

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

АО «ПриСТ»

А. Н. Новиков

17 июня 2024 г.



«ГСИ. Источники питания постоянного тока АКИП-1162.
Методика поверки»

МП-ПР-15-2024

Москва
2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на источники питания постоянного тока АКИП-1162 (далее по тексту – источники) и устанавливает методы и средства их поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых источников 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 программного обеспечения средства измерений	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	да	да	9.1
6. Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока	да	да	9.2
7. Определение уровня пульсаций выходного напряжения	да	да	9.3
8. Определение нестабильности выходного напряжения при изменении силы тока в нагрузке	да	да	9.4
9. Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке	да	да	9.5
10. 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, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7.1	Средства измерений температуры окружающей среды от +10 до +30 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха от 30 до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Термогигрометр Fluke 1620A (рег. № 36331-07)
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измеритель давления Testo 511 (рег. № 53431-13)
	Средства измерений переменного напряжения в диапазоне от 50 до 480 В. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений переменного напряжения не более 2 %.	Прибор измерительный универсальный параметров электрической сети DMG 800 (рег. № 49072-12)
	Средства измерений частоты от 45 до 60 Гц. Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты не более 1 %.	
9.1, 9.2	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 электродвигущей силы, в диапазоне значений напряжения постоянного тока от 1 В до 30 В	Вольтметр универсальный В7-78/1, рег. № 69742-17
9.5 – 9.8	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, в диапазоне значений силы постоянного тока от 0,1 до 3 А	Шунт токовый PCS-71000A, рег. № 68945-17
9.4	Пределы измерений от 0,03 мВ до 300 В. Диапазон рабочих частот от 5 Гц до 5 МГц. Пределы допускаемой основной относительной погрешности от ± 1 % до ± 4 %.	Микровольтметр В3-57, рег. № 7657-80
	$R_{\text{ном}} = 0,1 \text{ мОм}$; $I_{\text{макс}} = 1000 \text{ А}$; $\Delta R = \pm 0,025 \text{ %}$	Шунт измерительный 9230А-1000 рег. № 55119-13
9.5 – 9.8	Вспомогательное оборудование: Нагрузка электронная АКИП-1366-150-1920 Максимальное напряжение 150 В, максимальный ток 1920 А. Нагрузка электронная АКИП-1366-1200-360 Максимальное напряжение 1200 В, максимальный ток 360 А. Нагрузка электронная АКИП-1342. Максимальное напряжение 60 В, максимальный ток 1000 А. Нагрузка электронная АКИП-1343. Максимальное напряжение 600 В, максимальный ток 40 А.	
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

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 поверяемого источника 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 поверяемый источник 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 поверяемый источник 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 источников проводят путем проверки функционирования в соответствии с руководством по эксплуатации.

При отрицательном результате опробования источник бракуется и направляется в ремонт.

8. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку идентификационных данных программного обеспечения источников питания проводить путем вывода на дисплей источника информации о версии программного обеспечения. Вывод системной информации осуществляется по процедуре, описанной в руководстве по эксплуатации на источники питания.

Результат проверки считать положительным, если номер версии программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 5.

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

Проведение периодической поверки для меньшего числа измерительных каналов или на меньшем числе диапазонов измерений не допускается.

9.1 Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока проводится методом прямого измерения напряжения, воспроизводимого поверяемым источником, эталонным СИ – вольтметром универсальным В7-78/1.

9.1.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 1.

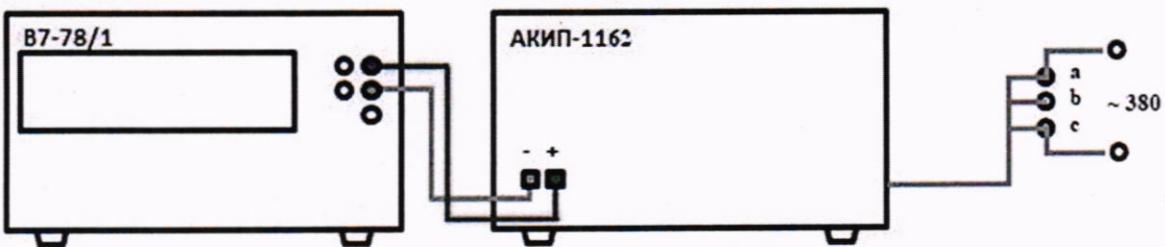


Рисунок 1 – Схема соединения источников при определении абсолютной погрешности установки и измерения напряжения постоянного тока

9.1.2 Перевести вольтметр универсальный В7-78/1 в режим измерения напряжения постоянного тока.

9.1.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение силы тока, рассчитанное по формуле (1):

$$I_{\text{вых}} = P / U_{\text{пр}}, \quad (1)$$

где P – максимальная выходная мощность источника, Вт;

$U_{\text{пр}}$ – конечное значение диапазона установки выходного напряжения, В.

9.1.4 Регулятором выходного напряжения поверяемого источника установить значение выходного напряжения, соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона измерений.

9.1.5 Зафиксировать значение выходного напряжения по показаниям поверяемого источника ($U_{\text{вых}}$).

9.1.6 Произвести измерение выходного напряжения источника, фиксируя показания вольтметра универсального В7-78/1.

9.1.7 Провести измерения по п. п. 9.1.5 – 9.1.6, устанавливая на поверяемом источнике значения выходного напряжения, соответствующие 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений (но не превышающего 1000 В).

9.1.8 Определить абсолютную погрешность установки напряжения по формуле (2):

$$\Delta U_{\text{уст}} = U_{\text{уст}} - U_{\text{B7-78/1}}, \quad (2)$$

где $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике, В;

$U_{\text{B7-78/1}}$ – значение напряжения, измеренное вольтметром универсальным В7-78/1, В.

9.1.9 Определить абсолютную погрешность измерения напряжения по формуле (3):

$$\Delta U_{\text{изм}} = U_{\text{изм}} - U_{\text{B7-78/1}}, \quad (3)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником, В;

$U_{\text{B7-78/1}}$ – значение напряжения, измеренное вольтметром универсальным В7-78/1, В.

Результаты операции поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках значения погрешности, определенные по формулам (2) и (3), не превышают допускаемых пределов, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой погрешности установки и измерения выходного напряжения

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В
АКИП-1162-10-170, АКИП-1162-10-340, АКИП-1162-10-510, АКИП-1162-10-1020	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,003)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,003)$

Продолжение таблицы 3

АКИП-1162-32-80, АКИП-1162-32-160, АКИП-1162-32-240, АКИП-1162-32-480	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0096)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0096)$
АКИП-1162-80-40, АКИП-1162-80-80	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,024)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,024)$
АКИП-1162-80-120, АКИП-1162-80-240	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,024)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,024)$
АКИП-1162-300-20, АКИП-1162-300-40, АКИП-1162-300-60, АКИП-1162-300-120	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,09)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,09)$
АКИП-1162-500-12, АКИП-1162-500-24, АКИП-1162-500-36, АКИП-1162-500-72	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,15)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,15)$
АКИП-1162-800-8, АКИП-1162-800-16, АКИП-1162-800-24, АКИП-1162-800-48	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,24)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,24)$
АКИП-1162-1500-12	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,45)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,45)$

Примечания

$U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике

$U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником

9.2 Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока

Определение абсолютной погрешности установки и измерения силы постоянного тока проводится методом прямого измерения силы тока, воспроизводимой поверяемым источником, эталонным СИ – токовым шунтом PCS-71000A, для источников выходной ток которых превышает 300 А – методом косвенного измерения, путем измерения падения напряжения на измерительном сопротивлении эталонной мерой – вольтметром универсальным В7-78/1.

В качестве измерительного сопротивления использовать шунт токовый 9230А-1000.

9.2.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 2. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

(9.2.1) Разъемы поверяемого источника питания соединить при помощи измерительных проводов с соответствующими разъёмами нагрузки электронной (в зависимости от мощности поверяемого источника), измерительного сопротивления (шунта) и вольтметра В7-78/1 согласно рисунку 3.

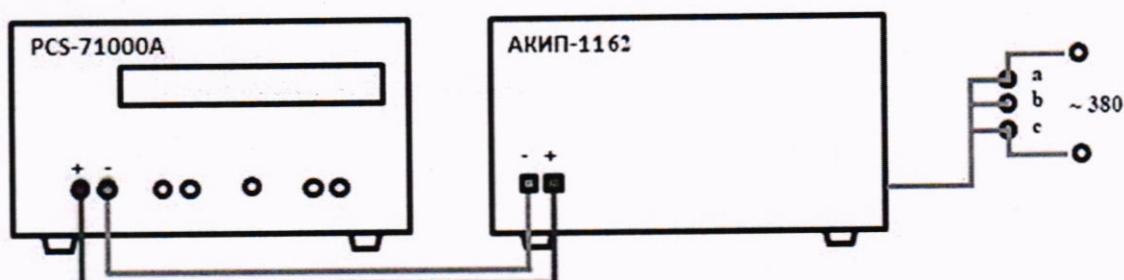


Рисунок 2 – Схема соединения источников при определении абсолютной погрешности установки и воспроизведения силы постоянного тока

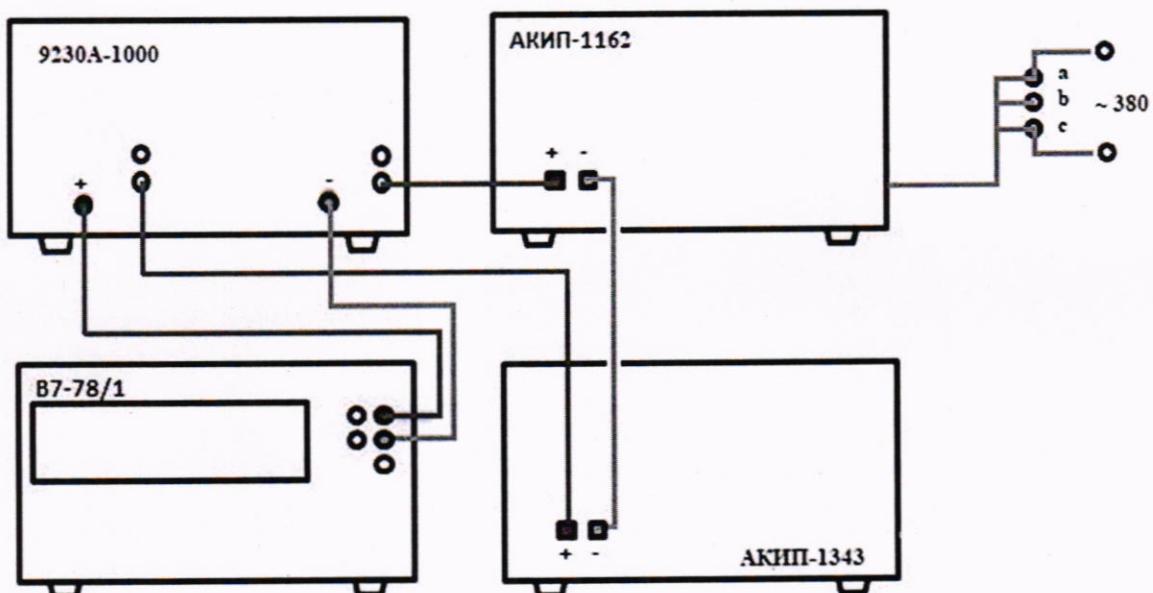


Рисунок 3 – Схема соединения источников при определении абсолютной погрешности установки и воспроизведения силы постоянного тока (свыше 300 А)

9.2.2 Перевести шунт в режим измерения силы постоянного тока.

(9.2.2) К потенциальным зажимам шунта подключить вольтметр универсальный В7-78/1 и перевести его в режим измерения напряжения постоянного тока.

9.2.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение напряжения, рассчитанное по формуле (4):

$$U_{\text{вых}} = P / I_{\text{пр}}, \quad (4)$$

где P – максимальная выходная мощность источника, Вт;

$I_{\text{пр}}$ – конечное значение диапазона установки силы тока, А.

9.2.4 Регулятором выходного тока поверяемого источника установить значение силы выходного тока, соответствующее 10 – 15 % от конечного значения диапазона измерений.

9.2.5 Зафиксировать значение силы выходного тока по показаниям поверяемого источника ($I_{\text{вых}}$).

9.2.6 Произвести измерение силы выходного тока, фиксируя показания амперметра токового шунта PCS-71000A.

(9.2.6) Произвести измерение падения напряжения на нагрузке, фиксируя показания вольтметра В7-78/1.

9.2.7 Провести измерения по п. п. 9.2.5 – 9.2.6 устанавливая на поверяемом источнике значения силы выходного тока, соответствующие 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 100 % от конечного значения диапазона измерений (но не превышающего 1000 А)

9.2.8 Определить абсолютную погрешность установки силы тока по формуле (5):

$$\Delta I_{\text{уст}} = I_{\text{уст}} - I_{\text{PCS}}, \quad (5)$$

где $I_{\text{уст}}$ – значение силы постоянного тока, установленное на источнике, А;

I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000A, А.

9.2.9 Определить абсолютную погрешность измерения силы тока по формуле (6):

$$\Delta I_{\text{изм}} = I_{\text{изм}} - I_{\text{PCS}}, \quad (6)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником, А;

I_{PCS} – значение силы тока, измеренное токовым шунтом PCS-71000A, А.

(9.2.8, 9.2.9) Определить абсолютную погрешность установки и измерения силы тока по формуле (7):

$$\Delta = I_x - U_0/R , \quad (7)$$

где I_x – значение силы тока, установленное на выходе поверяемого источника, измеренное по встроенному индикатору, А;

U_0 – значение напряжения на нагрузке, измеренное вольтметром В7-78/1, В;

R – номинальное сопротивление шунта, Ом

Результаты операции поверки считать положительными, если во всех поверяемых точках значения погрешности, определенные по формулам (5), (6), (7) не превышают допускаемых пределов, указанных в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемой погрешности установки и измерения силы выходного тока

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
АКИП-1162-10-170	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,17)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,17)$
АКИП-1162-10-340	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,34)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,34)$
АКИП-1162-10-510	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,51)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,51)$
АКИП-1162-10-1020	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 1,02)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 1,02)$
АКИП-1162-32-80	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,08)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,08)$
АКИП-1162-32-160	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,16)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,16)$
АКИП-1162-32-240	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,24)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,24)$
АКИП-1162-32-480	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,48)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,48)$
АКИП-1162-80-40	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,04)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,04)$
АКИП-1162-80-80	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,08)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,08)$
АКИП-1162-80-120	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,12)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,12)$
АКИП-1162-80-240	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,24)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,24)$
АКИП-1162-300-20	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,02)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,02)$
АКИП-1162-300-40	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,04)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,04)$
АКИП-1162-300-60	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,06)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,06)$
АКИП-1162-300-120	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,12)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,12)$
АКИП-1162-500-12	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,012)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,012)$
АКИП-1162-500-24	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,024)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,024)$
АКИП-1162-500-36	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,036)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,036)$
АКИП-1162-500-72	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,072)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,072)$
АКИП-1162-800-8	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,008)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,008)$
АКИП-1162-800-16	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,016)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,016)$
АКИП-1162-800-24	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,024)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,024)$
АКИП-1162-800-48	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,048)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,048)$
АКИП-1162-1500-12	$\pm(0,001 \cdot I_{уст} + 0,012)$	$\pm(0,001 \cdot I_{изм} + 0,012)$

Примечания, здесь и далее

$I_{уст}$ – значение силы постоянного тока, установленное на источнике

$I_{изм}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником

Примечание: пункты поверки, указанные в скобках, для источников питания выходная сила тока которых превышает 300 А.

9.3 Определение уровня пульсаций выходного напряжения

Определение уровня пульсаций выходного напряжения проводится методом прямого измерения напряжения переменного тока микровольтметром В3-57.

Определение уровня пульсаций напряжения проводить в следующей последовательности.

9.3.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 3. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника

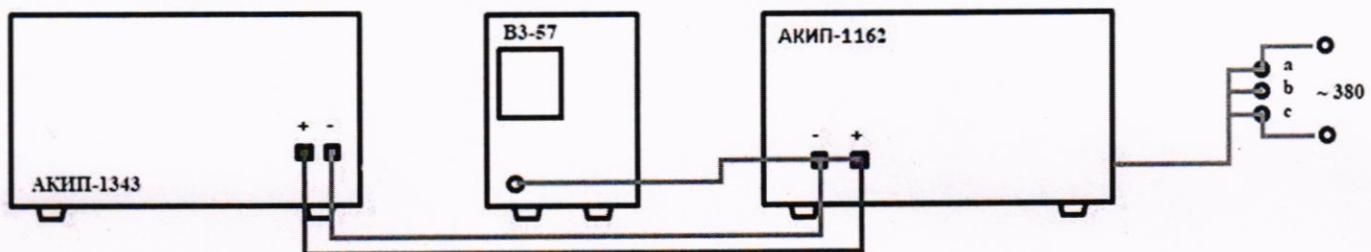


Рисунок 3 – Схема соединения источников при определении уровня пульсаций выходного напряжения

9.3.2 Органами управления поверяемого источника установить на выходе максимальное значение напряжения (но не более 1000 В), значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения

9.3.3 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС» значение силы тока установить равным 90 % от значения силы тока, установленного на поверяемом источнике.

9.3.4 По истечении 1 минуты после установки тока нагрузки зафиксировать значение уровня пульсаций выходного напряжения по показаниям микровольтметра В3-57.

Результаты операции поверки источника считаются удовлетворительными, если значения уровня пульсаций выходного напряжения не превышают значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Допускаемые значения уровня пульсаций выходного напряжения источников питания

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения (СК3), мВ
АКИП-1162-10-170, АКИП-1162-10-340, АКИП-1162-10-510, АКИП-1162-10-1020	10
АКИП-1162-32-80 АКИП-1162-32-160, АКИП-1162-32-240, АКИП-1162-32-480	30
АКИП-1162-80-40, АКИП-1162-80-80, АКИП-1162-80-120, АКИП-1162-80-240	80
АКИП-1162-300-20,	120
АКИП-1162-300-40,	90
АКИП-1162-300-60, АКИП-1162-300-120	100
АКИП-1162-500-12,	180
АКИП-1162-500-24,	135
АКИП-1162-500-36, АКИП-1162-500-72	90
АКИП-1162-800-8,	240
АКИП-1162-800-16,	200
АКИП-1162-800-24,	160
АКИП-1162-800-48	300
АКИП-1162-1500-12	

9.4 Определение нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки

Определение нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки производить с помощью вольтметра В7-78/1 путем измерения приращения напряжения при значении выходного напряжения, близком к максимальному и токах нагрузки равных I_{\max} и 0.

9.4.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 4. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника.

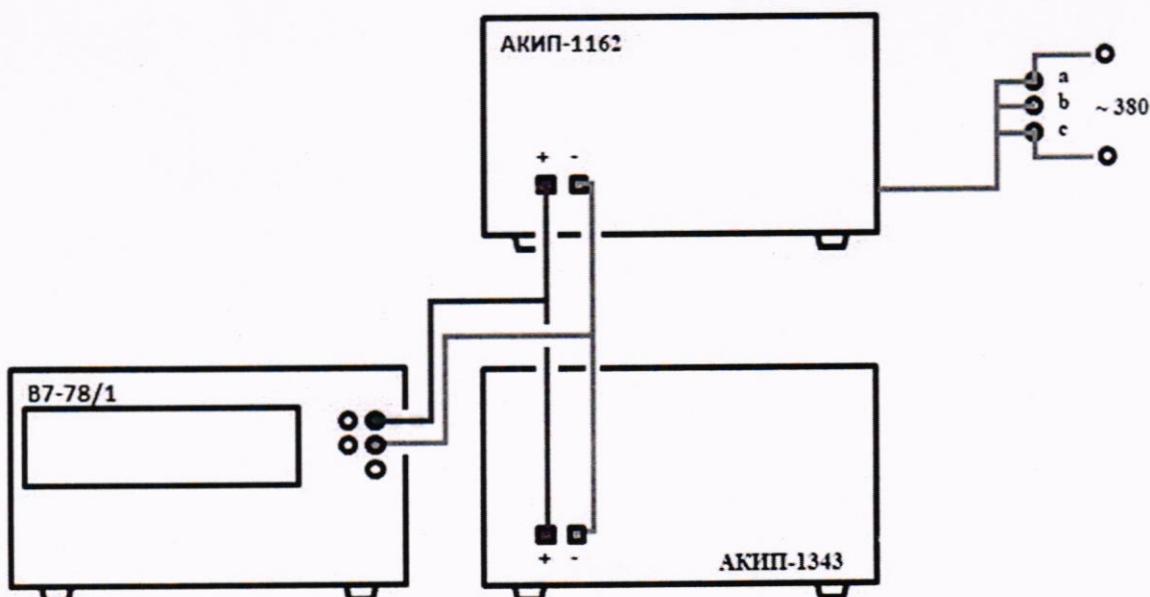


Рисунок 4 – Схема соединения источников при определении нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки

9.4.2 Подключить нагрузку к поверяемому источнику по четырехпроводной схеме, согласно руководству по эксплуатации источника.

9.4.3 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение напряжения постоянного тока, рассчитанное по формуле (1), значение силы тока равным максимальному значению для установленного значения напряжения.

9.4.4 На электронной нагрузке установить режим стабилизации силы тока «СС», значение силы тока установить равным 90 % от значения силы тока, установленного на поверяемом источнике.

9.4.5 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_1 по показаниям вольтметра В7-78/1.

9.4.6 Отключить нагрузку.

9.4.7 По истечении 1 минуты зафиксировать значение выходного напряжения U_2 , по показаниям вольтметра В7-78/1.

9.4.8 Определить значение нестабильности по формуле (8):

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

где U_1 – значение напряжения на выходе поверяемого источника при максимальном токе нагрузки, В;

U_2 – значение напряжения на выходе поверяемого источника при отсутствии нагрузки, В.

Результаты операции поверки источников считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Допускаемые значения нестабильности выходного напряжения при изменении тока нагрузки

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении тока нагрузки, В
АКИП-1162-10-170,	$\pm(0,00002 \cdot U_{\text{уст}} + 0,005)$
АКИП-1162-10-340, АКИП-1162-10-510, АКИП-1162-10-1020	$\pm(0,000035 \cdot U_{\text{уст}} + 0,005)$
АКИП-1162-32-80, АКИП-1162-32-160, АКИП-1162-32-240, АКИП-1162-32-480	$\pm(0,0002 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0064)$
АКИП-1162-80-40, АКИП-1162-80-80, АКИП-1162-80-120, АКИП-1162-80-240	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,008)$
АКИП-1162-300-20, АКИП-1162-300-40, АКИП-1162-300-60, АКИП-1162-300-120	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,03)$
АКИП-1162-500-12, АКИП-1162-500-24, АКИП-1162-500-36, АКИП-1162-500-72	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,05)$
АКИП-1162-800-8, АКИП-1162-800-16, АКИП-1162-800-24, АКИП-1162-800-48	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,08)$
АКИП-1162-1500-12	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,15)$

9.5 Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

Определение нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке проводится методом прямого измерения с помощью токового шунта PCS-71000A, при выходном токе свыше 300 А поверка производится путем измерения показаний выходного тока на измерительном сопротивлении вольтметром В7-78/1 при значениях выходного тока $I_{\text{макс}}$ и напряжениях на нагрузке $U_{\text{макс}}$ и $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$

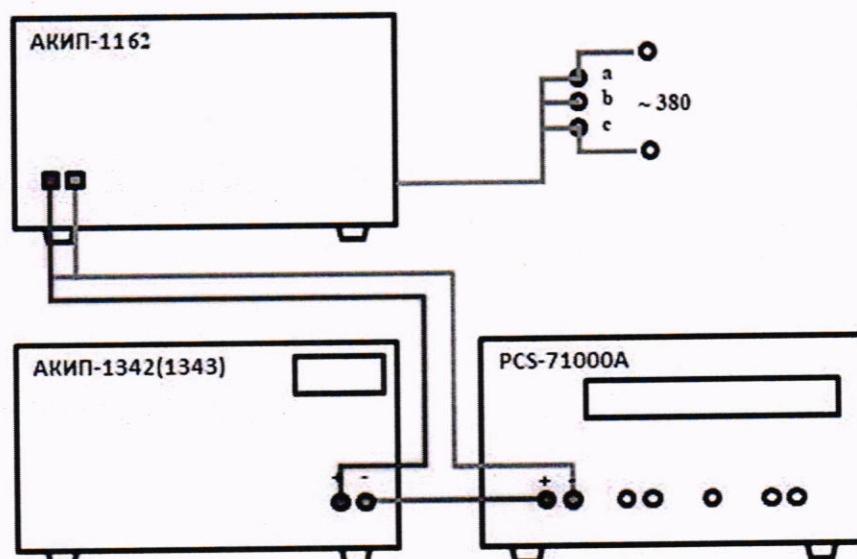


Рисунок 5 – Схема соединения при определении нестабильности выходного тока (ток до 300 А)

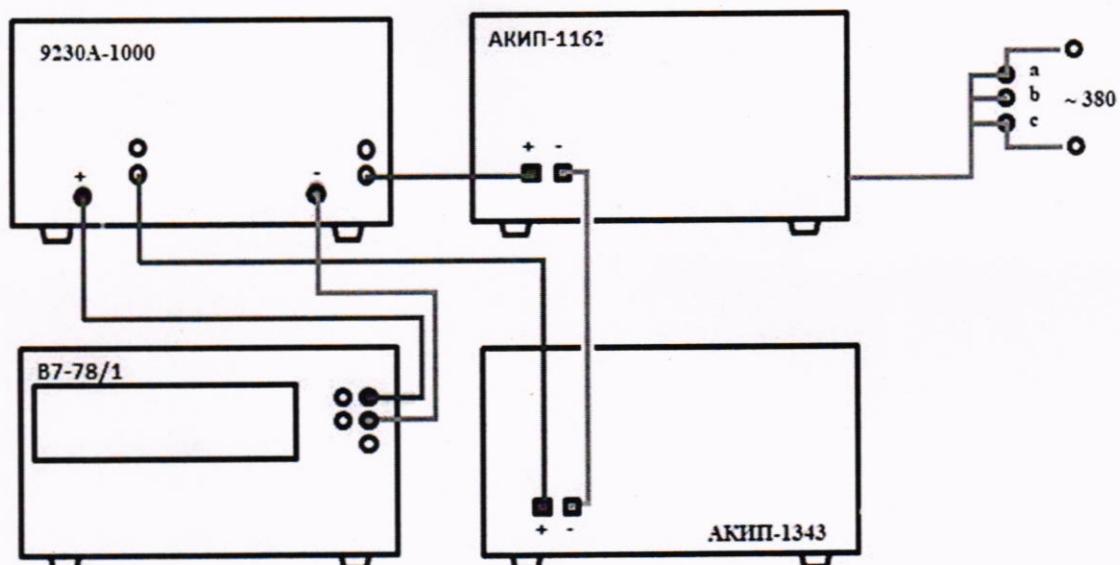


Рисунок 6 – Схема соединения при определении нестабильности выходного тока (ток св. 300 А)

9.5.1 Собрать измерительную схему, представленную на рисунке 5 или 6. Выбор электронной нагрузки осуществлять исходя из максимальных значений выходных параметров поверяемого источника. Выбор предела измерения на шунте осуществлять исходя из максимального значения силы тока на выходе источника. Предел измерения силы тока шунта должен быть больше установленного значения силы тока на источнике.

9.5.2 Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение силы тока, рассчитанное по формуле (1), значение напряжения равным максимальному значению для установленного значения силы тока.

9.5.3 На электронной нагрузке установить режим стабилизации напряжения «CV», значение напряжения установить равным 90 % от значения напряжения, установленного на выходе поверяемого источника.

9.5.4 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_1 по показаниям шунта PCS-71000A.

9.5.5 Установить на нагрузке напряжение, равное 10 % от установленного на выходе поверяемого источника.

9.5.6 По истечении 1 минуты зафиксировать значение силы выходного тока I_2 по показаниям шунта PCS-71000A.

(9.5.6) Измерение нестабильности выходного тока производить через 1 мин после установки выходного напряжения близкого к U_{\max} (но не превышающего 1000 В) и $0.1 \cdot U_{\max}$ по изменению показаний вольтметра В7-78/1 относительно показаний при напряжении U_{\max}

9.5.7 Определить значение нестабильности по формуле (9):

$$\Delta I = I_2 - I_1, \quad (9)$$

где I_1 – значение силы тока на выходе поверяемого источника при максимальном выходном напряжении, А;

I_2 – значение силы тока на выходе поверяемого источника при минимальном выходном напряжении, А.

Результаты операции поверки источника считаются удовлетворительными, если значения нестабильности напряжения не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Допускаемые значения нестабильности выходного тока при изменении напряжения на нагрузке

Модификация	Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А
АКИП-1162-10-170	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,085)$
АКИП-1162-10-340	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,17)$
АКИП-1162-10-510	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,255)$
АКИП-1162-10-1020	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,51)$
АКИП-1162-32-80	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,04)$
АКИП-1162-32-160	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,08)$
АКИП-1162-32-240	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,12)$
АКИП-1162-32-480	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,24)$
АКИП-1162-80-40	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,02)$
АКИП-1162-80-80	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,04)$
АКИП-1162-80-120	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,06)$
АКИП-1162-80-240	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,12)$
АКИП-1162-300-20,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,01)$
АКИП-1162-300-40,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,02)$
АКИП-1162-300-60,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,03)$
АКИП-1162-300-120	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,06)$
АКИП-1162-500-12,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,006)$
АКИП-1162-500-24,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,012)$
АКИП-1162-500-36,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,018)$
АКИП-1162-500-72	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,036)$
АКИП-1162-800-8,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,004)$
АКИП-1162-800-16,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,008)$
АКИП-1162-800-24,	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,012)$
АКИП-1162-800-48	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,024)$
АКИП-1162-1500-12	$\pm(0,0005 \cdot I_{уст} + 0,006)$

Примечание: пункты поверки, указанные в скобках, для источников питания выходная сила тока которых превышает 300 А.

Источники считаются соответствующими метрологическим требованиям при положительных результатах операции поверки, установленных в п. п. 9.1 – 9.5.

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»

Е. Е. Смердов

Метрологические требования подтверждаемые в результате поверки

Таблица А1 – Допускаемые значения уровня пульсаций выходного напряжения источников питания

Модификация	Уровень пульсаций выходного напряжения (среднеквадратичное значение), мВ
АКИП-1162-10-170	
АКИП-1162-10-340	10
АКИП-1162-10-510	
АКИП-1162-10-1020	
АКИП-1162-32-80	
АКИП-1162-32-160	30
АКИП-1162-32-240	
АКИП-1162-32-480	
АКИП-1162-80-40	
АКИП-1162-80-80	80
АКИП-1162-80-120	
АКИП-1162-80-240	
АКИП-1162-300-20	120
АКИП-1162-300-40	90
АКИП-1162-300-60	
АКИП-1162-300-120	100
АКИП-1162-500-12	180
АКИП-1162-500-24	135
АКИП-1162-500-36	
АКИП-1162-500-72	90
АКИП-1162-800-8	240
АКИП-1162-800-16	200
АКИП-1162-800-24	160
АКИП-1162-800-48	
АКИП-1162-1500-12	300

Таблица А2 – Пределы допускаемой погрешности установки и измерения выходных параметров источников питания

Модификация	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения напряжения, В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки силы тока, А	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения силы тока, А
АКИП-1162-10-170	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,003)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,003)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,17)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,17)$
АКИП-1162-10-340			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,34)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,34)$
АКИП-1162-10-510			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,51)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,51)$
АКИП-1162-10-1020			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 1,02)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 1,02)$
АКИП-1162-32-80	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,0096)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0096)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,08)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,08)$
АКИП-1162-32-160			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,16)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,16)$
АКИП-1162-32-240			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,24)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,24)$
АКИП-1162-32-480			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,48)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,48)$
АКИП-1162-80-40	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,024)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,024)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,04)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,04)$
АКИП-1162-80-80			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,08)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,08)$
АКИП-1162-80-120			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,12)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,12)$
АКИП-1162-80-240			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,24)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,24)$
АКИП-1162-300-20	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,09)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,09)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,02)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,02)$
АКИП-1162-300-40			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,04)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,04)$
АКИП-1162-300-60			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,06)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,06)$
АКИП-1162-300-120			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,12)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,12)$
АКИП-1162-500-12	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,15)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,15)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,012)$
АКИП-1162-500-24			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,024)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,024)$
АКИП-1162-500-36			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,036)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,036)$
АКИП-1162-500-72			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,072)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,072)$
АКИП-1162-800-8	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,24)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,24)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,008)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,008)$
АКИП-1162-800-16			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,016)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,016)$
АКИП-1162-800-24	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,24)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,24)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,024)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,024)$
АКИП-1162-800-48			$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,048)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,048)$
АКИП-1162-1500-12	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{уст}} + 0,45)^1)$	$\pm(0,0003 \cdot U_{\text{изм}} + 0,45)^1)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$	$\pm(0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,012)$

Примечания

¹⁾ – погрешность нормируется при напряжении до 1000 В; $U_{\text{уст}}$ – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике; $U_{\text{изм}}$ – значение напряжения постоянного тока, измеренное источником; $I_{\text{уст}}$ – значение силы постоянного тока, установленное на источнике; $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока, измеренное источником.

Таблица А3 – Допускаемые значения нестабильности выходных параметров источников питания

Модификация	Нестабильность напряжения при изменении тока нагрузки, В	Нестабильность напряжения при изменении напряжения питания, В	Нестабильность силы тока при изменении напряжения на нагрузке, А	Нестабильность силы тока при изменении напряжения питания, А
АКИП-1162-10-170	$\pm(0,00002 \cdot U_{\text{уст}} + 0,005)$		$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,085)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,051)$
АКИП-1162-10-340		$\pm(0,0005 \cdot U_{\text{уст}} + 0,005)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,17)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,102)$
АКИП-1162-10-510			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,255)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,153)$
АКИП-1162-10-1020			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,51)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,306)$
АКИП-1162-32-80			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,04)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,024)$
АКИП-1162-32-160			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,08)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,048)$
АКИП-1162-32-240			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,12)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,072)$
АКИП-1162-32-480			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,24)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,144)$
АКИП-1162-80-40			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,02)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$
АКИП-1162-80-80			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,04)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,024)$
АКИП-1162-80-120			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,06)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,036)$
АКИП-1162-80-240			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,12)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,072)$
АКИП-1162-300-20			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,01)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,006)$
АКИП-1162-300-40			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,02)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$
АКИП-1162-300-60			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,03)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,018)$
АКИП-1162-300-120			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,06)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$
АКИП-1162-500-12			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,006)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0036)$
АКИП-1162-500-24			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0072)$
АКИП-1162-500-36			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,018)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0108)$
АКИП-1162-500-72	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,05)$	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,05)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,036)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0216)$
АКИП-1162-800-8			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,004)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0024)$
АКИП-1162-800-16			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,008)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0048)$
АКИП-1162-800-24			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,012)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0072)$
АКИП-1162-800-48			$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,024)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0144)$
АКИП-1162-1500-12	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,15)$	$\pm(0,0001 \cdot U_{\text{уст}} + 0,15)$	$\pm(0,0005 \cdot I_{\text{уст}} + 0,006)$	$\pm(0,0003 \cdot I_{\text{уст}} + 0,0036)$

Примечания

U_{уст} – значение напряжения постоянного тока, установленное на источнике;I_{уст} – значение силы постоянного тока, установленное на источнике.