

СОГЛАСОВАНО

Технический директор ООО «ИЦРМ»



М.С. Казаков

2021 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ МОДУЛЬНЫЕ
U2722A, U2723A**

Методика поверки

ИЦРМ-МП-024-21

**г. Москва
2021**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок источников питания модульных U2722A, U2723A, изготавливаемых компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd», Малайзия.

Источники питания модульные U2722A, U2723A (далее по тексту – источники, приборы) предназначены для воспроизведения и измерений напряжения и силы постоянного тока.

При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость источников питания модульных U2722A, U2723A к государственным первичным эталонам единиц величин по ГОСТ 8.027-2001 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»; Приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А».

Поверка источников питания модульных U2722A, U2723A должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики поверки.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – метод прямых измерений.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	Раздел 6	Да	Да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Раздел 7	Да	Да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 8	Да	Да
4. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока	9.2	Да	Да
5. Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока	9.3	Да	Да

2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +22 до +28 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа или от 630 до 795 мм рт. ст.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

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

3.2 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».

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблице 2.

4.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь сведения (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока	Вольтметр 3 разряда по ГОСТ 8.027-2001	От 0,2 до 20 В. $\delta = \pm 0,016 \%$	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25900-03)
Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока	Амперметр 2 разряда по ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091	От 0,1 мкА до 120 мА. $\delta = \pm 0,025 \%$	Мультиметр 3458А (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 25900-03)
Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры окружающего воздуха	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от +10 до +30 °С. $\Delta = \pm 0,5 \text{ °С}$	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 303-91)
	Средство измерений относительной влажности воздуха	Измерение относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне от 20 до 90 %. $\Delta = \pm 6 \%$	Психрометр аспирационный М-34-М (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 10069-11)
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа. $\Delta = \pm 0,2 \text{ кПа}$	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 5738-76)

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением до 1 кВ и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже III.

Перед поверкой должны быть выполнены следующие мероприятия:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Все средства измерений, участвующие в поверке, должны быть надежно заземлены.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого прибора следующим требованиям:

1. Комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации.
2. Все органы управления и коммутации должны действовать плавно и обеспечивать надежность фиксации во всех позициях.
3. Не должно быть механических повреждений корпуса, лицевой панели, органов управления. Незакрепленные или отсоединенные части прибора должны отсутствовать. Внутри корпуса не должно быть посторонних предметов. Все надписи на панелях должны быть четкими и ясными.
4. Все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений и должны быть чистыми.

При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и направляется в ремонт.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Поверяемое средство измерений должно быть подготовлено и опробовано в соответствии с руководством по эксплуатации.

7.2 Опробование средства измерений

Установить связь между источником питания и внешним ПК с предустановленным специализированным программным обеспечением (BenchVue USB Modular Source Measure Unit (SMU) Control Pro).

Проверить работоспособность источника. Режимы работы прибора, устанавливаемые при переключении различных органов управления, и отображаемые на дисплее, должны соответствовать требованиям руководства по эксплуатации.


При неверном функционировании прибор бракуется и направляется в ремонт.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверку программного обеспечения средства измерений проводить в следующем порядке:

В главном окне ПО « BenchVue USB Modular Source Measure Unit (SMU) Control Pro» добавить в правый столбец «Instruments» U2722A или U2723A.



Для этого в правом нижнем углу нажать на  в появившемся меню выбрать раздел «Manage Instruments...».

В столбце «Filters» выбрать пункт «USB Modular SMU» и в столбце «Supported Models» выбрать U2722A или U2723A и нажав на кнопку «Add->» переместить модификацию U2722A или U2723A в столбец «Models to Include». Нажать ОК.




В появившемся окне в правом нижнем углу нажать  и в появившемся меню выбрать «About». В открывшемся окне зафиксировать номер версии встроенного ПО. Он должен быть не ниже указанного в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	BenchVue USB Modular Source Measure Unit (SMU) Control Pro
Номер версии (идентификационный номер ПО), не ниже	Не ниже 2019.1218
Цифровой идентификатор ПО	–

При невыполнении этих требований поверка прекращается и прибор бракуется.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Метрологические характеристики, подлежащие определению

Таблица 4 – Выходные параметры источников (метрологические характеристики)

Функция источников	Предел воспроизведения (измерений)	Разрешение (единица младшего разряда (е.м.р.))	Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности воспроизведения (измерений)
Воспроизведение (измерение) напряжения постоянного тока	2 В	0,0001 В	$\pm(0,00075 \cdot U + 0,0015)$ В
	20 В	0,001 В	$\pm(0,0005 \cdot U + 0,01)$ В
Воспроизведение (измерение) силы постоянного тока	1 мкА	0,0001 мкА	$\pm(0,00085 \cdot I + 0,00085)$ мкА
	10 мкА	0,001 мкА	$\pm(0,00085 \cdot I + 0,0085)$ мкА
	100 мкА	0,01 мкА	$\pm(0,00075 \cdot I + 0,075)$ мкА
	1 мА	0,0001 мА	$\pm(0,00075 \cdot I + 0,00075)$ мА
	10 мА	0,001 мА	$\pm(0,00075 \cdot I + 0,0075)$ мА
	120 мА	0,02 мА	$\pm(0,001 \cdot I + 0,1)$ мА
Примечания U – воспроизводимое/измеренное значение напряжения постоянного тока, В; I – воспроизводимое/измеренное значение силы постоянного тока, мкА, мА			

9.2 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока

Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока проводить с помощью мультиметра 3458А при отсутствии нагрузки.

Определение погрешности прибора проводить в соответствии с ГОСТ 14014-91 в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 110 % от каждого предела воспроизведения (измерений).

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Перевести мультиметр 3458А в режим измерений напряжения постоянного тока.
2. Подключить к выходу поверяемого прибора мультиметр 3458А.
3. Программным регулятором выходного тока поверяемого прибора установить на выходе максимальный ток.
4. Программным регулятором выходного напряжения поверяемого прибора установить выходное напряжение, соответствующее 10 – 15 % от предела воспроизведения (измерений).
5. Произвести измерение выходного напряжения прибора, фиксируя показания мультиметра 3458А.
6. Провести измерения по п.п. 4 – 5, устанавливая на поверяемом приборе выходное напряжение, соответствующее 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 110 % от предела воспроизведения (измерений).
7. Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения и измерений напряжения постоянного тока по формулам (1) и (2).

9.3 Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока

Определение основной абсолютной погрешности воспроизведения и измерений силы постоянного тока проводить с помощью мультиметра 3458А.

Определение погрешности прибора проводить в соответствии с ГОСТ 14014-91 в точках, соответствующих 10 – 15 %, 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 110 % от каждого предела воспроизведения (измерений).

Определение погрешности проводить в следующем порядке:

1. Перевести мультиметр 3458А в режим измерений силы постоянного тока.
2. Подключить к выходу поверяемого прибора мультиметр 3458А.
3. Программным регулятором выходного напряжения поверяемого прибора установить на выходе максимальное напряжение.
4. Программным регулятором выходного тока поверяемого прибора установить выходной ток, соответствующий 10 – 15 % от предела воспроизведения (измерений).
5. Произвести измерение выходного тока прибора, фиксируя показания мультиметра 3458А.
6. Провести измерения по п.п. 4 – 5, устанавливая на поверяемом приборе выходной ток, соответствующий 20 – 30 %, 40 – 60 %, 70 – 80 % и 90 – 110 % от предела воспроизведения (измерений).
7. Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения и измерений силы постоянного тока по формулам (3) и (4).

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{уст.}} - U_0 \quad (1)$$

где $U_{\text{уст.}}$ – значение напряжения, установленное на выходе поверяемого прибора, В;
 U_0 – значение напряжения, измеренное мультиметром 3458А, В.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Абсолютная погрешность измерений напряжения постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{изм.}} - U_0 \quad (2)$$

где $U_{\text{изм.}}$ – значение напряжения, измеренное поверяемым прибором, В;
 U_0 – значение напряжения, измеренное мультиметром 3458А, В.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

10.2 Абсолютная погрешность воспроизведения силы постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{уст.}} - I_0 \quad (3)$$

где $I_{\text{уст.}}$ – значение силы тока, установленное на выходе поверяемого прибора, мкА, мА;
 I_0 – значение силы тока, измеренное мультиметром 3458А, мкА, мА.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

Абсолютная погрешность измерений силы постоянного тока рассчитывается по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{изм.}} - I_0 \quad (4)$$

где $I_{\text{изм.}}$ – значение силы тока, измеренное поверяемым прибором, мкА, мА;
 I_0 – значение силы тока, измеренное мультиметром 3458А, мкА, мА.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если во всех поверяемых точках погрешность прибора соответствует требованиям п. 9.1 настоящей Методики.

При невыполнении этих требований, прибор бракуется и направляется в ремонт.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

11.3 По заявлению владельца прибора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки (когда прибор не подтверждает соответствие метрологическим требованиям) оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством, и (или) внесением в паспорт прибора соответствующей записи.

Ведущий инженер
ООО «ИЦРМ»

Л.А. Филимонова

Инженер
ООО «ИЦРМ»

Д.А. Терещенко