{изм}$ , А	Значение относительной погрешности, $\delta_{Ix}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат
1	2	3	4	5	6	7
1 А	0,10	0,01			±0,85	
		1,00			±0,55	
		5,00			±0,80	
	0,20	0,01			±0,65	
		1,00			±0,35	
		5,00			±0,60	
	0,50	0,01			±0,53	
		1,00			±0,23	
		5,00			±0,48	
	0,75	0,01			±0,50	
		1,00			±0,20	
		5,00			±0,45	
	1,00	0,01			±0,49	
		1,00			±0,19	
		5,00			±0,44	
3 А	0,30	0,01			±1,55	
		1,00			±1,35	
		5,00			±1,60	
	0,75	0,01			±1,19	
		1,00			±0,99	
		5,00			±1,24	
	1,00	0,01			±1,13	
		1,00			±0,93	
		5,00			±1,18	
	2,00	0,01			±1,04	
		1,00			±0,84	
		5,00			±1,09	
	2,90	0,01			±1,01	
		1,00			±0,81	
		5,00			±1,06	

10.5.4 На «Управляющей панели» «МЦ1-PX1e» в меню «Проверка» выбрать пункт «Проверка диапазонов и погрешности измерений силы переменного тока» и нажать клавишу



»;

10.5.5 Выполнять действия в соответствии с указаниями программы до завершения поверки по данному пункту;

10.5.6 По окончании измерений отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** результат считать положительным, если при выполнении измерений нет сообщений об ошибке и после завершения в окне «Протокол проверки» выведена надпись: «ТЕСТ «Проверка относительной погрешности измерений силы переменного тока» - НОРМА».

Примечание - Сообщение «НОРМА» выдаётся, если для каждой поверяемой точки полученное значение относительной погрешности измерений не превышает допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной в столбце 6 таблицы 10.5.

## 10.6 Определение погрешности измерений частоты периодического сигнала

10.6.1 Выполнить операции, описанные в п.п. 10.1.1÷10.1.6.

10.6.2 Определение погрешности измерений частоты выполнять для всех значений частоты, указанных в таблице 10.6.

10.6.3 Относительная погрешность измерений  $\delta_{fx}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{fx} = [(Fизм - Fуст) / Fуст] \times 100, \%$$

где  $Fизм$  – измеренное мультиметром значение частоты, Гц;

$Fуст$  – значение частоты, установленное на калибраторе, Гц.

Таблица 10.6 - Определение погрешности измерений частоты периодического сигнала

Диапазон измерений	Заданное значение частоты $Fуст$ , Гц	Измеренная мультиметром частота $Fизм$ , Гц	Значение относительной погрешности, $\delta_{fx}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат: норма/не норма
1	2	3	4	5	6
от 5 до 10 Гц	3			$\pm 0,05$	
	8				
от 10 Гц до 40 кГц	20			$\pm 0,03$	
	100				
	1000				
от 40 до 300 кГц	10000			$\pm 0,01$	
	50000				
	100000				

10.6.4 На «Управляющей панели» «МЦ1-РХ1е» в меню «Проверка» выбрать пункт «Проверка погрешности измерений частоты периодического сигнала» и нажать клавишу  .

10.6.5 Выполнять действия в соответствии с указаниями программы до завершения поверки по данному пункту.

10.6.6 По окончании измерений отсоединить измерительные кабели от мультиметра.

**КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ:** результат считать положительным, если при выполнении измерений нет сообщений об ошибке и после завершения поверки в окне «Протокол проверки» выведена надпись: «ТЕСТ «Проверка относительной погрешности измерений частоты периодического сигнала» - «НОРМА».

Примечание - Сообщение «НОРМА» выдаётся, если для каждой поверяемой точки полученное значение относительной погрешности измерений не превышает допускаемой относительной погрешности измерений, приведенной в столбце 5 таблицы 10.6.

## 10.7 Определение относительной погрешности измерений электрической емкости

10.7.1 Выполнить операции, описанные в п.п. 10.1.1÷10.1.5.

10.7.2 На «Управляющей панели» «МЦ1-PXIe» установить:

- переключатель режима работы в положение «Измерение электрической емкости»;
- переключатель «Диапазон, нФ» в положение «1».

10.7.3 Установить значение емкости на калибраторе равным 0 нФ.

10.7.4 На «Управляющей панели» «МЦ1-PXIe» нажать кнопку  и далее следовать указаниям программы.

10.7.5 Относительная погрешность измерений электрической емкости  $\delta_{Cx}$  вычисляется по формуле

$$\delta_{Cx} = [(C_{изм} - C_{уст})/C_{уст}] \times 100, \%$$

где  $C_{уст}$  – значение емкости, установленное на калибраторе, нФ;

$C_{изм}$  – измеренное мультиметром значение емкости, нФ.

Таблица 10.7 - Определение относительной погрешности измерений электрической емкости

Диапазон измерений, нФ	Заданное значение емкости $C_{уст}$ , нФ	Измеренное мультиметром значение емкости $C_{изм}$ , нФ	Значение относительной погрешности, $\delta_{Cx}$ , %	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %	Результат
1	2	3	4	5	6
10	1,0			±5,0	
	2,2				
	4,7				
	7,5				
	10,0				
100	10			±5,0	
	22				
	47				
	75				
	100				
1000	100			±5,0	
	220				
	470				
	750				
	1000				
10000	1000			±5,0	
	2200				
	4700				
	7500				
	10000				

КРИТЕРИЙ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ: результат считать положительным, если при выполнении измерений значение погрешности измерений  $\delta_{Cx}$  не превышает допускаемые значения, указанные в столбце 5 таблицы 10.7.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки представляются в соответствии с действующими правовыми нормативными документами и передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Для периодической поверки в сокращенном объеме (пункт настоящего документа) должны быть указаны сведения об измерительных каналах, для которых была выполнена поверка.

11.2 При положительных результатах по запросу пользователя (заявителя) оформляется свидетельство о поверке на бумажном носителе.

11.3 При положительных результатах поверки на поверяемое средство измерений пользователь наносит знак поверки в соответствии с описанием типа средства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, по запросу пользователя (заявителя) выдается извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности.

11.5 По запросу пользователя (заявителя) оформляется протокол поверки в произвольной форме. В протоколе поверки допускается привести качественные результаты измерений с выводами о соответствии поверенного средства измерений метрологическим требованиям без указания измеренных числовых значений величин, если пользователь (заявитель) не предъявил требование по указанию измеренных действительных значений.