

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



А.Н. Пронин

«03» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ШУНТ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА ЭТАЛОННЫЙ
БЕЗРЕАКТИВНЫЙ ШЭ-50.0**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП – 2201 – 0060 – 2025

Руководитель научно-исследовательской лаборатории
госэталонов в области измерений
режимов электрических цепей

ЗАМ. РУКОВОДИТЕЛЯ НИЛ 220
ИВАНОВ С.А.

В.И. Шевцов

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

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

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на шунт переменного тока эталонного безреактивного ШЭ-50.0 (далее – шунт), изготовленный ООО «НПП МАРС-ЭНЕРГО».

1.2 Настоящая методика поверки применяется для поверки шунта зав. № 066, используемого в качестве рабочего эталона 1-го разряда в диапазоне частот от 20 Гц до 30 кГц и 2-го разряда в диапазоне частот от 70 до 100 кГц в соответствии с Государственной поверочной схемой (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, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668.

1.3 Настоящая методика обеспечивает прослеживаемость шунта к государственному первичному специальному эталону единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - $1 \cdot 10^6$ Гц (ГЭТ 88-2014) в соответствии с 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, утвержденной приказом Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668.

Передачу единицы переменного электрического тока от вторичного эталона единицы силы электрического тока, применяемого при реализации методики поверки, выполняют методом непосредственного сличения поверяемого шунта с эталонным шунтом из комплекта преобразователей тока, входящего в состав вторичного эталона.

Методикой поверки допускается проведение периодической поверки шунта на определенных частотах выбираемых из ряда 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 70 кГц и 100 кГц в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операция поверки при		Номер 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)	Да	Да	8.1
Подготовка к проверке и опробование	Да	Да	8.2 – 8.4
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение коэффициента К	Да	Да	9.1
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается и выдается извещение о непригодности.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 2 ;
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- атмосферное давление, кПа $101,3 \pm 4,0$.

3.2 Шунт и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Персонал, участвующий в подготовке и проведении поверки шунта, должен пройти специальный инструктаж, иметь допуск к работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Поверку шунта рекомендуется проводить с помощью средств измерений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 30 °C с абсолютной погрешностью не более 0,5 °C. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,7 кПа.	Измеритель параметров воздуха 50503, рег. номер 32811-06
п. 9 Определение метрологических характеристик шунта	Эталоны единицы силы электрического тока: Диапазон силы тока 0,001 – 100 А Диапазон частот 20 – $1 \cdot 10^5$ Гц; НСП: $3,2 \cdot 10^{-6}$ – $1,1 \cdot 10^{-4}$ СКО: $4,2 \cdot 10^{-6}$ – $1,5 \cdot 10^{-4}$ В соответствии с 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 Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668	Вторичный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне значений от 1 мА до 100 А в диапазоне частот от 20 Гц до 100 кГц

5.2. Допускается применение средств поверки, не указанных в таблице 2, обеспечивающих требуемую точность передачи единицы силы электрического тока поверяемому шунту в соответствии с 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 Росстандарта от 17 марта 2022 г. № 668.

5.3 Применяемые для поверки СИ или эталоны должны быть утвержденного типа. СИ должны иметь актуальные данные о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны должны быть аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11.02.2020 г. № 456.

5.4 В случае изменения государственной поверочной схемы (ГПС) необходимо сопоставить требования к средствам поверки и обязательным требованиям действующей ГПС.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах (инструкциях) по эксплуатации поверяемого шунта и средств поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр шунта предусматривает проверку:

- комплектности;
- отсутствия механических повреждений корпуса и разъемов подключения измерительных цепей, клемм заземления и экранирования;
- состояния лакокрасочных покрытий;
- состояния маркировки – надписи и обозначения должны быть четкими и соответствовать эксплуатационным документам;
- наличие и сохранность пломб.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если отсутствуют механические повреждения, трещины, сколы, дефекты и другие видимые причины, препятствующие применению шунта, надписи и обозначения на шунте четкие и соответствуют эксплуатационным документам. При отрицательном результате внешнего осмотра выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке, опробовании и проведении поверки необходимо контролировать условия поверки в соответствии с п. 3.1.

8.2 После транспортирования шунт должны быть выдержан в нормальных условиях не менее суток.

8.3 Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации на шунт и срок действия поверки шунта.

Подготовить к работе шунт в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование шунта осуществляется путем подачи на вход шунта номинального значения силы тока 50 А и измеряется падение напряжения на выходе шунта. Результат опробования считается положительным, если падение напряжение на выходе шунта находятся в пределах $(0,8 \pm 0,1)$ В.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

Метрологические характеристики шунта определяются на частотах 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 70 кГц и 100 кГц.

Передачу единицы силы электрического тока от вторичного эталона, применяемого при поверке, выполняют методом непосредственного сличения поверяемого шунта с эталонным шунтом из комплекта преобразователей тока, входящего в состав вторичного эталона (далее по тексту – эталонный шунт).

9.1 Определение коэффициента К

9.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

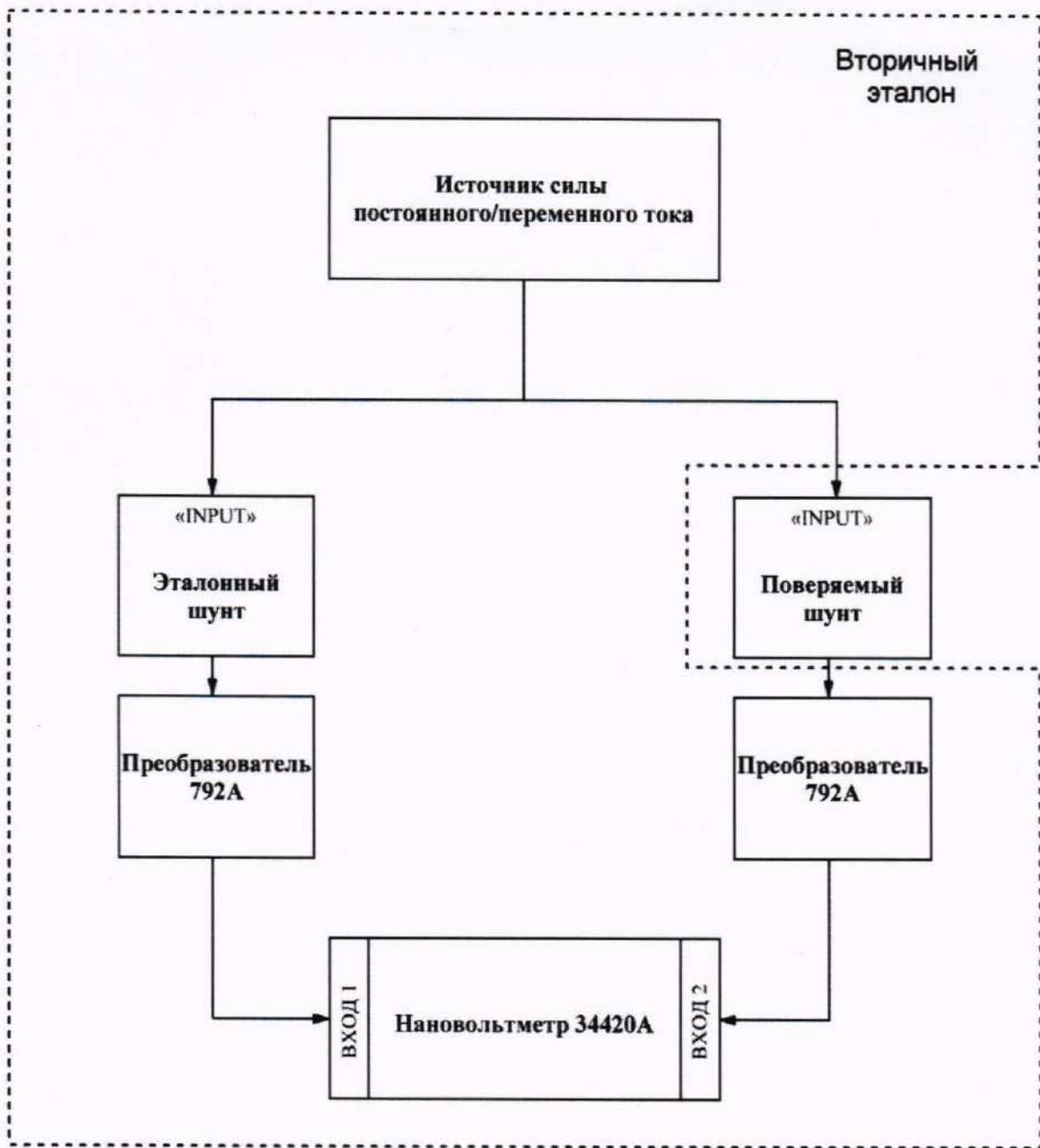


Рисунок 1 - Схема соединения приборов при определении метрологических характеристик

9.1.2 Определение метрологических характеристик шунта выполняется при номинальном значении силы тока 50 А эталонного и поверяемого шунта. В случае разных номинальных значений силы тока эталонного и поверяемого шунта поверку проводят при номинальном значении силы тока 50 А. При этом соотношение номинальных значений силы тока шунта должно быть не менее 1/2.

9.1.3 Подать на вход последовательно соединенных эталонного и поверяемого шунта номинальное значение 50 А и выдержать шунты при поданном на них токе в течение 30 мин.

9.1.4. Подать на вход переменный ток частотой f с номинальным значением 50 А. Измерить нановольтметром напряжение e_{3f} на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе эталонного шунта (канал 1) и напряжение $e_{k,f1}$ на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.5 Подать постоянный ток положительной полярности с номинальным значением 50 А и регулировкой уровня выходного тока установить значение напряжения на выходе эталонного шунта (канал 1) равное e_{3f} . Измерить нановольтметром напряжение e_{k+} на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.6 Подать постоянный ток отрицательной полярности с номинальным значением 50 А и регулировкой уровня выходного тока установить значение напряжения на выходе эталонного шунта (канал 1) равное e_{3f} . Измерить нановольтметром напряжение e_{k-} на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.7 Подать переменный ток частотой f с номинальным значением равным номинальному значению 50 А и регулировкой уровня выходного тока установить значение напряжения на выходе эталонного шунта (канал 1) равное e_{3f} . Измерить нановольтметром напряжение $e_{k,f2}$ на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.8 Рассчитать значение коэффициента К поверяемого шунта на частоте f по формуле:

$$K = \gamma_{\text{зп}} + \gamma_3 - \gamma_k + \gamma_{3792A} - \gamma_{\text{пов792A}}$$

где $\gamma_{\text{зп}}$ – значение погрешности компарирования силы переменного тока эталонного шунта из состава вторичного эталона;

γ_3 – частотная погрешность силы переменного тока эталонного шунта из состава вторичного эталона, рассчитывается по формуле:

$$\begin{aligned}\gamma_3 &= \frac{\Delta e_3}{e_{3\text{cp}}} \\ e_{3\text{ cp}} &= \frac{e_3 + e_3 -}{2} \\ \Delta e_3 &= \frac{e_{3f1} + e_{3f2}}{2} - \frac{e_{3+} + e_{3-}}{2}\end{aligned}$$

γ_k – частотная погрешность силы переменного тока поверяемого шунта, рассчитывается по формуле:

$$\gamma_k = \frac{\Delta e_k}{e_{\text{ксп}}}$$

$$e_{\text{ксп}} = \frac{e_{k+} + e_{k-}}{2}$$

$$\Delta e_k = \frac{e_{kf1} + e_{kf2}}{2} - \frac{e_{k+} + e_{k-}}{2}$$

$\gamma_{\text{эм792A}}$ - значение погрешности компарирования переменного напряжения на частоте f преобразователя 792А, измеряющего падение напряжения на выходе эталонного шунта;

$\gamma_{\text{пов792A}}$ - значение погрешности компарирования переменного напряжения на частоте f преобразователя 792А, измеряющего падение напряжения на выходе поверяемого шунта.

9.1.9 Повторить операции по пп. 9.1.4 – 9.1.7 в цикле ($I_{\sim}, I_+, I_-, I_{\sim}$) «и» раз (но не менее трех), рассчитывая значение коэффициента К поверяемого шунта на частоте f . За результат измерения принимается среднее значение коэффициента К поверяемого шунта.

9.1.10 Повторить операции по пп. 9.1.4 – 9.1.9 для всех требующихся частот.

10 Подтверждение соответствия шунта метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки считаются положительными, если полученные (расчетные) значения коэффициентов К шунта не превышает допускаемых значений, установленных при утверждении типа средства измерений, приведенных в описании типа и указанных в таблице 3.

Результаты считаются отрицательными, если полученные (расчетные) значения коэффициентов К шунта отличаются от значений коэффициентов К, установленных при утверждении типа средства измерений, приведенных в описании типа и указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы переменного тока

Номинальный ток шунта, I	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы переменного тока, $\pm K \cdot I, A$					
	Значения коэффициента K, мкА/A при частоте					
	20 Гц	1 кГц	10 кГц	30 кГц	70 кГц	100 кГц
50 А	150	150	150	320	45000	50000

10.2 Подтверждение соответствия метрологических характеристик шунта обязательным требованиям государственной поверочной схемы

Шунт признается годным для применения в качестве РЭ 1-го разряда в диапазоне частот от 20 Гц до 30 кГц и 2-го разряда в диапазоне частот от 70 до 100 кГц, если полученные значения абсолютных погрешностей шунта (значения коэффициента K, мкА/A), не превысили нормированные пределы доверительных границ относительных погрешностей, %, в соответствии с ГПС, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Доверительные границы относительных погрешностей для РЭ 1-го в диапазоне частот от 20 Гц до 30 кГц и 2-го разряда в диапазоне частот от 70 до 100 кГц при доверительной вероятности $P = 0,95$ и при 5 независимых измерениях

Номинальное значение силы тока, А	Доверительные границы относительных погрешностей, %, в зависимости от значений силы тока и частоты					
	20 Гц	1 кГц	10 кГц	30 кГц	70 кГц	100 кГц
50	0,015	0,015	0,015	0,032	4,5	5

11 Оформление результатов поверки

По результатам поверки оформляется протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

Сведения о результатах поверки с копией протокола передаются в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ). Порядок оформления результатов поверки и передачи сведений о них в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений установлен приказом Минпромторга от 31. 07. 2020 г. № 2510.

По заявлению заказчика выдается свидетельство о поверке с протоколом, или выдается извещение о непригодности к применению. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии).

Допускается проведение поверки шунта в ограниченном диапазоне частот в соответствии с заявлением владельца. В таком случае, при передаче сведений в ФИФ обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

Приложение А

Рекомендуемая форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
№ XXXX от XX. XX. 20XX г.

Наименование средства измерения	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Владелец	
Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	
Дата начала поверки	
Дата окончания поверки	

Вид поверки:

Методика поверки: МП 2201-0060-2025 «Шунт переменного тока эталонный безреактивный ШЭ-50.0. Методика поверки»

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °C		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Определение метрологических характеристик:

Таблица 1 – Значение коэффициента К к показаниям шунта в зависимости от частоты

Номинальное значение силы тока, I	Значения коэффициента К, мкА/А при частоте					
	20 Гц	1 кГц	10 кГц	30 кГц	70 кГц	100 кГц
50 А						

4. Дополнительная информация (состояние объекта поверки, сведения о ремонте, юстировке) -

Заключение: СИ *соответствует (не соответствует)* предъявляемым требованиям и признано *годным (непригодным)* к применению с метрологическими характеристиками, соответствующими требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда в диапазоне частот от 20 Гц до 30 кГц и 2-го разряда в диапазоне частот от 70 до 100 кГц.

На основании результатов поверки выдано:

свидетельство о поверке №_____

извещение о непригодности №_____ от _____

Причина непригодности _____

Поверку произвел _____
ФИО _____ подпись _____ дата _____