

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С.Петербург»


_____ Р. В. Павлов

_____ 2024 г.



«ГСИ. Источники питания постоянного тока Диполь Б5-71-ПРО. Методика поверки»

МП 433-209-2024

Разработчик:

Ведущий инженер по метрологии
отдела № 433

ФБУ «Тест-С.Петербург»


_____ К. М. Рыбкин

«__» _____ 2024 г.

г. Санкт-Петербург
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на источники питания постоянного тока Диполь Б5-71-ПРО (далее по тексту – источники), изготавливаемые Обществом с ограниченной ответственностью «Профигрупп», г. Санкт-Петербург, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Источники предназначены для воспроизведения напряжения и силы постоянного тока с одновременным измерением их выходных значений при питании устройств стабилизированным напряжением и током.

1.3 Поверяемые источники должны иметь прослеживаемость к:

– государственному первичному эталону ГЭТ 4-91 «Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока» согласно государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 № 2091;

– государственному первичному эталону ГЭТ 13-2023 «Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения» согласно государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 № 1520.

1.4 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик источников применяются методы прямых и косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение диапазона и основной погрешности воспроизведения и изменений напряжения постоянного тока	Да	Да	10.1
Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации напряжения	Да	Нет	10.2
Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением тока нагрузки в режиме стабилизации напряжения	Да	Да	10.3

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Проверка среднеквадратического значения пульсаций выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения	Да	Да	10.4
Определение диапазона и основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока	Да	Да	10.5
Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации тока	Да	Нет	10.6
Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке в режиме стабилизации тока	Да	Да	10.7
Проверка среднеквадратического значения пульсаций силы тока в режиме стабилизации силы тока	Да	Да	10.8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Поверка источника прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, источник признают не прошедшим поверку.

2.3 Возможность поверки источников в сокращенном объеме не предусмотрена.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С (20 ± 5);
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц (50,0 ± 0,5).

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, осуществляющие поверку данного вида средств измерений, ознакомленные с устройством и принципом работы поверяемого средства измерений и средств поверки согласно эксплуатационной документации.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
<p>п. 8.1 Подготовка к поверке;</p> <p>п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Средства измерений температуры с диапазоном измерений от 15 °С до 25 °С, с погрешностью не более ± 1 °С;</p> <p>средства измерений относительной влажности от 10 % до 95 %, с абсолютной погрешностью не более ± 3 %;</p> <p>средства измерений абсолютного давления от 70 до 120 кПа, с погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока от 10 до 1000 В, в диапазоне частот от 45 до 65 Гц, с погрешностью не более $\pm (0,24-0,62)$ %;</p> <p>средства измерений частоты от 1 до 100 Гц, с погрешностью не более $\pm (0,02-0,32)$ %</p>	<p>Прибор комбинированный Testo 622 (рег. № 53505-13)</p> <p>Мультиметр цифровой НЮКИ модификации DT4282 (рег. № 52141-12)</p>
<p>8.2 Опробование;</p> <p>10.3 Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением тока нагрузки в режиме стабилизации напряжения;</p> <p>10.8 Проверка среднеквадратического значения пульсаций силы тока в режиме стабилизации силы тока</p>	<p>Средства стабилизации силы тока в диапазоне установки от 0,01 до 10,0 А, с погрешностью не более $\pm (0,2-36,1)$ %;</p> <p>средства стабилизации напряжения в диапазоне установки напряжения от 0,1 до 75,0 В, с погрешностью не более $\pm (0,1-30,0)$ %</p>	<p>Нагрузка электронная серии АКПИ-1320, АКПИ-1327 (рег. № 57756-14)</p>
<p>10.1 Определение диапазона и основной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока;</p> <p>10.2 Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации напряжения;</p> <p>10.3 Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением тока нагрузки в режиме стабилизации напряжения</p>	<p>Эталоны единицы электрического напряжения, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023, в диапазоне измерений от 0,1 до 75,0 В</p>	<p>Мультиметр 34401А (рег. № 16500-97)</p>
<p>10.4 Проверка среднеквадратического значения пульсаций выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения;</p> <p>10.8 Проверка среднеквадратического значения пульсаций силы тока в режиме стабилизации силы тока</p>	<p>Средства измерений среднеквадратического значения напряжения переменного тока в диапазоне измерений от 1 мВ до 1 В, в диапазоне частот от 3 Гц до 300 кГц с погрешностью не более $\pm (0,09-54,0)$ %</p>	<p>Мультиметр 34401А (рег. № 16500-97)</p>

Продолжение таблицы 2

1	2	3
<p>10.5 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока;</p> <p>10.6 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации тока;</p> <p>10.7 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке в режиме стабилизации тока</p>	<p>Эталоны единицы силы постоянного электрического тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018, в диапазоне измерений от 0,01 до 10,0 А</p>	<p>Мультиметр цифровой 34405А (рег. № 47885-11)</p>
<p>10.2 Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации напряжения;</p> <p>10.6 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации тока</p>	<p>Средства измерений напряжения переменного тока от 10 до 1000 В, в диапазоне частот от 45 до 65 Гц с погрешностью не более $\pm (0,24-0,62) \%$</p> <p>Вспомогательные средства масштабного преобразования напряжения переменного тока в диапазоне регулировки от 198 до 242 В с силой тока до 10 А</p>	<p>Мультиметр цифровой НЮКИ модификации DT4282 (рег. № 52141-12)</p> <p>Автотрансформатор лабораторный ЛАТР SUNTEK 5000 В·А</p>
<p>10.4 Проверка среднеквадратического значения пульсаций выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения;</p> <p>10.5 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока;</p> <p>10.6 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации тока;</p> <p>10.7 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке в режиме стабилизации тока</p>	<p>Вспомогательные средства регулировки нагрузочного сопротивления в диапазоне от 0,1 до 3,3 Ом с силой тока до 10 А</p>	<p>Реостат сопротивления ползунковый РСП</p>
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации поверяемых источников и средств поверки.

6.2 Средства поверки должны иметь защитное заземление.

6.3 Установка и подключение средств поверки к источникам должны производиться при выключенном питании.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре источника должно быть установлено:

- наличие на боковой части корпуса пломбы в виде голографической наклейки, наносимой в целях защиты от несанкционированного доступа;
- наличие и четкость маркировки, включая наличие заводского номера и знака утверждения типа;
- отсутствие в любой части источника каких-либо видимых механических повреждений (вмятин, сколов и др.) и следов коррозии;
- поверхности источника должны быть очищены от загрязнений.

В случае несоответствия источника хотя бы одному из выше указанных требований, он признается непригодным к применению, поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Источник должен быть выдержан в течение 1 ч в помещении, предназначенном для поверки, если он находился в условиях, отличных от регламентированных в п. 3.

8.1.2 Подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Собрать схему соединений для соответствующего пункта методики; подать питание и включить источник. Проверить на дисплее источника индикацию в течение нескольких секунд товарного знака изготовителя. По окончании самоконтроля проверить отсутствие сообщений об ошибках.

8.1.4 Определение метрологических характеристик проводить по окончании времени установления рабочего режима, равного 5 мин.

8.2 Опробование

8.2.1 Подключить клеммы источника питания ко входам «LOAD+» и «LOAD–» нагрузки. Включить режим стабилизации напряжения нагрузки. Установить значение напряжения в нагрузке, равное 30 В; 50 В; 75 В для источников Диполь Б5-71/1-ПРО, Б5-71/2-ПРО и Б5-71/4-ПРО соответственно.

8.2.2 Нажать клавиши источника «Voltage», 1, 0, 0, «Enter». Проверить индикацию сообщения «Максимальное значение 30.000/50.000/75.000 В» для соответствующей модификации источника. Отменить установку нажатием клавиши «Back». Произвести аналогичную проверку для максимального значения силы тока.

8.2.3 Установить верхнюю границу силы тока источника. Включить выход источника нажатием клавиши «On/Off». Регулируя выходное напряжение источника от минимального до максимального значения в диапазоне воспроизведения соответствующей модификации источника, проверить изменение измеренного значения напряжения по индикаторам источника и нагрузки электронной. При необходимости, уменьшить значение напряжения нагрузки для поддержания источника в режиме стабилизации напряжения (индикация режима «СН»). Повторным нажатием клавиши «On/Off» отключить выход источника питания.

8.2.4 Включить режим стабилизации силы тока нагрузки. Установить значение силы тока в нагрузке, равное 10 А; 6 А; 4 А для источников Диполь Б5-71/1-ПРО, Б5-71/2-ПРО и Б5-71/4-ПРО соответственно.

8.2.5 Установить соответствующую верхнюю границу силы тока источника. Включить выход источника нажатием клавиши «On/Off». Регулируя силу тока на выходе источника от

минимального до максимального значения в диапазоне воспроизведения, проверить изменение измеренного значения силы тока по индикаторам источника и нагрузки электронной. При необходимости, уменьшить значение силы тока в нагрузке для поддержания источника в режиме стабилизации силы тока (индикация режима «СТ»). Повторным нажатием клавиши «On/Off» отключить выход источника питания.

8.2.6 В случае обнаружения неисправностей при опробовании дальнейшая поверка источника не производится.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 С целью идентификации программного обеспечения (далее по тексту – ПО) источника нажать клавишу «Menu», затем нажать энкодер.

9.2 Убедиться, что на дисплее отображается следующая идентификационная информация:

– идентификационное наименование ПО источника: Б5-71/Х, где Х – цифра 1, 2 или 4, соответствующая модификации источника;

– заводской номер, состоящий из префикса «PG» и двух групп цифр разделенных точками;

– дата выпуска (изготовления) источника;

– номер версии прошивки встроенного ПО, который должен соответствовать значению

1.3.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и основной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока

10.1.1 Подключить к выходу источника питания мультиметр в режиме измерений напряжения постоянного тока. Установить максимальное значение силы тока на выходе источника. Включить выход источника.

10.1.2 Последовательно устанавливая значения напряжения $U_{уст}$, равные минимальному воспроизводимому напряжению $U_{мин}$, максимальному напряжению $U_{макс}$, а также значениям $0,1 \cdot U_{макс}$ и $0,5 \cdot U_{макс}$ в соответствии с таблицей 3, измерить напряжение на выходе источника по показаниям мультиметра $U_{мм}$, одновременно производя измерения по индикатору источника $U_{изм}$.

Таблица 3 – Результаты определения погрешности воспроизведения и измерений напряжения

Модификация	$U_{уст}$, В	$U_{мм}$, В	ΔU_1 , мВ	ΔU_1 доп, мВ	$U_{изм}$, В	ΔU_2 , мВ	ΔU_2 доп, мВ
Диполь Б5-71/1-ПРО ($U_{мин} = 0,1$ В, $U_{макс} = 30$ В)	0,1			±30,1			±50,2
	3,0			±33,0			±56,0
	15,0			±45,0			±80,0
	30,0			±60,0			±110,0
Диполь Б5-71/2-ПРО ($U_{мин} = 0,2$ В, $U_{макс} = 50$ В)	0,2			±30,2			±50,4
	5,0			±35,0			±60,0
	25,0			±55,0			±100,0
	50,0			±80,0			±150,0
Диполь Б5-71/4-ПРО ($U_{мин} = 0,2$ В, $U_{макс} = 75$ В)	0,2			±30,2			±50,4
	7,5			±37,5			±65,0
	37,5			±62,5			±115,0
	75,0			±105,0			±200,0

10.1.3 Определить абсолютную погрешность воспроизведения напряжения по формуле

$$\Delta U_1 = U_{\text{уст}} - U_{\text{мм}}, \quad (1)$$

и абсолютную погрешность измерений выходного напряжения по формуле

$$\Delta U_2 = U_{\text{изм}} - U_{\text{мм}}. \quad (2)$$

Измеренные значения и результаты расчетов занести в таблицу 3.

10.2 Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации напряжения

10.2.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1.

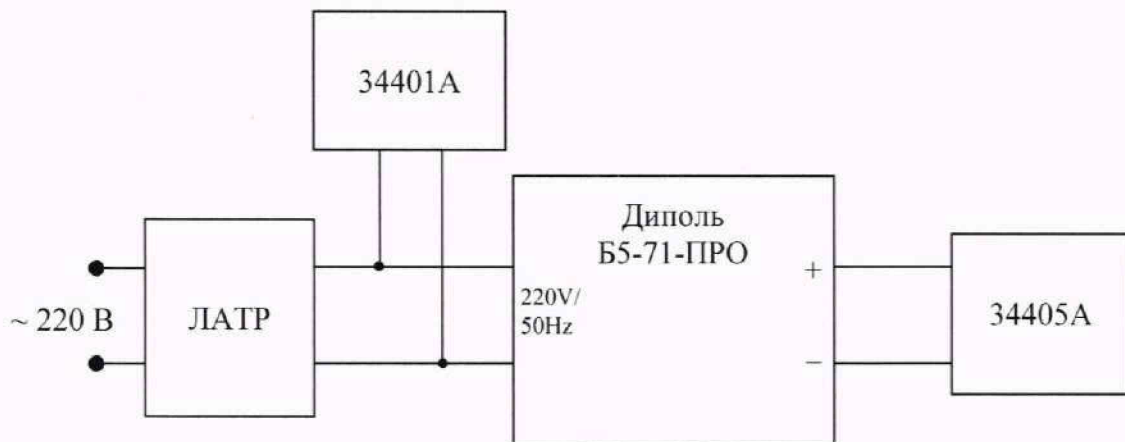


Рисунок 1 – Схема измерений при определении нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением напряжения питания

10.2.2 Установить на выходе автотрансформатора по показаниям мультиметра 34401А напряжение переменного тока, равное (220 ± 1) В с частотой 50 Гц. Включить источник питания. Установить на выходе источника питания напряжение, соответствующее $U_{\text{макс}}$ для проверяемой модификации источника. Включить выход источника.

10.2.3 При помощи мультиметра 34405А измерить постоянное напряжение U_{220} на выходе источника.

Выключить выход источника питания, выключить источник.

10.2.4 Установить на выходе автотрансформатора напряжение (242 ± 1) В. Включить источник питания. По истечении 5 мин включить выход источника. Измерить напряжение U_{242} на выходе источника. Выключить выход источника питания, выключить источник.

10.2.5 Установить на выходе автотрансформатора напряжение (198 ± 1) В. Включить источник питания. По истечении 5 мин включить выход источника. Измерить напряжение U_{198} на выходе источника.

10.2.6 Определить разность выходного напряжения постоянного тока при повышенном и пониженном напряжении питания по формулам

$$\Delta_{242} = |U_{242} - U_{220}|, \quad (3)$$

$$\Delta_{198} = |U_{198} - U_{220}|. \quad (4)$$

Принять за нестабильность выходного напряжения, вызванную изменением напряжения питания источника, максимальное из значений, полученных по формулам 3 и 4.

10.3 Определение нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением тока нагрузки в режиме стабилизации напряжения

10.3.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 2.

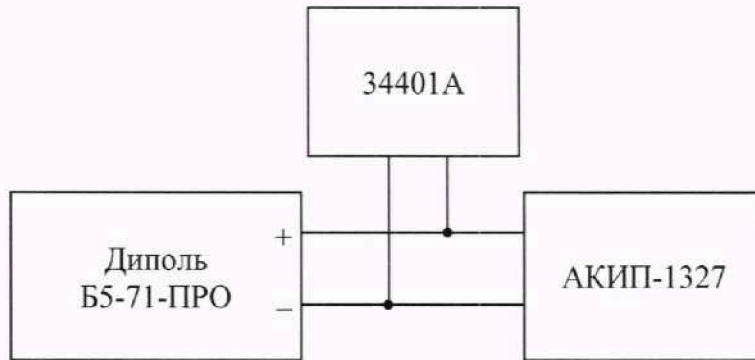


Рисунок 2 – Схема измерений при определении нестабильности выходного напряжения, вызванной изменением тока нагрузки, а также для проверки пульсаций силы тока

10.3.2 Включить источник питания; установить органами регулировки напряжения на выходе источника значение, соответствующее $U_{\text{МАКС}}$ для проверяемой модификации источника.

10.3.3 Подготовить к работе нагрузку электронную в режиме стабилизации тока. Установить силу тока в нагрузке, соответствующую значению $0,9 \cdot I_{\text{МАКС}}$ по показаниям индикатора источника (9,0; 5,4; 3,6 А соответственно для источников Диполь Б5-71/1-ПРО, Б5-71/2-ПРО, Б5-71/4-ПРО).

10.3.4 Включить выход источника. Измерить при помощи мультиметра напряжение на выходе источника $U_{\text{ММ}}$. Занести результат измерений в таблицу 4.

Таблица 4 – Результаты определения нестабильности напряжения при изменении силы тока

Модификация	$I_{\text{УСТ}}$, А	$U_{\text{ММ}}$, В	$\Delta U_{\text{Н}}$, мВ	$\Delta U_{\text{Н доп}}$, мВ
Диполь Б5-71/1-ПРО ($I_{\text{МАКС}} = 10$ А)	9,00			60
	5,00			
	1,00			
	0,01			
Диполь Б5-71/2-ПРО ($I_{\text{МАКС}} = 6$ А)	5,40			80
	3,00			
	0,60			
	0,01			
Диполь Б5-71/4-ПРО ($I_{\text{МАКС}} = 4$ А)	3,60			105
	2,00			
	0,40			
	0,01			

10.3.5 Устанавливая силу тока в нагрузке $I_{\text{УСТ}}$ в соответствии с таблицей 4, производить измерения выходного напряжения. Результаты занести в таблицу 4.

10.3.6 Определить нестабильность выходного напряжения при изменении силы тока по формуле

$$\Delta U_{\text{Н}} = (U_{\text{МАКС}} - U_{\text{МИН}}) / 2, \quad (5)$$

где $U_{\text{МАКС}}$ и $U_{\text{МИН}}$ – соответственно, максимальное и минимальное значения напряжения из измеренных при изменении силы тока на выходе источника.

10.4 Проверка среднеквадратического значения пульсаций выходного напряжения в режиме стабилизации напряжения

10.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

Подготовить мультиметр для измерений напряжения переменного тока на пределе 100 мВ.

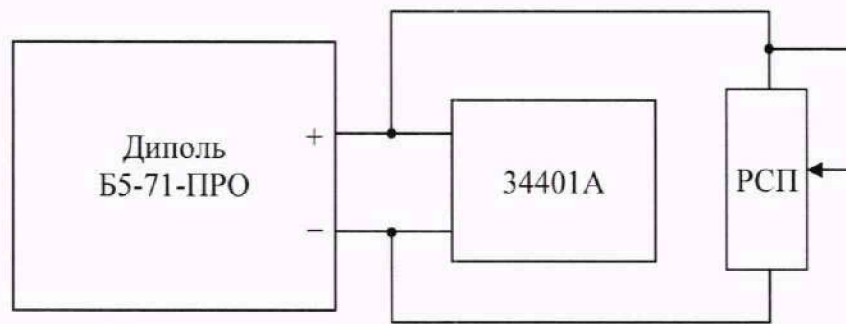


Рисунок 3 – Схема измерений при проверке пульсаций напряжения

10.4.2 Включить источник питания; установить органами регулировки выходного напряжения на выходе источника питания значение, соответствующее $U_{\text{МАКС}}$ для проверяемой модификации источника. Включить выход источника.

10.4.3 Изменяя сопротивление реостата установить силу тока на выходе источника, соответствующую значению $0,9 \cdot I_{\text{МАКС}}$ по показаниям индикатора источника. Убедиться, что источник работает в режиме стабилизации напряжения. Измерить при помощи мультиметра среднеквадратическое значение (далее по тексту – СКЗ) напряжения на выходе источника.

10.4.4 При помощи реостата установить в режиме стабилизации напряжения силу тока в нагрузке, соответствующую $0,1 \cdot I_{\text{МАКС}}$ (1,0; 0,6; 0,4 А соответственно для источников Диполь Б5-71/1-ПРО, Б5-71/2-ПРО, Б5-71/4-ПРО). Повторить измерения СКЗ напряжения.

10.5 Определение диапазона и основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока

10.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4.

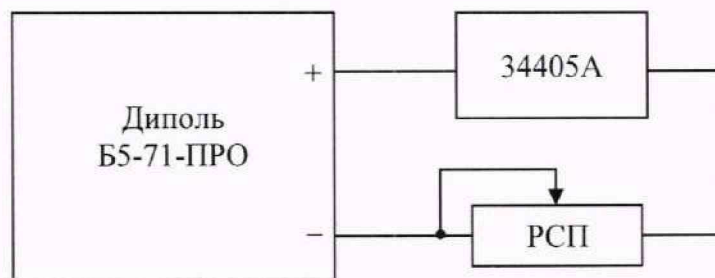


Рисунок 4 – Схема измерений при определении диапазона и погрешности воспроизведения и измерений силы тока, а также нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке

10.5.2 Установить максимальное значение $U_{\text{МАКС}}$ на выходе источника. Включить выход источника. Используя органы регулировки силы тока, установить по показаниям индикатора источника силу тока на выходе источника, соответствующую значению $I_{\text{МАКС}}$.

10.5.3 Изменяя сопротивление реостата, перевести источник в режим стабилизации силы тока поддерживая максимально возможное в этом режиме значение напряжения. Измерить силу тока на выходе источника по показаниям мультиметра $I_{\text{ММ}}$, одновременно производя измерения по индикатору источника $I_{\text{ИЗМ}}$.

10.5.4 При помощи органов регулировки силы тока источника устанавливать значения силы тока $I_{\text{УСТ}}$ равные минимальному воспроизводимому току $I_{\text{МИН}} = 0,01 \text{ А}$, а также значениям $0,1 \cdot I_{\text{МАКС}}$ и $0,5 \cdot I_{\text{МАКС}}$ в соответствии с таблицей 5. Поддерживать максимально возможное напряжение в режиме стабилизации силы тока. Измерить силу тока на выходе источника по показаниям мультиметра, одновременно производя измерения по индикатору источника.

Таблица 5 – Результаты определения погрешности воспроизведения и измерений силы тока

Модификация	$I_{уст}$, А	$I_{мм}$, А	ΔI_1 , мА	ΔI_1 доп., мА	$I_{изм}$, А	ΔI_2 , мА	ΔI_2 доп., мА
Диполь Б5-71/1-ПРО ($I_{макс} = 10$ А)	0,01			$\pm 25,0$			± 50
	1,00			$\pm 27,5$			± 55
	5,00			$\pm 37,5$			± 75
	10,00			$\pm 50,0$			± 100
Диполь Б5-71/2-ПРО ($I_{макс} = 6$ А)	0,01			$\pm 15,0$			± 30
	0,60			$\pm 16,5$			± 33
	3,00			$\pm 22,5$			± 45
	6,00			$\pm 30,0$			± 60
Диполь Б5-71/4-ПРО ($I_{макс} = 4$ А)	0,01			$\pm 10,0$			± 20
	0,40			$\pm 11,0$			± 22
	2,00			$\pm 15,0$			± 30
	4,00			$\pm 20,0$			± 40

10.5.5 Определить абсолютную погрешность воспроизведения силы тока по формуле

$$\Delta I_1 = I_{уст} - I_{мм}, \quad (6)$$

и абсолютную погрешность измерений силы тока по формуле

$$\Delta I_2 = I_{изм} - I_{мм}. \quad (7)$$

Измеренные значения и результаты расчетов занести в таблицу 5.

10.6 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения питания источника в режиме стабилизации тока

10.6.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 5.

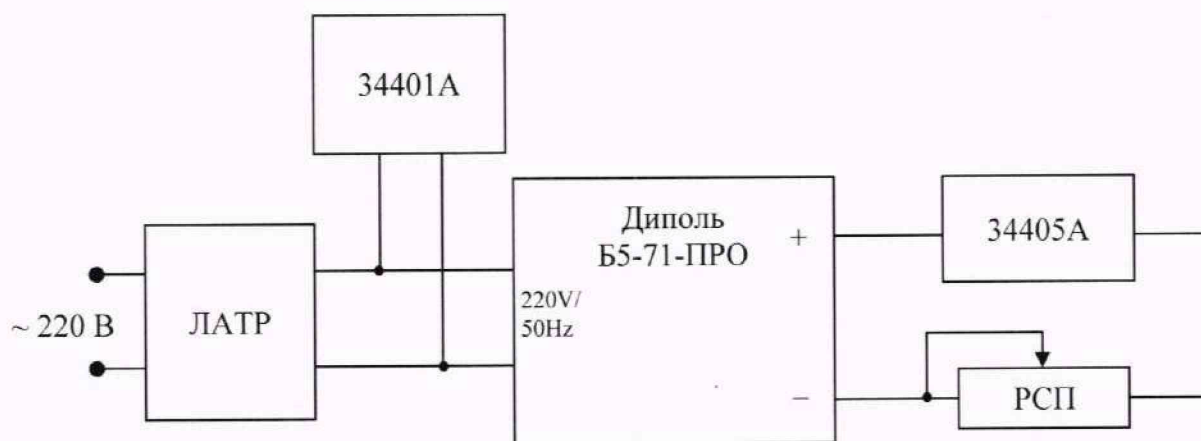


Рисунок 5 – Схема измерений при проверке нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения питания

10.6.2 Установить на выходе автотрансформатора напряжение, равное (220 ± 1) В по показаниям мультиметра 34401А. Включить источник питания. Включить выход источника. Установить при помощи органов регулировки источника силу тока на выходе, соответствующую значению $I_{макс}$ и напряжение, соответствующее $U_{макс}$. Изменяя сопротивление реостата, перевести источник в режим стабилизации силы тока.

При помощи мультиметра измерить силу тока I_{220} на выходе источника.

Выключить выход источника питания, выключить источник.

10.6.3 Установить на выходе автотрансформатора напряжение (242 ± 1) В. Включить источник питания. По истечении времени установления рабочего режима включить выход источника. Измерить силу тока I_{242} на выходе источника. Выключить выход источника питания, выключить источник.

10.6.4 Установить на выходе автотрансформатора напряжение (198 ± 1) В. Включить источник питания. По истечении времени установления рабочего режима включить выход источника. Измерить силу тока I_{198} на выходе источника.

10.6.5 Определить разность выходного напряжения постоянного тока при повышенном и пониженном напряжении питания по формулам

$$\Delta_{242i} = |I_{242} - I_{220}|, \quad (8)$$

$$\Delta_{198i} = |I_{198} - I_{220}|. \quad (9)$$

Принять за нестабильность выходной силы тока, вызванную изменением напряжения питания источника, максимальное из значений, полученных по формулам 8 и 9.

10.7 Определение нестабильности выходной силы тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке в режиме стабилизации тока

10.7.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4.

10.7.2 Включить источник питания. Используя органы регулировки силы тока, установить на выходе источника питания значение, соответствующее $I_{\text{МАКС}}$ для проверяемой модификации источника. Изменяя сопротивление реостата, перевести источник в режим стабилизации силы тока.

10.7.3 Установить при помощи органов регулировки выходного напряжения на выходе источника питания значение, соответствующее напряжению $0,9 \cdot U_{\text{МАКС}}$ по показаниям индикатора источника ($U_{\text{МАКС}} = 30; 50; 75$ В соответственно для источников Диполь Б5-71/1-ПРО, Б5-71/2-ПРО, Б5-71/4-ПРО). Изменяя сопротивления реостата, поддерживать режим стабилизации силы тока источника и максимально возможное в этом режиме значение напряжения. Измерить при помощи мультиметра 34405А силу тока на выходе источника $I_{\text{ММ}}$. Занести результат измерений в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты определения нестабильности силы тока при изменении напряжения

Модификация	$U_{\text{УСТ}}$, В	$I_{\text{ММ}}$, А	$\Delta I_{\text{Н}}$, мА	$\Delta I_{\text{Н доп}}$, мА
Диполь Б5-71/1-ПРО ($U_{\text{МАКС}} = 30$ В)	27,0			60
	15,0			
	3,0			
	1,0			
Диполь Б5-71/2-ПРО ($U_{\text{МАКС}} = 50$ В)	45,0			56
	25,0			
	5,0			
	0,5			
Диполь Б5-71/4-ПРО ($U_{\text{МАКС}} = 75$ В)	67,5			54
	37,5			
	7,5			
	0,5			

10.7.4 При помощи органов регулировки напряжения источника устанавливать напряжение на выходе в соответствии с таблицей 6. Изменяя сопротивление реостата возобновить режим стабилизации силы тока, при этом поддерживать выходное напряжение близко к установленному значению по показаниям индикатора источника. Повторить измерения силы выходного тока; результаты занести в таблицу 6.

10.7.5 Определить нестабильность выходной силы тока при изменении напряжения по формуле

$$\Delta I_H = (I_{\text{МАКС}} - I_{\text{МИН}}) / 2, \quad (10)$$

где $I_{\text{МАКС}}$ и $I_{\text{МИН}}$ – соответственно, максимальное и минимальное значения силы тока из измеренных при изменении напряжения на выходе источника.

10.8 Проверка среднеквадратического значения пульсаций силы тока в режиме стабилизации силы тока

10.8.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. Подготовить нагрузку для работы в режиме постоянного напряжения. Подготовить мультиметр 34401А для измерений напряжения переменного тока на пределе 100 мВ.

10.8.2 Включить источник питания; установить при помощи органов регулировки выхода источника питания силу тока, соответствующую $I_{\text{МАКС}}$ для проверяемой модификации источника и напряжение, соответствующее $U_{\text{МАКС}}$.

10.8.3 Нажатием клавиши «Preset» включить режим установки напряжения нагрузки. Подключить нагрузку к источнику нажатием клавиши «LOAD». Включить выход источника. Регулировкой напряжения в нагрузке установить напряжение $U_{\text{УСТ}} = 0,9 \cdot U_{\text{МАКС}}$ по показаниям индикатора источника. Убедиться, что источник работает в режиме стабилизации силы тока «СТ».

10.8.4 Рассчитать значение сопротивления нагрузки по формуле

$$R_H = U_{\text{УСТ}} / I_{\text{МАКС}}. \quad (11)$$

Занести значение сопротивления R_H в таблицу 7.

Таблица 7 – Результаты измерений пульсаций силы тока

Источник	$U = 0,9 \cdot U_{\text{МАКС}}$			$U = 0,1 \cdot U_{\text{МАКС}}$			$I_{\text{СКЗ доп}}$, мА
	R_H , Ом	$U_{\text{СКЗ}}$, мВ	$I_{\text{СКЗ}}$, мА	R_H , Ом	$U_{\text{СКЗ}}$, мВ	$I_{\text{СКЗ}}$, мА	
Диполь Б5-71/ -ПРО							5,0

10.8.5 Измерить при помощи мультиметра 34401А среднеквадратическое значение напряжения на выходе источника $U_{\text{СКЗ}}$, занести результат измерений в таблицу 6. Выключить выход источника, отключить нагрузку повторным нажатием клавиши «LOAD». Рассчитать среднеквадратическое значение пульсаций силы тока по формуле

$$I_{\text{СКЗ}} = U_{\text{СКЗ}} / R_H. \quad (12)$$

Занести полученное значение пульсаций силы тока в таблицу 7.

10.8.6 Повторить измерения и вычисления, установив на выходе источника питания напряжение, соответствующее $0,1 \cdot U_{\text{МАКС}}$.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Источник питания постоянного тока Диполь Б5-71-ПРО считается пригодным, если выполняются следующие условия:

11.1 В процессе опробования обеспечиваются режимы стабилизации и регулировки выходных напряжения и силы тока, индикация максимальных значений.

11.2 Номер версии прошивки встроенного ПО источника соответствует значению 1.3.

11.3 Диапазон воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока от $U_{\text{МИН}}$ до $U_{\text{МАКС}}$, указанных в первом столбце таблицы 3.

11.4 Погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока не превышает $\pm (0,001 \cdot U_{\text{УСТ}} + 0,03)$ В и значений ΔU_1 доп, приведенных в пятом столбце таблицы 3.

11.5 Погрешность измерений напряжения постоянного тока не превышает $\pm (0,002 \cdot U_{\text{УСТ}} + 0,05)$ В и значений ΔU_2 доп, приведенных в последнем столбце таблицы 3.

11.6 Нестабильность выходного напряжения, вызванная изменением напряжения питания, а также изменением тока нагрузки от 0,9 максимального значения до минимального значения в режиме стабилизации напряжения не превышает $\pm (0,001 \cdot U_{\text{МАКС}} + 0,03)$ В и значений $\Delta U_{\text{Н доп}}$, приведенных в последнем столбце таблицы 4.

11.7 Измеренные значения пульсаций выходного напряжения не превышают 2 мВ.

11.8 Диапазон воспроизведения и измерений силы тока от 0,01 А до значения $I_{\text{МАКС}}$, указанного в первом столбце таблицы 5.

11.9 Погрешность воспроизведения силы постоянного тока не превышает $\pm (0,0025 \cdot I_{\text{УСТ}} + 0,0025 \cdot I_{\text{МАКС}})$ А и значений ΔI_1 доп, приведенных в пятом столбце таблицы 5.

11.10 Погрешность измерений силы постоянного тока не превышает $\pm (0,005 \cdot I_{\text{УСТ}} + 0,005 \cdot I_{\text{МАКС}})$ А и значений ΔI_2 доп, приведенных в последнем столбце таблицы 5.

11.11 Нестабильность выходной силы тока, вызванная изменением напряжения питания, а также изменением напряжения на нагрузке от 0,9 максимального значения до минимального значения в режиме стабилизации тока не превышает $\pm (0,001 \cdot I_{\text{МАКС}} + 0,05)$ А и значений $\Delta I_{\text{Н доп}}$, приведенных в последнем столбце таблицы 6.

11.12 Измеренные значения пульсаций выходной силы тока не превышают 5 мА.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки источников оформляют протоколами произвольной формы на основании экспериментальных данных, полученных в процессе первичной (периодической) поверок.

12.2 Источник, прошедший поверку с положительным результатом, признается годным, допускается к применению.

12.3 При отрицательных результатах поверки источник признается не годным.

12.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца источника или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений (при положительном результате поверки) или извещение о непригодности средства измерений (при отрицательном результате поверки).