

СОГЛАСОВАНО

Руководитель службы технической
поддержки
«TDK-Lambda Ltd». В СНГ



Е.В. Рабинович

2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЦ
ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин

2016 г.

Источники питания постоянного тока
программируемые серии Z+

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г.р 64904-16

Содержание

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.....	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	3
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....	4
3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	4
4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	5
7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
7.1 Внешний осмотр.....	5
7.2 Опробование	6
7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения.....	6
7.4 Определение метрологических характеристик	6
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	20

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока программируемые серии Z+ (далее по тексту – источники), выпускаемые компанией «TDK-Lambda Ltd.» , Израиль, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

На испытания представляются один источник, укомплектованный в соответствии с руководством по эксплуатации, и комплект следующей технической и нормативной документации:

- руководство по эксплуатации РЭ;
- методика поверки.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

- 1.1 При проведении поверки приборов должны быть выполнены операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Опробование	7.2	Да	Да
3 Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	Да	Да
4 Проверка метрологических характеристик	7.4	Да	Да
4.1 В режиме стабилизации выходного напряжения	7.4.1	Да	Да
- проверка пределов допускаемой основной погрешности (приведенной (γ), абсолютной (Δ)) воспроизведения напряжения постоянного тока	7.4.1.1	Да	Да
- проверка нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания	7.4.1.2	Да	Да
- проверка нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки	7.4.1.3	Да	Да
- проверка уровня пульсаций напряжения в диапазоне частот 5 Гц – 1 МГц	7.4.1.4	Да	Да
4.2 В режиме стабилизации выходного тока	7.4.2	Да	Да
- проверка пределов допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока	7.4.2.1	Да	Да
- проверка нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания	7.4.2.2	Да	Да
- проверка нестабильности выходного тока	7.4.2.3	Да	Да

при изменении напряжения на нагрузке - проверка уровня пульсаций силы постоянного тока в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц	7.4.2.4	Да	Да
---	---------	----	----

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки источников должны быть применены основные и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2- Средства поверки

Наименование и тип средства поверки	Метрологические характеристики
Шунт токовый АКИП-7501	г.р. № 49121-12
Нановольтметр/микроомметр Agilent 34420A	г.р. № 47886-11
Мультиметр цифровой DT-9959	г.р. № 56774-14
Осциллограф цифровой 54600	г.р. № 24152-02
Нагрузка электронная АКИП 1322	г.р. № 40236-08
Нагрузка электронная АКИП 1360	г.р. № 60110-15
Автотрансформатор лабораторный (ЛАТР) SUNTEK	регулируемое вторичное напряжение (0-300) В; 1000 В·А
Конденсатор	номинальная емкость 2,2 нФ, 630 В, ПГ ±5 %
Резистор	50 Ом, ПГ ±5 %
Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4	Диапазон измерения температуры (0 – 50) °С, ПГ ±0,1 °С
Барометр-анероид метеорологический БАММ-1	Диапазон измерения атмосферного давления (80 – 106) кПа, ПГ ± 0,2 кПа
Психрометр М-34М	Диапазон измерения относительной влажности воздуха (10 – 100) %, ПГ ±6 %

Примечания:

1 Вместо указанных в таблице 2 эталонных и вспомогательных средств поверки, разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы, обеспечивающие измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

3 Все источники питания должны быть аттестованы и иметь действующие аттестаты.

4 Периодическую поверку источников допускается проводить для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме.

3 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей средств измерений электрических величин.

3.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М–016–2001 РД 153-34.0-03.150–00, а также требования безопасности, приведенные в руководствах по эксплуатации на применяемое оборудование.

4.2 Средства поверки должны быть заземлены гибким медным проводом сечением не менее 4 мм². Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно осуществляться ранее других соединений. Отсоединение заземления при разборке измерительной схемы должно производиться после всех отсоединений.

4.3 Помещения, предназначенные для поверки, должны удовлетворять требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

4.4 Должны быть проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.

5 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|--------------------------------------|-----------|
| • температура окружающей среды, °С | 23±3; |
| • атмосферное давление, кПа | 84 – 106; |
| • относительная влажность воздуха, % | 30 – 80. |

6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

6.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией на источник и входящих в комплект компонентов.

6.3 До начала поверки источник должен быть прогрет в течение 30 мин.

7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого источника следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать данным, приведенным в эксплуатационной документации;
- все органы коммутации должны обеспечивать надежность фиксации во всех позициях;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений;
- маркировка и функциональные надписи должны читаться и восприниматься однозначно;
- наружные поверхности корпуса, лицевая панель, разъемы, соединительные кабели и органы управления не должны иметь механических повреждений и деформаций, могущих повлиять на работоспособность источника;

При несоответствии по вышеперечисленным позициям источник бракуется и поверка прекращается.

7.2 Опробование

Опробование источника заключается в проверке работоспособности световых индикаторов, регуляторов и функциональных клавиш в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты поверки считаются положительными, если вышеуказанные требования выполняются, все переключения осуществляются без сильного нажатия.

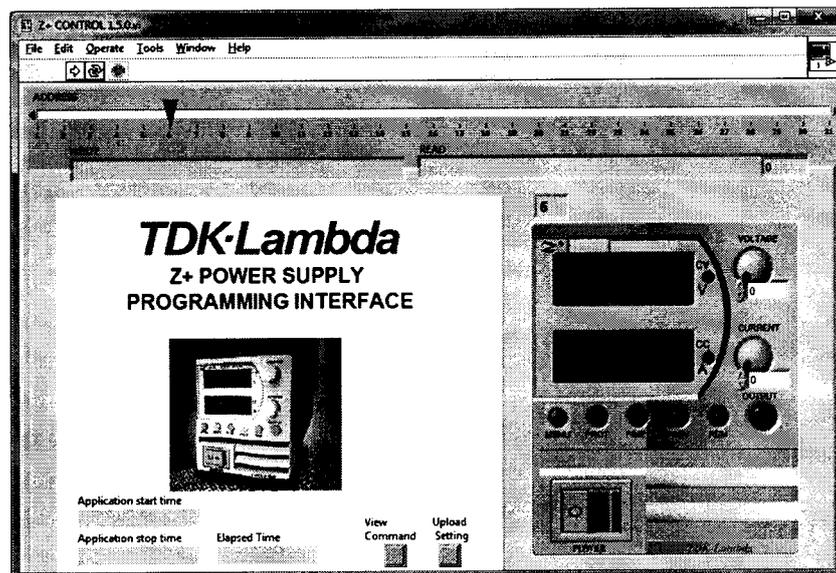
При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

7.3.1 Версию программного обеспечения проверяют через меню передней панелив следующей последовательности:

1. Нажимают клавишу MENU. Загорается светодиод и Дисплей Voltage показывает “Set”.
2. Вращают рукоятку напряжения до появления сообщения “inFo”
3. Нажимают на энкодер напротив дисплея. Вращают рукоятку напряжения до появления сообщения”rEv.” В поле дисплея тока отобразится версия текущего программного обеспечения.

Номер версии внешнего ПО проверяют после установки программного обеспечения на персональный компьютер. При запуске программы версия обозначается в левом верхнем углу, как показано ниже:



Результаты поверки считаются положительными, если версии встроенного и внешнего ПО не ниже указанных.

При невыполнении этих требований поверка прекращается и источник бракуется.

7.4 Определение метрологических характеристик

7.4.1 В режиме стабилизации выходного напряжения (режим CV)

7.4.1.1 Проверку пределов допускаемой основной погрешности (приведенной (γ), абсолютной (Δ)) воспроизведения напряжения постоянного тока (п.5.1 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

- собирают схему, приведенную на рисунке 1, не подключая электронную нагрузку.
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение мультиметром (поз.2 рис.1);
- программно на поверяемом источнике устанавливают поочередно следующие значения напряжения:

$$X_1 = (0,05 - 0,1) \cdot X_k;$$

$$X_2 = (0,2 - 0,3) \cdot X_k;$$

$$X_3 = (0,4 - 0,6) \cdot X_k;$$

$$X_4 = (0,7 - 0,8) \cdot X_k;$$

$$X_5 = (0,9 - 1,0) \cdot X_k;$$

где X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 – проверяемые точки,

X_k – верхний предел воспроизведения напряжения постоянного тока, В.

И фиксируют показания эталонного прибора;

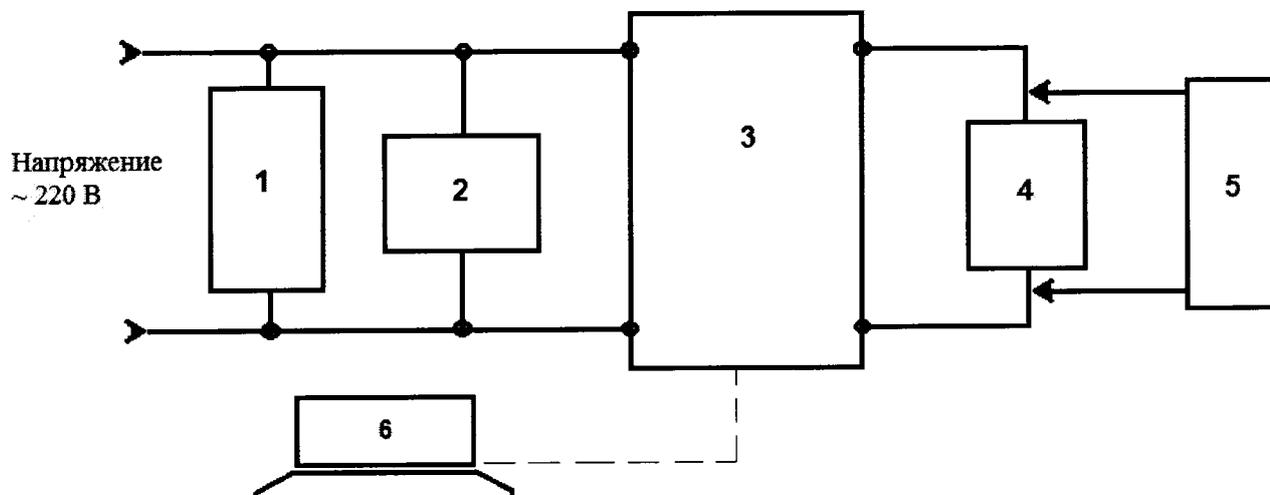
- рассчитывают приведенную (γ) или абсолютную (Δ) по формулам:

$$\gamma = \frac{U_{\text{воспр}} - U_{\text{э}}}{U_k} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\Delta = U_{\text{воспр}} - U_{\text{э}}, \quad (2)$$

где $U_{\text{воспр}}$ – воспроизводимое источником напряжение, В

$U_{\text{э}}$ – показание эталонного прибора, В



1-ЛАТР

2-контролирующий прибор (мультиметр)

3- поверяемый источник

4- эталонный прибор

5-электронная нагрузка

Рис.1 Схема соединений эталонных СИ и источника питания характеристик для проверки характеристик источника в режиме стабилизации выходного напряжения

- подключают электронную нагрузку, как показано на рис.1.;
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальное значение силы тока и поочередно следующие значения напряжения: $0,1 \cdot U_k$; $0,5 \cdot U_k$; U_k ;
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации силы тока «СС» и силу тока, равную установленной на источнике;
- фиксируют показания эталонного прибора;
- рассчитывают приведенную (γ) или абсолютной (Δ) по формулам (1), (2) соответственно;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока в каждой проверяемой точке не превышает нормируемых значений, приведенных в таблице 2.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 2

Модификация	Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока - приведенной (γ , %) - абсолютной (Δ , В)	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В
Z10-20	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,01 до 10
Z10-40	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,01 до 10
Z10-60	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,01 до 10
Z10-72	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,01 до 10
Z20-10	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,02 до 20
Z20-20	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,02 до 20
Z20-30	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,02 до 20
Z20-40	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,02 до 20
Z36-6	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,04 до 36
Z36-12	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,04 до 36
Z36-18	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,04 до 36
Z36-24	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,04 до 36
Z60-3.5	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,06 до 60
Z60-7	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,06 до 60
Z60-10	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,06 до 60
Z60-14	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,06 до 60
Z100-2	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,1 до 100

Модификация	Пределы допускаемой основной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока - приведенной (γ , %) - абсолютной (Δ , В)	Диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока, В
Z100-4	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,1 до 100
Z100-6	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,1 до 100
Z100-8	$\pm 0,05$ (γ)	от 0,1 до 100
Z160-1.3	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 1,6 до 160
Z160-2.6	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 1,6 до 160
Z160-4	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 1,6 до 160
Z160-5	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 1,6 до 160
Z320-0.65	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 3,2 до 320
Z320-1.3	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 3,2 до 320
Z320-2	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 3,2 до 320
Z320-2.5	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 3,2 до 320
Z650-0.32	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 6,5 до 650
Z650-0.64	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 6,5 до 650
Z650-1	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 6,5 до 650
Z650-1.25	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 6,5 до 650
Z375-2.2	$\pm [0,0005 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot U_{\text{макс}}]$ (Δ)	от 3,75 до 375

7.4.1.2 Проверку нестабильности выходного напряжения при изменении напряжения питания (п.5.1 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

- собирают схему, приведенную на рисунке 1, подключив электронную нагрузку;
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.1);
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальные значения напряжения и силы постоянного тока;
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации силы тока «СС» и силу тока, равную установленной на источнике;
- фиксируют показания эталонного прибора (U_0);
- устанавливают посредством ЛАТРа напряжение питания 170 В;
- фиксируют показание эталонного прибора по истечении 1 минуты (U_1);
- устанавливают посредством ЛАТРа напряжение питания 265 В;
- фиксируют показание эталонного прибора по истечении 1 минуты (U_2);
- рассчитывают нестабильность выходного напряжения по формулам:

$$\Delta = U_0 - U_1 \quad (3)$$

$$\Delta = U_0 - U_2 \quad (4)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения в каждой проверяемой точке не превышает нормируемых значений, приведенных в таблице 3.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 3.

Модификация	Нестабильность выходного напряжения	
	при изменении напряжения питания	при изменении тока нагрузки
Z10-20	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z10-40	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z10-60	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z10-72	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-10	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-20	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-30	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-40	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-6	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-12	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-18	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-24	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-3.5	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-7	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-10	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-14	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-2	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-4	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-6	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-8	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z160-1.3	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z160-2.6	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z160-4	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z160-5	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z320-0.65	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z320-1.3	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$

Модификация	Нестабильность выходного напряжения	
	при изменении напряжения питания	при изменении тока нагрузки
Z320-2	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z320-2.5	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-0.32	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-0.64	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-1	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-1.25	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z375-2.2	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$

7.4.1.3 Проверку нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки (п.5.1 таблицы 1) проводят при программном управлении от внешнего компьютера в следующей последовательности:

- собирают схему, приведенную на рисунке 1, подключив электронную нагрузку;
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.1);
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальные значения напряжения и силы постоянного тока;
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации силы тока «СС» и силу тока, равную установленной на источнике;
- фиксируют показания эталонного прибора (U_0);
- отключают электронную нагрузку;
- по истечении 1 минуты фиксируют показание эталонного прибора (U_1);
- рассчитывают нестабильность выходного напряжения по формуле (3)

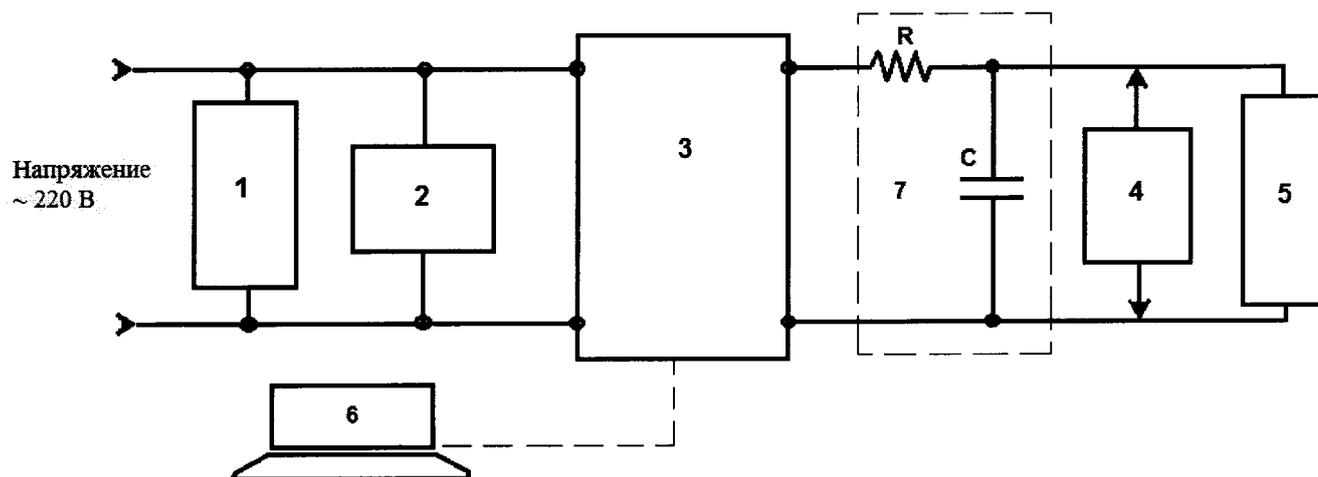
Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения в каждой проверяемой точке не превышает нормируемых значений, приведенных в таблице 3.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

7.4.1.4 Проверку уровня пульсаций выходного напряжения в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц (п.5.1 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

- собирают схему, приведенную на рисунке 2;
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.2);
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальные значения напряжения и силы постоянного тока. Напряжение контролируют по эталонному СИ (поз.4 рис.2);
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации силы тока «СС» и силу тока, равную установленной на источнике;
- по истечении 1 минуты фиксируют показание эталонного прибора;

- отключают электронную нагрузку и повторяют измерение;



- 1-ЛАТР
- 2-контролирующий прибор (мультиметр)
- 3- испытываемый источник
- 4- эталонный прибор (осциллограф)
- 5- электронная нагрузка
- 6- ПК
- 7- RC фильтр низких частот ($R=50 \text{ Ом}$, $C=2,2 \text{ мкФ}$)

Рис.2. Схема соединений эталонных СИ и источника питания характеристик для проверки уровня пульсаций выходного напряжения в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц в режиме стабилизации выходного напряжения

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения в каждой проверяемой точке не превышает нормируемых значений, приведенных в таблице 4.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 4.

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц, мВ
Z10-20	5
Z10-40	5
Z10-60	5
Z10-72	5
Z20-10	6
Z20-20	6
Z20-30	5

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц, мВ
Z20-40	5
Z36-6	6
Z36-12	6
Z36-18	5
Z36-24	5
Z60-3.5	7
Z60-7	7
Z60-10	12
Z60-14	12
Z100-2	8
Z100-4	8
Z100-6	15
Z100-8	15
Z160-1.3	10
Z160-2.6	10
Z160-4	10
Z160-5	10
Z320-0.65	25
Z320-1.3	25
Z320-2	30
Z320-2.5	30
Z650-0.32	60
Z650-0.64	60
Z650-1	60
Z650-1.25	60
Z375-2.2	30

7.4.2 В режиме стабилизации выходного тока (п.5.2 таблицы 1)

7.4.2.1 Проверка пределов допустимой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока (п.5.2 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

-собирают схему, приведенную на рисунке 3, не подключая электронную нагрузку (поз.6) и микровольтметр (поз.4);

- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.3);
- программно на поверяемом источнике устанавливают поочередно следующие значения силы тока:

$$X_1 = (0,05 - 0,1) \cdot X_K;$$

$$X_2 = (0,2 - 0,3) \cdot X_K;$$

$$X_3 = (0,4 - 0,6) \cdot X_K;$$

$$X_4 = (0,7 - 0,8) \cdot X_K;$$

$$X_5 = (0,9 - 1,0) \cdot X_K,$$

где X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 – проверяемые точки,

X_K – верхний предел воспроизведения силы постоянного тока, А.

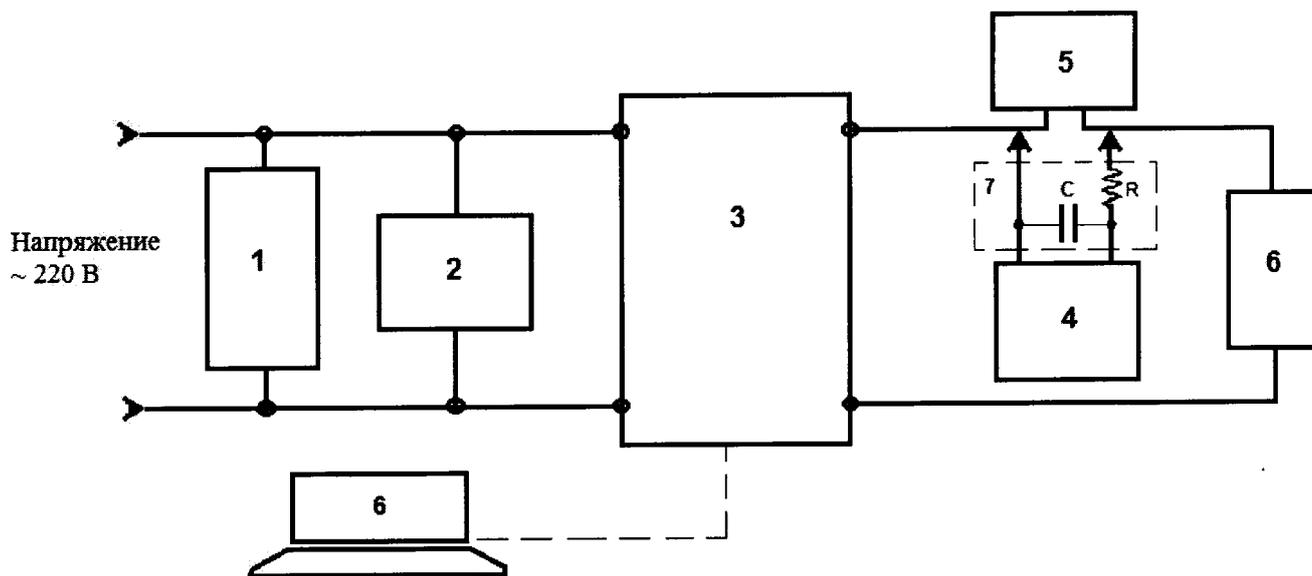
и фиксируют показания эталонного прибора;

- рассчитывают приведенную (γ) погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле (5):

$$\gamma = \frac{I_{\text{воспр}} - I_{\text{э}}}{I_K} \cdot 100\% \quad (5)$$

$I_{\text{воспр}}$ – воспроизводимое источником значение силы тока, А

$I_{\text{э}}$ – показание эталонного прибора, А



1-ЛАТР

2-контролирующий прибор (мультиметр)

3- испытываемый источник

4-микровольтметр ВЗ-57

5- эталонный прибор (шунт токовый АКПП)

6- электронная нагрузка

7- RC фильтр низких частот (R=50 Ом, C=2,2 мкФ)

Рис.2. Схема соединений эталонных СИ и источника питания для проверки характеристик источника в режиме стабилизации выходного тока

- подключают электронную нагрузку;
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальное значение напряжения и поочередно следующие значения силы тока: $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$; $0,5 \cdot I_{\text{макс}}$; $I_{\text{макс}}$;
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации тока «СС» и значение тока устанавливают большее, установленного на источнике;
- фиксируют показания эталонного прибора (шунта токового АКПП);
- рассчитывают приведенную погрешность воспроизведения силы постоянного тока по формуле (5).

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если погрешность воспроизведения силы постоянного тока в каждой проверяемой точке не превышает нормируемых значений, приведенных в таблице 5.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 5.

Модификация	Диапазон воспроизведения силы постоянного тока*, А	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %
Z10-20	от 0,04 до 20	$\pm 0,05$
Z10-40	от 0,08 до 40	$\pm 0,05$
Z10-60	от 0,12 до 60	$\pm 0,05$
Z10-72	от 1,44 до 72	$\pm 0,05$
Z20-10	от 0,02 до 10	$\pm 0,05$
Z20-20	от 0,04 до 20	$\pm 0,05$
Z20-30	от 0,06 до 30	$\pm 0,05$
Z20-40	от 0,08 до 40	$\pm 0,05$
Z36-6	от 0,012 до 6	$\pm 0,05$
Z36-12	от 0,024 до 12	$\pm 0,05$
Z36-18	от 0,036 до 18	$\pm 0,05$
Z36-24	от 0,048 до 24	$\pm 0,05$
Z60-3.5	от 0,007 до 3,5	$\pm 0,05$
Z60-7	от 0,014 до 7	$\pm 0,05$
Z60-10	от 0,03 до 10	$\pm 0,05$
Z60-14	от 0,03 до 14	$\pm 0,05$

Модификация	Диапазон воспроизведения силы постоянного тока*, А	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности воспроизведения силы постоянного тока, %
Z100-2	от 0,004 до 2	±0,05
Z100-4	от 0,008 до 4	±0,05
Z100-6	от 0,012 до 6	±0,05
Z100-8	от 0,016 до 8	±0,05
Z160-1.3	от 0,003 до 1,3	±0,2
Z160-2.6	от 0,006 до 2,6	±0,2
Z160-4	от 0,008 до 4	±0,2
Z160-5	от 0,01 до 5	±0,2
Z320-0.65	от 0,002 до 0,65	±0,2
Z320-1.3	от 0,003 до 1,3	±0,2
Z320-2	от 0,004 до 2	±0,2
Z320-2.5	от 0,006 до 2,5	±0,2
Z650-0.32	от 0,007 до 0,32	±0,2
Z650-0.64	от 0,002 до 0,64	±0,2
Z650-1	от 0,002 до 1	±0,2
Z650-1.25	от 0,003 до 1,25	±0,2
Z375-2.2	от 0,005 до 2,2	±0,2

Примечание: *нижняя граница диапазона указана для программного управления источником.

7.4.2.2 Проверка нестабильности выходного тока при изменении напряжения питания (п.5.2 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

- собирают схему, приведенную на рисунке 3, не подключая микровольтметр (поз.4);
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.1);
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальные значения напряжения и силы постоянного тока;
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации тока «СС» и силу тока, большую установленной на источнике;
- фиксируют показания эталонного прибора (I_0);
- устанавливают посредством ЛАТРа напряжение питания 170 В;
- фиксируют показание эталонного прибора по истечении 1 минуты (I_1);
- устанавливают посредством ЛАТРа напряжение питания 265 В;
- фиксируют показание эталонного прибора по истечении 1 минуты (I_2);
- рассчитывают нестабильность выходного тока по формулам:

$$\Delta I = I_0 - I_1 \quad (6)$$

$$\Delta I = I_0 - I_2 \quad (7)$$

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения в каждой проверяемой точке не превышает нормируемых значений, приведенных в таблице 6.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 6.

Модификация	Нестабильность выходного тока	
	при изменении напряжения питания	при изменении напряжения на нагрузке
Z10-20	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z10-40	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z10-60	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z10-72	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-10	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-20	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-30	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z20-40	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-6	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-12	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-18	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z36-24	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-3.5	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-7	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-10	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z60-14	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-2	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-4	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-6	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z100-8	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$	$\pm [0,0001 \cdot U_{\text{макс}} + 2\text{мВ}]$
Z160-1.3	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z160-2.6	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z160-4	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z160-5	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$

Модификация	Нестабильность выходного тока	
	при изменении напряжения питания	при изменении напряжения на нагрузке
Z320-0.65	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z320-1.3	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z320-2	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z320-2.5	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-0.32	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-0.64	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-1	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z650-1.25	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$
Z375-2.2	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$	$\pm 0,0001 \cdot U_{\text{макс}}$

7.4.2.3 Проверка нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке (п.5.2 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

- собирают схему, приведенную на рисунке 3, не подключая микровольтметр (поз.4);
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.3);
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальные значения напряжения и силы постоянного тока;
- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации напряжения «CV» и силу тока, большую установленной на источнике;
- по истечении 1 минуты фиксируют показание эталонного прибора (поз.5 рис.3) I_M
- на электронной нагрузке устанавливают значение $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$ ($U_{\text{макс}}$ - максимальное значение напряжения на источнике);
- по истечении 1 минуты фиксируют показание эталонного прибора (поз.5 рис.3) $I_{0,1}$;
- рассчитывают нестабильность, как $(I_M - I_{0,1})$.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения не превышают нормируемых значений, приведенных в таблице 6.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

7.4.2.4 Проверка уровня пульсаций выходного тока (п.5.2 таблицы 1) проводят в следующей последовательности при программном управлении от внешнего компьютера:

- собирают схему, приведенную на рисунке 2.;
- включают источник и СИ в соответствии с их РЭ;
- посредством ЛАТРа устанавливают напряжение питания равным номинальному 220 В, контролируя его значение вольтметром (поз.2 рис.3);
- на испытываемом источнике программно устанавливают максимальные значения напряжения и силы постоянного тока;

- на электронной нагрузке устанавливают режим стабилизации тока «СС» и силу тока, большую установленной на источнике;

- по истечении 1 минуты фиксируют показание эталонного прибора (поз.4 рис.3);

- уровень пульсаций определить по формуле:

$$I_n = \frac{U}{R} \quad (8)$$

Где I_n –уровень пульсаций сил тока, мА

U – показание микровольтметра ВЗ-57, мВ

R –сопротивление токового шунта, Ом

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения не превышают нормируемых значений, приведенных в таблице 7.

При невыполнении вышеуказанных требований поверка прекращается и источник бракуется.

Таблица 7

Модификация	Уровень пульсаций силы тока в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц, мА
Z10-20	5
Z10-40	5
Z10-60	5
Z10-72	5
Z20-10	6
Z20-20	6
Z20-30	5
Z20-40	5
Z36-6	6
Z36-12	6
Z36-18	5
Z36-24	5
Z60-3.5	7
Z60-7	7
Z60-10	12
Z60-14	12
Z100-2	8
Z100-4	8

Модификация	Уровень пульсаций силы тока в диапазоне частот от 5 Гц до 1 МГц, мА
Z100-6	15
Z100-8	15
Z160-1.3	10
Z160-2.6	10
Z160-4	10
Z160-5	10
Z320-0.65	25
Z320-1.3	25
Z320-2	30
Z320-2.5	30
Z650-0.32	60
Z650-0.64	60
Z650-1	60
Z650-1.25	60
Z375-2.2	30

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 Положительные результаты поверки удостоверяются знаком поверки (знак поверки наносится на боковую поверхность источника) и свидетельством о поверке согласно Приказу Минпромторга России №1815 от 2 июля 2015 г. "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

8.2 При отрицательных результатах свидетельство о поверке аннулируется и выписывается извещение о непригодности к применению.

Ведущий инженер ФГУП «ВНИИМС»



Е.Б.Селиванова