

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального директора -
заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

» 07 _____ 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители мощности термисторные унифицированные МЗ-121

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 111-23-006

р.п. Менделеево
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	7
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .	7
11	ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	9
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители мощности термисторные унифицированные МЗ-121 (далее – измерители), изготавливаемые ФГУП «ВНИИФТРИ», Московская область, г. Солнечногорск, р.п. Менделеево, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежат измерители до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежат измерители, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых измерителей к государственным первичным эталонам единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-2023) и электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной приказом Росстандарта от 21 марта 2023 г. № 604, и государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной приказом Росстандарта от 29 января 2015 г. № 135.

1.4 Поверка измерителей может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на измеритель и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.6 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений мощности, мВт	от 0,01 до 10
Диапазон регулировки мощности подогрева, мВт	от 10 до 80
Диапазон регулировки сопротивления, Ом	от 70 до 2000
Предел допускаемой относительной погрешности установки сопротивления, %	±0,1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности, %	$\pm \left(0,2 + \frac{0,005 P_m}{P_x^*} \right)$

* – значение измеренной мощности, мВт

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки измерителя должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8.

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка программного обеспечения (далее – ПО)	да	да	9
Проверка диапазона измерений мощности и относительной погрешности измерений мощности	да	да	10.1
Проверка диапазона регулировки мощности подогрева и диапазона регулировки сопротивления	да	да	10.2
Проверка погрешности установки сопротивления	да	да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый измеритель бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Не допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов или отдельных автономных блоков или меньшего числа измеряемых величин.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие климатические условия (если не оговорено иное):

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25°С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре плюс 20 °С не более 80 %;
- напряжение питающей сети переменного тока от 198 до 242 В;
- частота питающей сети от 49 до 51 Гц.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со средним или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документами МФРН.411151.017 РЭ «Измеритель мощности термисторный унифицированный МЗ-121. Руководство по эксплуатации» (далее – МФРН.411151.017 РЭ), МФРН.411151.017 ФО «Измеритель мощности термисторный унифицированный МЗ-121. Формуляр» (далее – МФРН.411151.017 ФО).

4.3 Поверка осуществляется одним специалистом.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Измеритель влажности и температуры в диапазоне температур от 15°C до 25°C, с диапазоном измерений относительной влажности, от 0 до 99 %, с диапазоном измерений абсолютного давления от 840 до 1060 гПа	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-07
10.1 Проверка диапазона измерений мощности и относительной погрешности измерений мощности	Измеритель напряжения с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на пределе измерения 750 В $\pm(0,35 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{изм}} + 300 \text{ е.м.р.})$, пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений силы переменного тока на пределе измерения 3 А $\pm(0,15 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм}} + 600 \text{ е.м.р.})$; Магазин сопротивлений с диапазоном воспроизводимого сопротивления от 0,1 до 12222,1 Ом, допускаемым отклонением действительного значения сопротивления от номинального $\pm[0,05 + 2,5 \cdot 10^{-6} \cdot (R_k/R_x - 1)] \%$; Калибратор с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки напряжения постоянного тока на выходе $\pm(0,001 \cdot U + 5 \text{ мВ})$ для канала 1, $\pm(0,0005 \cdot U + 20 \text{ мВ})$ для каналов 2,3;	Вольтметр универсальный В7-78/1, рег. № 69742-17 Магазин сопротивлений Р4830/2, рег. №4614-74 Калибратор универсальный 9100Е, рег. № 25985-09
10.2 Проверка диапазона регулировки мощности подогрева и диапазона регулировки сопротивления	Измеритель напряжения с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока на пределе измерения 750 В $\pm(0,35 \cdot 10^{-2} \cdot U_{\text{изм}} + 300 \text{ е.м.р.})$, пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений силы переменного тока на пределе измерения 3 А $\pm(0,15 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм}} + 600 \text{ е.м.р.})$; Головка термисторная с пределами относительной погрешности калибровочного коэффициента $\pm 5 \%$;	Вольтметр универсальный В7-78/1, рег. № 69742-17 Головка термисторная М5-40, рег. № 2537-69
10.3 Проверка погрешности установки сопротивления	Мера электрического сопротивления с допускаемым относительным отклонением действительного значения сопротивления от номинального не более $\pm 0,01 \%$; Головка термисторная с пределами относительной погрешности калибровочного коэффициента $\pm 5 \%$; Измеритель сопротивления с пределами относительной погрешности измерений мощности не более 0,03 %;	Мера электрического сопротивления однозначная МС 3080 (10 Ом), рег. №42650-09 Головка термисторная М5-40, рег. № 2537-69 Вольтметр универсальный В7-78/1, рег. № 69742-17
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденными приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н, а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на измеритель и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр измерителя провести визуально без вскрытия, при этом необходимо проверить:

– комплектность, маркировку и пломбировку (наклейку) на соответствие документам РЭ и ФО;

– целостность и чистоту разъемов;

– целостность пломбировки;

– исправность кабеля;

– отсутствие видимых повреждений, влияющих на работоспособность измерителя.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

– комплект поставки соответствует документам РЭ и ФО;

– маркировка соответствует документу РЭ;

– пломбировка цела;

– разъемы целы и чисты;

– отсутствуют видимые повреждения, влияющие на работоспособность измерителя.

В противном случае результаты внешнего осмотра считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Перед проведением поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РЭ измерителя и применяемых средств поверки.

8.2 Проверку работоспособности измерителя выполнить в следующей последовательности.

8.2.1 Разместить измеритель на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

8.2.2 Соединить измеритель с кабелем питания 220 В. Подключить кабель питания к сети переменного тока (220 В, 50 Гц). Переключатель «0/1» на корпусе измерителя установить в положение «1».

8.2.3 Наблюдать автоматический запуск программного обеспечения (далее – ПО) измерителя.

8.2.4 По окончании запуска ПО контролировать появление на сенсорном экране окна, приведенного на рисунке 1.

измерение		
0.000 ГГц 0.0000	(A)	единицы измер.
400.00 Ом	00.00 dBm	
0.000 ГГц 0.0000	(B)	каналы (C), (D)
400.00 Ом	00.00 dBm	канал (E)

Рисунок 1 – Общий вид окна готовности измерителя к использованию

8.2.5 Убедиться в том, что все сенсорные кнопки и органы управления функционируют.

8.2.6 Выключить измеритель переводя переключатель «0/I» в положение «0».

8.2.7 Результаты опробования считать положительными, если измеритель включился, по окончании запуска ПО на экране дисплея наблюдалось окно, отображенное на рисунке 1, сенсорные кнопки и органы управления функционируют.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Осуществить проверку соответствия следующих идентификационных данных ПО:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

9.2 Результаты проверки считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют сведениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Измеритель мощности МЗ-121
Номер версии (идентификационный номер) ПО	V1.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	–
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	–

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка диапазона измерений мощности и относительной погрешности измерений мощности

10.1.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 2.

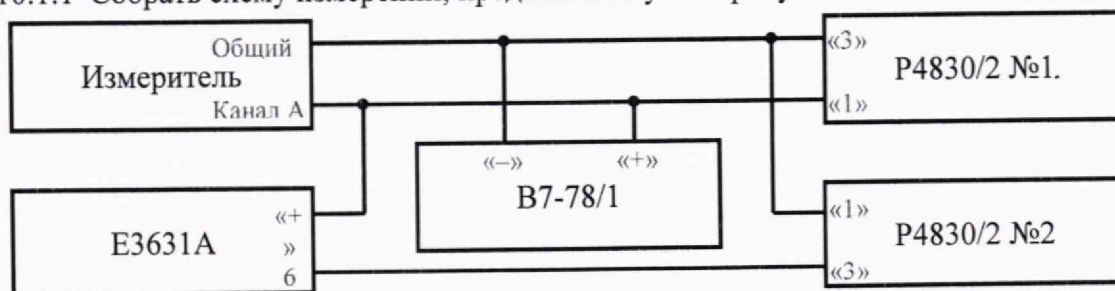


Рисунок 2 – Схема измерений относительной погрешности измерений мощности

10.1.2 Подготовить к работе приборы в соответствии с их руководством по эксплуатации.

10.1.3 Установить рабочее сопротивление измерителя 400 Ом.

10.1.4 С помощью ступеней декад « $\times 100 \Omega$ » и « $\times 10 \Omega$ » установить начальное сопротивление P4830/2: для №1 сопротивление равное 400 Ом, для №2 – 190 Ом.

10.1.5 Включить подачу питания на мере напряжения и тока E3631A.

- 10.1.6 Установить на Е3631А напряжение постоянного тока равное 5 В.
- 10.1.7 Выполнить установку нуля на измерителе.
- 10.1.8 Зафиксировать в протоколе показания вольтметра U_0 .
- 10.1.9 Изменяя сопротивление Р4830/2 №2 с помощью ступеней декад « $\times 100 \Omega$ », « $\times 10 \Omega$ », « $\times 1 \Omega$ » и « $\times 0,1 \Omega$ », установить показания измерителя от 9 до 11 мВт.
- 10.1.10 По истечении 30 секунд зафиксировать в протоколе показания вольтметра U_1 и показания измерителя N .
- 10.1.11 Установить начальное сопротивление на Р4830/2 №2.
- 10.1.12 Повторить п.п. 10.2.7 – 10.2.11 для следующих уровней показаний: от 0,9 до 1,1 мВт, от 90 до 110 мкВт, от 9 до 11 мкВт. Для уровней показаний от 90 до 110 мкВт и от 9 до 11 мкВт включить усреднение равное 32.
- 10.1.13 Повторить п.п. 10.1.7 – 10.1.12 для каждого канала измерителя.
- 10.1.14 Рассчитать погрешность измерений мощности в соответствии с п. 11.1.
- 10.1.15 Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерения мощности не превышает $\pm \left(0,2 + \frac{0,005}{P_x} \right) \%$ в диапазоне мощностей от 0,01 до 10 мВт.

10.2 Проверка диапазона регулировки мощности подогрева и диапазона регулировки сопротивления

- 10.2.1 Диапазон регулировки мощности подогрева проверять в следующей последовательности.
- 10.2.2 Подключить к каналу А измерителя термисторный преобразователь М5-40.
- 10.2.3 Подключить вольтметр универсальный В7-78/1 к клеммам канала А.
- 10.2.4 Установить сопротивление на измерителе равное 70 Ом.
- 10.2.5 Зафиксировать в протоколе показания вольтметра универсального В7-78/1.
- 10.2.6 Повторить пункты 10.2.4 и 10.2.5 для сопротивления 2000 Ом
- 10.2.7 Рассчитать погрешность измерений мощности в соответствии с п. 11.1.
- 10.2.8 Повторить пункты 10.2.2 – 10.2.7 для каналов В, С, D.
- 10.2.9 Результаты поверки считать положительными, если значения $P_{под}$ рассчитанные по п. 11.2 для сопротивлений 70 и 2000 Ом находится в диапазоне от 10 до 80 мВт.

10.3 Проверка относительной погрешности установки сопротивления

- 10.3.1 Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 3.



Рисунок 3 – Схема измерений относительной погрешности установки сопротивления

- 10.3.2 Установить на измерителе рабочее сопротивление 70 Ом.
- 10.3.3 Измерить универсальным вольтметром напряжения между потенциальными клеммами (U1, U2) измерительной катушки сопротивления и зажимами "рабочий" и "общий" измерителя.

10.3.4 Повторить п.п. 10.3.2 – 10.3.3 для значений рабочих сопротивлений 240 Ом; кратных 100 Ом до 500 Ом; кратных 500 Ом до 2000 Ом.

10.3.5 Повторить п.п. 10.3.2 – 10.3.4 для каналов В, С, D.

10.3.6 Зафиксировать в протоколе показания.

10.3.7 Рассчитать погрешность установки сопротивления в соответствии с п.11.3.

10.3.8 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность установки сопротивления не превышает $\pm 0,1\%$.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Диапазон измерений мощности и относительной погрешности измерений мощности.

11.1.1 Рассчитать погрешность измерений мощности по формуле (1).

$$\delta P = \left(\frac{U_0^2 - U_1^2}{R \cdot N} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (1)$$

где N – показания измерителя, Вт;

U_0 – показания вольтметра после установки нуля, В;

U_1 – показания вольтметра после установки показаний на измерителе, В;

R – сопротивление, установленное на измерителе, Ом.

11.1.2 Результаты поверки считать положительными, если погрешность измерения мощности не превышает $\pm \left(0,2 + \frac{0,005 \text{ мВт}}{P_x} \right) \%$, где P_x – значение измеренной мощности, мВт в диапазоне мощностей от 0,01 до 10 мВт.

11.2 Проверка диапазона регулировки мощности подогрева и диапазона регулировки сопротивления.

11.2.1 Рассчитать мощность подогрева для сопротивлений 70, 1000, 2000 по формуле 2.

$$P_{\text{под}} = \frac{U^2}{R}, \quad (2)$$

где R – установленное сопротивление на измерителе.

11.2.2 Результаты поверки считать положительными, если значение мощности подогрева составляет от 10 до 80 мВт при сопротивлениях от 70 до 2000 Ом.

11.3 Определение погрешности установки сопротивления

11.3.1 Рассчитать сопротивление, установленное измерителем мощности МЗ-121, по формуле (3):

$$R_T = \frac{U_{\text{МЗ-121}}}{U_{\text{МС}}} \cdot 10, \quad (3)$$

где $U_{\text{МЗ-121}}$ – напряжение между клеммами «рабочий» и «общий», В

$U_{\text{МС}}$ – напряжение между клеммами U1 и U2 меры сопротивления, В.

Рассчитать погрешность установки сопротивления по формуле (3).

11.3.2 Рассчитать относительную погрешность установки сопротивления по формуле (4).

$$\delta R_T = \frac{R_T - R_0}{R_0} \cdot 100\% \quad (4)$$

где R_0 – номинальное значение сопротивления, Ом, R_T – измеренное значение сопротивления, Ом

11.3.3 Результаты поверки считать положительными, если относительная погрешность установки сопротивления не превышает $\pm 0,1\%$.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Измеритель признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

12.2 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца измеритель МЗ-121 или лица, предъявившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в формуляр измерителя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

12.4 Знак поверки в виде наклейки наносится на корпус измерителя мощности термисторного унифицированного МЗ-121, и (или) выдается свидетельство о поверке на измеритель мощности термисторный унифицированный МЗ-121, и (или) в документ «Измеритель мощности термисторный унифицированный. Формуляр» МФРН.411151.017 ФО вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

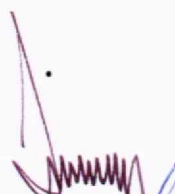
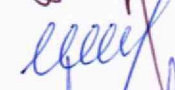

12.5 Не допускается проведения поверки отдельных измерительных каналов или меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

12.6 Измеритель, имеющий отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается. На него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования по установленной форме.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник отдела 11 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Инженер лаборатории 111 НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 О.В. Каминский
 И.П. Чирков
 А.И. Матвеев