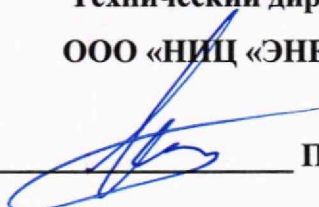


**СОГЛАСОВАНО**

**Технический директор  
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

  
\_\_\_\_\_ **П. С. Казаков**

«31» \_\_\_\_\_ 07 \_\_\_\_\_ 2023 г.



**Государственная система обеспечения единства измерений  
Источники питания постоянного тока программируемые**

**VERDO PP**

**Методика поверки**

**МП-НИЦЭ-055-23**

г. Москва

2023 г.

## 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.....	5
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	12
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	14

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на источники питания постоянного тока программируемые VERDO VERDO PP (далее – источники), изготавливаемые Fujian Lilliput Optoelectronics Technology Co., Ltd., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость источника к ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, к ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520.

1.3 Поверка источника должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – косвенный метод измерений, прямой метод измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в Приложении А.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Наименование операции Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока	10.1	Да	Да
Определение абсолютной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока	10.2	Да	Да
Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений силы постоянного тока	10.3	Да	Да
Определение абсолютной основной погрешности измерений силы постоян-	10.4	Да	Да



Наименование операции	Наименование операции Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
ного тока			
Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$	10.5	Да	Да
Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$	10.6	Да	Да
Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения	10.7	Да	Да
Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения	10.8	Да	Да
Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока	10.9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды от  $+18\text{ °C}$  до  $28\text{ °C}$ ;
- относительная влажность от  $30\%$  до  $80\%$ .

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые источники и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
<b>Основные средства поверки</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу № 1520 в диапазоне измерения постоянного напряжения от 0 до 600 В.	Мультиметры 3458А, рег. № 25900-03
р. 10 Определение метрологических характеристик	Рабочий эталон 3-го и выше согласно Приказу № 2091 в диапазоне измерения силы постоянного тока от 0 до 100 А.	Шунт токовый АКПП-7501, рег. № 49121-12 Мультиметры 3458А, рег. № 25900-03
р. 10 Определение метрологических характеристик	Диапазон измерений уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока (размах от пика до пика, в полосе частот от 10 Гц до 20 МГц) от 0 до 0,6 В. Соотношение пределов допускаемых погрешностей эталона и пределов допускаемых погрешностей поверяемого средства измерений должно быть не более 1/3.	Осциллограф цифровой АКПП-4115/1А, рег. № 51561-12
<b>Вспомогательные средства поверки</b>		
р. 10 Определение метрологических характеристик	Диапазон воспроизведенных напряжения переменного тока от 0 до 253 В частотой 50 Гц	Автотрансформатор лабораторный ЛАТР
р. 10 Определение метрологических характеристик	Диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 253 В частотой 50 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности	Мультиметр цифровой Fluke 87-V, рег. № 33404-12



Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемый тип средства поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) и (или) метрологические или основные технические характеристики средства поверки
р. 10 Определение метрологических характеристик	Диапазон измерений напряжения переменного тока от 0 до 253 В частотой 50 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1$ %.	Мультиметр цифровой Fluke 87-V, рег. № 33404-12
р. 10 Определение метрологических характеристик	Диапазон измерений/установки напряжения постоянного тока от 0 до 600 В. Диапазон измерений/установки силы постоянного тока от 0 до 100 А.	Вспомогательная электронная нагрузка
р. 8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Диапазон измерений температуры окружающей среды от $+18$ °С до $+28$ °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 1$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 3$ %	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г. № 2091, Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г. № 1520.

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

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые источники и применяемые средства поверки.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

Источник допускается к дальнейшей поверке, если:

– внешний вид источника соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;

– отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и источник допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, источник к дальнейшей поверке не допускается.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

– изучить эксплуатационную документацию на поверяемый источник и на применяемые средства поверки;

– выдержать источник в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и подготовить его к работе в соответствии с его эксплуатационной документацией;

– подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;

– провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

### 8.2 Опробование

Опробование источника проводить в следующей последовательности:

1) включить источник согласно эксплуатационной документации (далее – ЭД);

2) убедиться, что на дисплее источника загорелись цифры со значениями силы тока и напряжения;

3) перевести источник в режим стабилизации напряжения постоянного тока;

4) установить минимальное значение напряжения постоянного тока и убедиться, что напряжение на выходе близко к установленному значению;

5) установить максимальное значение напряжения постоянного тока и убедиться, что напряжение на выходе близко к установленному значению;

6) перевести источник в режим стабилизации силы постоянного тока;

7) установить минимальное значение силы постоянного тока и убедиться, что сила тока на выходе близка к установленному значению;

8) установить максимальное значение силы постоянного тока и убедиться, что сила тока на выходе близка к установленному значению.

Источник допускается к дальнейшей поверке, если при опробовании выполняются все вышеуказанные требования.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для источников серии VERDO 1100 проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) проводить путем сличения идентификационных данных встроенного ПО, указанных в документе «Источники питания постоянного тока программируемые VERDO PP (модификации VERDO PP1101, VERDO PP1102, VERDO PP1103, VERDO PP1104, VERDO PP1105, VERDO PP1106). Руководство по эксплуатации», с идентификационными данными встроенного ПО, указанными в описании типа.

Источник допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение (номер версии) соответствует требованиям, указанным в описании типа.

Для источников серии VERDO 1700 необходимо включить источник в сеть, нажать кнопку **CONF**, выбрать **Information**, нажать кнопку **ENTER**. В окне должны отобразиться идентификационные данные источника и номер версии установленного ПО (Version Of HW).

Источник допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение (номер версии) соответствует требованиям, указанным в описании типа.



## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока поверяемого источника проводить при помощи мультиметра 3458А в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, приведенную на рисунке 1;

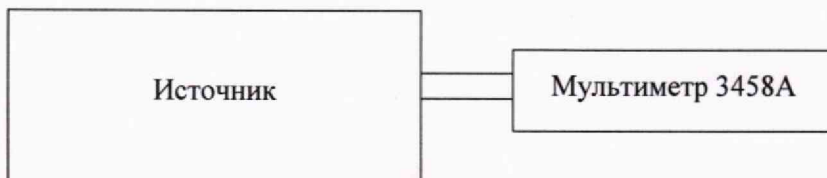


Рисунок 1 – Структурная схема определения абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока

- 2) включить источник и средства поверки согласно их ЭД;
- 3) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений напряжения постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 %, 95-100 % диапазона воспроизведений;
- 4) измерить мультиметром 3458А значения напряжения постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;
- 5) определить абсолютную основную погрешность воспроизведений напряжения постоянного тока по формуле (1).

10.2 Определение абсолютной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока

Определение абсолютной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока поверяемого источника проводить при помощи мультиметра 3458А и вспомогательной электронной нагрузки в следующей последовательности:

- 1) повторить п.п. 1)-2) п. 10.1;
- 2) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений напряжения постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 %, 95-100 % диапазона измерений;
- 3) измерить мультиметром 3458А значения напряжения постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;
- 4) определить абсолютную основную погрешность измерений напряжения постоянного тока по формуле (1).

Примечание – Допускается проводить определение абсолютной основной погрешности измерений напряжения постоянного тока при определении абсолютной основной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока.

10.3 Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений силы постоянного тока

Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений силы постоянного тока поверяемого источника проводить при помощи мультиметра 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, шунта токового АКПП-7501 (далее – шунт) в следующей последовательности:



1) собрать схему, приведенную на рисунке 2;

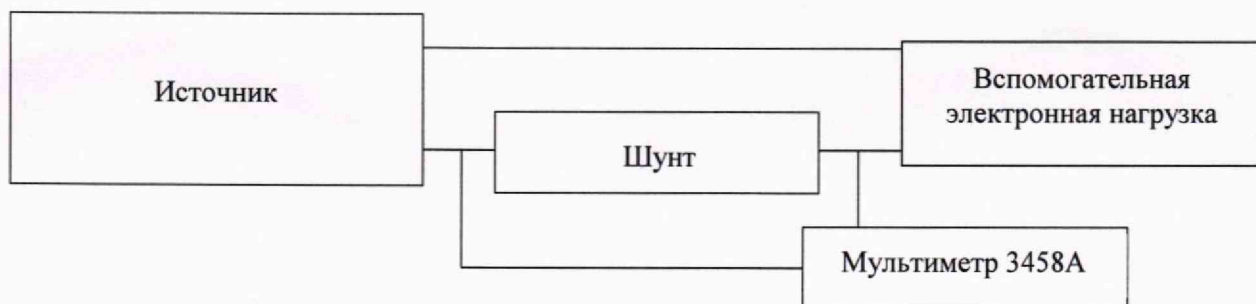


Рисунок 2 – Структурная схема определения абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений силы постоянного тока

2) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений силы постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 %, 95-100 % диапазона воспроизведений;

3) измерить мультиметром 3458А падение напряжения на шунте;

4) определить абсолютную основную погрешность воспроизведений силы постоянного тока по формулам (2)-(3).

#### 10.4 Определение абсолютной основной погрешности измерений силы постоянного тока

Определение абсолютной основной погрешности измерений силы постоянного тока поверяемого источника проводить при помощи мультиметра 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, шунта токового АКИП-7501 в следующей последовательности:

1) повторить п.п. 1)-2) п. 10.3;

2) последовательно воспроизвести с выходного канала источника пять значений силы постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 20-30 %, 45-55 %, 70-80 %, 95-100 % диапазона измерений;

3) измерить мультиметром 3458А падение напряжения на шунте;

4) определить абсолютную основную погрешность измерений силы постоянного тока по формулам (2)-(3).

Примечание – Допускается проводить определение абсолютной основной погрешности измерений силы постоянного тока при определении абсолютной основной погрешности воспроизведений силы постоянного тока.

#### 10.5 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$

Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от  $I_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$ , проводить при помощи мультиметров 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, шунта в следующей последовательности:

1) собрать схему согласно рисунку 3;



Рисунок 3 – Структурная схема определения нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке, и нестабильности силы выходного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке

- 2) воспроизвести с выходного канала источника значение напряжения постоянного тока, соответствующее верхней границе диапазона воспроизведений;
- 3) с помощью вспомогательной электронной нагрузки установить значение силы тока, равное  $I_{\text{макс}}$ , контролируя его мультиметром 3458А;
- 4) измерить мультиметром 3458А значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника;
- 5) с помощью вспомогательной электронной нагрузки установить значение силы тока, равное  $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$ , контролируя его мультиметром 3458А;
- 6) измерить мультиметром 3458А значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника;
- 7) повторить пункты 3)-6) для значений напряжения постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 45-55 % диапазона воспроизведений;
- 8) определить нестабильность выходного напряжения постоянного тока, вызванную изменением силы тока в нагрузке от  $I_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$  по формуле (4).

10.6 Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от  $U_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$

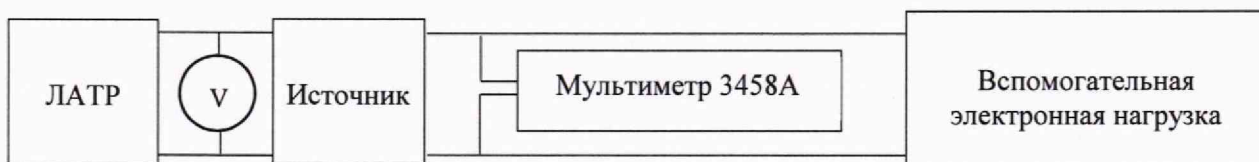
Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения в нагрузке от  $U_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ , проводить при помощи мультиметров 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, шунта в следующей последовательности:

- 1) собрать схему согласно рисунку 3;
- 2) воспроизвести с выходного канала источника значение силы постоянного тока, соответствующее верхней границе диапазона воспроизведений;
- 3) с помощью вспомогательной электронной нагрузки установить значение напряжения постоянного тока, равное  $U_{\text{макс}}$ , контролируя его мультиметром 3458А;
- 4) измерить мультиметром 3458А значение силы постоянного тока на выходном канале источника;
- 5) с помощью вспомогательной электронной нагрузки установить значение напряжения постоянного тока, равное  $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ , контролируя его мультиметром 3458А;
- 6) измерить мультиметром 3458А значение силы постоянного тока на выходном канале источника;
- 7) повторить пункты 3)-6) для значений силы постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 45-55 % диапазона воспроизведений;
- 9) определить нестабильность выходного сигнала силы постоянного тока, вызванную изменением напряжения на нагрузке от  $U_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$  по формуле (5).

10.7 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения

Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения, проводить при помощи мультиметра 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, ЛАТРа, мультиметра цифрового Fluke 87-V, делителя в следующей последовательности:

- 1) собрать схему согласно рисунку 4;





V – мультиметр цифровой Fluke 87-V

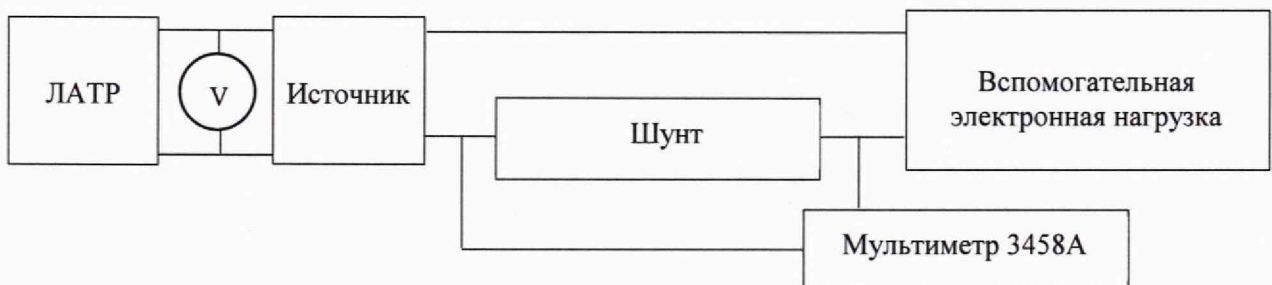
Рисунок 4 – Структурная схема определения нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания

- 2) воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 220 В, контролируя его с помощью мультиметра цифровой Fluke 87-V;
- 3) последовательно воспроизвести с выходного канала источника три значения напряжения постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 45-55 %, 95-100 % диапазона воспроизведений;
- 4) измерить мультиметром 3458А значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;
- 5) воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 253 или 242 В в зависимости от модификации источника, контролируя его с помощью мультиметра цифровой Fluke 87-V;
- 6) повторить пункты 3)-4);
- 7) воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 187 или 198 В в зависимости от модификации источника, контролируя его с помощью мультиметра цифровой Fluke 87-V;
- 8) повторить пункты 3)-4);
- 9) определить нестабильность выходного напряжения постоянного тока, вызванную изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения по формулам (6)-(7).

10.8 Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения

Определение нестабильности выходного силы постоянного постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения, проводить при помощи мультиметра 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, ЛАТРа, мультиметра цифровой Fluke 87-V, шунта в следующей последовательности:

- 1) собрать схему согласно рисунку 5;



V – мультиметр цифровой Fluke 87-V

Рисунок 5 – Структурная схема определения нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания

- 3) воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 220 В, контролируя его с помощью мультиметра цифровой Fluke 87-V;
- 4) последовательно воспроизвести с выходного канала источника три значения силы постоянного тока, соответствующих 0-5 %, 45-55 %, 95-100 % диапазона воспроизведений;
- 5) измерить мультиметром 3458А значение силы постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;

6) воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 253 или 242 В в зависимости от модификации источника, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87-V;

7) повторить пункты 3)-4);

8) воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 187 или 198 В в зависимости от модификации источника, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87-V;

9) повторить пункты 3)-4);

10) определить нестабильность выходного сигнала силы постоянного тока, вызванную изменением напряжения питания на  $\pm 10\%$  от номинального значения по формулам (8)-(9).

10.9 Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока

Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока проводить при помощи вспомогательной электронной нагрузки и осциллографа цифрового АКИП-4115/1А (далее – осциллограф) в следующей последовательности:

1) собрать схему согласно рисунку 6;

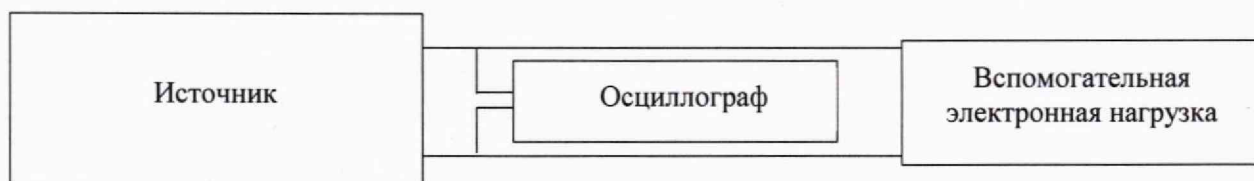


Рисунок 6 – Структурная схема определения уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока

2) воспроизвести с выходного канала источника значение напряжения постоянного тока, соответствующее верхней границе диапазона воспроизведений напряжения постоянного тока;

3) измерить осциллографом (в режиме измерений пиковых значений, в полосе частот до 20 МГц) уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока.

## 11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютная основная погрешность воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока  $\Delta_U$ , В, рассчитывается по формуле:

$$\Delta_U = U_{\text{воспр/изм}} - U_{\text{действ}}, \quad (1)$$

где  $U_{\text{воспр/изм}}$  – значение напряжения постоянного тока, воспроизведенное/измеренное поверяемым источником, В;

$U_{\text{действ}}$  – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А, В.

11.2 Абсолютная основная погрешность воспроизведений/измерений силы постоянного тока  $\Delta_I$ , А, рассчитывается по формуле:

$$\Delta_I = I_{\text{воспр/изм}} - I_{\text{действ}}, \quad (2)$$



где  $I_{\text{воспр/изм}}$  – значение силы постоянного тока, воспроизведенное/измеренное поверяемым источником, А;

$I_{\text{действ}}$  – действительное значение силы постоянного тока, А.

Действительное значение силы постоянного тока  $I_{\text{действ}}$ , А, рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{действ}} = \frac{U_{\text{действ}}}{R_{\text{шунта}}}, \quad (3)$$

где  $U_{\text{действ}}$  – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А, В;

$R_{\text{шунта}}$  – действительное сопротивление шунта постоянному току, Ом.

11.3 Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, вызванная изменением силы тока в нагрузке  $\Delta U_{\text{нест}}$ , В, рассчитывается по формуле:

$$\Delta U_{\text{нест}} = U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}, \quad (4)$$

где  $U_{\text{макс}}$  – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении силы тока в нагрузке, равном  $I_{\text{макс}}$ , В;

$U_{\text{мин}}$  – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении силы постоянного тока в нагрузке, равном  $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$ , В.

11.4 Нестабильность силы выходного тока, вызванная изменением напряжения на нагрузке  $\Delta I_{\text{нест}}$ , А, рассчитывается по формуле:

$$\Delta I_{\text{нест}} = I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}, \quad (5)$$

где  $I_{\text{макс}}$  – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения постоянного тока на нагрузке, равном  $U_{\text{макс}}$ , А;

$I_{\text{мин}}$  – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения постоянного тока на нагрузке, равном  $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ , А.

11.5 Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, вызванная изменением напряжения питания  $\Delta U_{\text{пит}}$ , В, рассчитывается по формулам:

$$\Delta U_{\text{пит}+} = U_{\text{макс}} - U_{\text{ном}}, \quad (6)$$

$$\Delta U_{\text{пит}-} = U_{\text{мин}} - U_{\text{ном}}, \quad (7)$$

где  $U_{\text{макс}}$  – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 242 В, В;

$U_{\text{ном}}$  – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 220 В, В;

$U_{\text{мин}}$  – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 198 В, В.

11.6 Нестабильность силы выходного тока, вызванная изменением напряжения в сети

питания  $\Delta I_{\text{пит}}$ , А, рассчитывается по формулам:

$$\Delta I_{\text{пит}+} = I_{\text{макс}} - I_{\text{ном}}, \quad (8)$$

$$\Delta I_{\text{пит}-} = I_{\text{мин}} - I_{\text{ном}}, \quad (9)$$

где  $I_{\text{макс}}$  – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 110 % от номинального напряжения питания, А;

$I_{\text{ном}}$  – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 100 % от номинального напряжения питания, А;

$I_{\text{мин}}$  – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 90 % от номинального напряжения питания, А.

Источник подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока, абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений силы постоянного тока, нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от  $I_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$ , нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от  $U_{\text{макс}}$  до  $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ , нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения, нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на  $\pm 10$  % от номинального значения, уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока не превышают пределов, указанных в таблицах А.1-А.2 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда источник не подтверждает соответствие метрологическим требованиям), поверку источника прекращают, результаты поверки признают отрицательными.

## 12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки источника подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 По заявлению владельца источника или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда источник подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на источник знака поверки.

12.3 По заявлению владельца источника или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда источник не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.4 Протоколы поверки источника оформляются по произвольной форме.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Основные метрологические характеристики источников

Таблица А.1 – Метрологические характеристики источников серии VERDO PP1100

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока, В: – для модификаций VERDO PP1101, VERDO PP1102, VERDO PP1105 – для модификаций VERDO PP1103, VERDO PP1104, VERDO PP1106	от 0 до 30 от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока, В: – для модификаций VERDO PP1101, VERDO PP1102, VERDO PP1104, VERDO PP1105 – для модификаций VERDO PP1103, VERDO PP1106	$\pm(0,001 \cdot U^1) + 0,2$ $\pm(0,001 \cdot U + 0,1)$
Диапазон воспроизведений/измерений силы постоянного тока, А: – для модификаций VERDO PP1101, VERDO PP1104 – для модификаций VERDO PP1102, VERDO PP1103, VERDO PP1105, VERDO PP1106	от 0 до 5 от 0 до 10
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений силы постоянного тока, А	$\pm(0,001 \cdot I^2) + 0,04$
Максимальное значение выходной электрической мощности, Вт: – для модификации VERDO PP1101 – для модификаций VERDO PP1102, VERDO PP1103 – для модификаций VERDO PP1104, VERDO PP1105, VERDO PP1106	150 200 300
Нестабильность выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения, В: – при изменении напряжения сети питания на $\pm 10\%$ от номинального значения – при изменении тока нагрузки от $I_{\text{макс}}^3$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$	$\pm 0,02$ $\pm 0,03$
Нестабильность выходного сигнала силы постоянного тока, А: – при изменении напряжения сети питания на $\pm 10\%$ от номинального значения – при изменении тока нагрузки от $U_{\text{макс}}^4$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,02$ $\pm 0,03$
Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока (размах от пика до пика, в полосе частот до 20 МГц), В, не более	0,05
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, В	$\pm 0,0001 \cdot U$
Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности воспроизведений/измерений силы постоянного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, А	$\pm 0,0002 \cdot I$
Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность, %, не более	от +18 до +28 80
Примечания: 1) $U$ – воспроизводимое/измеренное значение напряжения постоянного тока, В; 2) $I$ – воспроизводимое/измеренное значение силы постоянного тока, А; 3) $I_{\text{макс}}$ – максимальное значение силы постоянного тока на нагрузке, А; 4) $U_{\text{макс}}$ – максимальное значение напряжения постоянного тока на нагрузке, В.	

Таблица А.2 – Метрологические характеристики источников серии VERDO PP1700

Наименование характеристики	Значение
<p>Диапазон воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для модификаций VERDO PP1701, VERDO PP1706</li> <li>– для модификаций VERDO PP1702, VERDO PP1708</li> <li>– для модификаций VERDO PP1703, VERDO PP1710</li> <li>– для модификаций VERDO PP1704, VERDO PP1711</li> <li>– для модификации VERDO PP1705</li> <li>– для модификации VERDO PP1707</li> <li>– для модификации VERDO PP1709</li> <li>– для модификации VERDO PP1712</li> <li>– для модификации VERDO PP1713</li> <li>– для модификации VERDO PP1714</li> </ul>	<p>от 0 до 60</p> <p>от 0 до 100</p> <p>от 0 до 200</p> <p>от 0 до 300</p> <p>от 0 до 45</p> <p>от 0 до 80</p> <p>от 0 до 150</p> <p>от 0 до 400</p> <p>от 0 до 500</p> <p>от 0 до 600</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока, В</p>	$\pm(0,001 \cdot U^{1}) + 0,2$
<p>Диапазон воспроизведений/измерений силы постоянного тока, А:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для модификаций VERDO PP1701, VERDO PP1709</li> <li>– для модификаций VERDO PP1702, VERDO PP1711</li> <li>– для модификаций VERDO PP1703, VERDO PP1714</li> <li>– для модификации VERDO PP1704</li> <li>– для модификации VERDO PP1705</li> <li>– для модификации VERDO PP1706</li> <li>– для модификации VERDO PP1707</li> <li>– для модификации VERDO PP1708</li> <li>– для модификации VERDO PP1710</li> <li>– для модификации VERDO PP1712</li> <li>– для модификации VERDO PP1713</li> </ul>	<p>от 0 до 30</p> <p>от 0 до 15</p> <p>от 0 до 8</p> <p>от 0 до 5</p> <p>от 0 до 100</p> <p>от 0 до 80</p> <p>от 0 до 60</p> <p>от 0 до 45</p> <p>от 0 до 23</p> <p>от 0 до 12</p> <p>от 0 до 9</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений силы постоянного тока, А</p>	$\pm(0,0015 \cdot I^{2}) + 0,1$
<p>Максимальное значение выходной электрической мощности, Вт:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для модификаций VERDO PP1701, VERDO PP1702, VERDO PP1703, VERDO PP1704</li> <li>– для модификаций VERDO PP1705, VERDO PP1706, VERDO PP1707, VERDO PP1708, VERDO PP1709, VERDO PP1710, VERDO PP1711, VERDO PP1712, VERDO PP1713, VERDO PP1714</li> </ul>	<p>1000</p> <p>2000</p>
<p>Нестабильность выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при изменении напряжения сети питания на <math>\pm 10\%</math> от номинального значения</li> <li>– при изменении тока нагрузки от <math>I_{\text{макс}}^{4)}</math> до <math>0,1 \cdot I_{\text{макс}}</math></li> </ul>	<p><math>\pm 0,0005 \cdot U</math></p> <p><math>\pm 0,0005 \cdot U</math></p>
<p>Нестабильность выходного сигнала силы постоянного тока, А:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при изменении напряжения сети питания на <math>\pm 10\%</math> от номинального значения</li> <li>– при изменении тока нагрузки от <math>U_{\text{макс}}^{5)}</math> до <math>0,1 \cdot U_{\text{макс}}</math></li> </ul>	<p><math>\pm 0,0005 \cdot U</math></p> <p><math>\pm 0,001 \cdot U</math></p>



Наименование характеристики	Значение
Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока (размах от пика до пика, в полосе частот до 20 МГц), В, не более	
– для модификаций VERDO PP1701, VERDO PP1706	0,06
– для модификаций VERDO PP1702, VERDO PP1708	0,1
– для модификаций VERDO PP1703, VERDO PP1710	0,2
– для модификаций VERDO PP1704, VERDO PP1711	0,3
– для модификации VERDO PP1705	0,045
– для модификации VERDO PP1707	0,08
– для модификации VERDO PP1709	0,15
– для модификации VERDO PP1712	0,4
– для модификации VERDO PP1713	0,5
– для модификации VERDO PP1714	0,6
Примечания:	
1) $U$ – воспроизводимое/измеренное значение напряжения постоянного тока, В;	
2) $I$ – воспроизводимое/измеренное значение силы постоянного тока, А;	
3) $P$ – воспроизводимое/измеренное значение электрической мощности постоянного тока, Вт;	
4) $I_{\text{макс}}$ – максимальное значение силы постоянного тока на нагрузке, А;	
5) $U_{\text{макс}}$ – максимальное значение напряжения постоянного тока на нагрузке, В.	