



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

А.Д. Меньшиков



«05» мая 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ЛИНЕЙНЫЕ
НМР2020, НМР2030, НМР4030, НМР4040

Методика поверки

НМР.012МП
(с Изменением №1)

г. Москва
2021 г.

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока линейные НМР2020, НМР2030, НМР4030, НМР4040 (далее – источники, приборы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

(Измененная редакция. Изм. № 1).

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	Да	Да
Опробование	7.2	Да	Да
Проверка диапазона и допускаемой абсолютной погрешности установки и измерения выходного напряжения в режиме источника постоянного напряжения	7.3.1	Да	Да
Определение уровня остаточных шумов/ пульсаций выходного напряжения в полосе частот до 100 кГц в режиме источника постоянного напряжения	7.3.2	Да	Да
Определение нестабильности выходного напряжения при измерении тока нагрузки в режиме источника постоянного напряжения	7.3.3	Да	Да
Определение времени установления переходного процесса при изменении нагрузки	7.3.4	Да	Нет
Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности установки и измерения выходного тока в режиме источника постоянного тока	7.3.5	Да	Да
Определение нестабильности выходного тока от изменения напряжения сетевого питания	7.3.6	Да	Да
Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке	7.3.7	Да	Да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, применяемые средства поверки утверждённого типа СИ в качестве эталонов единиц величин должны быть исправны и поверены с присвоением соответствующего разряда, по требованию государственных поверочных схем.

2.2 (Измененная редакция. Изм. № 1)

2.3 Применяемые эталоны единиц величин не утверждённого типа СИ должны быть аттестованы и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, в соответствии с пунктом 6 Положения об эталонах единиц величин используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 года №734 (с изменениями на 21 октября 2019 года) с присвоением соответствующего разряда по требованию государственных поверочных схем.

2.3 (Введен дополнительно. Изм. №1)

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.3.1, 7.3.3, 7.3.4, 7.3.6, 7.3.7	Мультиметр цифровой универсальный FLUKE 8508A, диапазон от 0 до 1050 В, погрешн. $\pm 6,5 \cdot 10^{-4}$; нагрузка электронная PEL - 300, диапазон установки значений сопротивления от 0,05 до 1000 Ом, максимальный ток 60 А; ЛАТР РНО 250-2, ток до 5 А, диапазон напряжений 180 - 250 В;
7.3.4, 7.3.8	Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1; диапазон измерений напряжения переменного тока 0 - 750 В, погрешность +0,09 %;
7.3.2, 7.3.7	Милливольтметр переменного тока В3-38А, диапазон измерений от 10 мкВ до 300 В, погрешность 1 - 4 %;
7.3.6, 7.3.9, 7.3.5	Мера сопротивления Р310, номинал 0,01 Ом ($I_{max}=10$ А), класс точности 0,01; Осциллограф цифровой запоминающий WaveRunner 204Xi, полоса частот 1 ГГц
Примечание – Допускается использование других средств поверки с метрологическими характеристиками, не уступающими указанным	

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, знающие требования эксплуатационной документации на источники питания, средства измерений и оборудование, и имеющие практический опыт работ в области электротехнических и радиотехнических измерений.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 и действующие на предприятии.

5 Условия поверки

5.1 Поверка должна быть проведена при соблюдении следующих условий:

- температура окружающей среды (23 ± 2) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа (630 до 795 мм рт.ст.).

6 Подготовка к поверке

6.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемого прибора и используемых средств поверки.

6.2 Поверяемый прибор и используемые средства поверки должны быть заземлены и выдержаны во включенном состоянии в течении времени, указанного в РЭ.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности;
- отсутствие дефектов, влияющих на работу источника;
- наличие и сохранность маркировки, пломб;
- чистота и механическая исправность разъемов и гнезд;
- целостность корпуса прибора и кнопок управления, четкость фиксации их положения.

Результаты внешнего осмотра считать положительным, если: источник поступил в поверку в комплекте с руководством по эксплуатации; состав прибора соответствует указанному в РЭ; отсутствуют дефекты, влияющие на работу прибора.

7.2 Опробование

Опробование проводить после времени самопрогрева, равного 30 минутам после включения прибора.

Проверяется работоспособность жидкокристаллического дисплея и клавиш управления. Результаты опробования считать положительными, если режимы, отображаемые на дисплее при нажатии соответствующих клавиш, соответствуют руководству по эксплуатации.

Провести идентификацию программного обеспечения (ПО).

- Нажать кнопку “Menu”;
- Поворотной ручкой регулятора выбрать вкладку “Information”;
- Сравнить номер версии (идентификационный номер) ПО в строках “Firmware (front)” и “Firmware (channel)” с информацией, указанной в руководстве по эксплуатации. Номер версии (идентификационный номер) ПО должен быть не ниже 2.30.

(7.2 Измененная редакция. Изм. № 1)

7.3 Определение метрологических характеристик

7.3.1 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности установки и измерения выходного напряжения в режиме источника постоянного напряжения

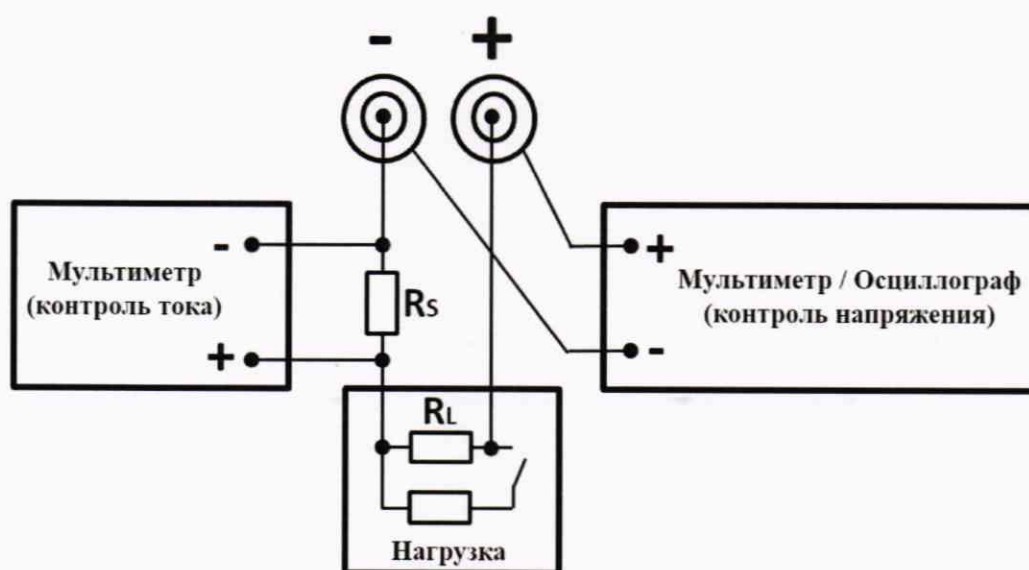


Рисунок 1 - Схема измерений выходных характеристик источника питания.

7.3.1.1 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности установки и измерения выходного напряжения в режиме источника постоянного напряжения, а также проверка других основных характеристик испытываемого прибора производится по схеме рисунка 1.

В качестве нагрузки R_L использовать электронную программируемую нагрузку PEL-300.

7.3.1.2 Сопротивление нагрузки выбирать так, чтобы ток нагрузки в процессе поверки всегда оставался равным $I_{\text{МАКС}}$.

7.3.1.3 Перевести прибор в режим источника постоянного напряжения, для чего включить питание прибора нажатием кнопки “POWER”, выбрать первый выходной канал нажатием кнопки “CH1” (источник НМР2020), при этом загорается зеленый светодиодный индикатор канала.

7.3.1.4 Нажать кнопку “VOLTAGE”, которая подсвечивается белым цветом, а цвет выбранного канала изменится на синий. Поворотной ручкой регулятора установить по цифровому индикатору ЖКД дисплея значение выходного напряжения 32 В. Повторно нажать кнопку “VOLTAGE”, а затем кнопку “OUTPUT”.

7.3.1.5 Измерить установленное значение мультиметром и результаты измерений занести в таблицу 3.

7.3.1.6 Повторить операции по п/п 7.3.1.4 – 7.3.1.5 для других значений установленного выходного напряжения и нагрузки, в соответствии с таблицей 3.

7.3.1.7 Повторить операции по п/п 7.3.1.3 – 7.3.1.6 для других выходных каналов прибора.

Таблица 3

Установленное значение напряжения, В	Установленное значение нагрузки, Ом		Показания мультиметра, В		Нижний предел, В	Верхний предел, В
	Канал CH1	Канал CH2	Канал CH1	Канал CH2		
32	6,4	12,8			31,966	32,034
28	4,9	9,8			27,970	28,034
24	3,6	7,2			23,974	24,026
20	2,5	5			19,978	20,022
16	1,6	3,2			15,982	16,018
12	1,2	2,4			11,986	12,014
8	0,8	1,6			7,990	8,010
4	0,4	0,8			3,994	4,006

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения выходного напряжения лежат в пределах, указанных в таблице 3.

7.3.2 Определение уровня остаточных шумов/пульсаций выходного напряжения в полосе частот до 100 кГц в режиме источника постоянного напряжения

7.3.2.1 Поверка проводится по схеме рисунка 1, где мультиметр, контролирующий выходное напряжение, заменен милливольтметром переменного тока ВЗ-38А.

Поверка проводится при значении выходного напряжения $V_{\text{МАКС}}$ и токах нагрузки $I_{\text{МАКС}}$ и 0.

7.3.2.2 Установить выходное напряжение и ток на их максимальные значения для выбранного канала по аналогии с разделом 7.3.1: напряжение 32 В для канала “СН1”, сопротивление нагрузки 6,4 Ом, ток 5 А (источник НМР2020). Нажать кнопку “OUTPUT” и через две минуты снять показания милливольтметра (V_1).

7.3.2.3 Отключить нагрузку от источника питания, снять показания милливольтметра (V_2).

7.3.2.4 Повторить операции для других каналов источника питания.

Результаты поверки считать положительными, если ни одно из измеренных значений не превышает $\pm 0,15 \text{ мВ}_{\text{СКЗ}}$.

7.3.3 Определение нестабильности выходного напряжения при измерении тока нагрузки от 0 до 90% в режиме источника постоянного напряжения

7.3.3.1 Выбрать сопротивление нагрузки источника равным значению $R_L = V_{\text{МАКС}}/0,9 \cdot I_{\text{МАКС}}$. Установить выходное значение напряжения и тока на их значения по аналогии с разделом 7.3.1: напряжение 32 В для канала “СН1”, сопротивления нагрузки 7,1 Ом, ток 4,5 А. Включить выход, нажав кнопку “OUTPUT”.

7.3.3.2 Измеряют выходное напряжение источника мультиметром и записывают показание мультиметра (V_1).

7.3.3.3 Отключить выход, снова нажав “OUTPUT”, разорвать цепь нагрузки, включить выход, подождать пока установится новое показание мультиметра (V_2). Рассчитать абсолютное значение отклонения ($V_1 - V_2$).

7.3.3.4 Повторить измерения для других каналов источника питания.

Результаты испытаний по данному пункту считать положительными, если абсолютное значение отклонения не превышает предельных значений $\pm 5,2 \text{ мВ}$.

7.3.4 Определение времени установления переходного процесса при изменении нагрузки

7.3.4.1 Определение времени переходного процесса при изменении нагрузки проводится с помощью осциллографа WaveRunner 204Xi и двух нагрузочных резисторов, по схеме рисунка 1. Суть операции - исследование изменения во времени выходного напряжения при изменении нагрузки с полной на половинную, или, наоборот, с половинной на полную.

7.3.4.2 Собрать схему измерения рисунка 1, осциллограф подключить к выходу источника питания. Сопротивление обоих нагрузочных резисторов выбрать равным значению: $R_L = 2V_{\text{МАКС}}/I_{\text{МАКС}}$. В качестве одного из резисторов взять нагрузку PEL-300 (12,8 Ом), другой набирается из проволочных резисторов ПЭВ-100. Подключить оба нагрузочных резистора параллельно. Установить выходное напряжение и ток на их максимальные значения для канала "CH1".

7.3.4.3 Установить осциллограф в режим однократного запуска с синхронизацией входным сигналом, с масштабом амплитуды 5 мВ/дел., масштабом времени 20 мкс/дел. Вход – закрытый (AC - coupled). Установить уровень запуска равным 0 В. Включить готовность осциллографа.

7.3.4.4 Разорвать цепь второго нагрузочного резистора и проанализировать записанную осциллограмму. Она должна примерно соответствовать рисунку 2.

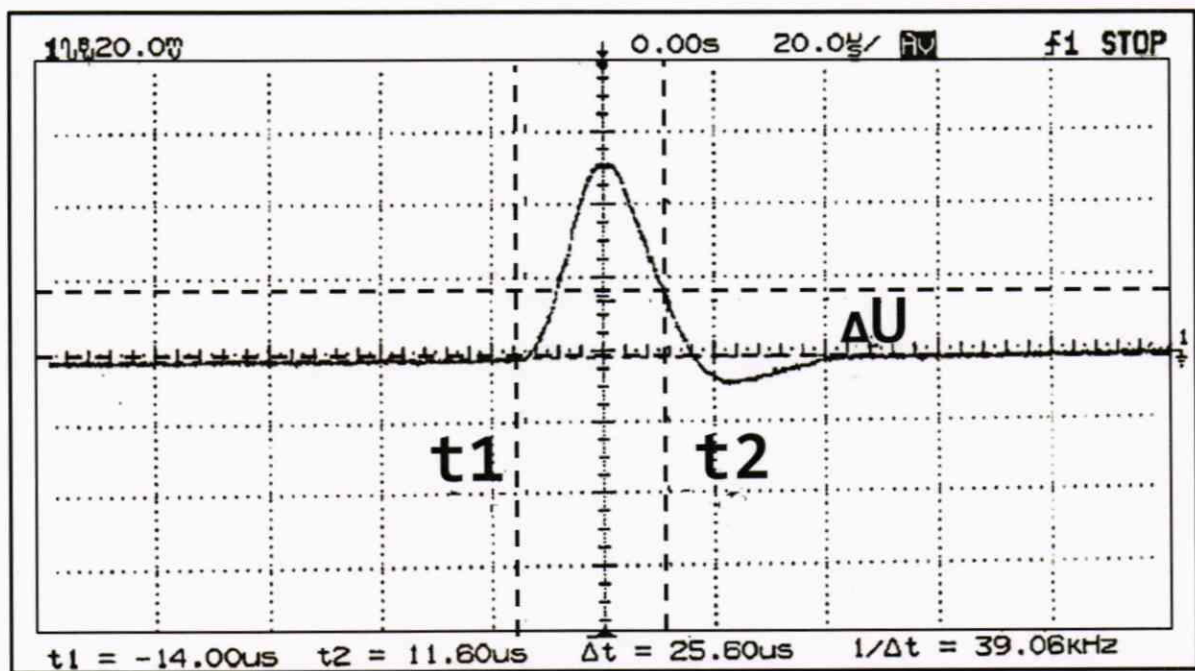


Рисунок 2 – Изменение выходного напряжения источника питания во времени при изменении нагрузки.

Контролю подлежит участок $\Delta t = t_1 - t_2$, соответствующий времени, в течение которого выходное напряжение возвращается в зону ΔU , соответствующую допустимому отклонению от установившегося значения выходного напряжения. Для измерения времени необходимо воспользоваться функцией осциллографа «курсорные измерения».

Результаты поверки данному пункту считать положительными, если среднее значение времени установления переходного процесса не превышает 100 мкс.

7.3.5 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности установки и измерения выходного тока в режиме источника постоянного тока

7.3.5.1 Проверка диапазона и основной абсолютной погрешности установки и измерения выходного тока в режиме источника постоянного тока производится по схеме рисунка 1.

В качестве нагрузки R_L используется электронная программируемая нагрузка PEL - 300, в качестве сопротивления токового шунта R_s выбирается мера сопротивления P310 номиналом 0,01 Ом.

7.3.5.2 Перевести прибор в режим источника постоянного тока, для чего включить питание прибора нажатием кнопки POWER, выбрать первый выходной канал нажатием кнопки CH1, при этом загорается зеленый светодиодный индикатор канала.

7.3.5.3 Нажать кнопку CURRENT, которая подсвечивается белым цветом, а цвет выбранного канала изменяется на синий. Поворотной ручкой регулятора установить по цифровому индикатору ЖКД дисплея значение выходного тока 5 А (источник НМР2020) в соответствии с формулой $R_L = V_{\text{МАКС}}/I_{\text{МАКС}}$.

Повторно нажать кнопку CURRENT, а затем кнопку OUTPUT.

7.3.5.4 Перевести мультиметр в режим измерения постоянного напряжения с временем накопления 1 с и автоматическим выбором предела измерения.

7.3.5.5 Погрешность определять в различных точках диапазона значений выходного тока источника при максимальном значении напряжения канала.

7.3.5.6 Измерить установленное значение максимального тока мультиметром и результат измерений занести в таблицу; результат измерений вычислять по формуле:

$I_m = U_{\text{Мул}}/R_s$, где R_s - значение меры сопротивления (0,01 Ом);

$U_{\text{Мул}}$ - показание мультиметра.

7.3.5.7 Повторить операции по п 7.3.5.6 для других значений установленного выходного тока, ток менять с помощью поворотной рукоятки регулятора с одновременным изменением нагрузки в соответствии с таблицей 4 при выходном напряжении, равном $V_{\text{МАКС}}$.

7.3.5.8 Повторяют операции по п/п 7.3.5.6 – 7.3.5.7 для других выходных каналов и других источников с учетом максимального значения тока канала в соответствии с Руководством по эксплуатации источников.

Таблица 4

Установленное значение тока, А	Установленное значение нагрузки, Ом		Показания мультиметра, В		Нижний предел, А	Верхний предел, А
	Канал CH1	Канал CH2	Канал CH1	Канал CH2		
5	6,4	12,8			4,988	5,012
4,5	7,77	15,55			4,489	4,511
4	8	16			3,990	4,010
3	10,66	21,33			2,992	3,008
2	16	32			1,994	2,006
1	32	64			0,996	1,004
0,8	40	80			0,7964	0,8036
0,4	80	160			0,3987	0,4013

Результаты поверки считать положительными, если измеренные значения выходного тока лежат в пределах, указанных в таблице 4.

7.3.6 Определение нестабильности выходного тока от изменения напряжения сетевого питания

7.3.6.1 Определение нестабильности выходного тока от изменения напряжения сетевого питания $\pm 10\%$ производится по схеме рисунка 3 при значении выходного тока $I_{\text{МАКС}}$ и выходного напряжения $U_{\text{МАКС}}$.



B1 – вольтметр В7-78/1; B2 – мультиметр; R_L – нагрузка электронная PEL-300; R_s – мера сопротивления P310 номиналом 0,01 Ом; РНО 250-2 - ЛАТР

Рисунок 3 – Структурная схема определения нестабильности выходного тока от изменения напряжения сетевого питания и напряжения на нагрузке.

7.3.6.2 Подключить вход вольтметра и кабель питания испытываемого источника питания к выходным клеммам автотрансформатора. Перевести мультиметр в режим измерения постоянного напряжения с временным накоплением 1 с и пределом измерения 100 мВ.

7.3.6.3 Сопротивление нагрузочного резистора выбрать равным значению $R_L = V_{\text{МАКС}}/I_{\text{МАКС}}$. Установить регулятором выходного тока максимальное значение для данного канала. Установить значение выходного напряжения по встроенному индикатору источника питания $V_{\text{МАКС}}$ (для первого канала НМР2020 с сопротивлением нагрузки 6,4 Ом).

7.3.6.4 При помощи автотрансформатора, контролируя показания вольтметра В7-78/1, уменьшить напряжение сетевого питания поверяемого прибора до нижней допустимой границы (198 В). Считать показания мультиметра (V_1). Увеличить напряжение сетевого питания поверяемого прибора до верхней допустимой границы (242 В). Считать изменившееся показание мультиметра (V_2).

Повторить измерения для других каналов, выставляя выходные параметры каналов в соответствии с Руководством по эксплуатации.

7.3.6.5 Зная сопротивление шунта, рассчитать отклонение тока в цепи нагрузки по формуле:
 $\Delta I = (V_1 - V_2) / R_s$;

Результаты поверки считать положительными, если значение нестабильности не превышает $\pm 0,75 \text{ мАскз}$.

7.3.7 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

7.3.7.1 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводится по схеме рисунка 1 при изменении напряжения на нагрузке от $V_{\text{МАКС}}$ до $0,1 \cdot V_{\text{МАКС}}$ в режиме источника постоянного тока.

7.3.7.2 Установить источник в режим источника постоянного тока в соответствии с Руководством по эксплуатации.

7.3.7.3 Включить питание источника, выбрать рабочий канал СН1 (источник НМР2020).

7.3.7.4 Установить регулятором выходного тока максимальное значение (5 А) и включить выход в соответствии с руководством по эксплуатации (кнопка OUTPUT).

7.3.7.5 Установить напряжение источника питания равное $V_{\text{МАКС}}$ (сопротивление нагрузки 6,4 Ом). Снять показания мультиметра (V_1).

7.3.7.6 Установить напряжение на нагрузке по встроенному цифровому индикатору равное $0,1 \cdot V_{\text{МАКС}}$ (сопротивление нагрузки 0,64 Ом), снять показания мультиметра (V_2).

7.3.7.7 Повторить операции по п/п 7.3.7.3 – 7.3.7.6 для других каналов источника питания, устанавливая значение тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.3.7.8 Зная сопротивление шунта, рассчитать отклонение тока в цепи нагрузки по формуле:

$$\Delta I = (V_1 - V_2) / R_s;$$

7.3.7.9 Измерения повторить измерения пять раз и найти среднее значение отклонения.

Результаты испытаний считать положительными, если ни одно из измеренных значений не превышает $\pm 0,75 \text{ мА}_{\text{СКЗ}}$.

8 Оформление результатов поверки


8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы. Протокол должен наглядно отображать полученные результаты измерений в поверяемых точках и диапазонах частот, которые указаны в соответствующих пунктах данной методики, а также сравнение полученных действительных и допустимых значений нормируемых погрешностей.

8.2 Сведения о результатах поверки источников в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.


8.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев источников или лиц, представивших их на поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Раздел 8 (Измененная редакция. Изм. №1)

Начальник лаборатории № 551
ФБУ «Ростест-Москва»


Ю. Н. Ткаченко

Инженер по метрологии 1 категории
лаборатории № 551


П. С. Дудкина