

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

«27» мая 2025 г.

«ГСИ. Нагрузки электронные АКИП-1389.
Методика поверки»

МП-ПР-16-2025

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на нагрузки электронные АКИП-1389 (далее по тексту – нагрузки) и устанавливает методы и средства их поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых нагрузок к государственным первичным эталонам единиц величин в соответствии с:

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520, к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения – ГЭТ 13-2023;

- государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока – ГЭТ 4-91;

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

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр средства измерений	да	да	Раздел 6
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	Раздел 7
3. Проверка идентификационных данных программного обеспечения	да	да	Раздел 8
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			Раздел 9
5. Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока при работе в режиме стабилизации напряжения	да	да	9.1
6. Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока при работе в режиме стабилизации силы тока	да	да	9.2
7. Проверка режима стабилизации сопротивления	да	да	9.3
8. Определение абсолютной погрешности измерения мощности при работе в режиме стабилизации мощности постоянного тока	да	да	9.4
9. Оформление результатов поверки	да	да	Раздел 10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 °С до плюс 28 °С;
- относительная влажность от 20 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети от 200 до 240 В;
- частота питающей сети от 47 до 63 Гц.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1, 9.3, 9.4	Эталоны единицы напряжения постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне значений напряжения постоянного тока от 1 В до 30 В	Вольтметр универсальный В7-78/1, рег. № 69742-17
9.2 – 9.4	Эталоны единицы силы постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 209, в диапазоне значений силы постоянного тока от 0,1 до 3 А	Шунт токовый PCS-71000А, рег. № 68945-17
9.1 – 9.4	Верхний предел установки выходной мощности 3 кВт. Верхний предел установки выходного напряжения постоянного тока до 600 В, верхний предел установки выходной силы постоянного тока 10 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения $\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 0,1)$ В, тока $\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 0,01)$ А	Источник питания АКИП-1144-60 0-10, рег. № 65409-16
9.1 – 9.4	Верхний предел установки выходной мощности 6 кВт. Верхний предел установки выходного напряжения постоянного тока 200 В, верхний предел установки выходной силы постоянного тока 120 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения $\pm(0,0005 \cdot U_{\text{вых}} + 0,04)$ В, тока $\pm(0,002 \cdot I_{\text{вых}} + 0,12)$ А	Источник питания АКИП-1146/2, рег. № 65409-16

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Тип средства поверки
1	2	3
Температура	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С;	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)

Продолжение таблицы 3

1	2	3
Давление	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью ± 5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
Влажность	Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
Напряжение питающей сети	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения ± 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты ± 1 %.	Мультиметр цифровой DMG 800 (рег. № 75130-19)

5. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования ГОСТ 12.27.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, ГОСТ 12.27.7-75, требованиями правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных приказом Минтруда России от 15 декабря 2020 года N 903н.

5.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в руководствах по эксплуатации.

5.3 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Перед поверкой должен быть проведен внешний осмотр, при котором должно быть установлено соответствие поверяемой нагрузки следующим требованиям:

- не должно быть механических повреждений корпуса. Все надписи должны быть четкими и ясными;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

6.2 При наличии дефектов поверяемая нагрузка бракуется и подлежит ремонту.

7. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- средства поверки и поверяемая нагрузка должны быть подготовлены к работе согласно руководств по эксплуатации;
- контроль условий по обеспечению безопасности проведения поверки (раздел 5) должен быть выполнен перед началом поверки.
- контроль условий проведения поверки (раздел 3) должен быть выполнен перед началом поверки.

7.2 Опробование нагрузок проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования нагрузка бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку идентификационных данных программного обеспечения нагрузок проводить путем вывода на цифровое табло нагрузки информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на нагрузки.

Результат проверки считать положительным, если номер версии версия программного обеспечения не ниже, приведенного в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	отсутствует
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.01

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Периодическая поверка нагрузок, в случае их использования на меньшем числе измерительных каналов или на меньшем числе диапазонов измерений, чем указано в разделе «Описание средства измерений» Описания типа, допускается на основании письменного заявления владельца прибора, оформленного в произвольной форме. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке прибора.

9.1 Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока при работе в режиме стабилизации напряжения

Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока проводить при помощи источника питания постоянного тока АКИП-1144-600-10 (далее по тексту – источник питания) и вольтметра универсального В7-78/1 (далее по тексту – вольтметр) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.1.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1. Подключить канал CH1 поверяемого СИ.

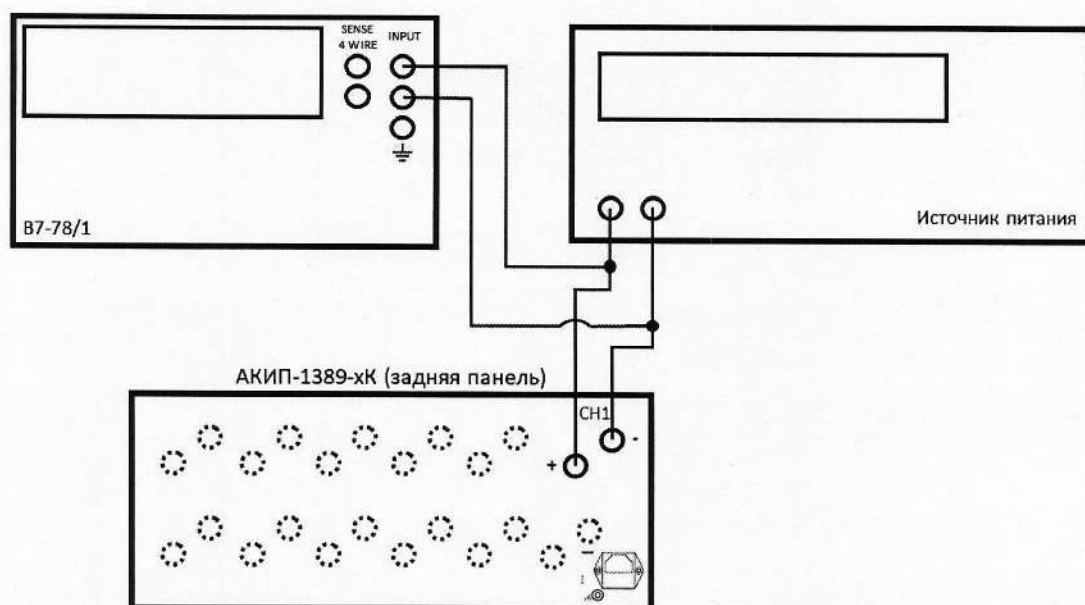


Рисунок 1

9.1.2 На поверяемой нагрузке установить следующие параметры:

- Режим CV;
- Range CVL.

9.1.3 На источнике питания установить значение напряжения, равное верхней границе выбранного диапазона нагрузки. Значение силы тока установить таким образом, чтобы выходная мощность источника не превышала входную мощность и силу тока нагрузки на выбранном диапазоне.

9.1.4 На поверяемой нагрузке установить значение напряжения, соответствующее 10% от верхней границы выбранного диапазона. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.1.5 Зафиксировать показания вольтметра и записать в графу «Действительное значение напряжения, В» таблицы 5.

9.1.6 Зафиксировать показания индикатора напряжения нагрузки и записать в графу «Измеренное значение напряжения на нагрузке, В» таблицы 5.

9.1.7 Повторить операции поверки по п. 9.1.4-9.1.6 для значений напряжения, соответствующих 50 % и 90% от верхней границы выбранного диапазона согласно таблице 5. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность установки напряжения на поверяемой нагрузке по формуле 1 и записать в соответствующую графу таблицы 5.

$$\Delta = U_{\text{уст}} - U_{\text{д}}, \text{ где} \quad (1)$$

$U_{\text{уст}}$ – установленное значение напряжения на нагрузке, В;

$U_{\text{д}}$ – действительное значение напряжения, В.

9.1.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения на поверяемой нагрузке по формуле 2 и записать в соответствующую графу таблицы 5.

$$\Delta = U_{\text{изм}} - U_{\text{д}}, \text{ где} \quad (2)$$

$U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения на нагрузке, В;

$U_{\text{д}}$ – действительное значение напряжения, В.

9.1.10 Повторить операции поверки по п.9.1.3-9.1.9 для Range CVH.

9.1.11 Повторить операции поверки по п.9.1.1-9.1.10 для всех каналов поверяемой модели нагрузки.

Таблица 5

Установленное значение напряжения на нагрузке, В	Действительное значение напряжения, В	Измеренное значение напряжения на нагрузке, В	Абсолютная погрешность установки напряжения, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности установки (измерения) напряжения, В
1	2	3	4	5	6
АКИП-1389-2К-80-120 АКИП-1389-4К-80-60 АКИП-1389-6К-80-40 АКИП-1389-12К-80-20					
Range CVL ($U_{\text{ист}} = 8 \text{ В}$)					
0,8000					$\pm 0,0022$
4,0000					$\pm 0,0030$
7,2000					$\pm 0,0038$
Range CVH ($U_{\text{ист}} = 80 \text{ В}$)					
8,000					$\pm 0,022$
40,000					$\pm 0,030$
72,000					$\pm 0,038$

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
АКИП-1389-2К-150-120 АКИП-1389-4К-150-60 АКИП-1389-6К-150-40 АКИП-1389-12К-150-20					
Range CVL ($U_{ист} = 15 \text{ В}$)					
1,5000					$\pm 0,004125$
7,5000					$\pm 0,005625$
13,5000					$\pm 0,007125$
Range CVH ($U_{ист} = 150 \text{ В}$)					
15,000					$\pm 0,04125$
75,000					$\pm 0,05625$
135,000					$\pm 0,07125$
АКИП-1389-2К-600-30 АКИП-1389-4К-600-15 АКИП-1389-6К-600-10 АКИП-1389-12К-600-5					
Range CVL ($U_{ист} = 60 \text{ В}$)					
6,000					$\pm 0,0165$
30,0000					$\pm 0,0225$
54,0000					$\pm 0,0285$
Range CVH ($U_{ист} = 600 \text{ В}$)					
60,000					$\pm 0,165$
300,000					$\pm 0,225$
540,000					$\pm 0,285$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) напряжения находится в пределах, приведенных в таблице 5.

9.2 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока при работе в режиме стабилизации силы тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока проводить при помощи источника питания постоянного тока АКИП-1146/2 (далее по тексту – источник питания) и шунта токового PCS-71000A (далее по тексту – шунт) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Подключить канал CH1 поверяемого источника.

В зависимости от задаваемой нагрузкой силы тока, подключать измерительные кабели к соответствующим клеммам шунта, чтобы ток в цепи не превышал его предел по току.

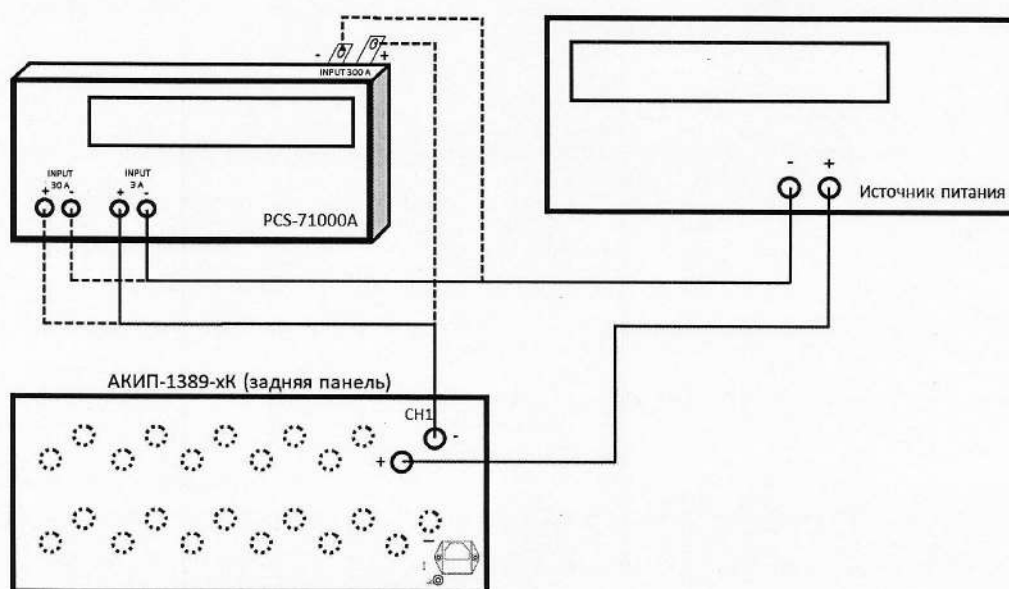


Рисунок 2

9.2.2 На поверяемой нагрузке установить следующие параметры:

- Режим CC;
- Range CCL.

9.2.3 На источнике питания установить значение силы тока, равное верхней границе выбранного диапазона нагрузки. Значение напряжения установить таким образом, чтобы выходная мощность источника не превышала входную мощность и напряжение нагрузки на выбранном диапазоне.

9.2.4 На поверяемой нагрузке установить значение силы тока, соответствующее 10% от верхней границы выбранного диапазона. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.2.5 Зафиксировать показания шунта и записать в графу «Действительное значение силы тока, А» таблицы 6.

9.2.6 Зафиксировать показания индикатора силы тока нагрузки и записать в графу «Измеренное значение силы тока на нагрузке, А» таблицы 6.

9.2.7 Повторить операции поверки по п. 9.2.4-9.2.6 для значений силы тока, соответствующих 50 % и 90% от верхней границы выбранного диапазона согласно таблице 6. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.2.8 Рассчитать абсолютную погрешность установки силы тока на поверяемой нагрузке по формуле 3 и записать в соответствующую графу таблицы 6.

$$\Delta = I_{уст} - I_{д}, \text{ где} \quad (3)$$

$I_{уст}$ – установленное значение силы тока на нагрузке, А;

$I_{д}$ – действительное значение силы тока, А.

9.2.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока на поверяемой нагрузке по формуле 4 и записать в соответствующую графу таблицы 6.

$$\Delta = I_{изм} - I_{д}, \text{ где} \quad (4)$$

$I_{изм}$ – измеренное значение силы тока на нагрузке, А;

$I_{д}$ – действительное значение силы тока, А.

9.2.10 Повторить операции поверки по п.9.2.3-9.2.9 для Range CCH.

9.2.11 Повторить операции поверки по п.9.2.1-9.2.10 для всех каналов поверяемой модели нагрузки.

Таблица 6

Установленное значение силы тока на нагрузке, А	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение силы тока на нагрузке, А	Абсолютная погрешность установки силы тока, А	Абсолютная погрешность измерения силы тока, А	Пределы допускаемых значений погрешности установки (измерения) силы тока, А
1	2	3	4	5	6
АКИП-1389-12К-600-5					
Range CCL ($I_{ист} = 0,5 \text{ A}$)					
0,0500 ¹					±0,000275
0,2500					±0,000375
0,4500					±0,000475
Range CCH ($I_{ист} = 5 \text{ A}$)					
0,500					±0,00275
2,500					±0,00375
4,500 ²					±0,00475

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
АКИП-1389-6К-600-10					
Range CCL ($I_{ист} = 1 \text{ A}$)					
0,1000 ¹					$\pm 0,00055$
0,5000					$\pm 0,00075$
0,9000					$\pm 0,00095$
Range CCH ($I_{ист} = 10 \text{ A}$)					
1,000					$\pm 0,0055$
5,000 ²					$\pm 0,0075$
9,000					$\pm 0,0095$
АКИП-1389-4К-600-15					
Range CCL ($I_{ист} = 1,5 \text{ A}$)					
0,2250 ¹					$\pm 0,000750$
0,750					$\pm 0,001125$
1,35000					$\pm 0,001425$
Range CCH ($I_{ист} = 15 \text{ A}$)					
1,500					$\pm 0,000750$
7,500 ²					$\pm 0,001125$
13,500					$\pm 0,001425$
АКИП-1389-12К-80-20 АКИП-1389-12К-150-20					
Range CCL ($I_{ист} = 2 \text{ A}$)					
0,2000 ¹					$\pm 0,0011$
1,0000					$\pm 0,0015$
1,8000					$\pm 0,0019$
Range CCH ($I_{ист} = 20 \text{ A}$)					
2,000					$\pm 0,011$
10,000 ²					$\pm 0,015$
18,000					$\pm 0,019$
АКИП-1389-2К-600-30					
Range CCL ($I_{ист} = 3 \text{ A}$)					
0,3000 ¹					$\pm 0,00165$
1,5000					$\pm 0,00225$
2,7000					$\pm 0,00285$
Range CCH ($I_{ист} = 30 \text{ A}$)					
3,000 ²					$\pm 0,0165$
15,000					$\pm 0,0225$
27,000					$\pm 0,0285$
АКИП-1389-6К-80-40 АКИП-1389-6К-150-40					
Range CCL ($I_{ист} = 4 \text{ A}$)					
0,4000 ¹					$\pm 0,0022$
2,0000					$\pm 0,0030$
3,6000 ²					$\pm 0,0038$
Range CCH ($I_{ист} = 40 \text{ A}$)					
4,000					$\pm 0,022$
20,000					$\pm 0,030$
36,000 ³					$\pm 0,038$
АКИП-1389-4К-80-60 АКИП-1389-4К-150-60					
Range CCL ($I_{ист} = 6 \text{ A}$)					
0,6000 ¹					$\pm 0,0033$
3,0000 ²					$\pm 0,0045$
5,4000					$\pm 0,0057$

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
Range CCH ($I_{ист} = 60 \text{ A}$)					
6,000					$\pm 0,0033$
30,000 ³					$\pm 0,0045$
54,000					$\pm 0,0057$
АКИП-1389-2К-80-120 АКИП-1389-2К-150-120					
Range CCL ($I_{ист} = 12 \text{ A}$)					
1,2000 ¹					$\pm 0,0066$
6,0000 ²					$\pm 0,0090$
10,8000					$\pm 0,0114$
Range CCH ($I_{ист} = 120 \text{ A}$)					
12,000					$\pm 0,066$
60,000 ³					$\pm 0,090$
108,000					$\pm 0,114$
¹ - подключить измерительные кабели к клеммам шунта INPUT 3 A ² - подключить измерительные кабели к клеммам шунта INPUT 30 A ³ - подключить измерительные кабели к клеммам шунта INPUT 300 A					

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) силы тока находится в пределах, приведенных в таблице 6.

9.3 Определение абсолютной погрешности установки и измерения мощности при работе в режиме стабилизации мощности постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока проводить при помощи источника питания постоянного тока АКИП-1144-600-10 (далее по тексту – источник питания), вольтметра универсального В7-78/1 (далее по тексту – вольтметр) и шунта токового PCS-71000A (далее по тексту – шунт) методом косвенных измерений в следующей последовательности:

9.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 3. Подключить канал СН1 поверяемого источника. Подключать измерительные кабели к соответствующим клеммам шунта, чтобы ток в цепи не превышал его предел по току.

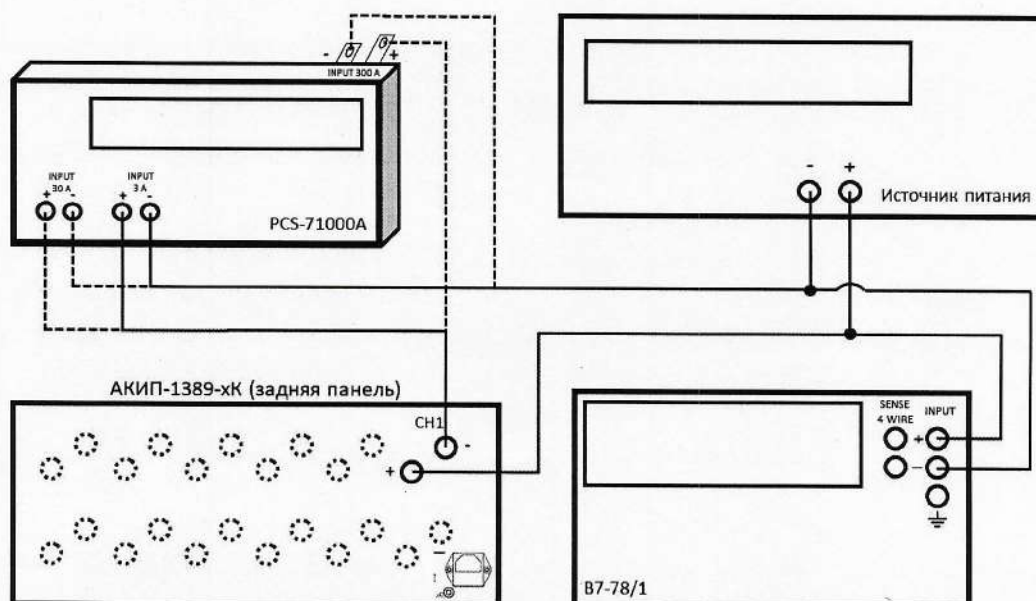


Рисунок 3

9.3.2 На поверяемой нагрузке установить следующие параметры:

- Режим CP;
- Range CPL.

9.3.3 На источнике питания установить комбинацию значений напряжения и силы тока, равную верхнему пределу выбранного диапазона установки мощности нагрузки, учитывая её входные пределы по силе тока и напряжению на выбранном диапазоне.

9.3.4 На поверяемой нагрузке установить значение мощности, соответствующее 10% от верхней границы выбранного диапазона. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.3.5 Зафиксировать показания вольтметра и шунта. Вычислить действительное значение мощности по формуле (5) и записать в соответствующую графу таблицы 7.

$$P_d = U_d \cdot I_d, \text{ где} \quad (5)$$

U_d – действительное значение напряжения, В;

I_d – действительное значение силы тока, А.

9.3.6 Зафиксировать показания индикатора мощности нагрузки и записать в графу «Измеренное значение мощности на нагрузке, Вт» таблицы 7.

9.3.7 Повторить операции поверки по п. 9.3.4-9.3.7 для значений мощности, соответствующих 50 % и 90% от верхней границы выбранного диапазона согласно таблице 7. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.3.8 Рассчитать абсолютную погрешность установки мощности на поверяемой нагрузке по формуле 6 и записать в соответствующую графу таблицы 7.

$$\Delta = P_{уст} - P_d, \text{ где} \quad (6)$$

$P_{уст}$ – установленное значение мощности на нагрузке, Вт;

P_d – действительное значение мощности, Вт.

9.3.9 Рассчитать абсолютную погрешность измерения мощности на поверяемой нагрузке по формуле 7 и записать в соответствующую графу таблицы 7.

$$\Delta = P_{изм} - P_d, \text{ где} \quad (7)$$

$P_{изм}$ – измеренное значение мощности на нагрузке, Вт;

P_d – действительное значение мощности, Вт.

9.3.10 Повторить операции поверки по п.9.3.3-9.3.9 для Range CPN.

9.3.11 Повторить операции поверки по п.9.3.1-9.3.10 для всех каналов поверяемой модели нагрузки.

Таблица 7

Установленное значение мощности на нагрузке, Вт	Действительное значение мощности, Вт	Измеренное значение мощности на нагрузке, Вт	Абсолютная погрешность установки мощности, Вт	Абсолютная погрешность измерения мощности, Вт	Пределы допускаемых значений погрешности установки (измерения) мощности, Вт
1	2	3	4	5	6
АКИП-1389-12К-80-20 АКИП-1389-12К-150-20 АКИП-1389-12К-600-5					
Range CPL ($U_{ист} = 15$ В)					
1,500					±0,0165
7,500					±0,0225
13,500					±0,0285

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
Range CPH ($U_{ист} = 150 \text{ ВТ}$)					
15,00					$\pm 0,165$
75,00					$\pm 0,225$
135,00					$\pm 0,285$
АКИП-1389-6К-80-40 АКИП-1389-6К-150-40 АКИП-1389-6К-600-10					
Range CPL ($U_{ист} = 30 \text{ ВТ}$)					
3,000					$\pm 0,033$
15,000					$\pm 0,045$
27,000					$\pm 0,057$
Range CPH ($U_{ист} = 300 \text{ ВТ}$)					
30,00					$\pm 0,33$
150,00					$\pm 0,45$
270,00					$\pm 0,57$
АКИП-1389-4К-80-60 АКИП-1389-4К-150-60 АКИП-1389-4К-600-15					
Range CPL ($U_{ист} = 54 \text{ ВТ}$)					
5,400					$\pm 0,066$
27,000					$\pm 0,090$
48,600					$\pm 0,114$
Range CPH ($U_{ист} = 540 \text{ ВТ}$)					
54,00					$\pm 0,66$
270,00					$\pm 0,90$
486,00					$\pm 1,14$
АКИП-1389-2К-80-120 АКИП-1389-2К-150-120 АКИП-1389-2К-600-30					
Range CPL ($U_{ист} = 90 \text{ ВТ}$)					
9,000					$\pm 0,099$
45,000					$\pm 0,135$
81,000					$\pm 0,171$
Range CPH ($U_{ист} = 900 \text{ ВТ}$)					
90,00					$\pm 0,99$
450,00					$\pm 1,35$
810,00					$\pm 1,71$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) мощности находится в пределах, приведенных в таблице 7.

9.4 Проверка установки сопротивления при работе в режиме стабилизации сопротивления

Определение абсолютной погрешности установки и измерения сопротивления проводить при помощи источника питания постоянного тока АКИП-1144-600-10 (далее по тексту – источник питания), вольтметра универсального В7-78/1 (далее по тексту – вольтметр) и шунта токового PCS-71000А (далее по тексту – шунт) методом косвенных измерений в следующей последовательности:

9.4.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 3. Подключить канал СН1 поверяемого источника. Подключать измерительные кабели к соответствующим клеммам шунта, чтобы ток в цепи не превышал его предел по току.

9.4.2 На поверяемой нагрузке установить следующие параметры:

- Режим CR;
- Range CRH.

9.4.3 На источнике питания установить значение выходного напряжения, равное верхней границе выбранного диапазона нагрузки. Значение силы тока установить таким образом, чтобы

выходная мощность источника не превышала входную мощность и допускаемую силу тока нагрузки.

9.4.4 На поверяемой нагрузке установить значение сопротивления согласно таблице 8. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.4.5 Зафиксировать показания шунта, записать их в графу «Действительное значение силы тока, А» таблицы 8. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.4.6 Рассчитать допускаемые границы погрешности относительно силы тока в цепи в режиме стабилизации сопротивления по формуле (6) и записать в соответствующую графу таблицы 8.

$$\pm(0,1\% \cdot (U_{\text{вх}}/R_{\text{уст}}) + 0,1\% \cdot I_{\text{пред}}), \text{ где} \quad (6)$$

$U_{\text{вх}}$ – входное значение напряжения ИП, В;

$R_{\text{уст}}$ – установленное значение сопротивления на нагрузке, Ом;

$I_{\text{пред}}$ – верхняя граница верхнего диапазона силы тока, А.

9.4.7 Повторить операции поверки по п.9.4.3-9.4.6 для Range CRL.

9.4.8 Повторить операции поверки по п.9.4.1-9.4.7 для всех каналов поверяемой модели нагрузки.

Таблица 8

Установленное значение сопротивления на нагрузке, Ом	Действительное значение силы тока, А	Нижняя граница погрешности силы тока, А	Верхняя граница погрешности силы тока, А
1	2	3	4
АКИП-1389-2К-80-120			
Range CRL ($U_{\text{ист}} = 8 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 11,0 \text{ А}$)			
1,4		5,58857	5,84000
Range CRH ($U_{\text{ист}} = 80 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 11,0 \text{ А}$)			
14,00		5,58857	5,84000
АКИП-1389-2К-150-120			
Range CRL ($U_{\text{ист}} = 15 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 6 \text{ А}$)			
5,0		2,87700	3,12300
Range CRH ($U_{\text{ист}} = 150 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 6 \text{ А}$)			
50,00		2,87700	3,12300
АКИП-1389-2К-600-30			
Range CRL ($U_{\text{ист}} = 60 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 1,5 \text{ А}$)			
80,0		0,71925	0,78075
Range CRH ($U_{\text{ист}} = 600 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 1,5 \text{ А}$)			
800,00		0,71925	0,78075
АКИП-1389-4К-80-60			
Range CRL ($U_{\text{ист}} = 8 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 6 \text{ А}$)			
2,7		2,90000	3,02593
Range CRH ($U_{\text{ист}} = 80 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 6 \text{ А}$)			
27,00		2,90000	3,02593
АКИП-1389-4К-150-60			
Range CRL ($U_{\text{ист}} = 15 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 3,5 \text{ А}$)			
8,3		1,74542	1,86904
Range CRH ($U_{\text{ист}} = 150 \text{ В}$, $I_{\text{ист}} = 3,5 \text{ А}$)			
83,00		1,74542	1,86904

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
АКИП-1389-4К-600-15			
Range CRL ($U_{ист} = 60 \text{ В}$, $I_{ист} = 0,9 \text{ А}$)			
150,0		0,38460	0,41540
Range CRH ($U_{ист} = 600 \text{ В}$, $I_{ист} = 0,9 \text{ А}$)			
1500,00		0,38460	0,41540
АКИП-1389-6К-80-40			
Range CRL ($U_{ист} = 8 \text{ В}$, $I_{ист} = 3,5 \text{ А}$)			
4,3		1,81860	1,90233
Range CRH ($U_{ист} = 80 \text{ В}$, $I_{ист} = 3,5 \text{ А}$)			
43,00		1,81860	1,90233
АКИП-1389-6К-150-40			
Range CRL ($U_{ист} = 15 \text{ В}$, $I_{ист} = 2 \text{ А}$)			
15,0		0,95900	1,04100
Range CRH ($U_{ист} = 150 \text{ В}$, $I_{ист} = 2 \text{ А}$)			
150,00		0,95900	1,04100
АКИП-1389-6К-600-10			
Range CRL ($U_{ист} = 60 \text{ В}$, $I_{ист} = 0,5 \text{ А}$)			
240,0		0,23975	0,26025
Range CRH ($U_{ист} = 600 \text{ В}$, $I_{ист} = 0,5 \text{ А}$)			
2400,00		0,23975	0,26025
АКИП-1389-12К-80-20			
Range CRL ($U_{ист} = 8 \text{ В}$, $I_{ист} = 1,7 \text{ А}$)			
85,0		0,07402	0,11421
Range CRH ($U_{ист} = 80 \text{ В}$, $I_{ист} = 1,7 \text{ А}$)			
850,00		0,07402	0,11421
АКИП-1389-12К-150-20			
Range CRL ($U_{ист} = 15 \text{ В}$, $I_{ист} = 1 \text{ А}$)			
30,0		0,47950	0,52050
Range CRH ($U_{ист} = 150 \text{ В}$, $I_{ист} = 1 \text{ А}$)			
300,00		0,47950	0,52050
АКИП-1389-12К-600-5			
Range CRL ($U_{ист} = 60 \text{ В}$, $I_{ист} = 0,25 \text{ А}$)			
480,0		0,11988	0,13013
Range CRH ($U_{ист} = 600 \text{ В}$, $I_{ист} = 0,25 \text{ А}$)			
4800,00		0,11988	0,13013

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если действительные значения силы тока находятся в пределах, указанных в таблице 8.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) наносится знак поверки на средство измерений.

10.3 При отрицательных результатах поверки (когда не подтверждается соответствие средств измерений метрологическим требованиям) по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

10.4 Протоколы поверки оформляются в соответствии с требованиями, установленными в организации, проводившей поверку.

Начальник отдела испытаний АО «ПриСТ»

О. В. Котельник

Ведущий инженер по метрологии
отдела испытаний АО «ПриСТ»

Ю. А. Буренков

Инженер по метрологии

Е. С. Симахина

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица 1А – Основные метрологические характеристики нагрузок модификаций
АКИП-1389-12К-80-20, АКИП-1389-12К-150-20, АКИП-1389-12К-600-05

Наименование характеристики	Значение					
	АКИП-1389-12К-80-20	АКИП-1389-12К-150-20	АКИП-1389-12К-600-05			
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 80	от 0 до 150	от 0 до 600			
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 20	от 0 до 20	от 0 до 5			
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	150					
Режим стабилизации напряжения						
Диапазоны установки/измерения напряжения, В	от 0 до 8	от 0 до 80	от 0 до 15	от 0 до 150	от 0 до 60	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{уст} + 0,00025 \cdot U_{пред})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{изм} + 0,00025 \cdot U_{пред})$					
Режим стабилизации тока						
Диапазоны установки/ измерения силы тока, А	от 0 до 2	от 0 до 20	от 0 до 2	от 0 до 20	от 0 до 0,5	от 0 до 5
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,0005 \cdot I_{пред})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{изм} + 0,0005 \cdot I_{пред})$					
Режим стабилизации электрической мощности						
Диапазоны установки/ измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 15	от 0 до 150	от 0 до 15	от 0 до 150	от 0 до 15	от 0 до 150
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{уст} + 0,001 \cdot P_{пред})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{изм} + 0,001 \cdot P_{пред})$					
Режим стабилизации сопротивления						
Диапазоны установки сопротивления	от 1 Ом до 16 кОм	от 0,1 Ом до 1,6 кОм	от 1 Ом до 30 кОм	от 0,1 Ом до 3 кОм	от 3 Ом до 99 кОм	от 0,3 Ом до 9,9 кОм
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки тока, А	$\pm((U_{уст}/R_{уст}) \cdot 0,001 + 0,001 \cdot I_{пред})$					
Примечания:						
U _{уст} – установленное значение напряжения, В;						
U _{пред} – предельное значение напряжения, В.						
I _{уст} – установленное значение тока, А;						
I _{пред} – предельное значение тока, А.						
R _{уст} – установленное значение сопротивления, Ом.						
U _{изм} – измеренное значение напряжения, В.						
I _{изм} – измеренное значение тока, А.						
P _{изм} – измеренное значение мощности, Вт;						
P _{пред} – предельное значение мощности, Вт.						

Таблица 2А – Основные метрологические характеристики нагрузок модификаций
АКИП-1389-6К-80-40, АКИП-1389-6К-150-40, АКИП-1389-6К-600-10

Наименование характеристики	Значение					
	АКИП-1389-6К-80-40	АКИП-1389-6К-150-40	АКИП-1389-6К-600-10			
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 80	от 0 до 150	от 0 до 600			
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 40	от 0 до 40	от 0 до 10			
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	300					
Режим стабилизации напряжения						
Диапазоны установки/измерения напряжения, В	от 0 до 8	от 0 до 80	от 0 до 15	от 0 до 150	от 0 до 60	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{\text{уст}} + 0,00025 \cdot U_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{\text{изм}} + 0,00025 \cdot U_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации тока						
Диапазоны установки/ измерения силы тока, А	от 0 до 4	от 0 до 40	от 0 до 4	от 0 до 40	от 0 до 1	от 0 до 10
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации электрической мощности						
Диапазоны установки/ измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 30	от 0 до 300	от 0 до 30	от 0 до 300	от 0 до 30	от 0 до 300
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{уст}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации сопротивления						
Диапазоны установки сопротивления	от 0,5 Ом до 8 кОм	от 0,05 Ом до 800 Ом	от 1 Ом до 15 кОм	от 0,1 Ом до 1,5 кОм	от 2 Ом до 99 кОм	от 0,2 Ом до 9,9 кОм
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки тока, А	$\pm((U_{\text{уст}}/R_{\text{уст}}) \cdot 0,001 + 0,001 \cdot I_{\text{пред}})$					

Таблица 3А – Основные метрологические характеристики нагрузок модификаций
АКИП-1389-4К-80-60, АКИП-1389-4К-150-60, АКИП-1389-4К-600-15

Наименование характеристики	Значение					
	АКИП-1389-4К-80-60	АКИП-1389-4К-150-60	АКИП-1389-4К-600-15			
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 80	от 0 до 150	от 0 до 600			
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 60	от 0 до 60	от 0 до 15			
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	540					
Режим стабилизации напряжения						
Диапазоны установки/измерения напряжения, В	от 0 до 8	от 0 до 80	от 0 до 15	от 0 до 150	от 0 до 60	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{\text{уст}} + 0,00025 \cdot U_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{\text{изм}} + 0,00025 \cdot U_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации тока						
Диапазоны установки/ измерения силы тока, А	от 0 до 6	от 0 до 60	от 0 до 6	от 0 до 60	от 0 до 1,5	от 0 до 15
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации электрической мощности						
Диапазоны установки/ измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 54	от 0 до 540	от 0 до 54	от 0 до 540	от 0 до 54	от 0 до 540
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{уст}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации сопротивления						
Диапазоны установки сопротивления	от 0,5 Ом до 5 кОм	от 0,05 Ом до 500 Ом	от 1 Ом до 10 кОм	от 0,1 Ом до 1 кОм	от 1 Ом до 99 кОм	от 0,1 Ом до 9,9 кОм
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки тока, А	$\pm((U_{\text{уст}}/R_{\text{уст}}) \cdot 0,001 + 0,001 \cdot I_{\text{пред}})$					

Таблица 4А – Основные метрологические характеристики нагрузок модификаций АКИП-1389-2К-80-120, АКИП-1389-2К-150-120, АКИП-1389-2К-600-30

Наименование характеристики	Значение					
	АКИП-1389-2К-80-120	АКИП-1389-2К-150-120	АКИП-1389-2К-600-30			
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 80	от 0 до 150	от 0 до 600			
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 60	от 0 до 60	от 0 до 15			
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	900					
Режим стабилизации напряжения						
Диапазоны установки/измерения напряжения, В	от 0 до 8	от 0 до 80	от 0 до 15	от 0 до 150	от 0 до 60	от 0 до 600
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{\text{уст}} + 0,00025 \cdot U_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,00025 \cdot U_{\text{изм}} + 0,00025 \cdot U_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации тока						
Диапазоны установки/ измерения силы тока, А	от 0 до 12	от 0 до 120	от 0 до 12	от 0 до 120	от 0 до 3	от 0 до 30
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения силы тока, А	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации электрической мощности						
Диапазоны установки/ измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 90	от 0 до 900	от 0 до 90	от 0 до 900	от 0 до 90	от 0 до 900
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{уст}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$					
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,001 \cdot P_{\text{изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$					
Режим стабилизации сопротивления						
Диапазоны установки сопротивления	от 0,5 Ом до 2,6 кОм	от 0,05 Ом до 260 Ом	от 0,5 Ом до 5 кОм	от 0,05 Ом до 500 Ом	от 1 Ом до 80 кОм	от 0,1 Ом до 8 кОм
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки тока, А	$\pm(U_{\text{уст}}/R_{\text{уст}}) \cdot 0,001 + 0,001 \cdot I_{\text{пред}}$					