

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»



А. Н. Новиков

«24» октября 2025 г.

«ГСИ. Нагрузки электронные АКИП-1396.
Методика поверки»

МП-ПР-44-2025

Москва
2025

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на нагрузки электронные АКИП-1396 (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.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 9.1 и 9.2 применяется метод прямых измерений, по пунктам 9.3 и 9.4 – метод косвенных измерений.

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 установки и 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 30 % до 75 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа;
- напряжение питающей сети от 207 до 252 В;
- частота питающей сети 50 / 60 Гц.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств 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 ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне значений напряжения постоянного тока от минус 500 до 500 В	Мультиметр цифровой 2002, рег. № 25787-08
9.2 – 9.4	Эталоны единицы силы постоянного тока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091, в диапазоне значений силы постоянного тока 30/ 300 мА/ 3/ 30/ 300 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 $\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 0,06)$ В, силы тока $\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 0,02)$ А.	Источник питания АКИП-1144-600-10, рег. № 65409-16
9.1 – 9.4	Верхний предел установки выходной мощности 3 кВт. Верхний предел установки выходного напряжения постоянного тока до 160 В, верхний предел установки выходной силы постоянного тока 40 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения $\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 0,06)$ В, силы тока $\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 0,02)$ А.	Источник питания АКИП-1144-160-40, рег. № 65409-16
9.1 – 9.4	Верхний предел установки выходной мощности 3 кВт. Верхний предел установки выходного напряжения постоянного тока до 300 В, верхний предел установки выходной силы постоянного тока 20 А. Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения $\pm(0,0001 \cdot U_{\text{вых}} + 0,06)$ В, силы тока $\pm(0,001 \cdot I_{\text{вых}} + 0,02)$ А.	Источник питания АКИП-1144-300-20, 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, силы 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 °С до +30 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С;	Термогигрометр Fluke мод. 1620A DewK (рег. № 58174-14)
Давление	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа	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 200 до 260 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения ± 2 %. Средства измерений частоты от 45 до 65 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 12.3.019-80 с Изменениями № 1 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

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 (далее по тексту – источник питания) и мультиметра цифрового 2002 (далее по тексту – мультиметр) методом прямых измерений в следующей последовательности:

9.1.1 Собрать 4-проводную измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

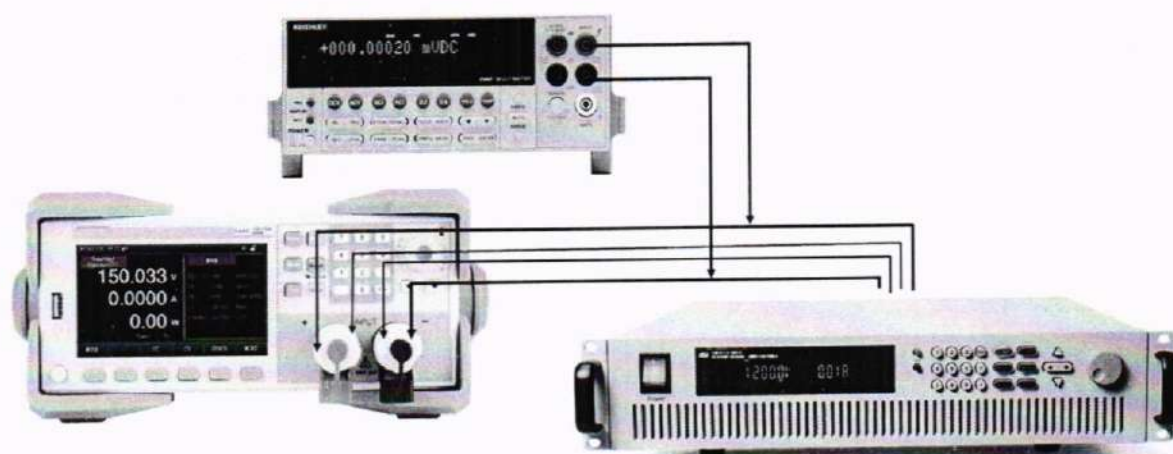


Рисунок 1

9.1.2 На поверяемой нагрузке выбрать режим стабилизации напряжения (CV) и нижний диапазон (V-Range Low) установки и измерения - зайти в меню прибора кнопкой «menu», выбрать раздел «parametr setting», в строке V-range кнопкой выбрать режим «Low».

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. На нагрузке установить лимиты по напряжению и току (V-limit, I-limit) больше на 3% чем на источнике.

9.1.4 На поверяемой нагрузке установить значение напряжения равное 10% ($\pm 0,0001V$ для нижнего предела / $\pm 0,001V$ для верхнего предела) от верхнего предела выбранного диапазона. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.1.5 Зафиксировать показания мультиметра и записать в графу «Действительное значение напряжения, В» таблиц 5 и 6.

9.1.6 Зафиксировать показания индикатора напряжения нагрузки и записать в графу «Измеренное значение напряжения на нагрузке, В» таблицы 6. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.1.7 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.

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения напряжения на поверяемой нагрузке по формуле 2 и записать в соответствующую графу таблицы 6.

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

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

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

9.1.9 Повторить операции поверки по п. 9.1.4-9.1.9 для значений напряжения, указанных в таблице 5 и 6.

9.1.10 Повторить операции поверки по п. 9.1.2-9.1.9 установив на нагрузке верхний (V-Range High) предел для значений напряжения, указанных в таблице 5 и 6.

Таблица 5

Таблица 5			
Установленное значение напряжения на нагрузке, % от предела, В	Действительное значение напряжения, В	Абсолютная погрешность установки напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности установки напряжения, В
Нижний диапазон			
10% ($\pm 0,0001B$)			$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot U_{\text{пр}})$
50% ($\pm 0,0001B$)			
90% ($\pm 0,0001B$)			
Верхний диапазон			
10% ($\pm 0,001B$)			$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot U_{\text{пр}})$
50% ($\pm 0,001B$)			
90% ($\pm 0,001B$)			
$U_{\text{пр}}$ – верхний предел выбранного диапазона установки и измерения напряжения, В			

Таблица 6

Таблица 6				
Установленное значение напряжения на нагрузке, % от предела, В	Действительное значение напряжения, В	Измеренное значение напряжения на нагрузке, В	Абсолютная погрешность измерения напряжения, В	Пределы допускаемых значений погрешности измерения напряжения, В
Нижний диапазон				
10% ($\pm 0,001В$)				$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр}})$ Для АКИП-1396/1, АКИП-1396/3 $\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,003 \cdot U_{\text{пр}})$
50% ($\pm 0,001В$)				
90% ($\pm 0,001В$)				
Верхний диапазон				
10% ($\pm 0,01В$)				$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр}})$ Для АКИП-1396/1, АКИП-1396/3 $\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,003 \cdot U_{\text{пр}})$
50% ($\pm 0,01В$)				
90% ($\pm 0,01В$)				
$U_{\text{пр}}$ – верхний предел выбранного диапазона установки и измерения напряжения, В				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) напряжения находится в пределах, приведенных в таблицах 5 и 6.

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

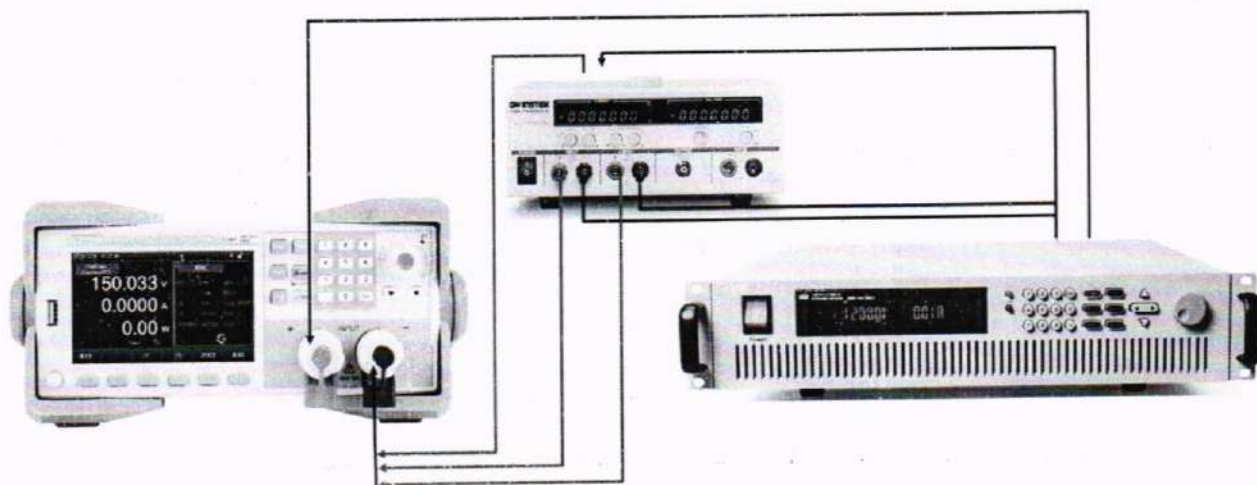


Рисунок 2

9.2.2 На поверяемой нагрузке выбрать режим стабилизации силы тока (CC) и нижний диапазон (I-Range Low) установки и измерения- зайти в меню прибора кнопкой «menu», выбрать раздел «parametr setting», в строке I-range кнопкой выбрать режим «Low».

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. На нагрузке установить лимиты по напряжению и току (V-limit, I-limit) больше на 3% чем на источнике.

9.2.4 На поверяемой нагрузке установить значение силы тока равное 10% ($\pm 0,00001A$ для нижнего диапазона / $\pm 0,0001A$ для верхнего диапазона) от верхнего предела выбранного диапазона. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.2.5 Зафиксировать показания шунта и записать в графу «Действительное значение силы тока, А» таблиц 7 и 8.

9.2.6 Зафиксировать показания индикатора силы тока нагрузки и записать в графу «Измеренное значение силы тока на нагрузке, А» таблицы 8. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.2.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки силы тока на поверяемой нагрузке по формуле 3 и записать в соответствующую графу таблицы 7.

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

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

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

9.2.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения силы тока на поверяемой нагрузке по формуле 4 и записать в соответствующую графу таблицы 8.

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

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

I_d – действительное значение силы тока, А.

9.2.9 Повторить операции поверки по п. 9.2.4-9.2.8 для значений силы тока, указанных в таблице 7 и 8.

9.2.10 Повторить операции поверки по п. 9.2.2-9.2.9 установив на нагрузке верхний (I-Range High) диапазон для значений силы тока, указанных в таблице 7 и 8.

Таблица 7

Таблица 7			
Установленное значение силы тока на нагрузке, % от предела, А	Действительное значение силы тока, А	Абсолютная погрешность установки силы тока, А	Пределы допускаемых значений погрешности установки силы тока, А
Нижний диапазон			
10% ($\pm 0,00001A$)			$\pm(0,0003 \cdot I_{уст} + 0,0005 \cdot I_{пр})$
50% ($\pm 0,00001A$)			
90% ($\pm 0,00001A$)			
Верхний диапазон			
10% ($\pm 0,0001A$)			$\pm(0,0003 \cdot I_{уст} + 0,0005 \cdot I_{пр})$
50% ($\pm 0,0001A$)			
90% ($\pm 0,0001A$)			
$I_{пр}$ – верхний предел выбранного диапазона установки и измерения силы тока, А			

Таблица 8

таблица 8				
Установленное значение силы тока на нагрузке, % от предела, А	Действительное значение силы тока, А	Измеренное значение силы тока на нагрузке, А	Абсолютная погрешность измерения силы тока, А	Пределы допускаемых значений погрешности измерения силы тока, А
Нижний диапазон				
10% ($\pm 0,00001A$)				$\pm (0,0003 \cdot I_{изм} + 0,0005 \cdot I_{пр})$
50% ($\pm 0,00001A$)				
90% ($\pm 0,00001A$)				
Верхний диапазон				
10% ($\pm 0,0001A$)				$\pm (0,0003 \cdot I_{изм} + 0,0005 \cdot I_{пр})$
50% ($\pm 0,0001A$)				
90% ($\pm 0,0001A$)				
$I_{пр}$ — верхний предел выбранного диапазона установки и измерения силы тока, А				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) силы тока находится в пределах, приведенных в таблицах 7 и 8.

***Примечание:** для АКИП-1396/5 и АКИП-1396/6 дискретность установки тока ($\pm 0,0001A$ для нижнего диапазона / $\pm 0,001A$ для верхнего диапазона)

9.3 Проверка режима стабилизации сопротивления

Проверку режима стабилизации сопротивления проводить при помощи источника питания постоянного тока (далее по тексту – источник питания), мультиметра цифрового 2002 (далее по тексту – мультиметр) 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. Подключать измерительные кабели к соответствующим клеммам шунта, чтобы ток в цепи не превышал его предел по току.

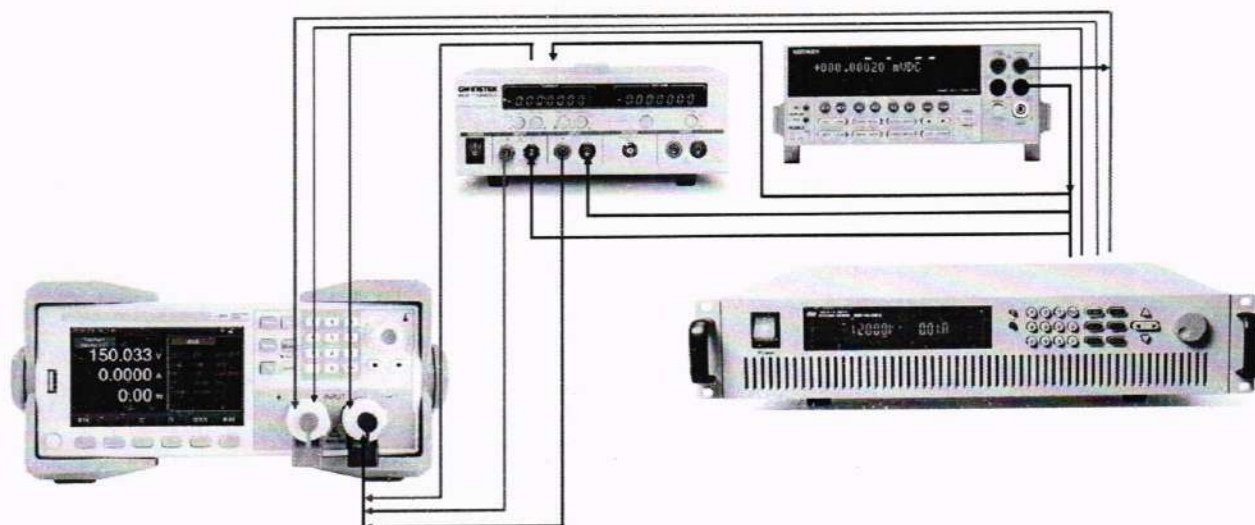


Рисунок 3

9.3.2 На поверяемой нагрузке установить режим стабилизации сопротивления - «CR».

9.3.3 Проверку режима стабилизации сопротивления нагрузки провести для нижних и верхних поддиапазонов напряжения и тока согласно таблицы 9.

Таблица 9

Модификации	Нижние поддиапазоны		Верхние поддиапазоны	
	Напряжение $U_{\text{макс.нижн}}, \text{В}$	Сила тока $I_{\text{макс.нижн}}, \text{А}$	Напряжение $U_{\text{макс.верхн}}, \text{В}$	Сила тока $I_{\text{макс.верхн}}, \text{А}$
АКИП-1396/1	15	3	150	30
АКИП-1396/2	50	1,5	500	15
АКИП-1396/3	15	3	150	30
АКИП-1396/4	50	3	500	30
АКИП-1396/5	15	12	150	120
АКИП-1396/6	50	6	500	60

Для нижнего поддиапазона максимальную мощность $P_{\text{макс.нижн}}$ принять равной произведению максимальных входных значений нижних поддиапазонов напряжения $U_{\text{макс.нижн}}$ и тока $I_{\text{макс.нижн}}$. Для верхнего поддиапазона максимальную мощность $P_{\text{макс.верхн}}$ принять равной максимальной входной мощности нагрузки, напряжение и ток принимаются равными максимальным входным значениям верхних поддиапазонов напряжения $U_{\text{макс.верхн}}$ и тока $I_{\text{макс.верхн}}$.

На источнике питания установить значение выходного напряжения

$$U_{\text{вых.ист 1}} = U_{\text{макс.нижн}} \cdot 0,9 \text{ (для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока)}$$

$$U_{\text{вых.ист 2}} = U_{\text{макс.верхн}} \cdot 0,9 \text{ (для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока),}$$

а силу тока на источнике установить, рассчитывая по формулам:

$$I_{\text{вых.ист 1}} = P_{\text{макс.нижн}} / U_{\text{вых.ист 1}} \text{ (для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока)}$$

$$I_{\text{вых.ист 2}} = P_{\text{макс.верхн}} / U_{\text{вых.ист 2}} \text{ (для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока).}$$

9.3.4 На поверяемой нагрузке установить значение сопротивления рассчитывая по формуле:

$$R_{\text{уст.нагр 1}} = (U_{\text{вых.ист 1}} \cdot U_{\text{макс.нижн}}) / P_{\text{макс.нижн}} \text{ (для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока)}$$

$$R_{\text{уст.нагр 2}} = (U_{\text{вых.ист 2}} \cdot U_{\text{макс.верхн}}) / P_{\text{макс.верхн}} \text{ (для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока).}$$

На нагрузке установить ограничительные лимиты по напряжению и току (V-limit, I-limit) больше на 5 % - 10 % чем на источнике. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.3.5 Зафиксировать показания вольтметра и шунта, записать их в графы «Действительное значение напряжения, В» и «Действительное значение силы тока, А» таблицы 10 соответственно. Выключить нагрузку. Выключить выход источника.

9.3.6 Рассчитать значение сопротивления по формулам (5) и (6) и записать в соответствующую графу таблицы 10.

$$R_{p1} = U_{d1} / I_{d1} \text{ (для нижних поддиапазонов),} \quad (5)$$

$$R_{p2} = U_{d2} / I_{d2} \text{ (для верхних поддиапазонов).} \quad (6)$$

где U_{d1} и U_{d2} – действительные значение напряжения для нижних и верхних поддиапазонов, В;

I_{d1} и I_{d2} – действительные значение силы тока для нижних и верхних поддиапазонов, А.

9.3.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки сопротивления на поверяемой нагрузке по формулам (7) и (8) и записать в соответствующую графу таблицы 10.

$$\Delta 1 = R_{\text{уст. нагр 1}} - R_{p1}, \quad (7)$$

$$\Delta 2 = R_{\text{уст. нагр 2}} - R_{p2}, \quad (8)$$

где R_{p1} и R_{p2} – рассчитанное значение сопротивления для нижних и верхних поддиапазонов, Ом.

Таблица 10

Установленное значение сопротивления на нагрузке, Ом	Действительное значение напряжения, В	Действительное значение силы тока, А	Рассчитанное значение сопротивления, Ом	Пределы абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом
Для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока				
				$\pm(0,01 \cdot R_{\text{уст}})$
Для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока				
				$\pm(0,01 \cdot R_{\text{уст}})$

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки сопротивления находится в пределах, приведенных в таблице 10.

9.4 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 (далее по тексту – источник питания), мультиметра цифрового 2002 (далее по тексту – мультиметр) и шунта токового PCS-71000А (далее по тексту – шунт) методом косвенных измерений в следующей последовательности:

9.4.1 Собрать 4-проводную измерительную схему, представленную на рисунке 3. Подключать измерительные кабели к соответствующим клеммам шунта, чтобы ток в цепи не превышал его предел по току.

9.4.2 На поверяемой нагрузке установить режим стабилизации мощности - «СР».

9.4.3 Проверку режима стабилизации мощности нагрузки провести для нижних и верхних поддиапазонов напряжения и тока согласно таблицы 9. Для нижнего поддиапазона максимальную мощность $P_{\text{макс.нижн}}$ принять равной произведению максимальных входных значений нижних поддиапазонов напряжения $U_{\text{макс.нижн}}$ и тока $I_{\text{макс.нижн}}$. Для верхнего поддиапазона максимальную мощность $P_{\text{макс.верхн}}$ принять равной максимальной входной мощности нагрузки, напряжение и ток принимаются равными максимальным входным значениям верхних поддиапазонов напряжения $U_{\text{макс.верхн}}$ и тока $I_{\text{макс.верхн}}$.

На источнике питания установить напряжение равное максимальному входному напряжению нагрузки

$$U_{\text{вых.ист 1}} = U_{\text{макс.нижн}} \text{ (для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока),}$$

$$U_{\text{вых.ист 2}} = U_{\text{макс.верхн}} \text{ (для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока).}$$

Силу тока принять равную:

$$I_{\text{вых.ист 1}} = P_{\text{макс.нижн}} / U_{\text{вых.ист 1}} \text{ (для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока)}$$

$$I_{\text{вых.ист 2}} = P_{\text{макс.верхн}} / U_{\text{вых.ист 2}} \text{ (для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока).}$$

Если ток будет превышать максимальный ток диапазона, то установить равный поддиапазону.

На нагрузке установить лимиты по напряжению и току (V-limit, I-limit) больше на 5 % - 10 % чем на источнике.

9.4.4 На поверяемой нагрузке установить значение мощности равное максимальной входной мощности нагрузки. Включить выход источника. Включить нагрузку.

9.4.5 Зафиксировать показания мультиметра и шунта. Рассчитать значение мощности по формулам (9) и (10) и записать в соответствующую графу таблицы 11 и 12

$$P_{p1} = U_{d1} \cdot I_{d1}, \quad (9)$$

$$P_{p2} = U_{d2} \cdot I_{d2}, \quad (10)$$

где U_{d1} и U_{d2} – действительные значение напряжения для нижних и верхних поддиапазонов, В;
 I_{d1} и I_{d2} – действительные значение силы тока для нижних и верхних поддиапазонов, А.

9.4.6 Зафиксировать показания индикатора мощности нагрузки и записать в графу «Измеренное значение мощности на нагрузке, Вт» таблицы 11 и 12.

9.4.7 Рассчитать абсолютную погрешность установки мощности на поверяемой нагрузке по формулам (11) и (12) и записать в соответствующую графу таблицы 11.

$$\Delta_{уст1} = P_{уст1} - P_{p1}, \quad (11)$$

$$\Delta_{уст2} = P_{уст2} - P_{p2}, \quad (12)$$

где $P_{уст1}$ и $P_{уст2}$ – установленное значение мощности для нижних и верхних поддиапазонов, Вт;
 P_{p1} и P_{p2} – рассчитанное значение мощности для нижних и верхних поддиапазонов, Вт.

9.4.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения мощности на поверяемой нагрузке по формулам (13) и (14) и записать в соответствующую графу таблицы 12.

$$\Delta_{изм1} = P_{изм1} - P_{p1}, \quad (13)$$

$$\Delta_{изм2} = P_{изм2} - P_{p1}, \quad (14)$$

где $P_{изм1}$ и $P_{изм2}$ – измеренное значение мощности для нижних и верхних поддиапазонов, Вт;

Таблица 11

Установленное значение мощности на нагрузке, Вт	Рассчитанное значение мощности, Вт	Абсолютная погрешность установки мощности, Вт	Пределы допускаемых значений погрешности (установки) измерения мощности, Вт
Для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока			
			$\pm 0,01 \cdot P_{уст} + 0,001 \cdot P_{пр}$
Для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока			
			$\pm 0,01 \cdot P_{уст} + 0,001 \cdot P_{пр}$

Таблица 12

Установленное значение мощности на нагрузке, Вт	Рассчитанное значение мощности, Вт	Измеренное значение мощности на нагрузке, Вт	Абсолютная погрешность измерения мощности, Вт	Пределы допускаемых значений погрешности измерения мощности, Вт
Для нижних поддиапазонов входных напряжения и тока				
				$\pm 0,01 \cdot P_{изм} + 0,001 \cdot P_{пр}$
Для верхних поддиапазонов входных напряжения и тока				
				$\pm 0,01 \cdot P_{изм} + 0,001 \cdot P_{пр}$
$P_{пр}$ – верхний предел выбранного поддиапазона измерения мощности, Вт				

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если абсолютная погрешность установки (измерения) мощности находится в пределах, приведенных в таблицах 11, 12.

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

В. М. Меркушов

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица 1 – Основные метрологические характеристики нагрузок
модификации АКИП-1396/1

Наименование характеристики	Значение	
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 150	
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 30	
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	200	
Режим стабилизации напряжения		
Диапазоны установки напряжения, В	от 0,1 до 15	от 0,1 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0005 \cdot U_{пред})$	
Диапазоны измерения напряжения, В	от 0 до 15	от 0 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,0002 \cdot U_{изм} + 0,003 \cdot U_{пред})$	
Режим стабилизации тока		
Диапазоны установки / измерения силы тока, А	от 0 до 3	от 0 до 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения силы тока, А	$\pm(0,0003 \cdot I_{уст/изм} + 0,0005 \cdot I_{пред})$	
Режим стабилизации электрической мощности		
Диапазоны установки / измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 200	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,01 \cdot P_{уст/изм} + 0,001 \cdot P_{пред})$	
Режим стабилизации сопротивления		
Диапазоны установки сопротивления	от 0,05 Ом до 10 кОм	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом	$\pm(R_{уст} \cdot 0,01)$	
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 2 – Основные метрологические характеристики нагрузок модификации АКИП-1396/2

Наименование характеристики	Значение	
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 500	
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 15	
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	200	
Режим стабилизации напряжения		
Диапазоны установки напряжения, В	от 0,1 до 50	от 0,1 до 500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0005 \cdot U_{пред})$	
Диапазоны измерения напряжения, В	от 0 до 50	от 0 до 500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,0002 \cdot U_{изм} + 0,0003 \cdot U_{пред})$	
Режим стабилизации тока		
Диапазоны установки / измерения силы тока, А	от 0 до 1,5	от 0 до 15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения силы тока, А	$\pm(0,0003 \cdot I_{уст/изм} + 0,0005 \cdot I_{пред})$	
Режим стабилизации электрической мощности		
Диапазоны установки/измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 200	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,01 \cdot P_{уст/изм} + 0,001 \cdot P_{пред})$	
Режим стабилизации сопротивления		
Диапазоны установки сопротивления	от 0,05 Ом до 10 кОм	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом	$\pm(R_{уст} \cdot 0,01)$	

Таблица 3 – Основные метрологические характеристики нагрузок модификации АКИП-1396/3

модификация АКСН-15-0/3

Наименование характеристики	Значение	
1	2	
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 150	
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 30	
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	400	
Режим стабилизации напряжения		
Диапазоны установки напряжения, В	от 0,1 до 15	от 0,1 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,0003 \cdot U_{уст} + 0,0005 \cdot U_{пред})$	
Диапазоны измерения напряжения, В	от 0 до 15	от 0 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,0002 \cdot U_{изм} + 0,003 \cdot U_{пред})$	

Продолжение таблицы 3

1		2	
Режим стабилизации тока			
Диапазоны установки / измерения силы тока, А		от 0 до 3	от 0 до 30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения силы тока, А		$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст/изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$	
Режим стабилизации электрической мощности			
Диапазоны установки / измерения электрической мощности, Вт		от 0 до 400	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения электрической мощности, Вт		$\pm(0,01 \cdot P_{\text{уст/изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$	
Режим стабилизации сопротивления			
Диапазоны установки сопротивления		от 0,05 Ом до 10 кОм	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом		$\pm(R_{\text{уст}} \cdot 0,01)$	

Таблица 4 – Основные метрологические характеристики нагрузок модификации АКИП-1396/4

Наименование характеристики		Значение	
Диапазон напряжения на нагрузке, В		от 0 до 500	
Диапазон силы тока в нагрузке, А		от 0 до 30	
Максимальная мощность на нагрузке, Вт		400	
Режим стабилизации напряжения			
Диапазоны установки напряжения, В	от 0,1 до 50	от 0,1 до 500	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot U_{\text{пред}})$		
Диапазоны измерения напряжения, В	от 0 до 50	от 0 до 500	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$		
Режим стабилизации тока			
Диапазоны установки / измерения силы тока, А	от 0 до 3	от 0 до 30	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения силы тока, А	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст/изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$		
Режим стабилизации электрической мощности			
Диапазоны установки / измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 400		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,01 \cdot P_{\text{уст/изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$		
Режим стабилизации сопротивления			
Диапазоны установки сопротивления	от 0,05 Ом до 10 кОм		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом	$\pm(R_{\text{уст}} \cdot 0,01)$		

Таблица 5 – Основные метрологические характеристики нагрузок модификации АКИП-1396/5

Наименование характеристики	Значение	
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 150	
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 120	
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	600	
Режим стабилизации напряжения		
Диапазоны установки напряжения, В	от 0,1 до 15	от 0,1 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot U_{\text{пред}})$	
Диапазоны измерения напряжения, В	от 0 до 15	от 0 до 150
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$	
Режим стабилизации тока		
Диапазоны установки / измерения силы тока, А	от 0 до 12	от 0 до 120
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения силы тока, А	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст/изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$	
Режим стабилизации электрической мощности		
Диапазоны установки / измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 600	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,01 \cdot P_{\text{уст/изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$	
Режим стабилизации сопротивления		
Диапазоны установки сопротивления	от 0,05 Ом до 10 кОм	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом	$\pm(R_{\text{уст}} \cdot 0,01)$	

Таблица 6 – Основные метрологические характеристики нагрузок модификации АКИП-1396/6

Наименование характеристики	Значение	
1	2	
Диапазон напряжения на нагрузке, В	от 0 до 500	
Диапазон силы тока в нагрузке, А	от 0 до 60	
Максимальная мощность на нагрузке, Вт	600	
Режим стабилизации напряжения		
Диапазоны установки напряжения, В	от 0,1 до 50	от 0,1 до 500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0005 \cdot U_{\text{пред}})$	
Диапазоны измерения напряжения, В	от 0 до 50	от 0 до 500
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пред}})$	
Режим стабилизации тока		
Диапазоны установки / измерения силы тока, А	от 0 до 6	от 0 до 60
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения силы тока, А	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст/изм}} + 0,0005 \cdot I_{\text{пред}})$	

Продолжение таблицы 6

1	2
Режим стабилизации электрической мощности	
Диапазоны установки / измерения электрической мощности, Вт	от 0 до 600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки / измерения электрической мощности, Вт	$\pm(0,01 \cdot P_{\text{уст/изм}} + 0,001 \cdot P_{\text{пред}})$
Режим стабилизации сопротивления	
Диапазоны установки сопротивления	от 0,05 Ом до 10 кОм
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки сопротивления, Ом	$\pm(R_{\text{уст}} \cdot 0,01)$