

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по производственной
метрологии



Н.В. Иванникова

М.П. «21» 05 2018 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
ПОСТОЯННОГО ТОКА
СЕРИИ N5700**

Методика поверки

МП 206.1-105-2018

г. Москва
2018

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок источников питания постоянного тока серии N5700, изготавливаемых компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd.», Малайзия.

Источники питания постоянного тока серии N5700 (далее – источники) предназначены для воспроизведения и измерений напряжения и силы постоянного тока.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 2 года.

Допускается проведение первичной поверки средств измерений при выпуске из производства до ввода в эксплуатацию на основании выборки по ГОСТ Р ИСО 2859-10-2008.

Периодическая поверка средств измерений в случае их использования для измерений меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений, по отношению к указанным в разделе «Метрологические и технические характеристики» Описания типа, допускается на основании письменного заявления их владельца, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке средства измерений.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7.2	Да	Да
2. Опробование	7.3	Да	Да
3. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока	7.4	Да	Да
4. Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока	7.5	Да	Да
5. Определение пульсаций выходного напряжения	7.6	Да	Да
6. Определение пульсаций выходного тока	7.7	Да	Да
7. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального в режиме стабилизации напряжения	7.8	Да	Да
8. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$ в режиме стабилизации напряжения	7.9	Да	Да
9. Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального в режиме стабилизации тока	7.10	Да	Да
10. Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ в режиме стабилизации тока	7.11	Да	Да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

2.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
7.2; 7.3	Визуально
7.4	<p>Мультиметр 3458А. Верхние пределы измерений напряжения постоянного тока 1; 10; 100; 1000 В.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока:</p> <p>на пределе 1 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В;</p> <p>на пределе 10 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В;</p> <p>на пределе 100 В: $\pm(10 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В;</p> <p>на пределе 1000 В: $\pm(10 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В</p>
7.5	<p>Мультиметр 3458А. Верхние пределы измерений напряжения постоянного тока 0,1; 1 В.</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока:</p> <p>на пределе 0,1 В: $\pm(9 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В;</p> <p>на пределе 1 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В.</p> <p>Шунт токовый АКПП-7501. Номинальные токи 20 мА; 0,2 А; 2 А; 20 А; 200 А. Вид тока: постоянный и переменный с частотой от 50 до 400 Гц. Номинальные сопротивления 10 Ом; 1 Ом; 0,1 Ом; 0,01 Ом; 0,001 Ом. Пределы допускаемой относительной погрешности шунта по сопротивлению на постоянном токе 0,01 % для токов 20 мА – 20 А, 0,02 % для тока 200 А. Пределы допускаемой относительной погрешности шунта по сопротивлению на переменном токе 0,1 %.</p> <p>Катушка электрического сопротивления Р310. Номинальное значение сопротивления 0,001 Ом. Максимальный рабочий ток 55 А. Кл. т. 0,02.</p> <p>Катушка электрического сопротивления Р310. Номинальное значение сопротивления 0,01 Ом. Максимальный рабочий ток 10 А. Кл. т. 0,01.</p> <p>Катушка электрического сопротивления Р321. Номинальное значение сопротивления 0,1 Ом. Максимальный рабочий ток 3,2 А. Кл. т. 0,01</p>
7.6; 7.7	<p>Микровольтметр ВЗ-57. Верхние пределы измерений напряжения переменного тока от 0,03 мВ до 300 В. Диапазон рабочих частот от 5 Гц до 5 МГц. Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(1 - 4)$ %.</p> <p>Шунт токовый АКПП-7501. Номинальные токи 20 мА; 0,2 А; 2 А; 20 А; 200 А. Вид тока: постоянный и переменный с частотой от 50 до 400 Гц. Номинальные сопротивления 10 Ом; 1 Ом; 0,1 Ом; 0,01 Ом; 0,001 Ом. Пределы допускаемой относительной погрешности шунта по сопротивлению на постоянном токе 0,01 % для токов 20 мА – 20 А, 0,02 % для тока 200 А. Пределы допускаемой относительной погрешности шунта по сопротивлению на переменном токе 0,1 %.</p> <p>Катушка электрического сопротивления Р310. Номинальное значение</p>

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
	сопротивления 0,001 Ом. Максимальный рабочий ток 55 А. Кл. т. 0,02. Катушка электрического сопротивления Р310. Номинальное значение сопротивления 0,01 Ом. Максимальный рабочий ток 10 А. Кл. т. 0,01. Катушка электрического сопротивления Р321. Номинальное значение сопротивления 0,1 Ом. Максимальный рабочий ток 3,2 А. Кл. т. 0,01. Нагрузка электронная АК ИП-1309 (АК ИП-1373)
7.8 – 7.11	Мультиметр 3458А. Верхние пределы измерений напряжения постоянного тока 0,1; 1; 10; 100; 1000 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного тока: на пределе 0,1 В: $\pm(9 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В; на пределе 1 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В; на пределе 10 В: $\pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,05 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В; на пределе 100 В: $\pm(10 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,3 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В; на пределе 1000 В: $\pm(10 \cdot 10^{-6} \cdot U_x + 0,1 \cdot 10^{-6} \cdot U_k)$ В. Шунт токовый АК ИП-7501. Номинальные токи 20 мА; 0,2 А; 2 А; 20 А; 200 А. Вид тока: постоянный и переменный с частотой от 50 до 400 Гц. Номинальные сопротивления 10 Ом; 1 Ом; 0,1 Ом; 0,01 Ом; 0,001 Ом. Пределы допускаемой относительной погрешности шунта по сопротивлению на постоянном токе 0,01 % для токов 20 мА – 20 А, 0,02 % для тока 200 А. Пределы допускаемой относительной погрешности шунта по сопротивлению на переменном токе 0,1 %. Катушка электрического сопротивления Р310. Номинальное значение сопротивления 0,001 Ом. Максимальный рабочий ток 55 А. Кл. т. 0,02. Катушка электрического сопротивления Р310. Номинальное значение сопротивления 0,01 Ом. Максимальный рабочий ток 10 А. Кл. т. 0,01. Катушка электрического сопротивления Р321. Номинальное значение сопротивления 0,1 Ом. Максимальный рабочий ток 3,2 А. Кл. т. 0,01. Вольтметр Э545. Пределы измерений напряжения переменного тока от 75 до 600 В. Кл. т. 0,5. Нагрузка электронная АК ИП-1309 (АК ИП-1373). Автотрансформатор РНО250-10. Выходной ток не менее 10 А

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура окружающего воздуха	от 0 до 55 °С	$\pm 0,3$ °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Относительная влажность воздуха	от 10 до 100 %	$\pm(2-6)$ %	Психрометр аспирационный М-34-М
Атмосферное давление	от 80 до 106 кПа	$\pm 0,2$ кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации прибора и прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (23 ± 5) °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм. рт. ст.;
- напряжение питания переменного тока $(220,0 \pm 2,2)$ В;
- частота $(50,0 \pm 0,5)$ Гц.

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Средства измерения, используемые при поверке, поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению.

Таблица 4 – Выходные параметры

Модификация	Максимальное напряжение на выходе, В	Максимальная сила тока на выходе, А	Максимальная выходная мощность, Вт
N5741A	6	100	600
N5742A	8	90	720
N5743A	12,5	60	750
N5744A	20	38	750
N5745A	30	25	750
N5746A	40	19	760
N5747A	60	12,5	750
N5748A	80	9,5	760
N5749A	100	7,5	750
N5750A	150	5	750
N5751A	300	2,5	750
N5752A	600	1,3	780
N5761A	6	180	1080
N5762A	8	165	1320
N5763A	12,5	120	1500
N5764A	20	76	1520
N5765A	30	50	1500
N5766A	40	38	1520
N5767A	60	25	1500

Модификация	Максимальное напряжение на выходе, В	Максимальная сила тока на выходе, А	Максимальная выходная мощность, Вт
N5768A	80	19	1520
N5769A	100	15	1500
N5770A	150	10	1500
N5771A	300	5	1500
N5772A	600	2,6	1560

Таблица 5 – Метрологические характеристики в режиме стабилизации напряжения

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения / измерений напряжения постоянного тока, В	Нестабильность напряжения на выходе		Уровень пульсаций выходного напряжения, мВ ¹⁾
		при изменении напряжения питания, мВ	при изменении тока нагрузки, мВ	
N5741A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,003) / \pm(0,001 \cdot U + 0,006)$	$\pm 2,6$	$\pm 2,6$	8
N5742A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,004) / \pm(0,001 \cdot U + 0,008)$	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	8
N5743A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,00625) / \pm(0,001 \cdot U + 0,0125)$	$\pm 3,25$	$\pm 3,25$	8
N5744A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,01) / \pm(0,001 \cdot U + 0,02)$	± 4	± 4	8
N5745A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,015) / \pm(0,001 \cdot U + 0,03)$	± 5	± 5	8
N5746A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,02) / \pm(0,001 \cdot U + 0,04)$	± 6	± 6	8
N5747A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,03) / \pm(0,001 \cdot U + 0,06)$	± 8	± 8	8
N5748A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,04) / \pm(0,001 \cdot U + 0,08)$	± 10	± 10	8
N5749A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,05) / \pm(0,001 \cdot U + 0,1)$	± 12	± 12	8
N5750A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,075) / \pm(0,001 \cdot U + 0,15)$	± 17	± 17	12
N5751A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,15) / \pm(0,001 \cdot U + 0,3)$	± 32	± 32	20
N5752A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,3) / \pm(0,001 \cdot U + 0,6)$	± 62	± 62	60
N5761A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,003) / \pm(0,001 \cdot U + 0,006)$	$\pm 2,6$	$\pm 2,6$	8
N5762A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,004) / \pm(0,001 \cdot U + 0,008)$	$\pm 2,8$	$\pm 2,8$	8
N5763A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,00625) / \pm(0,001 \cdot U + 0,0125)$	$\pm 3,25$	$\pm 3,25$	8
N5764A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,01) / \pm(0,001 \cdot U + 0,02)$	± 4	± 4	8
N5765A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,015) / \pm(0,001 \cdot U + 0,03)$	± 5	± 5	8
N5766A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,02) / \pm(0,001 \cdot U + 0,04)$	± 6	± 6	8

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения / измерений напряжения постоянного тока, В	Нестабильность напряжения на выходе		Уровень пульсаций выходного напряжения, мВ ¹⁾
		при изменении напряжения питания, мВ	при изменении тока нагрузки, мВ	
N5767A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,03) / \pm(0,001 \cdot U + 0,06)$	±8	±8	8
N5768A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,04) / \pm(0,001 \cdot U + 0,08)$	±10	±10	8
N5769A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,05) / \pm(0,001 \cdot U + 0,1)$	±12	±12	8
N5770A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,075) / \pm(0,001 \cdot U + 0,15)$	±17	±17	12
N5771A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,15) / \pm(0,001 \cdot U + 0,3)$	±32	±32	20
N5772A	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,3) / \pm(0,001 \cdot U + 0,6)$	±62	±62	60
Примечания ¹⁾ – среднеквадратическое значение; U – воспроизводимое/измеренное значение напряжения, В				

Таблица 6 – Метрологические характеристики в режиме стабилизации тока

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения / измерений силы постоянного тока, А	Нестабильность силы тока на выходе		Уровень пульсаций выходного тока, мА ¹⁾
		при изменении напряжения питания, мА	при изменении напряжения на нагрузке, мА	
N5741A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,1) / \pm(0,001 \cdot I + 0,3)$	±12	±25	200
N5742A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,09) / \pm(0,001 \cdot I + 0,27)$	±11	±23	180
N5743A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,06) / \pm(0,001 \cdot I + 0,18)$	±8	±17	120
N5744A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,038) / \pm(0,001 \cdot I + 0,114)$	±5,8	±12,6	76
N5745A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,025) / \pm(0,001 \cdot I + 0,075)$	±4,5	±10	63
N5746A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,019) / \pm(0,001 \cdot I + 0,057)$	±3,9	±8,8	48
N5747A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0125) / \pm(0,001 \cdot I + 0,0375)$	±3,25	±7,5	38
N5748A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0095) / \pm(0,001 \cdot I + 0,0285)$	±2,95	±6,9	29
N5749A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0075) / \pm(0,001 \cdot I + 0,0225)$	±2,75	±6,5	23
N5750A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,005) / \pm(0,001 \cdot I + 0,015)$	±2,5	±6	18
N5751A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0025) / \pm(0,001 \cdot I + 0,0075)$	±2,25	±5,5	13

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения / измерений силы постоянного тока, А	Нестабильность силы тока на выходе		Уровень пульсаций выходного тока, мА ¹⁾
		при изменении напряжения питания, мА	при изменении напряжения на нагрузке, мА	
N5752A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0013) / \pm(0,001 \cdot I + 0,0039)$	$\pm 2,13$	$\pm 5,26$	8
N5761A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,18) / \pm(0,001 \cdot I + 0,54)$	± 20	± 41	360
N5762A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,165) / \pm(0,001 \cdot I + 0,495)$	$\pm 18,5$	± 38	330
N5763A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,12) / \pm(0,001 \cdot I + 0,36)$	± 14	± 29	240
N5764A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,076) / \pm(0,001 \cdot I + 0,228)$	$\pm 9,6$	$\pm 20,2$	152
N5765A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,05) / \pm(0,001 \cdot I + 0,15)$	± 7	± 15	125
N5766A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,038) / \pm(0,001 \cdot I + 0,114)$	$\pm 5,8$	$\pm 12,6$	95
N5767A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,025) / \pm(0,001 \cdot I + 0,075)$	$\pm 4,5$	± 10	75
N5768A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,019) / \pm(0,001 \cdot I + 0,057)$	$\pm 3,9$	$\pm 8,8$	57
N5769A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,015) / \pm(0,001 \cdot I + 0,045)$	$\pm 3,5$	± 8	45
N5770A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,01) / \pm(0,001 \cdot I + 0,03)$	± 3	± 7	35
N5771A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,005) / \pm(0,001 \cdot I + 0,015)$	$\pm 2,5$	± 6	25
N5772A	$\pm(0,001 \cdot I + 0,0026) / \pm(0,001 \cdot I + 0,0078)$	$\pm 2,26$	$\pm 5,5$	12

Примечания
¹⁾ – среднеквадратическое значение;
I – воспроизводимое/измеренное значение силы тока, А

7.2 Внешний осмотр.

Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность прибора должна соответствовать руководству по эксплуатации;
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Все надписи должны быть четкими и ясными;
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

7.3 Опробование.

Опробование производить в следующем порядке:

1. Включить прибор.
2. Проверить работоспособность индикаторов, регуляторов и функциональных клавиш.

3. Режимы, отображаемые на индикаторах, при переключении режимов измерений и нажатии соответствующих клавиш, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.

При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения производить в следующем порядке:

1. Включить прибор.
2. Подключить прибор к персональному компьютеру (ПК) и установить необходимое программное обеспечение (ПО), как указано в РЭ.
3. В при помощи ПО задать команду *IDN?. Версия программного обеспечения будет отображена в формате <В.хх.хх.ххх>

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

7.4 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока

Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока производить методом прямых измерений напряжения, воспроизводимого поверяемым прибором, эталонной мерой – мультиметром 3458А при отсутствии нагрузки.

Определение погрешности прибора проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора мультиметр 3458А.
2. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока.
3. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальный ток.
4. Регулятором выходного напряжения поверяемого прибора установить выходное напряжение соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона измерений.
5. Произвести измерение выходного напряжения прибора, фиксируя показания мультиметра 3458А.
6. Провести измерения по п.п. 4 – 5 устанавливая на поверяемом приборе выходное напряжение, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений.
7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности воспроизведения напряжения, определенные по формуле:

$$\Delta U = U_{уст.} - U_0 \quad (1)$$

где $U_{уст.}$ – значение напряжения, установленное на выходе поверяемого прибора, В;

U_0 – значение напряжения, измеренное мультиметром 3458А, В,
не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности измерений напряжения, определенные по формуле:

$$\Delta U = U_{изм.} - U_0 \quad (2)$$

где $U_{изм.}$ – значение напряжения, измеренное поверяемым прибором, В;

U_0 – значение напряжения, измеренное мультиметром 3458А, В,
не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.5 Определение пределов допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока

Определение пределов допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока производить методом косвенных измерений путем измерения падения напряжения на нагрузке эталонной мерой – мультиметром 3458А.

В качестве нагрузки, в зависимости от выходного тока источника, использовать катушки электрического сопротивления Р310, Р321 или шунт АКПП-7501.

В качестве нагрузки прибора в диапазоне выходного тока до 3,2 А использовать катушку электрического сопротивления Р321 (номинальное сопротивление 0,1 Ом).

В качестве нагрузки прибора в диапазоне выходного тока до 10 А использовать катушку электрического сопротивления Р310 (номинальное сопротивление 0,01 Ом).

В качестве нагрузки прибора в диапазоне выходного тока до 55 А использовать катушку электрического сопротивления Р310 (номинальное сопротивление 0,001 Ом).

В качестве нагрузки прибора в диапазоне выходного тока свыше 55 А использовать шунт токовый АКПП-7501 на номинальный ток 200 А (номинальное сопротивление 0,001 Ом).

Определение погрешности прибора проводить в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора катушку электрического сопротивления (шунт).
2. К потенциальным зажимам катушки (шунта) подключить мультиметр 3458А.
3. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока.
4. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное напряжение.
5. Регулятором выходного тока поверяемого прибора установить выходной ток, соответствующий 10 – 15 % от конечного значения диапазона измерений.
6. Произвести измерение падения напряжения на нагрузке, фиксируя показания мультиметра 3458А.
7. Провести измерения по п.п. 5 – 6 устанавливая на поверяемом приборе выходной ток, соответствующий 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений.
8. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности воспроизведения тока, определенные по формуле:

$$\Delta I = I_{уст.} - U_0/R \quad (3)$$

где $I_{уст.}$ – значение силы тока, установленное на выходе поверяемого прибора, А;
 U_0 – значение напряжения на нагрузке, измеренное мультиметром 3458А, В;
 R – номинальное значение сопротивления катушки (шунта), Ом
не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

- во всех поверяемых точках пределы допускаемой погрешности измерений тока, определенные по формуле:

$$\Delta I = I_{изм.} - U_0/R \quad (4)$$

где $I_{изм.}$ – значение силы тока, измеренное поверяемым прибором, А;
 U_0 – значение напряжения на нагрузке, измеренное мультиметром 3458А, В;
 R – номинальное значение сопротивления катушки (шунта), Ом
не превышают значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.6 Определение пульсаций выходного напряжения

Определение пульсаций выходного напряжения производить методом прямых измерений эталонной мерой – микровольтметром ВЗ-57.

Определение пульсаций прибора проводить при максимальном выходном напряжении и выходном токе, равном 90 % от конечного значения диапазона измерений.

Определение пульсаций проводить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора последовательно катушку электрического сопротивления R310, R321 или шунт АКПП-7501 (в зависимости от выходного тока источника) и нагрузку электронную АКПП-1309 (АКПП-1373).
2. Подключить к выходу поверяемого прибора микровольтметр ВЗ-57.
3. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное напряжение.
4. Используя электронную нагрузку, ограничивающую ток (АКПП-1309 или АКПП-1373), органами управления поверяемого прибора установить выходной ток, соответствующий 90 % от конечного значения диапазона измерений.
5. Провести измерение пульсаций, фиксируя показания микровольтметра ВЗ-57.
6. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если пульсации выходного напряжения не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.7 Определение пульсаций выходного тока

Определение пульсаций выходного тока производить методом косвенных измерений путем измерения падения напряжения на нагрузке эталонной мерой – микровольтметром ВЗ-57.

Определение погрешности прибора проводить при максимальном выходном токе и напряжении, равном 90 % от конечного значения диапазона измерений.

Определение пульсаций проводить в следующем порядке:

1. Подключить к выходу поверяемого прибора катушку электрического сопротивления R310, R321 или шунт АКПП-7501 (в зависимости от выходного тока источника).
2. К потенциальным зажимам катушки (шунта) подключить микровольтметр ВЗ-57.
3. Органами управления поверяемого прибора установить выходное напряжение, соответствующее 90 % от конечного значения диапазона измерений.
4. Используя электронную нагрузку, ограничивающую ток (АКПП-1309 или АКПП-1373), органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальный ток.
5. Провести измерение пульсаций напряжения, фиксируя показания микровольтметра ВЗ-57.
6. За результат измерения принять значение, рассчитанное по формуле:

$$I_{\text{п}} = U_{\text{п}}/R \quad (5)$$

где $U_{\text{п}}$ – значение пульсаций напряжения, измеренное микровольтметром ВЗ-57, В;
 R – номинальное значение сопротивления катушки (шунта), Ом.

7. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если пульсации выходного тока не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.8 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания на ± 10 % от номинального в режиме стабилизации напряжения

Определение нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания на ± 10 % от номинального в режиме стабилизации напряжения производить методом прямых измерений напряжения, воспроизводимого поверяемым прибором, эталонной мерой – мультиметром 3458А.

Определение погрешности прибора проводить при максимальном выходном напряжении и выходном токе, равном 90 % от конечного значения диапазона измерений.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить поверяемый прибор к сети питания через автотрансформатор. Напряжение на выходе автотрансформатора контролировать вольтметром Э545.
2. Подключить к выходу поверяемого прибора последовательно катушку электрического сопротивления Р310, Р321 или шунт АКПП-7501 (в зависимости от выходного тока источника) и нагрузку электронную АКПП-1309 (АКПП-1373).
3. Подключить к потенциальным контактам катушки электрического сопротивления (шунта) мультиметр 3458А.
4. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока.
5. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 220 В.
6. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное напряжение.
7. Установить на электронной нагрузке режим формирования постоянного тока потребления равного, соответствующий 90 % от конечного значения диапазона измерений.
8. Значение тока в цепи проконтролировать мультиметром 3458А, измеряя падение напряжения на катушке электрического сопротивления (шунте).
9. Отключить мультиметр 3458А от катушки электрического сопротивления (шунта) и подключить его к выходу поверяемого прибора.
10. По истечении 1 минуты произвести измерение выходного напряжения прибора U_1 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
11. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 198 В.
12. По истечении 1 минуты произвести измерение выходного напряжения прибора U_2 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
13. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 242 В.
14. По истечении 1 минуты произвести измерение выходного напряжения прибора U_3 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
15. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
- нестабильность выходного напряжения, определенная по формулам:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (6)$$

$$\Delta U = U_1 - U_3 \quad (7)$$

где U_1 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при напряжении питания 220 В, В;

U_2 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при напряжении питания 198 В, В;

U_3 – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при напряжении питания 242 В, В

не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.9 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки от I_{\max} до $0,1 \cdot I_{\max}$ в режиме стабилизации напряжения

Определение погрешности проводить методом прямых измерений напряжения на выходе поверяемого прибора при токах нагрузки равных I_{\max} и $0,1 \cdot I_{\max}$ с помощью мультиметра 3458А.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить поверяемый прибор к сети питания через автотрансформатор. Напряжение на выходе автотрансформатора контролировать вольтметром Э545.

2. Подключить к выходу поверяемого прибора последовательно катушку электрического сопротивления R310, R321 или шунт АК ИП-7501 (в зависимости от выходного тока источника) и нагрузку электронную АК ИП-1309 (АК ИП-1373).
3. Подключить к потенциальным контактам катушки электрического сопротивления (шунта) мультиметр 3458А.
4. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока.
5. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 220 В.
6. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное напряжение.
7. Установить на электронной нагрузке режим формирования постоянного тока потребления равного I_{макс} для поверяемого источника.
8. Значение тока в цепи проконтролировать мультиметром 3458А, измеряя падение напряжения на катушке электрического сопротивления (шунте).
9. Отключить мультиметр 3458А от катушки электрического сопротивления (шунта) и подключить его к выходу поверяемого прибора.
10. По истечении 1 минуты произвести измерение выходного напряжения прибора U₁, фиксируя показания мультиметра 3458А.
11. Отключить мультиметр 3458А от выхода поверяемого прибора и подключить его к потенциальным контактам катушки электрического сопротивления.
12. Установить на электронной нагрузке режим формирования постоянного тока потребления равного 0,1·I_{макс} для поверяемого источника.
13. Значение тока в цепи проконтролировать мультиметром 3458А, измеряя падение напряжения на катушке электрического сопротивления (шунте).
14. Отключить мультиметр 3458А от катушки электрического сопротивления (шунта) и подключить его к выходу поверяемого прибора.
15. По истечении 1 минуты произвести измерение выходного напряжения прибора U₂, фиксируя показания мультиметра 3458А.
16. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - нестабильность выходного напряжения, определенная по формуле:

$$\Delta U = U_1 - U_2 \quad (8)$$

где U₁ – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при максимальном токе нагрузки I_{макс}, В;

U₂ – значение напряжения на выходе поверяемого прибора при токе нагрузки 0,1·I_{макс}, В;

не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.10 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания на ±10 % от номинального в режиме стабилизации тока

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания на ±10 % от номинального в режиме стабилизации тока производить методом косвенных измерений путем измерения падения напряжения на нагрузке эталонной мерой – мультиметром 3458А.

Определение погрешности прибора проводить при максимальном выходном токе и напряжении, равном 90 % от конечного значения диапазона измерений.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить поверяемый прибор к сети питания через автотрансформатор. Напряжение на выходе автотрансформатора контролировать вольтметром Э545.

2. Подключить к выходу поверяемого прибора катушку электрического сопротивления R310, R321 или шунт АК ИП-7501 (в зависимости от выходного тока источника).
3. К потенциальным зажимам катушки (шунта) подключить мультиметр 3458А.
4. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока.
5. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 220 В.
6. Органами управления поверяемого прибора установить выходное напряжение, соответствующее 90 % от конечного значения диапазона измерений.
7. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальный ток.
8. По истечении 1 минуты произвести измерение падения напряжения на нагрузке U_1 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
9. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 198 В.
10. По истечении 1 минуты произвести измерение падения напряжения на нагрузке U_2 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
11. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 242 В.
12. По истечении 1 минуты произвести измерение падения напряжения на нагрузке U_3 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
13. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - нестабильность выходного тока, определенная по формулам:

$$\Delta I = (U_1 - U_2)/R \quad (9)$$

$$\Delta I = (U_1 - U_3)/R \quad (10)$$

где U_1 – значение падения напряжения на нагрузке при напряжении питания 220 В, В;
 U_2 – значение падения напряжения на нагрузке при напряжении питания 198 В, В;
 U_3 – значение падения напряжения на нагрузке при напряжении питания 242 В, В;
 R – номинальное значение сопротивления катушки (шунта), Ом
 не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.
 При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

7.11 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ в режиме стабилизации тока

Определение погрешности проводить методом косвенных измерений, путем измерения падения напряжения на нагрузке эталонной мерой – мультиметром 3458А при напряжениях на нагрузке равных $U_{\text{макс}}$ и $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$.

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Подключить поверяемый прибор к сети питания через автотрансформатор. Напряжение на выходе автотрансформатора контролировать вольтметром Э545.
2. Подключить к выходу поверяемого прибора последовательно катушку электрического сопротивления R310, R321 или шунт АК ИП-7501 (в зависимости от выходного тока источника) и нагрузку электронную АК ИП-1309 (АК ИП-1373).
3. Подключить к потенциальным контактам катушки электрического сопротивления (шунта) мультиметр 3458А.
4. Перевести мультиметр 3458А в режим измерения напряжения постоянного тока.
5. С помощью автотрансформатора установить напряжение питания поверяемого прибора 220 В.
6. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе максимальное напряжение.
7. Установить на электронной нагрузке режим формирования постоянного тока потребления равного $I_{\text{макс}}$ для поверяемого источника.

8. Значение тока в цепи проконтролировать мультиметром 3458А, измеряя падение напряжения на катушке электрического сопротивления (шунте).
9. По истечении 1 минуты произвести измерение падение напряжения на катушке сопротивления (шунте) U_1 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
10. Органами управления поверяемого прибора установить на выходе напряжение $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$.
11. Установить на электронной нагрузке режим формирования постоянного тока потребления большего $I_{\text{макс}}$, чтобы поверяемый источник перешел в режим стабилизации тока.
12. По истечении 1 минуты произвести измерение падение напряжения на катушке электрического сопротивления (шунте) U_2 , фиксируя показания мультиметра 3458А.
13. Результаты поверки прибора считаются удовлетворительными, если:
 - нестабильность выходного тока, определенная по формуле:

$$\Delta I = (U_1 - U_2)/R \quad (11)$$

где U_1 – значение падения напряжения на нагрузке при максимальном выходном напряжении поверяемого прибора $U_{\text{макс}}$, В;

U_2 – значение падения напряжения на нагрузке при выходном напряжении поверяемого прибора $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$, В;

R – номинальное значение сопротивления катушки (шунта), Ом
не превышает значений, указанных в п. 7.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Оформление результатов поверки производится в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

При положительных результатах поверки на лицевую панель корпуса прибора наносится знак поверки в виде наклейки, в паспорте производится запись о годности к применению и (или) выдается свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки прибор не допускается к дальнейшему применению, в паспорт вносится запись о непригодности его к эксплуатации, знак предыдущей поверки гасится, свидетельство о поверке аннулируется и выдается извещение о непригодности.

Заместитель начальника отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»

Е.В. Громочкова

А.Ю. Терещенко