

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Р. В. Павлов

2025 г.



«ГСИ. Приборы многофункциональные переносные МПИ-СЦБ 2.0
Методика поверки»

МП 17411-00-00

Разработчики:

Ведущий инженер по метрологии
отдела № 432

ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Н. Б. Заболкин

«04» 03 2025 г.

Инженер по метрологии 2 категории
отдела № 432

ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Е. С. Игнатенко

«04» 03 2025 г.

г. Санкт-Петербург
2025 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	4
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	7
7 Внешний осмотр средства измерений.....	7
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11 Оформление результатов поверки.....	18
Приложение А	19
Приложение Б	22

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на приборы многофункциональные переносные МПИ-СЦБ 2.0 (далее по тексту – приборы), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Инжиниринг АТ» (далее по тексту – ООО «Инжиниринг АТ»), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Приборы предназначены для измерения, отображения и регистрации постоянного и переменного электрического напряжения, разности и суммы напряжений постоянного и переменного тока двух каналов, силы постоянного и переменного электрического тока, частоты, длительности импульсов и временных интервалов, временных задержек, угла фазового сдвига, при эксплуатации и ремонте устройств сигнализации, централизации и блокировки железнодорожного транспорта, а также устройств автоматики, телемеханики и связи.

1.3 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик применяется метод прямых измерений.

1.4 При поверке приборов обеспечивается прослеживаемость в соответствии с:

- государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 № 1520, к государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения»;

- государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 № 2091, к государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока»;

- государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706, к государственному первичному эталону ГЭТ 89-2008 «Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот от 10 до $3 \cdot 10^7$ Гц»;

- государственной поверочной схемой 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.03.2022 № 668, к государственному первичному специальному эталону ГЭТ 88-2014 «Государственный первичный специальный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц»;

- государственной поверочной схемой для средств измерений угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-2}$ до $10 \cdot 10^7$ Гц, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2022 № 3345, к государственному первичному специальному эталону ГЭТ 61-2022 «Государственный первичный специальный эталон единицы угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями в диапазоне частот $1 \cdot 10^{-2}$ до $10 \cdot 10^7$ Гц»;

- государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.09.2022 № 2360, к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022 «Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени».

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки приборов 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 и после ремонта	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение относительной погрешности измерения постоянного электрического напряжения	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности измерения переменного электрического напряжения	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерения разности и суммы напряжений постоянного и переменного тока	Да	Да	10.3
Определение относительной погрешности измерения силы постоянного электрического тока	Да	Да	10.4
Определение относительной погрешности измерения силы переменного электрического тока	Да	Да	10.5
Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига	Да	Да	10.7
Определение относительной погрешности измерения длительности импульсов и временных интервалов	Да	Да	10.8
Определение относительной погрешности измерения временных задержек	Да	Да	10.9
Проверка параметров фильтров	Да	Нет	10.10
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10.11

2.2 Поверка приборов возможна только в полном объеме.

2.3 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 прибор к дальнейшей поверке не допускается, бракуется и направляется в ремонт.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +10 до +30;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, осуществляющие поверку данного вида средств измерений, ознакомленные с устройством и принципом работы поверяемого средства измерений и средств поверки, согласно эксплуатационной документации, изучившие настоящую методику поверки.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работ с электроустановками напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам 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
п. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 °С до плюс 30 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 1 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ кПа. Средства измерений переменного электрического напряжения с возможностью воспроизведения значения напряжения 10 В, 50 Гц	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13. Калибратор универсальный Н4-17, рег. № 46628-11
п. 10.1 Определение относительной погрешности измерения постоянного электрического напряжения	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше согласно приказу от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне воспроизведения постоянного электрического напряжения от 0,1 до 500 В	Калибратор универсальный Н4-17, рег. № 46628-11
п. 10.2 Определение относительной погрешности измерения переменного электрического напряжения	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше согласно приказу от 18.08.2023 № 1706 в диапазоне воспроизведения переменного электрического напряжения от 0,1 до 350 В, от 8 до 10000 Гц	Калибратор универсальный Н4-17, рег. № 46628-11

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерения разности и суммы напряжений постоянного и переменного тока	Рабочие эталоны 3-го разряда и выше согласно приказу от 28.07.2023 № 1520 в диапазоне воспроизведения постоянного электрического напряжения от 0,1 до 500 В. Рабочие эталоны 3-го разряда и выше согласно приказу от 18.08.2023 № 1706 в диапазоне воспроизведения переменного электрического напряжения от 0,1 до 350 В, от 25 до 100 Гц	Калибратор универсальный Н4-17, рег. № 46628-11
п. 10.4 Определение относительной погрешности измерения силы постоянного электрического тока	Рабочие эталоны 2-го разряда и выше согласно приказу от 01.10.2018 № 2091 в диапазоне воспроизведения силы постоянного электрического тока от 0,1 до 25 А	Компаратор-калибратор универсальный КМ300КНТ, рег. № 40239-08
п. 10.5 Определение относительной погрешности измерения силы переменного электрического тока	Рабочие эталоны 2-го разряда и выше согласно приказу от 17.03.2022 № 668 в диапазоне воспроизведения силы переменного электрического тока от 0,1 до 20 А, от 25 до 100 Гц	Компаратор-калибратор универсальный КМ300КНТ, рег. № 40239-08
п. 10.6 Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты	Рабочие эталоны 5-го разряда и выше согласно приказу от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне воспроизведения частоты от 0,1 до 10000 Гц	Генератор сигналов произвольной формы 33522А, рег. № 52150-12
п. 10.7 Определение абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига	Рабочие эталоны 2-го разряда и выше согласно приказу от 30.12.2022 № 3345 в диапазоне воспроизведения угла фазового сдвига от 0° до 360°	Калибратор фазовых сдвигов Ф5224, рег. № 9190-83
п. 10.8 Определение относительной погрешности измерения длительности импульсов и временных интервалов	Рабочие эталоны 5-го разряда и выше согласно приказу от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне воспроизведения длительности импульсов от 1 мс до 10 с	Генератор сигналов произвольной формы 33522А, рег. № 52150-12
п. 10.9 Определение относительной погрешности измерения временных задержек	Рабочие эталоны 5-го разряда и выше согласно приказу от 26.09.2022 № 2360 с возможностью установки периода импульсов в диапазоне от 0,005 до 12,5 с, временных задержек от 0,001 до 10 с	Генератор сигналов произвольной формы 33522А, рег. № 52150-12, Генератор сигналов произвольной формы 33220А, рег. № 32993-06
п. 10.10 Проверка параметров фильтров	Рабочие эталоны 5-го разряда и выше согласно приказу от 26.09.2022 № 2360 в диапазоне воспроизведения частоты от 20 до 6000 Гц	Генератор сигналов произвольной формы 33522А, рег. № 52150-12
Вспомогательные средства: Персональный компьютер: процессор IntelCore i5, ОЗУ8 Гб, монитор LCD14", 2 USB порта, операционная система – Windows 11, клавиатура, манипулятор «мышь», ПО «MPI_SCB.exe».		

5.2 Допускается применение иных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой, в соответствующей поверочной схеме, точностью.

5.3 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть исправны и иметь действующую запись о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», «Правилами эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые приборы.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре необходимо проверить:

- комплектность прибора на соответствие руководству по эксплуатации;
- четкость всех надписей на поверяемом приборе;
- чистоту контактных разъемов;
- исправность соединительных кабелей;
- прочность и целостность всех покрытий, обеспечивающих защиту от внешних воздействий;
- отсутствие механических повреждений прибора.

Результат внешнего осмотра считается положительным, если механические повреждения, трещины, сколы, дефекты отсутствуют, а надписи и обозначения на приборе четкие и соответствуют эксплуатационным документам.

Прибор, не удовлетворяющий критериям внешнего осмотра, к поверке не допускается.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке, опробовании и проведении поверки необходимо проконтролировать условия поверки в соответствии с п. 3 настоящей методики.

8.1.1 Провести подготовку прибора к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.1.2 После подготовки к работе прибор необходимо подключить к ПК через интерфейс USB и выдержать для установления рабочего режима 10 секунд.

8.2 Опробование прибора

8.2.1 На ПК запустить программу «MPI_SCB.exe». В настройках программы включить каналы U1 и U2, выбрать диапазон измерения ± 20 В (СКЗ $\sim 2,8$ В) для каждого канала и нажать кнопку «Применить выбранные настройки».

8.2.2 Подать от калибратора Н4-17 на входы канала 1 и канала 2 МПЭС переменное электрическое напряжение 10 В, 50 Гц. Включить чтение сигнала и убедиться в отображении на экране осциллограммы и значений параметров измеряемого сигнала.

Результаты опробования считаются положительными, если все параметры измеряемого сигнала отображаются и в окне графика одновременно отображаются две осциллограммы разного цвета.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 На ПК запустить программу «MPI_SCB.exe».

9.2 Визуально зафиксировать информацию о ПО в верхней части окна программы.

Результаты считаются положительными, если версия ПО соответствует, указанной в описании типа прибора.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности измерения постоянного электрического напряжения

10.1.1 Подать от калибратора Н4-17 на входы канала 1 и канала 2 МПЭС постоянное электрическое напряжение в точках согласно таблице 3 и провести прибором измерение постоянного электрического напряжения. При этом показания измеренных значений снимать в поле «Уровень» основного окна программы прибора.

Таблица 3

Предел измерений, В	Поверяемая точка, В	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
4	0,100	$\pm 20,5$
	-0,100	$\pm 20,5$
	0,500	$\pm 4,50$
	-0,500	$\pm 4,50$
	1,000	$\pm 2,50$
	-1,000	$\pm 2,50$
	2,000	$\pm 1,50$
	-2,000	$\pm 1,50$
	3,000	$\pm 1,17$
	-3,000	$\pm 1,17$
	4,000	$\pm 1,00$
	-4,000	$\pm 1,00$
20	4,000	$\pm 3,00$
	-4,000	$\pm 3,00$
	5,000	$\pm 2,50$
	-5,000	$\pm 2,50$
	10,000	$\pm 1,50$
	-10,000	$\pm 1,50$
	15,000	$\pm 1,17$
	-15,000	$\pm 1,17$
	20,000	$\pm 1,00$
	-20,000	$\pm 1,00$
100	20,000	$\pm 3,00$
	-20,000	$\pm 3,00$
	25,000	$\pm 2,50$
	-25,000	$\pm 2,50$
	50,000	$\pm 1,50$
	-50,000	$\pm 1,50$
	70,000	$\pm 1,215$
	-70,000	$\pm 1,215$
	100,000	$\pm 1,00$
	-100,000	$\pm 1,00$
500	100,000	$\pm 3,00$
	-100,000	$\pm 3,00$
	125,000	$\pm 2,50$
	-125,000	$\pm 2,50$
	250,000	$\pm 1,50$
	-250,000	$\pm 1,50$
	500,000	$\pm 1,00$
	-500,000	$\pm 1,00$

10.1.2 Измеренные значения занести в таблицу Б1 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.1.3 Рассчитать относительную погрешность измерения постоянного электрического напряжения по формуле (1) п. 10.11 настоящей методики.

10.1.4 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если относительная погрешность измерения постоянного электрического напряжения не превышает значений, приведённых в таблице 3.

10.2 Определение относительной погрешности измерения переменного электрического напряжения

10.2.1 Подать от калибратора Н4-17 на входы канала 1 и канала 2 МПЭС переменное электрическое напряжение в точках согласно таблице 4 и провести прибором измерение переменного электрического напряжения. При этом показания измеренных значений снимать в поле «Ср. квадр. значение» основного окна программы прибора.

Таблица 4

Предел измерений, В	Поверяемая точка, В	Пределы допускаемой относительной погрешности, %				
		8 Гц	20 Гц	175 Гц	5600 Гц	10000 Гц
2,8	0,100	±16,5		±16,0	±16,5	±15
	1,000	±3,9		±3,4	±3,9	±15
	2,000	±3,2		±2,7	±3,2	±15
	2,800	±3,0		±2,5	±3,0	±15
14	2,800	±5,0		±4,5	±5,0	
	5,000	±3,9		±3,4	±3,9	
	10,000	±3,2		±2,7	±3,2	
	14,000	±3,0		±2,5	±3,0	
70	14,000	±5,0		±4,5	±5,0	
	25,000	±3,9		±3,4	±3,9	
	50,000	±3,2		±2,7	±3,2	
	70,000	±3,0		±2,5	±3,0	
350	70,000	±5,0		±4,5	±5,0	
	125,000	±3,9		±3,4	±3,9	
	250,000	±3,2		±2,7	±3,2	
	350,000	±3,0		±2,5	±3,0	

10.2.2 Измеренные значения занести в таблицу Б2 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.2.3 Рассчитать относительную погрешность измерения переменного электрического напряжения по формуле (1) п. 10.11 настоящей методики.

10.2.4 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если относительная погрешность измерения переменного электрического напряжения не превышает значений, приведённых в таблице 4.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерения разности и суммы напряжений постоянного и переменного тока

10.3.1 Подать от калибратора Н4-17 на входы канала 1 и канала 2 МПЭС постоянное электрическое напряжение согласно таблице 5 и провести измерения разности и суммы напряжений между каналами 1 и 2. При этом показания измеренных значений снимать в поле «Уровень» основного окна программы прибора.

Таблица 5

Предел измерений, В	Задаваемое напряжение, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
4	0,100	$\pm 0,041$
	1,000	$\pm 0,050$
	2,000	$\pm 0,060$
	4,000	$\pm 0,080$
20	4,000	$\pm 0,240$
	5,000	$\pm 0,250$
	10,000	$\pm 0,300$
	20,000	$\pm 0,400$
100	20,000	$\pm 1,200$
	25,000	$\pm 1,250$
	50,000	$\pm 1,500$
	100,000	$\pm 2,000$
500	100,00	$\pm 6,000$
	125,00	$\pm 6,250$
	250,00	$\pm 7,500$
	500,00	$\pm 10,000$

10.3.2 Подать от калибратора Н4-17 на входы канала 1 и канала 2 МПЭС переменное электрическое напряжение на частотах 25 и 100 Гц согласно таблице 6 и провести измерения разности и суммы напряжений между каналами 1 и 2. При этом показания измеренных значений снимать в поле «Ср. квадр. значение» основного окна программы прибора. При измерении разности напряжений показание следует принимать со знаком минус при изменении фазы на 180° , значение которой контролировать в поле «Фаза» основного окна программы прибора.

Таблица 6

Предел измерений, В	Задаваемое напряжение, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
2,8	0,100	$\pm 0,032$
	1,000	$\pm 0,068$
	2,000	$\pm 0,108$
	2,800	$\pm 0,140$
14	2,800	$\pm 0,152$
	5,000	$\pm 0,340$
	10,000	$\pm 0,540$
	14,000	$\pm 0,700$
170	14,000	$\pm 1,260$
	25,000	$\pm 1,700$
	50,000	$\pm 2,700$
	70,000	$\pm 3,500$
350	70,000	$\pm 6,300$
	125,000	$\pm 8,500$
	250,000	$\pm 13,500$
	350,000	$\pm 17,500$

10.3.3 Измеренные значения занести в таблицу Б3 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.3.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения разности и суммы напряжений постоянного и переменного тока по формуле (2) п. 10.11 настоящей методики.

10.3.5 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если абсолютная погрешность не превышает значений, приведённых в таблицах 5 и 6.

10.4 Определение относительной погрешности измерения силы постоянного электрического тока

10.4.1 Подать от калибратора КМ-300КНТ на измерительный шунт, подключенный к гнездам «А» МПЭС, силу постоянного электрического тока в точках согласно таблице 7 и провести прибором измерение силы постоянного электрического тока.

Таблица 7

Предел измерений, А	Поверяемая точка, А	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
2	0,100	$\pm 10,5$
	-0,100	$\pm 10,5$
	0,500	$\pm 2,50$
	-0,500	$\pm 2,50$
	1,000	$\pm 1,50$
	-1,000	$\pm 1,50$
	1,500	$\pm 1,17$
	-1,500	$\pm 1,17$
	2,000	$\pm 1,00$
	-2,000	$\pm 1,00$
5	2,000	$\pm 1,75$
	-2,000	$\pm 1,75$
	3,000	$\pm 1,34$
	-3,000	$\pm 1,34$
	4,000	$\pm 1,13$
	-4,000	$\pm 1,13$
	5,000	$\pm 1,00$
	-5,000	$\pm 1,00$
10	5,000	$\pm 1,50$
	-5,000	$\pm 1,50$
	7,000	$\pm 1,22$
	-7,000	$\pm 1,22$
	10,000	$\pm 1,00$
	-10,000	$\pm 1,00$
25	10,000	$\pm 1,75$
	-10,000	$\pm 1,75$
	15,000	$\pm 1,34$
	-15,000	$\pm 1,34$
	20,000	$\pm 1,13$
	-20,000	$\pm 1,13$
	25,000	$\pm 1,00$
	-25,000	$\pm 1,00$

10.4.2 Измеренные значения занести в таблицу Б4 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.4.3 Рассчитать относительную погрешность измерения силы постоянного электрического тока по формуле (1) п. 10.11 настоящей методики.

10.4.4 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если относительная погрешность не превышает значений, приведённых в таблице 7.

10.5 Определение относительной погрешности измерения силы переменного электрического тока

10.5.1 Подать от калибратора КМ-300КНТ на измерительный шунт, подключенный к гнездам «А» МПЭС, силу переменного электрического тока частотой 25, 50, 100 Гц в точках согласно таблице 8 и провести прибором измерение силы переменного электрического тока.

Таблица 8

Предел измерений, А	Поверяемая точка, А	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
1,4	0,100	$\pm 9,50$
	0,500	$\pm 3,90$
	0,800	$\pm 3,38$
	1,400	$\pm 3,00$
3,5	1,400	$\pm 3,75$
	2,000	$\pm 3,38$
	3,500	$\pm 3,00$
7	3,500	$\pm 3,50$
	5,000	$\pm 3,20$
	7,000	$\pm 3,00$
20	7,000	$\pm 3,93$
	10,000	$\pm 3,50$
	15,000	$\pm 3,17$
	20,000	$\pm 3,00$

10.5.2 Измеренные значения занести в таблицу Б5 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.5.3 Рассчитать относительную погрешность измерения силы переменного электрического тока по формуле (1) п. 10.11 настоящей методики.

10.5.4 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если относительная погрешность не превышает значений, приведённых в таблице 8.

10.6 Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты

10.6.1 Подать от генератора 33522А на вход канала 1 МПЭС переменное электрическое напряжение 5 В частотой согласно таблице 9 и провести прибором измерение частоты сигнала.

Таблица 9

Поверяемая точка, Гц	Пределы допускаемой погрешности
0,100	$\pm 0,003$ Гц
1,000	$\pm 0,012$ Гц
25,000	± 1 %
50,000	
75,000	
500,000	
1000,000	
2000,000	
4000,000	
5000,000	
6000,000	
10000,000	

10.6.2 Измеренные значения занести в таблицу Б6 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.6.3 Рассчитать абсолютную и относительную погрешность измерения частоты по формулам (1) и (2) п. 10.11 настоящей методики.

10.6.4 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если абсолютная и относительная погрешность не превышает значений, приведённых в таблице 9.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига

10.7.1 Подать от калибратора фазовых сдвигов Ф5224 на входы каналов 1 и 2 МПЭС напряжение 2 В частотой 25 Гц, установив угол фазового сдвига между напряжениями, согласно таблице 10, и провести прибором измерения угла фазового сдвига.

Таблица 10

Угол фазового сдвига, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °
0	±2
30	
90	
120	
180	
270	
360	

10.7.2 Повторить операции по п. 10.7.1 для частот 50 и 75 Гц.

10.7.3 Измеренные значения занести в таблицу Б7 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.7.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения частоты по формуле (2) п. 10.11 настоящей методики.

10.7.5 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если абсолютная погрешность не превышает значений, приведённых в таблице 10.

10.8 Определение относительной погрешности измерения длительности импульсов и временных интервалов

10.8.1 Подать от генератора 33522А на вход канала 1 МПЭС прямоугольные импульсы длительностью, согласно таблице 11, и провести курсорные измерения прибором длительности импульсов.

Таблица 11

Поверяемая точка	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
1,000 мс	±1
5,000 мс	
25,000 мс	
50,000 мс	
100,000 мс	
250,000 мс	
500,000 мс	
1,000000 с	
5,000000 с	
10,000000 с	

10.8.2 Измеренные значения занести в таблицу Б8 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.8.3 Рассчитать относительную погрешность измерения длительности импульсов и временных интервалов по формуле (1) п. 10.11 настоящей методики.

10.8.4 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если относительная погрешность не превышает значений, приведённых в таблице 11.

10.9 Определение относительной погрешности измерения временных задержек

10.9.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1.

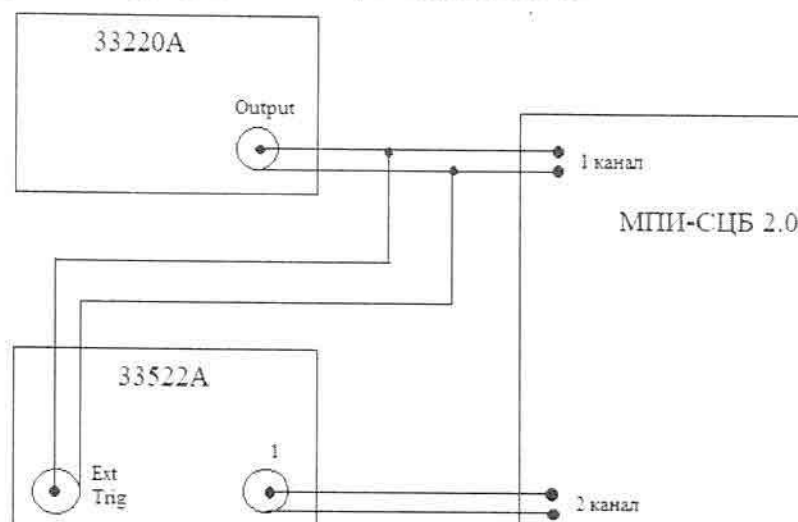


Рисунок 1 – Схема при определении абсолютной погрешности измерения временных задержек

10.9.2 Включить питание генераторов и осуществить следующие настройки:

Для 33220А:

- 1) Форма импульсов – «Square»;
- 2) Период следования импульсов – согласно таблице 12;
- 3) Амплитуда импульсов – 3 В V_{pp} ;
- 4) нажать кнопку «Output».

Для 33522А:

- 1) нажать кнопку «Waveforms» и выбрать форму сигнала: «Square»;
- 2) нажать кнопку «Units» и выбрать задаваемые параметры: «Period», «Amp/offs», «Ampl as - V_{pp} », «Start/Stop»;
- 3) нажать кнопку «Trigger» и выбрать характеристики запуска: «Source - Ext», завершить программирование нажатием кнопки под надписью на экране «DONE»;
- 4) нажать кнопку «Parameters» и задать следующие параметры выходного сигнала:
 - амплитуда (Amplitude) – 3 В V_{pp} ;
 - напряжение смещения (offset) – 0 В;
 - период импульса (Period) – согласно таблице 12;
- 5) нажать кнопку «Burst» и задать фазу «Start Phase» согласно таблице 12, выбрать включение режима пакетов импульсов: «On»;
- 6) нажать кнопку «Channel Setup 1» и выбрать включение выхода генератора: «On».

Таблица 12

Период следования импульсов, устанавливаемый на 33220А, с	Параметры сигнала, устанавливаемого на 33522А		Время чтения сигнала, с	Временная задержка (поверяемая точка)	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
	период, с	фаза, °			
0,005	0,004999	72	0,05	1,000 мс	±1
0,05	0,04999	72	0,1	10,000 мс	
2,0	1,999	180	4	1,000000 с	
10,0	9,999	180	20	5,000000 с	
12,5	12,499	288	40	10,000000 с	

10.9.3 Установить в ПО прибора время чтения сигнала согласно таблице 12. С помощью курсоров провести прибором измерения временных задержек. Измеренные значения отобразятся в поле «Время между курсорами».

10.9.4 Измеренные значения занести в таблицу Б9 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.9.5 Рассчитать относительную погрешность измерения временных задержек по формуле (1) п. 10.11 настоящей методики.

10.9.6 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если относительная погрешность не превышает значений, приведённых в таблице 12.

10.10 Проверка параметров фильтров

10.10.1 Проверка параметров полосовых фильтров

10.10.1.1 Выбрать в ПО на прибор следующие параметры полосового фильтра: Тип фильтра – Баттерворта, частота дискретизации 15 кГц, частота фильтра 25 Гц, полоса 2 Гц.

10.10.1.2 Подать от генератора 33522А на вход канала 1 МПЭС сигнал синусоидальной формы с действующим значением напряжения 5 В частотой 25 Гц и зафиксировать измеренное прибором значение напряжения $U_{изм}$.

10.10.1.3 Включить фильтр канала 1 во вкладке «Фильтры» ПО прибора.

10.10.1.4 Уменьшать частоту сигнала генератора до тех пор, пока напряжение на выходе фильтра не уменьшится до значения, равного $0,707 \cdot U_{изм}$. Зафиксировать значение нижней частоты полосы фильтра.

10.10.1.5 Установить на генераторе частоту 25 Гц.

10.10.1.6 Увеличить частоту сигнала генератора до тех пор, пока напряжение на выходе фильтра не уменьшится до значения, равного $0,707 \cdot U_{изм}$. Зафиксировать значение верхней частоты полосы фильтра.

10.10.1.7 Определить частоту полосы фильтра, как разность верхней и нижней частот.

10.10.1.8 Выключить фильтр канала 1 во вкладке «Фильтры» ПО прибора.

10.10.1.9 Повторить операции пп. 10.10.1.1–10.10.1.8 для всех типов фильтра и частот фильтра на каждой частоте дискретизации согласно таблице 13.

Таблица 13

Тип фильтра	Частота дискретизации, кГц	Частота фильтра, Гц	Полоса пропускания, Гц	Диапазон допускаемых значений полосы, Гц
1	2	3	4	5
Баттерворта	15, 30, 60, 115	25	2	от 1,5 до 2,5
	15, 30, 60, 115, 230	50, 75	2	от 1,5 до 2,5
	15, 30, 60, 115, 230, 460	175	2	от 1,5 до 2,5
	15, 30, 60, 115, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	4	от 3,0 до 5,0
	15, 30, 60, 115, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	24	от 20 до 28
	15, 30, 60, 115, 230, 460	4545, 5000, 5555	100	от 80 до 120

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
Бесселя	15, 30, 60, 115	25, 50, 75	2	от 1,5 до 2,5
	15, 30, 60, 115, 230, 460	175	2	от 1,5 до 2,5
	15, 30, 60, 115, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	4	от 3,0 до 5,0
	15, 30, 60, 115, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	24	от 20 до 28
	15, 30, 60, 115, 230, 460	4545, 5000, 5555	100	от 80 до 120

10.10.1.10 Измеренные значения занести в таблицу Б10 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.10.1.11 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения частоты полосы фильтра прибора находятся в диапазонах, указанных в таблице 13.

10.10.2 Проверка параметров режекторных фильтров

10.10.2.1 Выбрать в ПО на прибор следующие параметры режекторного фильтра: Тип фильтра – Баттерворта, частота дискретизации 15 кГц, частота фильтра 25 Гц, полоса 2 Гц.

10.10.2.2 Подать от генератора 33522А на вход канала 1 МПЭС сигнал синусоидальной формы с действующим значением напряжения 5 В частотой 25 Гц и зафиксировать измеренное прибором значение напряжения $U_{изм}$.

10.10.2.3 Включить фильтр канала 1 во вкладке «Фильтры» ПО прибора.

10.10.2.4 Уменьшать частоту сигнала генератора до тех пор, пока напряжение на выходе фильтра не увеличится до значения, равного $0,707 \cdot U_{изм}$. Зафиксировать значение нижней частоты полосы фильтра.

10.10.2.5 Установить на генераторе частоту 25 Гц.

10.10.2.6 Увеличить частоту сигнала генератора до тех пор, пока напряжение на выходе фильтра не увеличится до значения, равного $0,707 \cdot U_{изм}$. Зафиксировать значение верхней частоты полосы фильтра.

10.10.2.7 Определить частоту полосы фильтра, как разность верхней и нижней частот.

10.10.2.8 Выключить фильтр канала 1 во вкладке «Фильтры» ПО прибора.

10.10.2.9 Повторить операции пп. 10.10.2.1–10.10.2.8 для всех типов фильтра и частот фильтра на каждой частоте дискретизации согласно таблице 14.

Таблица 14

Тип фильтра	Частота дискретизации, кГц	Частота фильтра, Гц	Полоса подавления, Гц	Диапазон допустимых значений полосы, Гц
Баттерворта	15, 30, 60, 115	25	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 115, 230	50, 75, 175	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 115, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	4	от 2,0 до 6,0
	15, 30, 60, 230, 460	4545, 5000, 5555	10	от 6,0 до 14,0
Чебышева	15, 30, 60, 115	25, 50	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 115, 230	75, 175	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 115, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	4	от 2,0 до 6,0
	15, 30, 60, 230, 460	4545, 5000, 5555	10	от 6,0 до 14,0
Эллиптический	15, 30, 60, 115	25, 50, 75	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 115, 230	175	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	4	от 2,0 до 6,0
	15, 30, 60, 230, 460	4545, 5000, 5555	10	от 6,0 до 14,0
Бесселя	15, 30, 60, 115	25, 50, 75	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 115, 230	175	2	от 1,0 до 3,0
	15, 30, 60, 230, 460	420, 480, 580, 720, 780	4	от 2,0 до 6,0
	15, 30, 60, 230, 460	4545, 5000, 5555	10	от 6,0 до 14,0

10.10.2.10 Измеренные значения занести в таблицу Б11 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.10.2.11 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значения частоты полосы фильтра прибора находятся в диапазонах, указанных в таблице 14.

10.10.3 Проверка подавления сигнала

10.10.3.1 Подать от генератора 33522А на вход канала 1 МПЭС сигнал синусоидальной формы с действующим значением напряжения 5 В частотой 25 Гц.

10.10.3.2 Выбрать в ПО на прибор следующие параметры режекторного фильтра: частота фильтра 25 Гц, полоса пропускания 2 Гц, порядок фильтра 2.

10.10.3.3 Измерить значения напряжения после фильтрации и занести полученное значение в таблицу Б12 рекомендуемой формы протокола из приложения Б.

10.10.3.4 Рассчитать значение подавления сигнала по формуле (5) п. 10.11 настоящей методики.

10.10.3.5 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение подавления сигнала не менее 26 дБ.

10.11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.11.1 В процессе поверки расчет относительной погрешности по пп. 10.1, 10.2, 10.4, 10.5, 10.6, 10.8, 10.9 проводится по следующей формуле

$$\delta = \frac{X_{\text{п}} - X_{\text{эт}}}{|X_{\text{эт}}|} \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где δ – относительная погрешность;

$X_{\text{п}}$ – значение параметра, измеренное прибором;

$X_{\text{эт}}$ – действительное значение параметра, воспроизведенное средством поверки.

10.11.2 В процессе поверки расчет абсолютной погрешности по пп. 10.3, 10.6, 10.7, проводится по следующей формуле

$$\Delta = X_{\text{п}} - X_{\text{эт}}, \quad (2)$$

где Δ – абсолютная погрешность;

$X_{\text{п}}$ – значение параметра, измеренное прибором;

$X_{\text{эт}}$ – действительное значение параметра, воспроизведенное средством поверки.

При этом:

- при измерении разности напряжений $X_{\text{эт}}$ определяется по формуле

$$X_{\text{эт}} = U_1 - U_2, \quad (3)$$

- при измерении суммы напряжений $X_{\text{эт}}$ определяется по формуле

$$X_{\text{эт}} = U_1 + U_2, \quad (4)$$

где U_1, U_2 – напряжение заданное средством поверке на канале 1 и 2 соответственно.

10.11.3 В процессе поверки расчёт значения подавления сигнала по п. 10.10.3 проводится по формуле

$$A = 20 \cdot \lg(U_0 / U_x), \quad (5)$$

где A – значение подавление сигнала, дБ;

U_0 – значение напряжения, подаваемого на прибор, В;

U_x – измеренное прибором значение напряжение после фильтрации, В.

10.11.4 Результаты поверки считаются положительными, если полученные (расчетные) значения погрешностей не превышают пределов допускаемых погрешностей, приведенных в приложении А настоящей методики. Результаты считаются отрицательными, если полученные (расчетные) значения погрешностей превышают значения пределов допускаемых погрешностей, приведенных в приложении А настоящей методики

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца прибора положительные результаты поверки (когда прибор подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.3 По заявлению владельца прибора отрицательные результаты поверки (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

11.4 По результатам поверки прибора оформляется протокол, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

Приложение А (обязательное)

Таблица А1 – Измерение постоянного электрического напряжения положительной и отрицательной полярности

Предел измерений, В	Диапазон измерений, В	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
4	от 0,100 до 4,000	$\pm \left[1 + 0,5 \cdot \left(\left \frac{U_k}{U_x} \right - 1 \right) \right]$
20	от 4,000 до 20,000	
100	от 20,000 до 100,000	
500	от 100,000 до 500,000	
П р и м е ч а н и я 1 U_k – конечное значение диапазона измерений. 2 U_x – измеряемое значение напряжения.		

Таблица А2 – Измерение переменного электрического напряжения

Пределы измерений, В	Диапазон измерений, В	Диапазон частот, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
2,8	от 0,100 до 2,800	от 8 до 20 включ. св. 175 до 5600 включ.	$\pm \left[3 + 0,5 \cdot \left(\frac{U_k}{U_x} - 1 \right) \right]$
		св. 20 до 175 включ.	$\pm \left[2,5 + 0,5 \cdot \left(\frac{U_k}{U_x} - 1 \right) \right]$
		св. 5600 до 10000 включ.	± 15
14 70 350	от 2,800 до 14,000 от 14,000 до 70,000 от 70,000 до 350,000	от 8 до 20 включ. св. 175 до 5600 включ. св. 5600 до 10000 включ.	$\pm \left[3 + 0,5 \cdot \left(\frac{U_k}{U_x} - 1 \right) \right]$
		св. 20 до 175 включ.	$\pm \left[2,5 + 0,5 \cdot \left(\frac{U_k}{U_x} - 1 \right) \right]$
Примечания 1 U_k – конечное значение диапазона измерений. 2 U_x – измеряемое значение напряжения.			

Таблица А3 – Измерение суммы и разности постоянных электрических напряжений положительной и отрицательной полярности

Предел измерений каждого канала, В	Диапазон измерений каждого канала, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
4	от 0,100 до 4,000	$\pm \left(\frac{\delta_1 \cdot U_{x1} + \delta_2 \cdot U_{x2} }{100} \right)$
20	от 4,000 до 20,000	
100	от 20,000 до 100,000	
500	от 100,000 до 500,000	
Примечания 1 δ_1 – предел допускаемой относительной погрешности измерения постоянного электрического напряжения, заданного на канале 1. 2 δ_2 – предел допускаемой относительной погрешности измерения постоянного электрического напряжения, заданного на канале 2. 3 U_{x1} – измеряемое значение напряжения на канале 1. 4 U_{x2} – измеряемое значение напряжения на канале 2.		

Таблица А4 – Измерение суммы и разности переменных электрических напряжений частотой от 25 до 100 Гц

Предел измерений каждого канала, В	Диапазон измерений каждого канала, В	Пределы допускаемой относительной погрешности суммы и разности ¹⁾ переменных электрических напряжений, %
2,8	от 0,100 до 2,800	$\pm \left(\frac{\delta_1 \cdot U_{x1} + \delta_2 \cdot U_{x2}}{100} \right)$
14	от 2,800 до 14,000	
70	от 14,000 до 70,000	
350	от 70,000 до 350,000	
П р и м е ч а н и я 1 δ_1 – предел допускаемой относительной погрешности измерения переменного электрического напряжения, заданного на канале 1. 2 δ_2 – предел допускаемой относительной погрешности измерения переменного электрического напряжения, заданного на канале 2. 3 U_{x1} – измеряемое значение напряжения на канале 1. 4 U_{x2} – измеряемое значение напряжения на канале 2. ¹⁾ Под суммой и разностью понимается геометрическая сумма и разность двух синусоидальных сигналов		

Таблица А5 – Измерение силы постоянного электрического тока

Предел измерений, А	Диапазон измерений, А	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
2	от 0,100 до 2,000	$\pm \left[1 + 0,5 \cdot \left(\left \frac{I_k}{I_x} \right - 1 \right) \right]$
5	от 2,000 до 5,000	
10	от 5,000 до 10,000	
25	от 10,000 до 25,000	
П р и м е ч а н и я 1 I_k – конечное значение диапазона измерений. 2 I_x – измеряемое значение силы тока.		

Таблица А6 – Измерение силы переменного электрического тока частотой от 25 до 100 Гц

Предел измерений, А	Диапазон измерений, А	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
1,4	от 0,100 до 1,400	$\pm \left[3 + 0,5 \cdot \left(\left \frac{I_k}{I_x} \right - 1 \right) \right]$
3,5	от 1,400 до 3,500	
7	от 3,500 до 7,000	
20	от 7,000 до 20,000	
П р и м е ч а н и я		
1 I_k — конечное значение диапазона измерений.		
2 I_x — измеряемое значение силы тока.		

Таблица А7 – Измерение угла фазового сдвига между двумя электрическими напряжениями на частотах 25, 50, 75 Гц

Диапазон измерений, °	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °
от 0 до 360	±2

Таблица А8 – Измерение частоты

Диапазон измерений, Гц		Пределы допускаемой погрешности, %
от 0,1 до 10000	от 0,100 до 1,000 включ.	$\pm (1 \% F_x + 2 \text{ е.м.р.})$ (абсолютная)
	св. 1,000 до 10000,000 включ.	± 1 (относительная)
Примечание – F_x – измеряемое значение частоты.		

Таблица А9 – Измерение длительности импульсов и временных интервалов

Диапазон измерений		Пределы допускаемой относительной погрешности, %
от 0,001 до 10 с	от 1,000 до 999,999 мс	± 1
	от 1,000000 до 10,000000 с	

Таблица А10 – Измерение временных задержек между двумя электрическими напряжениями

Диапазон измерений		Пределы допускаемой относительной погрешности, %
от 0,001 до 10 с	от 1,000 до 999,999 мс	$\pm 1,5$
	от 1,000000 до 10,000000 с	

Таблица А11 – Полосовые и режекторные фильтры

Наименование характеристики	Значение
Полоса пропускания полосовых ¹⁾ фильтров на фиксированных частотах 25, 50, 75, 175 Гц, Гц	$2,0 \pm 0,5$
Полоса пропускания полосовых ¹⁾ фильтров на фиксированных частотах 420, 480, 580, 720, 780 Гц, Гц	4 ± 1 24 ± 4
Полоса пропускания полосовых ¹⁾ фильтров на фиксированных частотах 4545, 5000, 5555 Гц, Гц	100 ± 20
Полоса подавления режекторных ²⁾ фильтров на фиксированных частотах 25, 50, 75, 175 Гц, Гц	2 ± 1
Полоса подавления режекторных ²⁾ фильтров на фиксированных частотах 420, 480, 580, 720, 780, 4545, 5000, 5555 Гц, Гц	4 ± 2
Подавление сигнала режекторными фильтрами на частотах 25, 50, 75 Гц, дБ, не менее	26
¹⁾ Для фильтров типа Баттерворта и Бесселя.	
²⁾ Для фильтров типа Баттерворта, Чебышева, Эллиптического и Бесселя.	

Приложение Б (рекомендуемое)

Протокол поверки
прибора multifunctional portable MPI-SCB 2.0 № _____

Средства поверки _____

(тип и заводской номер)

Условия поверки: температура воздуха _____; относительная влажность _____; атмосферное давление _____.

Б1 Внешний осмотр средства измерений

Вывод: соответствует/не соответствует п. 7 МП.

Б2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Вывод: соответствует/не соответствует п. 8 МП.

Б3 Проверка программного обеспечения средства измерений

Вывод: соответствует/не соответствует п. 9 МП.

Б4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Б4.1 Определение относительной погрешности измерения постоянного электрического напряжения

Таблица Б1

Предел измерений, В	Поверяемая точка, В	Измеренные значения, В		Относительная погрешность, %		Пределы допускаемой относительной погрешности, %
		канал 1	канал 2	канал 1	канал 2	
1	2	3	4	5	6	7
4	0,100					±20,5
	-0,100					±20,5
	0,500					±4,50
	-0,500					±4,50
	1,000					±2,50
	-1,000					±2,50
	2,000					±1,50
	-2,000					±1,50
	3,000					±1,17
	-3,000					±1,17
	4,000					±1,00
	-4,000					±1,00
20	4,000					±3,00
	-4,000					±3,00
	5,000					±2,50
	-5,000					±2,50
	10,000					±1,50
	-10,000					±1,50
	15,000					±1,17
	-15,000					±1,17
	20,000					±1,00
	-20,000					±1,00

Продолжение таблицы Б1

1	2	3	4	5	6	7
100	20,000					±3,00
	-20,000					±3,00
	25,000					±2,50
	-25,000					±2,50
	50,000					±1,50
	-50,000					±1,50
	70,000					±1,215
	-70,000					±1,215
	100,000					±1,00
	-100,000					±1,00
500	100,000					±3,00
	-100,000					±3,00
	125,000					±2,50
	-125,000					±2,50
	250,000					±1,50
	-250,000					±1,50
	500,000					±1,00
	-500,000					±1,00

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.1 МП.

Б4.2 Определение относительной погрешности измерения переменного электрического напряжения

Таблица Б2

Предел измерений, В	Поверяемая точка, В	Частота, Гц	Измеренные значения, В		Относительная погрешность, %		Пределы допускаемой относительной погрешности, %
			канал 1	канал 2	канал 1	канал 2	
1	2	3	4	5	6	7	8
2,8	0,100	8					±16,5
	1,000						±3,9
	2,000						±3,2
	2,800						±3,0
14	2,800						±5,0
	5,000						±3,9
	10,000						±3,2
	14,000						±3,0
70	14,000						±5,0
	25,000						±3,9
	50,000						±3,2
	70,000						±3,0
350	70,000						±5,0
	125,000						±3,9
	250,000						±3,2
	350,000						±3,0
2,8	0,100	20					±16,5
	1,000						±3,9
	2,000						±3,2
	2,800						±3,0

Продолжение таблицы Б2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	2,800	20					±5,0
	5,000						±3,9
	10,000						±3,2
	14,000						±3,0
70	14,000						±5,0
	25,000						±3,9
	50,000						±3,2
	70,000						±3,0
350	70,000						±5,0
	125,000						±3,9
	250,000						±3,2
	350,000						±3,0
2,8	0,100	175					±16,0
	1,000						±3,4
	2,000						±2,7
	2,800						±2,5
14	2,800						±4,5
	5,000						±3,4
	10,000						±2,7
	14,000						±2,5
70	14,000						±4,5
	25,000						±3,4
	50,000						±2,7
	70,000						±2,5
350	70,000						±4,5
	125,000						±3,4
	250,000						±2,7
	350,000						±2,5
2,8	0,100	5600					±16,5
	1,000						±3,9
	2,000						±3,2
	2,800						±3,0
14	2,800						±5,0
	5,000						±3,9
	10,000						±3,2
	14,000						±3,0
70	14,000						±5,0
	25,000						±3,9
	50,000						±3,2
	70,000						±3,0
350	70,000						±5,0
	125,000						±3,9
	250,000						±3,2
	350,000						±3,0
2,8	0,100	10000					±15
	1,000						±15
	2,000						±15
	2,800						±15

Продолжение таблицы Б2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	2.800	10000					$\pm 5,0$
	5.000						$\pm 3,9$
	10.000						$\pm 3,2$
	14.000						$\pm 3,0$
70	14.000						$\pm 5,0$
	25.000						$\pm 3,9$
	50.000						$\pm 3,2$
	70.000						$\pm 3,0$
350	70.000						$\pm 5,0$
	125.000						$\pm 3,9$
	250.000						$\pm 3,2$
	350.000						$\pm 3,0$

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.2 МП.

Б4.3 Определение абсолютной погрешности измерения разности и суммы напряжений постоянного и переменного тока

Таблица Б3

Предел измерений, В	Задаваемое напряжение, В	Измеренные значения, В		Абсолютная погрешность, В		Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
		разности	суммы	разности	суммы	
1	2	3	4	5	6	7
измерения на постоянном токе						
4	0,100					$\pm 0,041$
	1,000					$\pm 0,050$
	2,000					$\pm 0,060$
	4,000					$\pm 0,080$
20	4,000					$\pm 0,240$
	5,000					$\pm 0,250$
	10,000					$\pm 0,300$
	20,000					$\pm 0,400$
100	20,000					$\pm 1,200$
	25,000					$\pm 1,250$
	50,000					$\pm 1,500$
	100,000					$\pm 2,000$
500	100,00					$\pm 6,000$
	125,00					$\pm 6,250$
	250,00					$\pm 7,500$
	500,00					$\pm 10,000$
измерения на переменном токе на частоте 25 Гц						
2,8	0,100					$\pm 0,032$
	1,000					$\pm 0,068$
	2,000					$\pm 0,108$
	2,800					$\pm 0,140$
14	2,800					$\pm 0,152$
	5,000					$\pm 0,340$
	10,000					$\pm 0,540$
	14,000					$\pm 0,700$

Продолжение таблицы Б3

1	2	4	5	6	7	8
170	14,000					$\pm 1,260$
	25,000					$\pm 1,700$
	50,000					$\pm 2,700$
	70,000					$\pm 3,500$
350	70,000					$\pm 6,300$
	125,000					$\pm 8,500$
	250,000					$\pm 13,500$
	350,000					$\pm 17,500$
измерения на переменном токе на частоте 100 Гц						
2,8	0,100					$\pm 0,032$
	1,000					$\pm 0,068$
	2,000					$\pm 0,108$
	2,800					$\pm 0,140$
14	2,800					$\pm 0,152$
	5,000					$\pm 0,340$
	10,000					$\pm 0,540$
	14,000					$\pm 0,700$
170	14,000					$\pm 1,260$
	25,000					$\pm 1,700$
	50,000					$\pm 2,700$
	70,000					$\pm 3,500$
350	70,000					$\pm 6,300$
	125,000					$\pm 8,500$
	250,000					$\pm 13,500$
	350,000					$\pm 17,500$

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.3 МП.

Б4.4 Определение относительной погрешности измерения силы постоянного электрического тока

Таблица Б4

Предел измерений, А	Поверяемая точка, А	Измеренные значения, А	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
1	2	3	4	5
2	0,100			$\pm 10,5$
	-0,100			$\pm 10,5$
	0,500			$\pm 2,50$
	-0,500			$\pm 2,50$
	1,000			$\pm 1,50$
	-1,000			$\pm 1,50$
	1,500			$\pm 1,17$
	-1,500			$\pm 1,17$
	2,000			$\pm 1,00$
	-2,000			$\pm 1,00$

Продолжение таблицы Б4

1	2	3	4	5
5	2,000			$\pm 1,75$
	-2,000			$\pm 1,75$
	3,000			$\pm 1,34$
	-3,000			$\pm 1,34$
	4,000			$\pm 1,13$
	-4,000			$\pm 1,13$
	5,000			$\pm 1,00$
	-5,000			$\pm 1,00$
10	5,000			$\pm 1,50$
	-5,000			$\pm 1,50$
	7,000			$\pm 1,22$
	-7,000			$\pm 1,22$
	10,000			$\pm 1,00$
	-10,000			$\pm 1,00$
25	10,000			$\pm 1,75$
	-10,000			$\pm 1,75$
	15,000			$\pm 1,34$
	-15,000			$\pm 1,34$
	20,000			$\pm 1,13$
	-20,000			$\pm 1,13$
	25,000			$\pm 1,00$
	-25,000			$\pm 1,00$

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.4 МП.

Б4.5 Определение относительной погрешности измерения силы переменного электрического тока

Таблица Б5

Предел измерений, А	Поверяемая точка, А	Измеренные значения, А			Относительная погрешность, %			Пределы допускаемой относительной погрешности, %
		25 Гц	50 Гц	100 Гц	25 Гц	50 Гц	100 Гц	
1,4	0,100							$\pm 9,50$
	0,500							$\pm 3,90$
	0,800							$\pm 3,38$
	1,400							$\pm 3,00$
3,5	1,400							$\pm 3,75$
	2,000							$\pm 3,38$
	3,500							$\pm 3,00$
7	3,500							$\pm 3,50$
	5,000							$\pm 3,20$
	7,000							$\pm 3,00$
20	7,000							$\pm 3,93$
	10,000							$\pm 3,50$
	15,000							$\pm 3,17$
	20,000							$\pm 3,00$

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.5 МП.

Б4.6 Определение абсолютной и относительной погрешности измерения частоты

Таблица Б6

Поверяемая точка, Гц	Измеренные значения, Гц	Погрешность	Пределы допускаемой погрешности
0,100			$\pm 0,003$ Гц
1,000			$\pm 0,012$ Гц
25,000			± 1 %
50,000			
75,000			
500,000			
1000,000			
2000,000			
4000,000			
5000,000			
6000,000			
10000,000			

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.6 МП.

Б4.7 Определение абсолютной погрешности измерения угла фазового сдвига

Таблица Б7

Поверяемая точка, °	Измеренные значения, °			Абсолютная погрешность, °			Пределы допускаемой абсолютной погрешности, °
	25 Гц	50 Гц	75 Гц	25 Гц	50 Гц	75 Гц	
0							± 2
30							
90							
120							
180							
270							
360							

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.7 МП.

Б4.8 Определение относительной погрешности измерения длительности импульсов и временных интервалов

Таблица Б8

Поверяемая точка	Измеренные значения	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
1,000 мс			± 1
5,000 мс			
25,000 мс			
50,000 мс			
100,000 мс			
250,000 мс			
500,000 мс			
1,000000 с			
5,000000 с			
10,000000 с			

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.8 МП.

Б4.9 Определение относительной погрешности измерения временных задержек

Таблица Б9

Период следования импульсов, устанавливаемый на 33220А, с	Параметры сигнала, устанавливаемого на 33522А		Время чтения сигнала, с	Временная задержка	Измеренное значение	Относительная погрешность, %	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
	период, с	фаза, °					
0,005	0,004999	72	0,05	1,000 мс	мс		±1
0,05	0,04999	72	0,1	10,000 мс	мс		
2,0	1,999	180	4	1,000000 с	с		
10,0	9,999	180	20	5,000000 с	с		
12,5	12,499	288	40	10,000000 с	с		

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.9 МП.

Б.4.10 Проверка параметров фильтров

Б.4.10.1 Проверка параметров полосовых фильтров

Таблица Б10

Частота фильтра, Гц	Частота дискретизации, кГц	Полоса пропускания, Гц	Измеренные значения, Гц		Полоса фильтра $F_{\text{верх}} - F_{\text{нижн}}$, Гц	Диапазон допускаемых значений полосы, Гц
			$F_{\text{нижн}}$, Гц	$F_{\text{верх}}$, Гц		
1	2	3	4	5	6	7
Фильтр Баттерворта						
25	15	2				от 1,5 до 2,5
	30					
	60					
	115					
50	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
75	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
175	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
420	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					

Продолжение таблицы Б10

1	2	3	4	5	6	7
420	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
480	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
580	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
720	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
780	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					

Продолжение таблицы Б10

1	2	3	4	5	6	7		
780	15	24				от 20 до 28		
	30							
	60							
	115							
	230							
	460							
4545	15	100				от 80 до 120		
	30							
	60							
	115							
	230							
	460							
5000	15							
	30							
	60							
	115							
	230							
	460							
5555	15							
	30							
	60							
	115							
	230							
	460							
Фильтр Бесселя								
25	15	2				от 1,5 до 2,5		
	30							
	60							
	115							
50	15							
	30							
	60							
	115							
75	15							
	30							
	60							
	115							
175	15							
	30							
	60							
	115							
	230							
	460							
420	15	4				от 3,0 до 5,0		
	30							
	60							
	115							
	230							
	460							

Продолжение таблицы Б10

1	2	3	4	5	6	7
420	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
480	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
580	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
720	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
780	15	4				от 3,0 до 5,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					

Продолжение таблицы Б10

1	2	3	4	5	6	7
780	15	24				от 20 до 28
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
4545	15	100				от 80 до 120
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
5000	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
5555	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					

Б.4.10.2 Проверка параметров режекторных фильтров

Таблица Б11

Частота фильтра, Гц	Частота дискретиза- ции, кГц	Полоса подавления, Гц	Измеренные значения, Гц		Полоса фильтра $F_{\text{верх}} - F_{\text{нижн}}$, Гц	Диапазон допус- каемых значений полосы, Гц
			$F_{\text{нижн}}$, Гц	$F_{\text{верх}}$, Гц		
1	2	3	4	5	6	7
Фильтр Баттерворта						
25	15	2				от 1,0 до 3,0
	30					
	60					
	115					
50	15					
	30					
	60					
	115					
75	230					
	15					
	30					
	60					
	115					
	230					

Продолжение таблицы Б11

1	2	3	4	5	6	7
175	15	2				от 1,0 до 3,0
	30					
	60					
	115					
	230					
420	15	4				от 2,0 до 6,0
	30					
	60					
	115					
	230					
480	460					
	15					
	30					
	60					
	115					
580	230					
	460					
	15					
	30					
	60					
720	115					
	230					
	460					
	15					
	30					
780	60					
	115					
	230					
	460					
	15					
4545	30	10				от 6,0 до 14,0
	60					
	230					
	460					
	15					
5000	30					
	60					
	230					
	460					
	15					
5555	30					
	60					
	230					
	460					
	15					

Продолжение таблицы Б11

1	2	3	4	5	6	7
Фильтр Чебышева						
25	15	2				от 1,0 до 3,0
	30					
	60					
	115					
50	15					
	30					
	60					
	115					
75	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
175	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
420	15	4				от 2,0 до 6,0
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
480	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
580	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
720	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					
780	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
	460					

Продолжение таблицы Б11

1	2	3	4	5	6	7
4545	15	10				от 6,0 до 14,0
	30					
	60					
	230					
	460					
5000	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
5555	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
Эллиптический фильтр						
25	15	2				от 1,0 до 3,0
	30					
	60					
	115					
50	15					
	30					
	60					
	115					
75	15					
	30					
	60					
	115					
175	15					
	30					
	60					
	115					
	230					
420	15	4				от 2,0 до 6,0
	30					
	60					
	230					
	460					
480	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
580	15					
	30					
	60					
	230					
	460					

Продолжение таблицы Б11

1	2	3	4	5	6	7		
720	15	4				от 2,0 до 6,0		
	30							
	60							
	230							
	460							
780	15							
	30							
	60							
	230							
	460							
4545	15	10				от 6,0 до 14,0		
	30							
	60							
	230							
	460							
5000	15							
	30							
	60							
	230							
	460							
5555	15							
	30							
	60							
	230							
	460							
Фильтр Бесселя								
25	15	2				от 1,0 до 3,0		
	30							
	60							
	115							
50	15							
	30							
	60							
	115							
75	15							
	30							
	60							
	115							
175	15							
	30							
	60							
	115							
	230							
420	15	4				от 2,0 до 6,0		
	30							
	60							
	230							
	460							

Продолжение таблицы Б11

1	2	3	4	5	6	7
480	15	4				от 2,0 до 6,0
	30					
	60					
	230					
	460					
580	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
720	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
780	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
4545	15	10				от 6,0 до 14,0
	30					
	60					
	230					
	460					
5000	15					
	30					
	60					
	230					
	460					
5555	15					
	30					
	60					
	230					
	460					

Б.4.10.3 Проверка подавления сигнала

Таблица Б12

Частота, Гц	Значение напряжения до фильтрации, В	Измеренное значение напряжения после фильтрации, В	Подавление сигнала, дБ	Допускаемое значение подавления сигнала, дБ
25				не менее 26
50				
75				

Вывод: соответствует/не соответствует п. 10.10 МП.

Заключение: МПИ-СЦБ 2.0 пригоден/не пригоден к применению.

Сведения о результатах поверки переданы в ФИФ ОЕИ.

Поверку провел _____

«__» _____ 20__ г.