

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



  
\_\_\_\_\_ А.Н. Щипунов

«» \_\_\_\_\_ 2021 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Аппаратура измерения наведённых токов АИИТ-001**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**ИКПВ 411123.003 МП**

р.п. Менделеево  
2021 г.

## Содержание

<b>1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>3</b>
<b>2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>3</b>
<b>3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ .....</b>	<b>3</b>
<b>4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....</b>	<b>4</b>
<b>5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>4</b>
<b>7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....</b>	<b>4</b>
<b>8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....</b>	<b>5</b>
<b>11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....</b>	<b>8</b>

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на аппаратуру измерения наведённых токов АИИТ-001 (далее - аппаратура), изготовленной акционерным обществом «ЛИИ им. М.М. Громова» г. Москва, и устанавливает объём, методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – один год.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться эксплуатационной документацией на аппаратуру «Аппаратура измерения наведённых токов АИИТ-001. Руководство по эксплуатации» (далее - ИКПВ 411123.003 РЭ).

1.4 Прослеживаемость результатов измерений по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от  $1 \cdot 10^{-16}$  до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018, по государственной поверочной схеме 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 № 575 от 14.05.2015, по государственной поверочной схеме 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 Росстандарта № 1053 от 29.05.2018, по государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 1621 от 31.07.2018, обеспечена.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Операции поверки

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7	+	+
2 Проверка программного обеспечения (далее - ПО)	8	+	+
3 Подготовка к поверке и опробование	9	+	+
4 Определение метрологических характеристик	10		
4.1 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока	10.1	+	+
4.2 Определение частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики измерения силы переменного тока	10.2	+	+

2.2 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

## 3 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочего эталона или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
10.1	Калибратор универсальный 9100, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения силы постоянного тока 0,016 % в диапазоне воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 320 мА
10.2	Генератор сигналов 2023А, частотный диапазон от 9 кГц до 1200 МГц, выходное напряжение до 132 дБмкВ
10.2	Преобразователь измерительный NRP-Z51, диапазон рабочих частот от 0 до 18 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 6$ %
	<i>Вспомогательные средства поверки</i>
10.2	Калибровочное устройство по ГОСТ Р 51317.4.6

а. Применяемые при поверке средства измерений (СИ) должны быть поверены.



3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологические характеристики с требуемой точностью.

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ**

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, аттестованные на право проведения поверки.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки следует соблюдать требования ГОСТ 12.3.019-80 и требования безопасности, устанавливаемые эксплуатационной документацией на поверяемую аппаратуру и используемое при поверке оборудование.

#### **6 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 Поверку проводить при условиях:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц.

#### **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР**

7.1 Перед распаковыванием аппаратуру необходимо выдерживать в течение 4 ч в теплом сухом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С.

7.2 Распаковать аппаратуру, произвести внешний осмотр и установить выполнение следующих требований:

- соответствие комплектности и маркировки аппаратуры ИКПВ 411123.003 РЭ;
- отсутствие видимых механических повреждений (в том числе дефектов покрытий), при которых эксплуатация недопустима;
- отсутствие ослабления крепления элементов конструкции;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

7.3 Результаты поверки считать положительными, если указанные в п. 7.1.2 требования выполнены, надписи и обозначения маркировки аппаратуры имеют четкое видимое изображение. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, аппаратуру признают непригодным к применению.

#### **8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

8.1 Идентификацию ПО производится при включении аппаратуры.

8.1 Подать питающее напряжение 220 В на модуль МР-001, установить отформатированную SD-карту в слот для карты и включить модуль тумблером «ПИТАНИЕ».

8.1 Сведения о номере версии и контрольной сумме встроенного ПО выводится на экран модуля МР-001 последовательно в течение 10 с после включения.(см. таблицу 8.1).

Таблица 8.1 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование встроенного ПО	НПО6
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже -01-
Цифровой идентификатор (контрольная сумма) встроенного ПО	АС84

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

### 9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемую аппаратуру и используемые средства поверки.

9.1.2 Перед проведением поверки используемое при поверке оборудование должно быть подготовлено к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

### 9.2 Опробование

9.2.1 Подключить датчик ДТН-001 № 1 к модулю МР-001.

9.2.2 Установить переключатель «КАНАЛЫ ...» в положение 1 для отображения на индикаторе приходящих с него данных.

9.2.3 Подать питающее напряжение 220 В на модуль МР-001, установить отформатированную SD-карту в слот для карты и включить модуль тумблером «ПИТАНИЕ». Подождать 5-7 минут пока загорится сигнальный светодиод «ГЛОНАСС» на модуле МР 001, сигнализирующий, что получен достоверный сигнал от спутников ГЛОНАСС/GPS.

9.2.4 Нажать кнопку «ПУСК», включить тумблер «ЗАПИСЬ».

9.2.5 Результаты опробования считать положительными, если на индикаторе модуля МР-001 появятся нулевые показания. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, аппаратуру признают непригодным к применению.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

10.1 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока

10.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 1.

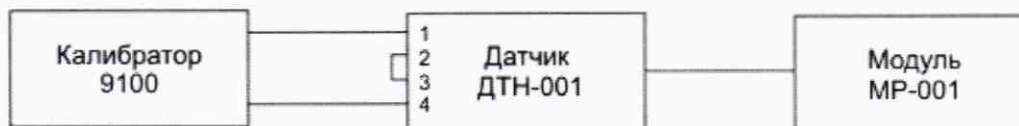


Рисунок 1

10.1.2 Установить переключатель «КАНАЛЫ ...» в положение 1, соответствующего номеру датчика 1 для отображения на индикаторе приходящих с него данных.

10.1.3 Подать питающее напряжение 220 В на модуль МР-001, установить отформатированную SD-карту в слот для карты и включить модуль тумблером «ПИТАНИЕ». Подождать 5-7 минут пока загорится сигнальный светодиод «ГЛОНАСС» на модуле МР-001, сигнализирующий, что получен достоверный сигнал от спутников ГЛОНАСС/GPS.

10.1.4 Установить на калибраторе значение силы постоянного тока 3 мА и записать в таблицу 4.1 показания индикатора - код К для 1-го и 2-го чувствительного элемента (ЧЭ1 и ЧЭ2).

10.1.5 Рассчитать измеренное значение силы тока по формуле (1):

$$I_{\text{изм}} = A \sqrt{K} \quad (1)$$

10.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока по формуле (2):

$$\Delta = I_{\text{изм}} - I_{\text{уст.}} \quad (2)$$

10.1.7 Занести данные в таблицу 10.1.

10.1.8 Последовательно устанавливая на калибраторе значения силы тока  $I_{\text{уст}}$  в соответствии с таблицей 10.1, повторить операции п.п. 10.1.4 – 10.1.7

10.1.9 Повторить операции 10.1.2 – 10.1.8 последовательно для всех датчиков и каналов измерения силы тока.



Таблица 10.1

Датчик ДТН-001 №							
Ток $I_{уст}$ , мА	ЧЭ1			ЧЭ2			Соответствие
	$K$	$I_{изм}$	$\Delta I$	$K$	$I_{изм}$	$\Delta I$	
3,0							
20							
50							
70							
100							

Где:  
 $\Delta I$  - абсолютная погрешность измерений силы постоянного тока;  
 $I_{уст}$  – установленное на калибраторе значение силы постоянного тока, мА;  
 $I_{изм}$  – измеренное значение силы постоянного тока, мА;  
 $A$  - коэффициент конкретного датчика, указанный в паспорте;  
 $K$  - значение кода с датчика (один отсчёт).

10.1.10 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений силы постоянного тока находятся в пределах  $\pm 3$  мА. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, аппаратуру признают непригодным к применению.

10.2 Определение частотного диапазона и неравномерности частотной характеристики измерения силы переменного тока

10.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2, подключив ЧЭ1 датчика №1.

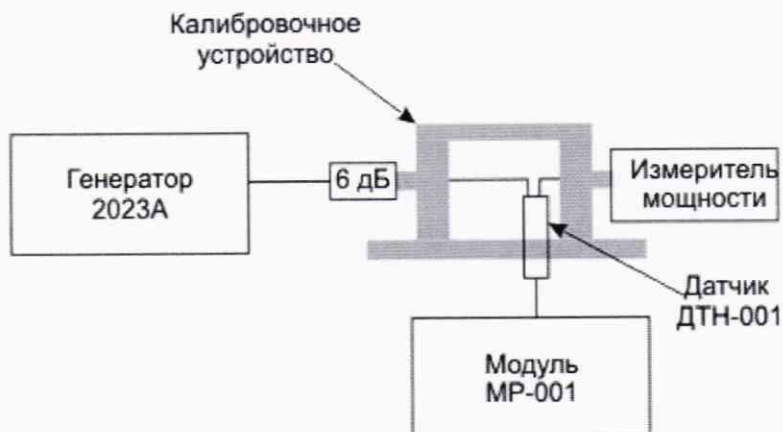


Рисунок 2

10.2.2 Установить на генераторе уровень выходного сигнала 132 дБмкВ и частоту 50 кГц.

10.2.3 Подать питающее напряжение 220 В на модуль МР-001, установить отформатированную SD-карту в слот для карты и включить модуль тумблером «ПИТАНИЕ». Подождать 5-7 минут пока загорится сигнальный светодиод «ГЛОНАСС» на модуле МР-001, сигнализирующий, что получен достоверный сигнал от спутников ГЛОНАСС/GPS.

10.2.4 Записать показания преобразователя измерительного NRP-Z51 (измерителя мощности)  $U_{изм}$ , дБмкВ, и показания модуля МР-001, КОД, в таблицу 10.2.

10.2.5 Рассчитать установленное значение силы тока  $I_{уст}$  по формуле (3):

$$I_{уст} = 10^{((U_{изм}/20) - 3)/R_n}, \quad (3)$$

где  $R_n$  – входное сопротивление измерителя мощности,  $R_n = 50$  Ом.

10.2.6 Рассчитать измеренное значение силы тока по формуле (1).

10.2.7 Рассчитать отклонение частотной характеристики измерения силы переменного тока  $\Delta_f$ , дБ, по формуле (4):

$$\Delta_f = 20 \cdot \lg(I_{\text{изм}}/I_{\text{уст}}) \quad (4)$$

10.2.8 Данные расчетов по пп. 10.2.4 – 10.2.6 занести в таблицу 10.2.

Таблица 10.2

Датчик ДТН-001 №1, измерительный канал №1										
Частота, МГц	ЧЭ1					ЧЭ2				
	$U_{\text{изм}}$ , дБмкВ	K	$I_{\text{уст}}$ , мА	$I_{\text{изм}}$ , мА	$\Delta_f$ , дБ	$U_{\text{изм}}$ , дБмкВ	K	$I_{\text{уст}}$ , мА	$I_{\text{изм}}$ , мА	$\Delta_f$ , дБ
0,05										
0,2										
1										
2										
10										
50										
100										
150										
200										
250										
300										
$\Delta_{\text{нф}}$ , дБ										
Допускаемые значения	в диапазоне от 0 до 200 кГц включ.					3 дБ				
	в диапазоне св. 200 до 1000 кГц включ					4 дБ				
	в диапазоне св. 1 до 300 МГц					5 дБ				
Соответствие										
<p>Где:</p> <p><math>U_{\text{изм}}</math> – показания измерителя мощности, дБмкВ;</p> <p>K - значение кода с датчика (один отсчёт);</p> <p><math>I_{\text{уст}}</math> – установленное на калибраторе значение силы постоянного тока, мА;</p> <p><math>I_{\text{изм}}</math> – измеренное значение силы постоянного тока, мА;</p> <p><math>\Delta_f</math> - отклонение частотной характеристики измерения силы переменного тока.</p> <p><math>\Delta_{\text{нф}}</math> - неравномерность частотной характеристики, дБ</p>										

10.2.9 Повторить операции пп. 10.2.1 – 10.2.7 для частот в соответствии с таблицей 10.2

10.2.10 Рассчитать неравномерность частотной характеристики  $\Delta_{\text{нф}}$ , дБ, по формуле (5):

$$\Delta_{\text{нф}} = \Delta_{f\text{max}} - \Delta_{f\text{min}}, \quad (5)$$

где  $\Delta_{f\text{max}}$  – максимальное отклонение,  $\Delta_{f\text{min}}$  – минимальное отклонение.

10.2.11 Подключить ЧЭ2 датчика № 1 согласно схеме измерений на рисунке 2.

10.2.12 Повторить операции пп. 10.2.3 – 10.2.9, данные занести в таблицу 7.3.

10.2.13 Повторить операции 10.2.3 – 10.2.11 последовательно для всех датчиков и каналов измерения силы тока.

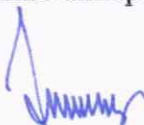
10.2.14 Результаты поверки считать положительными, если неравномерность частотной характеристики  $\Delta_{\text{нф}}$  в диапазоне от 0 до 200 кГц составляет не более 3 дБ, в диапазоне от 200 до 1000 кГц составляет не более 4 дБ, в диапазоне от 1 до 300 МГц составляет не более 5 дБ. В противном случае дальнейшие операции не выполняют, аппаратуру признают непригодным к применению.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Аппаратура признается годной, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Результаты поверки аппаратуры подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца аппаратуры или лица, представившего ее на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт аппаратуры вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению аппаратуры.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

  
\_\_\_\_\_  
О.В. Каминский

Начальник лаборатории 123  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

  
\_\_\_\_\_  
А.Е. Ескин