

СОГЛАСОВАНО

**Технический директор
ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»**

П. С. Казаков

2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Источники питания постоянного тока IT-M3100

Методика поверки

МП-НИЦЭ-146-22

г. Москва

2023 г.

Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	3
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	4
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	4
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	4
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	13
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	15

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на источники питания постоянного тока ИТ-М3100 (далее - источники), изготавливаемые ITECH ELECTRONIC CO., LTD., Китай, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость источника к ГЭТ 4-91 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091 (далее – Приказ № 2091), к ГЭТ 13-2023 согласно государственной поверочной схеме, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 (далее – Приказ № 1520).

1.3 Поверка источника должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки, – косвенный метод измерений, прямой метод измерений.

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

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которой выполняется операция поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений и измерений воспроизведенных значений напряжения постоянного тока	10.1	Да	Да
Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений и измерений воспроизведенных значений силы постоянного тока	10.2	Да	Да
Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от I_{\max} до $0,1 \cdot I_{\max}$	10.3	Да	Да
Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от U_{\max} до $0,1 \cdot U_{\max}$	10.4	Да	Да
Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной	10.5	Да	Да

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которой выполняется операция поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения			
Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения	10.6	Да	Да
Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока	10.7	Да	Да
Определение уровня пульсаций выходного сигнала силы постоянного тока в режиме стабилизации силы постоянного тока	10.8	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды плюс $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$;
- относительная влажность от 30 % до 80 %;
- напряжение питания переменного тока 220 ± 22 В с частотой от 47 до 63 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые источники и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, соответствующие требованиям, изложенным в статье 41 Приказа Минэкономразвития России от 26.10.2020 года № 707 (ред. от 30.12.2020 года) «Об утверждении критериев аккредитации и перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации».

5 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
Основные средства поверки		
р. 10	Рабочий эталон 3-го разряда и выше согласно Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520 в диапазоне напряжения постоянного тока	Мультиметры 3458А, рег. № 25900-03. Шунт токовый АКПП-7501, рег. № 49121-12.

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	от 0 до 600 В Рабочий эталон 2-го разряда и выше согласно Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091 в диапазоне силы постоянного тока от 0 до 100 А	
р. 10	Диапазон измерений уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока от 0 до 0,9 В. Соотношение пределов допускаемых погрешностей эталона и пределов допускаемых погрешностей поверяемого средства измерений должно быть не более 1/3.	Осциллограф цифровой АКИП-4115, рег. № 51561-12
Вспомогательные средства поверки		
р. 10	Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока от 198 до 242 В частотой 50 Гц	Автотрансформатор лабораторный ЛАТР
р. 10	Диапазон измерений напряжения переменного тока от 198 до 242 В частотой 50 Гц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 5\%$.	Мультиметр цифровой Fluke 87V, рег. № 33404-12.
р. 10	Диапазон измерений/установки напряжения постоянного тока от 0 до 600 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений/установки $\pm 0,005 \cdot U_{\text{воспр.}}$, В. Диапазон измерений/установки силы постоянного тока от 0 до 100 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений/установки $\pm 0,005 \cdot I_{\text{воспр.}}$, А.	Вспомогательная электронная нагрузка
п. 8.3, 8.4	Диапазон измерений сопротивления изоляции от 1 до 2000 МОм (в диапазоне выходного напряжения постоянного тока от 50 до 500 В); Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерения сопротивления изоляции в диапазонах 1 – 50 МОм: $\pm (0,05 \cdot R_{\text{изм.}} + 1 \text{ МОм})$ 51 – 2000 МОм: $\pm (0,1 \cdot R_{\text{изм.}} + 1 \text{ МОм})$ 1 – 500 МОм: $\pm (0,05 \cdot R_{\text{изм.}} + 1 \text{ МОм})$ 501 – 9500 МОм: $\pm (0,1 \cdot R_{\text{изм.}} + 1 \text{ МОм})$ Диапазон воспроизведений напряжения переменного тока от 100 до 5000 В частотой 50 Гц Пределы допускаемой основной абсо-	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803, рег. № 50682-12

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	лютной погрешности измерения напряжения переменного тока, В $\pm (0,01 \cdot U_{\text{изм.}} + 5 \text{ В})$	
р. 8	Диапазон измерений температуры окружающей среды от +20 °С до +30 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 °С, диапазон измерений относительной влажности от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 3 %	Измеритель параметров микроклимата «МЕТЕОСКОП-М», рег. № 32014-11

Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений, установленную Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 года № 2091, Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 июля 2023 года № 1520.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей». Также должны быть соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на поверяемые источники и применяемые средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Источник допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид источника соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- соблюдаются требования по защите источника от несанкционированного вмешательства согласно описанию типа;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Примечание – При выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и источник допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, источник к дальнейшей поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить эксплуатационную документацию на поверяемый источник и на применяемые средства поверки;
- выдержать источник в условиях окружающей среды, указанных в п. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, и

подготовить его к работе в соответствии с его руководством по эксплуатации;

– подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации;

– провести контроль условий поверки на соответствие требованиям, указанным в разделе 3, с помощью оборудования, указанного в таблице 2.

8.2 Опробование источника проводить в следующей последовательности:

1) включить источник согласно с руководством по эксплуатации;

2) убедиться, что на цифровом индикаторе источника загорелись цифры со значениями силы тока и напряжения;

3) нажать на корпусе источника кнопку «V-set» перевести источник в режим стабилизации напряжения постоянного тока, для чего немного повернуть регулятор силы тока по часовой стрелке;

4) повернуть регулятор напряжения постоянного тока до упора против часовой стрелки и убедиться, что напряжение на выходе уменьшается до 0 В;

5) повернуть регулятор напряжения постоянного тока до упора по часовой стрелке и убедиться, что напряжение на выходе увеличивается до максимального значения.

Результат проверки считать положительным, если при опробовании выполняются все вышеуказанные требования.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее - GPT-79803) испытательным напряжением постоянного тока 500 В (600 В для источников модификаций IT-M3114, IT-M3115, IT-M3124, IT-M3125):

- объединить выходные контакты источника, подключить к ним один контакт GPT-79803;

- подключить второй контакт GPT-79803 к винту заземления корпуса источника.

Измерить значение электрического сопротивления изоляции.

Результат проверки считать положительным, если при проверке электрического сопротивления изоляции измеренное значение электрического сопротивления изоляции не менее 20 МОм.

8.4 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводить на установке для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 действующим значением испытательного напряжения 500 В (600 В для источников модификаций IT-M3114, IT-M3115, IT-M3124, IT-M3125) синусоидальной формы частотой 50 Гц в течение 1 минуты:

- объединить выходные контакты источника, подключить к ним один контакт GPT-79803;

- подключить второй контакт GPT-79803 к винту заземления корпуса источника.

Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин. Затем напряжение снижают до нуля, после чего GPT-79803 отключают.

Результат проверки считать положительным, если во время проверки электрической прочности изоляции не произошло пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку программного обеспечения проводить в следующей последовательности:

1) Включить источник в соответствии с руководством по эксплуатации.

2) Вызвать меню системы, нажав на корпусе источника «Shift» + «Save» (System).

3) С помощью кнопок со стрелками влево и вправо или ручки управления выбрать «System Info» (Информация о системе).

4) Сличить идентификационные данные программного обеспечения с указанными в описании типа.

Источник допускается к дальнейшей поверке, если программное обеспечение соответствует требованиям, указанным в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений и измерений воспроизведенных значений напряжения постоянного тока производить в следующем порядке:

- 1) Подключить источник к мультиметру 3458А в соответствии с рисунком 1.

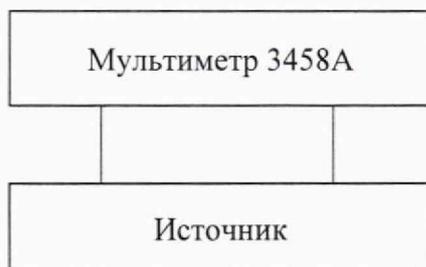


Рисунок 1 – Схема подключения источника при определении абсолютной основной погрешности воспроизведений и измерений воспроизведенных значений напряжения постоянного тока

- 2) Включить источник и мультиметр 3458А и дождаться окончания автоматической самодиагностики источника.

3) Войти в режим установки выходных параметров источника согласно руководству по эксплуатации. В окне установки, органами управления источника, установить значения параметров:

- значение напряжения постоянного тока, установить равным 1-5 % от верхнего предела диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока ($U_{в.п.}$);
- значение силы постоянного тока, не превышающее, значения, рассчитанного по формуле (1):

$$I_{\text{макс}} = \frac{P}{U_{\text{в.п.}}} \quad (1)$$

где P - максимальное значение выходной электрической мощности, Вт;

$U_{\text{в.п.}}$ - верхний предел диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока, В.

- 4) Нажать на корпусе источника на кнопку «On/Off».

5) Зафиксировать измеренные мультиметром 3458А и источником значения напряжения постоянного тока.

6) Повторить п. п. 3) – 5) для значений напряжения постоянного тока равных 20-25 %, 45-50 %, 70-75 %, 95-100 % от диапазона воспроизведений и измерений напряжения постоянного тока.

10.2 Определение абсолютной основной погрешности воспроизведений и измерений воспроизведенных значений силы постоянного тока производить в следующем порядке:

- 1) Подключить источник, шунт токовый АКПП-7501, вспомогательную электронную нагрузку и мультиметр 3458А в соответствии с рисунком 2. Выбор предела измерений силы постоянного тока шунта осуществляется исходя из максимального значения силы постоянного тока на выходе источника. Предел измерений силы постоянного тока шунта должен быть больше установленного значения силы постоянного тока на источнике.



Рисунок 2 – Схема подключения источника при абсолютной основной погрешности воспроизведений и измерений воспроизведенных значений силы постоянного тока

2) Включить источник и средства поверки и дождаться окончания автоматической самодиагностики источника.

3) Войти в режим установки выходных параметров источника согласно руководству по эксплуатации. В окне установки, органами управления источником, установить значения параметров:

- значение силы постоянного тока, установить равным 1-5 % от верхнего предела диапазона измерений/воспроизведений силы постоянного тока ($I_{в.п.}$);

- значение напряжения постоянного тока, не превышающее значения, рассчитанного по формуле (2):

$$U_{\text{макс}} = \frac{P}{I_{\text{в.п.}}} \quad (2)$$

где P - максимальное значение выходной электрической мощности, Вт;

$I_{в.п.}$ - верхний предел диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока, А.

- на вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее значению силы постоянного тока, установленной на источнике.

4) Нажать на корпусе источника на кнопку «On/Off».

5) Зафиксировать измеренное мультиметром 3458А падение напряжения, вычислить действительное значение силы постоянного тока, а также зафиксировать измеренное значение силы постоянного тока источником.

Действительное значение силы постоянного тока $I_{\text{действ}}$, А, рассчитывается по формуле (3):

$$I_{\text{действ}} = \frac{U_{\text{действ}}}{R_{\text{шунта}}}, \quad (3)$$

где $U_{\text{действ}}$ – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А, В;

$R_{\text{шунта}}$ – действительное сопротивление шунта токового АКИП-7501 (далее - шунт) постоянному току, Ом.

6) Повторить п. п. 2) – 5) для значений силы постоянного тока равных 20-25 %, 45-50 %, 70-75 %, 95-100 % от диапазона воспроизведений и измерений силы постоянного тока.

10.3 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока,

вызванной изменением силы тока в нагрузке от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$

Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$, проводить при помощи мультиметров 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, шунта в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 3. Выбор предела измерений силы постоянного тока шунта осуществляется исходя из максимального значения силы постоянного тока на выходе источника. Предел измерений силы постоянного тока шунта должен быть больше установленного значения силы постоянного тока на источнике;



Рисунок 3 - Структурная схема определения нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке, и нестабильности силы выходного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке

2) Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение напряжения постоянного тока, не превышающее значения, рассчитанного по формуле (2), значение силы постоянного тока равным верхнему пределу диапазона измерений/воспроизведений силы постоянного тока;

3) На вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее значению силы постоянного тока, установленному на источнике.

4) Измерить мультиметром 3458А значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника.

5) На источнике и вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее 10 % от максимального значения силы постоянного тока, установленное на источнике значение напряжения постоянного тока оставить неизменным.

6) Измерить мультиметром 3458А значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника.

10.4 Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$

Определение нестабильности выходного силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$, проводить при помощи мультиметров 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 3;

2) Органами управления поверяемого источника установить на выходе значение силы постоянного тока, не превышающее, значения, рассчитанного по формуле (1), значение напряжения постоянного тока равным верхнему пределу диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока;

3) На вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее значения силы постоянного тока, установленного на источнике.

4) Измерить мультиметром 3458А (2) значение силы постоянного тока на выходном канале источника;

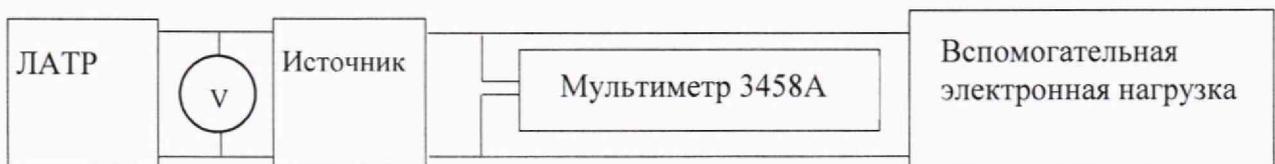
5) На источнике установить значение напряжения постоянного тока, равное 10% от верхнего предела диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока, контролируя его мультиметром 3458А, установленное на источнике и вспомогательной нагрузке значение силы постоянного тока оставить неизменным;

6) Измерить мультиметром 3458А (2) значение силы постоянного тока на выходном канале источника.

10.5 Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения

Определение нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения, проводить при помощи мультиметра 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, ЛАТРа, мультиметра цифрового Fluke 87V, делителя в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 4;



V - мультиметр цифровой Fluke 87V

Рисунок 4 - Структурная схема определения нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания

2) Органами управления поверяемого источника установить значение напряжения постоянного тока равным верхнему пределу диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока ($U_{в.п.}$), максимальное значение силы постоянного тока ($I_{макс}$), рассчитанное по формуле (1);

3) На вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее значения силы постоянного тока, установленного на источнике.

4) Воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 100 % от номинального напряжения питания, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87V;

5) Последовательно воспроизвести с выходного канала источника три значения напряжения постоянного тока, соответствующих 1-5 %, 45-55 %, 95-100 % верхнего предела диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока;

6) Измерить мультиметром 3458А значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;

7) Воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 90 % от номинального напряжения питания, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87V;

8) Повторить пункты 5)-6) для тех же значений напряжения постоянного тока, выбранных в п. 5);

9) Воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 110 % от номинального напряжения питания, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87V;

10) Повторить пункты 5)-6) для тех же значений напряжения постоянного тока, выбранных в п. 5).

10.6 Определение нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения

Определение нестабильности выходного силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального значения, проводить при помощи

мультиметра 3458А, вспомогательной электронной нагрузки, ЛАТРа, мультиметра цифрового Fluke 87V, шунта в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 5. Выбор предела измерений силы постоянного тока шунта осуществляется исходя из максимального значения силы постоянного тока на выходе источника. Предел измерений силы постоянного тока шунта должен быть больше установленного значения силы постоянного тока на источнике;



V - мультиметр цифровой Fluke 87V

Рисунок 5 - Структурная схема определения нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания

2) Органами управления поверяемого источника установить значение силы постоянного тока равным верхнему пределу диапазона измерений/воспроизведений силы постоянного тока ($I_{в.п.}$), максимальное значение напряжения постоянного тока ($U_{макс}$), рассчитанное по формуле (2);

3) На вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее значению силы постоянного тока, установленному на источнике.

4) Воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 100 % от номинального напряжения питания, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87V;

5) Последовательно воспроизвести с выходного канала источника три значения силы постоянного тока, соответствующих 1-5 %, 45-55 %, 95-100 % диапазона воспроизведений, при изменении силы постоянного тока на вспомогательной электронной нагрузке устанавливать значение силы постоянного тока, не менее значения силы тока, установленного на источнике;

6) измерить мультиметром 3458А значение силы постоянного тока на выходном канале источника для каждого воспроизводимого сигнала;

7) Воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 90 % от номинального напряжения питания, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87V;

8) Повторить пункты 5)-6);

9) Воспроизвести с ЛАТРа выходное напряжение, равное 110 % от номинального напряжения питания, контролируя его с помощью мультиметра цифрового Fluke 87V;

10) Повторить пункты 5)-6).

10.7 Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока

Определение уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока проводить при помощи осциллографа цифрового АКИП-4115 (далее – осциллограф) в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 6;

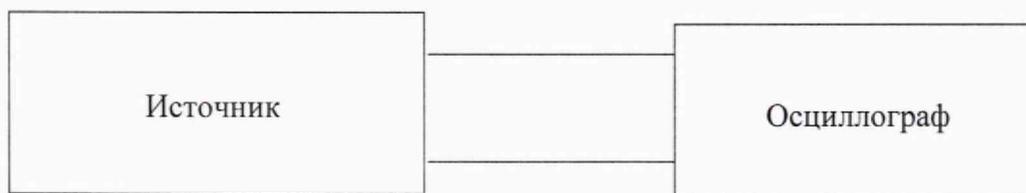


Рисунок 6 - Структурная схема определения уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока

2) Воспроизвести с выходного канала источника значение напряжения постоянного тока, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений/воспроизведений напряжения постоянного тока ($U_{в.п.}$) значение силы постоянного тока установить, не превышающем, значения, рассчитанного по формуле (1);

3) Измерить осциллографом уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока.

10.8 Определение уровня пульсаций выходного сигнала силы постоянного тока в режиме стабилизации силы постоянного тока

Определение уровня пульсаций выходного сигнала силы постоянного тока в режиме стабилизации силы тока проводить при помощи вспомогательной электронной нагрузки, осциллографа, шунта в следующей последовательности:

1) Собрать схему согласно рисунку 7;



Рисунок 7 - Структурная схема определения уровня пульсаций выходного сигнала силы постоянного тока в режиме стабилизации силы постоянного тока

2) Воспроизвести с выходного канала источника значение силы постоянного тока, соответствующее верхнему пределу диапазона измерений/воспроизведений силы постоянного тока ($I_{в.п.}$), напряжения постоянного тока установить, не превышающим, значения, рассчитанного по формуле (2);

3) На вспомогательной электронной нагрузке значение силы постоянного тока установить не менее значению силы постоянного тока, установленному на источнике.

4) Измерить осциллографом падение напряжения на шунте, соответствующее уровню пульсаций выходного сигнала силы постоянного тока.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютная погрешность воспроизведений/измерений напряжения постоянного тока ΔU , В, рассчитывается по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{воспр/изм}} - U_{\text{действ}} \quad (4)$$

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

$U_{\text{действ}}$ – действительное значение напряжения постоянного тока, измеренное мультиметром 3458А, В.

11.2 Абсолютная погрешность воспроизведений/измерений силы постоянного тока ΔI , А, рассчитывается по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{воспр/изм}} - I_{\text{действ}}, \quad (5)$$

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

$I_{\text{действ}}$ – действительное значение силы постоянного тока, А.

11.3 Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, вызванная изменением силы тока в нагрузке $\Delta U_{\text{нест}}$, В, рассчитывается по формуле:

$$\Delta U_{\text{нест}} = U_{\text{макс}} - U_{\text{мин}}, \quad (6)$$

где $U_{\text{макс}}$ – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении силы тока в нагрузке, равном $I_{\text{макс}}$, В;

$U_{\text{мин}}$ – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении силы постоянного тока в нагрузке, равном $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$, В.

11.4 Нестабильность силы выходного тока, вызванная изменением напряжения на нагрузке $\Delta I_{\text{нест}}$, А, рассчитывается по формуле:

$$\Delta I_{\text{нест}} = I_{\text{макс}} - I_{\text{мин}}, \quad (7)$$

где $I_{\text{макс}}$ – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения постоянного тока на нагрузке, равном $U_{\text{макс}}$, А;

$I_{\text{мин}}$ – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения постоянного тока на нагрузке, равном $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$, А.

11.5 Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, вызванная изменением напряжения питания $\Delta U_{\text{пит}}$, В, рассчитывается по формулам:

$$\Delta U_{\text{пит+}} = U_{\text{макс}} - U_{\text{ном}}, \quad (8)$$

$$\Delta U_{\text{пит-}} = U_{\text{мин}} - U_{\text{ном}}, \quad (9)$$

где $U_{\text{макс}}$ – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 110 % от номинального напряжения питания, В;

$U_{\text{ном}}$ – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 100 % от номинального напряжения питания, В;

$U_{\text{мин}}$ – значение напряжения постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 90 % от номинального напряжения питания, В.

11.6 Нестабильность силы выходного тока, вызванная изменением напряжения в сети питания $\Delta I_{\text{пит}}$, А, рассчитывается по формулам:

$$\Delta I_{\text{пит}+} = I_{\text{макс}} - I_{\text{ном}}, \quad (10)$$

$$\Delta I_{\text{пит}-} = I_{\text{мин}} - I_{\text{ном}}, \quad (11)$$

где $I_{\text{макс}}$ – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 110 % от номинального напряжения питания, А;

$I_{\text{ном}}$ – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 100 % от номинального напряжения питания, А;

$I_{\text{мин}}$ – значение силы постоянного тока на выходном канале источника, измеренное мультиметром 3458А при значении напряжения питания, равном 90 % от номинального напряжения питания, А.

Источник подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные значения абсолютной погрешности воспроизведений напряжения постоянного тока, абсолютной погрешности воспроизведений силы постоянного тока, нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением силы тока в нагрузке от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$, нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$, нестабильности выходного напряжения постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на ± 10 % от номинального значения, нестабильности выходного сигнала силы постоянного тока, вызванной изменением напряжения питания на ± 10 % от номинального значения, уровня пульсаций выходного напряжения постоянного тока в режиме стабилизации напряжения постоянного тока, уровня пульсаций выходного сигнала силы постоянного тока в режиме стабилизации силы постоянного тока не превышают пределов, указанных в таблицах А.1-А.3 Приложения А.

При невыполнении любого из вышеперечисленных условий (когда источник не подтверждает соответствие метрологическим требованиям, поверку источника прекращают, результаты поверки признают отрицательными).

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

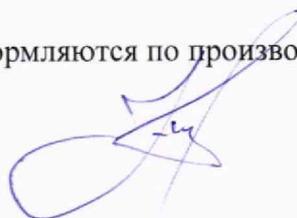
12.1 Результаты поверки источника подтверждаются сведениями, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

12.2 По заявлению владельца источника или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки (когда источник подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) нанесением на источник знака поверки, и (или) внесением в паспорт источника записи о проведенной поверке, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.3 По заявлению владельца источника или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда источник не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством.

12.4 Протоколы поверки источника оформляются по произвольной форме.

Ведущий инженер ООО «НИЦ «ЭНЕРГО»



Никитин В. Н.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Основные метрологические характеристики источников

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон воспроизведений/измерений воспроизведенных значений напряжения постоянного тока, В: - для модификации IT-M3110 - для модификации IT-M3111 - для модификации IT-M3112 - для модификации IT-M3112S - для модификации IT-M3113 - для модификации IT-M3114 - для модификации IT-M3115 - для модификации IT-M3120 - для модификации IT-M3120S - для модификации IT-M3121 - для модификации IT-M3122 - для модификации IT-M3123 - для модификации IT-M3124 - для модификации IT-M3125	от 0 до 20 от 0 до 30 от 0 до 80 от 0 до 60 от 0 до 150 от 0 до 300 от 0 до 600 от 0 до 20 от 0 до 60 от 0 до 30 от 0 до 80 от 0 до 150 от 0 до 300 от 0 до 600
Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений воспроизведенных значений напряжения постоянного тока, В: - для модификации IT-M3110 - для модификации IT-M3111 - для модификации IT-M3112 - для модификации IT-M3112S - для модификации IT-M3113 - для модификации IT-M3114 - для модификации IT-M3115 - для модификации IT-M3120 - для модификации IT-M3120S - для модификации IT-M3121 - для модификации IT-M3122	$\pm(0,0003 \cdot U + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 40 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 75 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 200 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 200 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 40 \cdot 10^{-3})$

Наименование характеристики	Значение
<ul style="list-style-type: none"> - для модификации IT-M3123 - для модификации IT-M3124 - для модификации IT-M3125 	$\pm(0,0003 \cdot U + 75 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 200 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0003 \cdot U + 200 \cdot 10^{-3})$
<p>Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности воспроизведений/измерений воспроизведенных значений напряжения постоянного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, В:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для модификации IT-M3110 - для модификации IT-M3111 - для модификации IT-M3112 - для модификации IT-M3112S - для модификации IT-M3113 - для модификации IT-M3114 - для модификации IT-M3115 - для модификации IT-M3120 - для модификации IT-M3120S - для модификации IT-M3121 - для модификации IT-M3122 - для модификации IT-M3123 - для модификации IT-M3124 - для модификации IT-M3125 	$\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 100 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 100 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 100 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0001 \cdot U \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 100 \cdot 10^{-3})$
<p>Диапазон воспроизведений/измерений воспроизведенных значений силы постоянного тока, А:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для модификации IT-M3110 - для модификации IT-M3111 - для модификации IT-M3112 - для модификации IT-M3112S - для модификации IT-M3113 - для модификации IT-M3114 - для модификации IT-M3115 - для модификации IT-M3120 - для модификации IT-M3120S - для модификации IT-M3121 - для модификации IT-M3122 	<p>от 0 до 100</p> <p>от 0 до 70</p> <p>от 0 до 22</p> <p>от 0 до 20</p> <p>от 0 до 12</p> <p>от 0 до 6</p> <p>от 0 до 3</p> <p>от 0 до 100</p> <p>от 0 до 35</p> <p>от 0 до 70</p> <p>от 0 до 22</p>

Наименование характеристики	Значение
<ul style="list-style-type: none"> - для модификации IT-M3123 - для модификации IT-M3124 - для модификации IT-M3125 	<ul style="list-style-type: none"> от 0 до 12 от 0 до 6 от 0 до 3
<p>Пределы допускаемой абсолютной основной погрешности воспроизведений/измерений воспроизведенных значений силы постоянного тока, А:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для модификации IT-M3110 - для модификации IT-M3111 - для модификации IT-M3112 - для модификации IT-M3112S - для модификации IT-M3113 - для модификации IT-M3114 - для модификации IT-M3115 - для модификации IT-M3120 - для модификации IT-M3120S - для модификации IT-M3121 - для модификации IT-M3122 - для модификации IT-M3123 - для модификации IT-M3124 - для модификации IT-M3125 	<ul style="list-style-type: none"> $\pm(0,001 \cdot I + 100 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 70 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 10 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 100 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 70 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 20 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,001 \cdot I + 10 \cdot 10^{-3})$
<p>Пределы допускаемой абсолютной дополнительной погрешности воспроизведений /измерений воспроизведенных значений силы постоянного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, А:</p> <ul style="list-style-type: none"> - для модификации IT-M3110 - для модификации IT-M3111 - для модификации IT-M3112 - для модификации IT-M3112S - для модификации IT-M3113 - для модификации IT-M3114 - для модификации IT-M3115 - для модификации IT-M3120 - для модификации IT-M3120S - для модификации IT-M3121 	<ul style="list-style-type: none"> $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 10 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 10 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$

Наименование характеристики	Значение
- для модификации ИТ-М3122 - для модификации ИТ-М3123 - для модификации ИТ-М3124 - для модификации ИТ-М3125	$\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 30 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 10 \cdot 10^{-3})$ $\pm(0,0002 \cdot I \cdot (T_{\text{окр.}} - T_0) + 10 \cdot 10^{-3})$
Нормальные условия измерений: – температура окружающей среды, °С – относительная влажность, %, не более	от +18 до +28 80
<hr/> U – воспроизводимое/измеренное источником значение напряжения постоянного тока, В; I – воспроизводимое/измеренное источником значение силы постоянного тока, А; T _{окр.} – значение температуры окружающей среды, °С; T ₀ – значение верхней или нижней температуры нормальных условий измерений, °С.	

Таблица А.2 – Метрологические характеристики в режиме стабилизации напряжения

Модификация источников	Нестабильность выходного напряжения постоянного тока, В		Уровень пульсаций выходного напряжения постоянного тока (размах сигнала), В, не более
	при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального	при изменении тока нагрузки от $I_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot I_{\text{макс}}$	
IT-M3110	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	0,08
IT-M3111	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	0,08
IT-M3112	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,040)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,040)$	0,10
IT-M3112S	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	0,08
IT-M3113	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,040)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,100)$	0,20
IT-M3114	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,150)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,100)$	0,30
IT-M3115	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,150)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,150)$	0,60
IT-M3120	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	0,08
IT-M3120S	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	0,08
IT-M3121	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,020)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,030)$	0,08
IT-M3122	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,040)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,040)$	0,10
IT-M3123	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,040)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,100)$	0,20
IT-M3124	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,150)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,100)$	0,30
IT-M3125	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,150)$	$\pm(0,0001 \cdot U + 0,150)$	0,60

Примечания:
 U – воспроизводимое значение напряжения постоянного тока, В;
 $I_{\text{макс}}$ – максимальные значения силы постоянного тока на нагрузке, А.

Таблица А.3 – Метрологические характеристики в режиме стабилизации силы тока

Модификация источников	Нестабильность выходного сигнала силы постоянного тока, А		Уровень пульсаций выходной силы постоянного тока (среднеквадратическое значение), А, не более
	при изменении напряжения питания на $\pm 10\%$ от номинального	при изменении напряжения на нагрузке от $U_{\text{макс}}$ до $0,1 \cdot U_{\text{макс}}$	
IT-M3110	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	0,10
IT-M3111	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	0,07
IT-M3112	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,04
IT-M3112S	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,035
IT-M3113	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,02
IT-M3114	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,05
IT-M3115	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,03
IT-M3120	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	0,10
IT-M3120S	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,035
IT-M3121	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,100)$	0,07
IT-M3122	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,04
IT-M3123	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,02
IT-M3124	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,05
IT-M3125	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	$\pm(0,001 \cdot I + 0,020)$	0,03

Примечания:
 I – воспроизводимое значение силы постоянного тока, А
 $U_{\text{макс}}$ – максимальные значения напряжения постоянного тока на нагрузке, В.