

**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

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ШУНТЫ ТОКОВЫЕ ЭТАЛОННЫЕ  
БЕЗРЕАКТИВНЫЕ ШЭ**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП – 2201 – 0055 – 2024

Руководитель лаборатории  
государственных эталонов в области  
измерений режимов электрических цепей

 В.И. Шевцов

Санкт-Петербург  
2024

## 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.....	10
11	Оформление результатов поверки.....	11
	Приложение А .....	12

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на шунты токовые эталонные безреактивные ШЭ (далее – шунты), изготовленные “ООО "НПП МАРС-ЭНЕРГО”.

1.2 Настоящая методика поверки применяется для поверки шунтов зав. № 056, 058, 024, 062, используемые в качестве рабочих эталонов 1-го разряда в диапазоне частот от 20 Гц 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 шунтов 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 государственного первичного специального эталона, применяемого при реализации методики поверки, выполняют методом непосредственного сличения шунтов с эталонными шунтами из состава государственного первичного специального эталона

Методикой поверки предусмотрено проведение поверки шунтов по отдельности и в ограниченном диапазоне частот 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
Подготовка к проверке и опробование	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение коэффициента К при силе тока 100 мА и 1 А	Да	Да	9.1
Определение коэффициента К при силе тока 10 А	Да	Да	9.2
Определение коэффициента К при силе тока 50 А	Да	Да	9.3
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, °С 20 ± 2;
- относительная влажность воздуха, не более % 80;
- атмосферное давление, кПа 101,3 ± 4,0.

3.2 Шунты 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 шунтов, должен пройти специальный инструктаж, иметь допуск к работе с электроустановками напряжением до 1000 В и к работе на государственном первичном специальном эталоне единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - 1·10<sup>6</sup> Гц (ГЭТ 88-2014).

### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Поверку шунтов рекомендуется проводить с помощью средств измерений, приведенных 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
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 30 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С. 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 шунтов	Диапазон силы тока 1·10 <sup>-3</sup> – 100 А Диапазон частот 20 Гц – 1 МГц; НСП: 3·10 <sup>-6</sup> – 1·10 <sup>-4</sup> СКО: 1·10 <sup>-6</sup> – 5·10 <sup>-5</sup>	Государственный первичный специальный эталон единицы силы электрического тока в диапазоне частот 20 - 1·10 <sup>6</sup> Гц (ГЭТ 88-2014)

5.2. Допускается применение средств поверки, не указанных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых шунтов с требуемой точностью. Соотношение доверительных границ суммарной погрешности средств поверки и погрешностей шунтов должно быть не более 1/3.

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.

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

6.1 При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах (инструкциях) по эксплуатации поверяемых шунтов и средств поверки.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Внешний осмотр шунтов предусматривает проверку:

- комплектности;
- отсутствия механических повреждений корпуса и разъемов подключения измерительных цепей, клемм заземления и экранирования;
- состояния лакокрасочных покрытий;
- состояния маркировки;
- наличие и сохранность пломб.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если отсутствуют механические повреждения, трещины, сколы, дефекты и другие видимые причины, препятствующие применению шунтов, надписи и обозначения на шунтах 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 шунты должны быть выдержаны в нормальных условиях не менее суток.

8.3 Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации на шунты и срок действия свидетельства о поверке шунтов.

Подготовить к работе шунты в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации на шунты.

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений**

Поверка шунтов проводится на частотах 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 70 кГц и 100 кГц;



Передачу единицы переменного напряжения от государственного первичного специального эталона, применяемого при поверке, выполняют методом непосредственного сличения поверяемых шунтов с эталонными шунтами из состава государственного первичного специального эталона (далее по тексту – эталонные шунты).

### 9.1 Определение коэффициента К при силе тока 100 мА и 1 А

#### 9.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

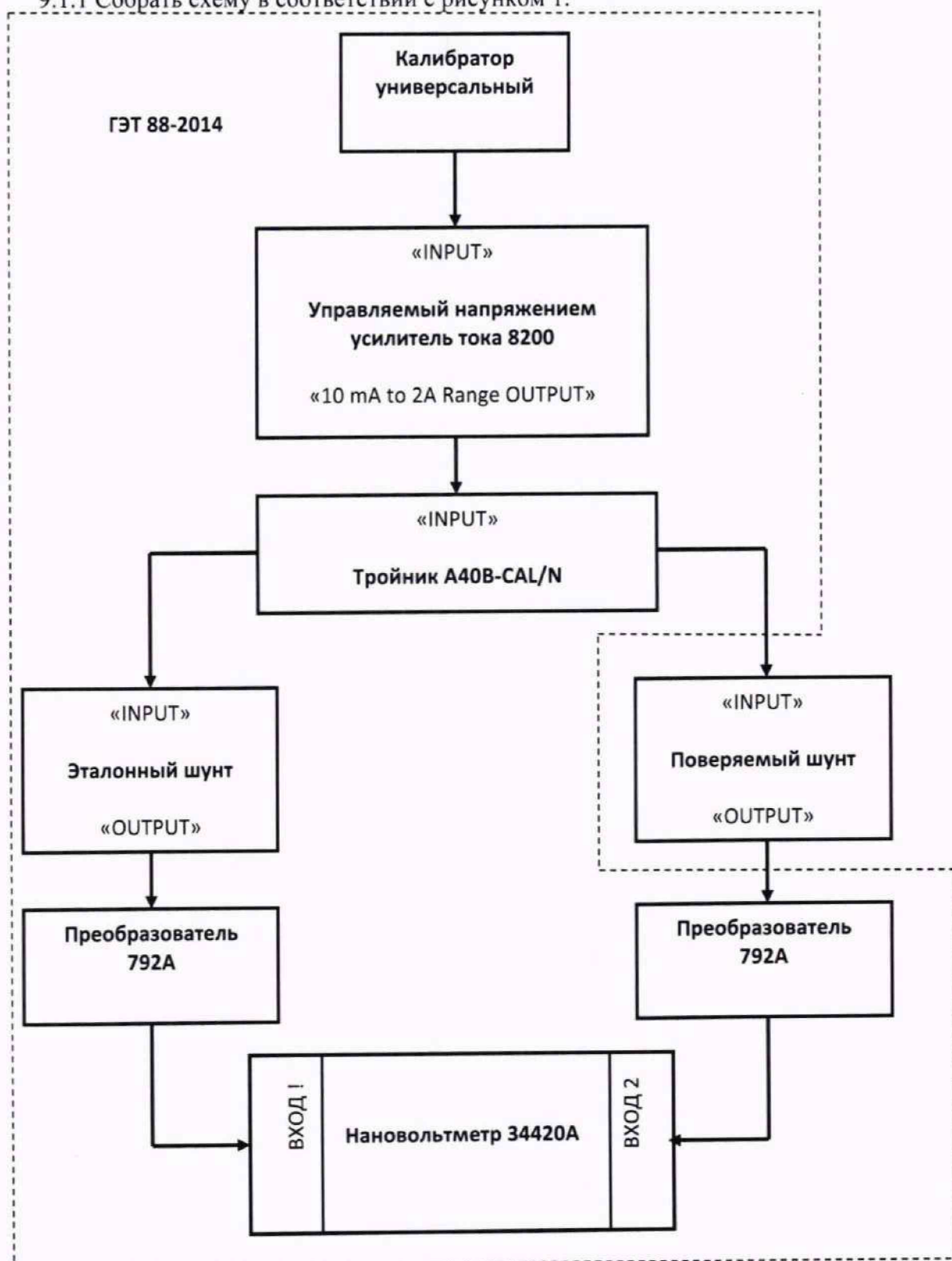


Рисунок 1 - Схема соединения приборов при определении метрологических характеристик шунтов  
при силе тока 100 мА и 1 А

9.1.2 Определение метрологических характеристик шунтов выполняется на номинальном значении силы тока эталонного шунта и поверяемого шунта. В случае если номинальные значения силы тока эталонного шунта и поверяемого разные, на их вход подается сила тока равная меньшему из номинальных значений силы тока шунтов. При этом соотношение номинальных значений силы тока шунтов не менее 1/2.

9.1.3 Подать на вход последовательно соединённых в тройнике А40В-CAL/N эталонного шунта и поверяемого шунта ток, номинальное значение которого определяется в соответствии с п. 9.1.2, и выдержать шунты при поданном на них токе в течение получаса.

9.1.4. Подать на вход тройникового соединителя переменный ток частотой  $f$  с номинальным значением равным номинальному значению, установленному в п. 9.1.2. Измерить нановольтметром 34420А напряжение  $e_{эф}$  на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе эталонного шунта (канал 1) и напряжение  $e_{кф1}$  на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.5 Подать на вход тройникового соединителя постоянный ток положительной полярности с номинальным значением равным номинальному значению, установленному в п. 9.1.2 и регулировкой уровня выходного тока установить значение напряжения на выходе эталонного шунта (канал 1) равное  $e_{эф}$ . Измерить нановольтметром 34420А напряжение  $e_{к+}$  на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.6 Подать на вход тройникового соединителя постоянный ток отрицательной полярности с номинальным значением равным номинальному значению, установленному в п. 9.1.2 и регулировкой уровня выходного тока установить значение напряжения на выходе эталонного шунта (канал 1) равное  $e_{эф}$ . Измерить нановольтметром 34420А напряжение  $e_{к-}$  на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.7 Подать на вход тройникового соединителя переменный ток частотой  $f$  с номинальным значением равным номинальному значению, установленному в п. 9.1.2 и регулировкой уровня выходного тока установить значение напряжения на выходе эталонного шунта (канал 1) равное  $e_{эф}$ . Измерить нановольтметром 34420А напряжение  $e_{кф2}$  на выходе преобразователя 792А, измеряющего, в свою очередь, напряжение на выходе поверяемого шунта (канал 2).

9.1.8 Рассчитать значение частотной погрешности поверяемого шунта на частоте  $f$  по формуле:



$$\gamma_k = \frac{\Delta e_k}{e_{k\text{ ср}}}$$

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

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

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

9.1.10 Рассчитать значение коэффициента  $K$  поверяемого шунта по формуле

$$K = \gamma_{\text{эи}} - \gamma_k + \gamma_{\text{эт}792A} - \gamma_{\text{пов}792A},$$

где  $\gamma_{\text{эи}}$  – значение основной погрешности компарирования силы переменного тока эталонного шунта из состава ГЭТ 88-2014;

$\gamma_{\text{эт}792A}$  – значение основной погрешности компарирования переменного напряжения на частоте  $f$  преобразователя 792А, измеряющего падение напряжения на выходе эталонного шунта из состава ГЭТ 88-2014;

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

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

Определение метрологических характеристик в соответствии со схемой соединения приборов, приведённой на рисунке 1, проводится на частотах 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 70 кГц и 100 кГц;

9.2 Определение коэффициента  $K$  при силе тока 10 А.

9.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

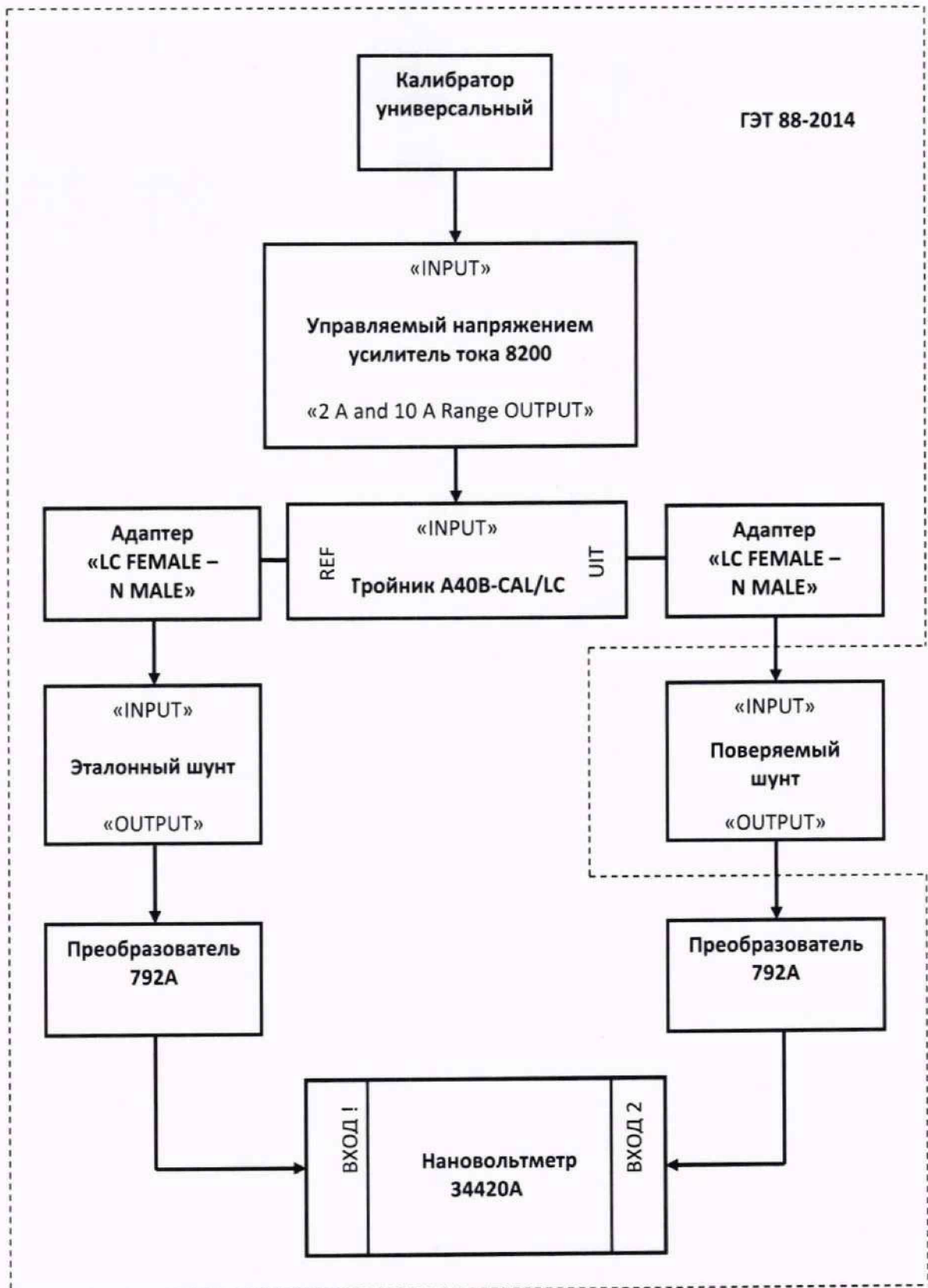


Рисунок 2 Схема соединения приборов при определении метрологических характеристик шунтов переменного при силе тока 10 А

9.2.2 Повторить операции по пп. 9.1.3 – 9.1.11 на всех требуемых частотах.

Определение метрологических характеристик в соответствии со схемой соединения приборов, приведённой на рисунке 2, на частотах 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 70 кГц и 100 кГц.

### 9.3 Определение коэффициента К при силе тока 50 А

9.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3, включить аппаратуру и прогреть ее в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации.

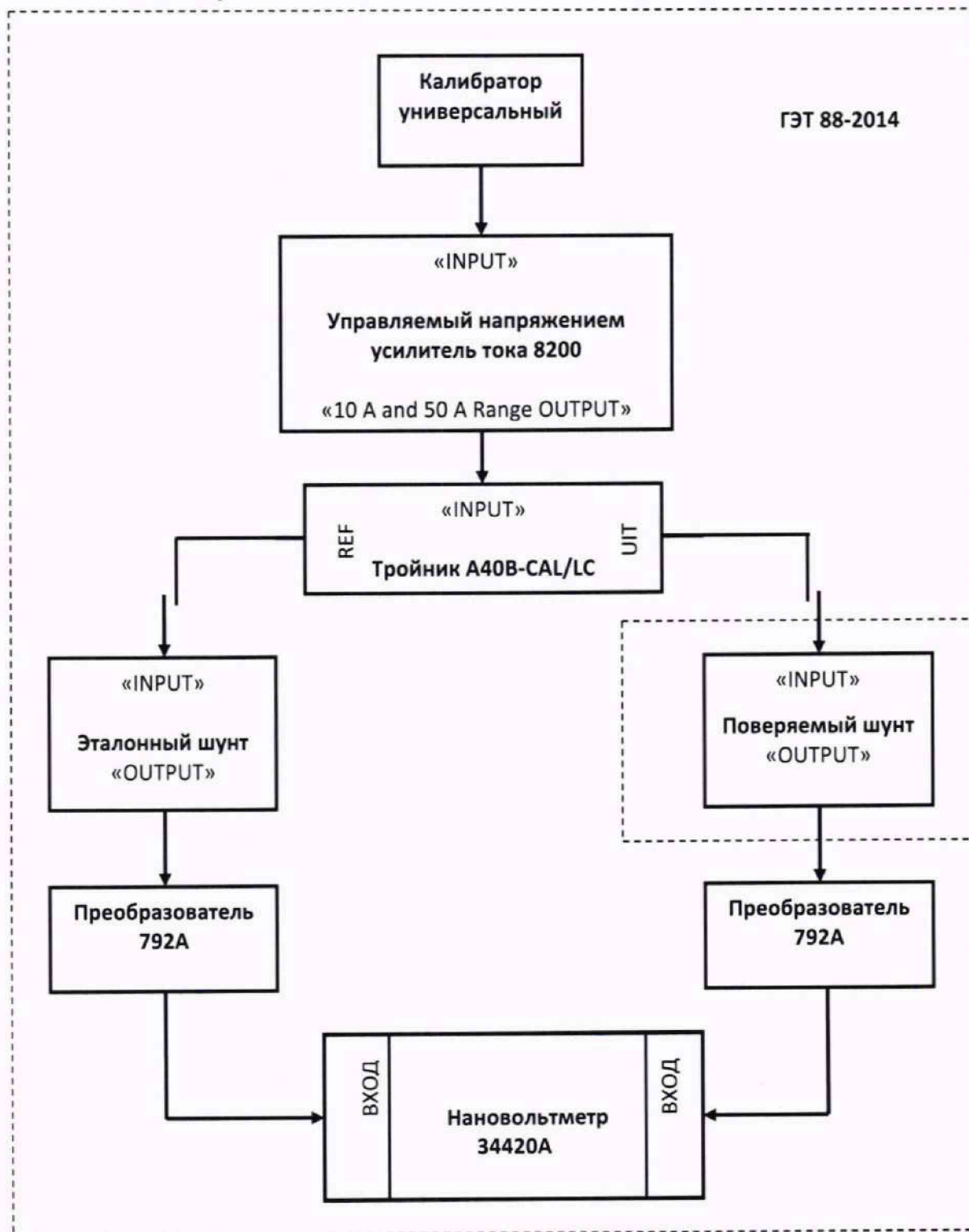


Рисунок 3 - Схема соединения приборов при определении метрологических характеристик шунтов при силе тока 50 А



9.3.2 Повторить операции по пп. 9.1.3 – 9.1.11 на всех требующихся частотах.

Определение метрологических характеристик в соответствии со схемой соединения приборов, приведённой на рисунке 3, проводится на частотах 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 70 кГц и 100 кГц.

### 10 Подтверждение соответствия шунтов метрологическим требованиям

10.1 Результаты поверки считаются положительными, если измеренное значение коэффициентов  $K$  шунтов не превышает допусковых значений, приведённых в таблице 3. Таблица 3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы переменного тока приведены в табл. 3.

Обозначение шунтов	Номинальный ток шунта, I	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, $\pm K \cdot I$ , А					
		Значения коэффициента $K$ , ppm при частоте					
		20 Гц	1 кГц	10 кГц	30 кГц	70 кГц	100 кГц
ШЭ-0.1	100 мА	50	50	75	120	170	200
ШЭ-1.0	1 А	50	50	75	175	220	250
ШЭ-10.0	10 А	70	70	80	220	275	300
ШЭ-50.0	50 А	150	150	150	320	375	400

10.2 Подтверждение соответствия метрологических характеристик шунтов обязательным требованиям государственной поверочной схемы

Шунты признаются годными для применения в качестве РЭ 1-го разряда, если полученные значения относительных погрешностей шунты (значения коэффициента  $K$ , ppm), не превысили нормированные пределы доверительных границ относительных погрешностей, %, в соответствии с ГПС.

Таблица 4 – Доверительные границы относительных погрешностей для РЭ 1-го разряда 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
0,1	0,005	0,005	0,0075	0,0120	0,0170	0,020
1	0,005	0,005	0,0075	0,0175	0,0220	0,025
10	0,007	0,007	0,0080	0,0220	0,0275	0,030
50	0,015	0,015	0,0150	0,0320	0,0375	0,040

### 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. 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 поверки шунтов по отдельности и в ограниченном диапазоне частот в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки. В таком случае, при передаче сведений в ФИФ обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

Рекомендуемая форма протокола поверки

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

Наименование средства измерения (эталоны), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской, серийный, инвентарный или номенклатурный номер (если имеется информация)	
Изготовитель (если имеется информация)	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии)	
Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	
Дата начала поверки	
Дата окончания поверки	

**Вид поверки:**

**Методика поверки:**

**Средства поверки:**

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

**Условия поверки:**

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

**Результаты поверки:**

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



