

20 ноября 2023 г.



МП.ЛТДВ.411153.011

2023 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей напряженности поля ЕМФ (далее – измерители ЕМФ), изготовленных MICRORAD, Италия.

Выполнение всех требований настоящей методики поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону:

- в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ Р 8.805-2012 к государственному первичному эталону единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот 0,0003 - 1000 МГц ГЭТ 45-2011;

- в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ Р 8.574-2000 к государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178 ГГц ГЭТ 160-2006.

При определении метрологических характеристик измерителей ЕМФ используются методы прямых измерений (в диапазоне частот до 300 МГц включительно) и сличения с помощью компаратора (в диапазоне частот свыше 300 МГц).

Метрологические требования к измерителям ЕМФ, которые должны быть подтверждены в результате поверки, приведенные в обязательном Приложении А.

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Определение диапазона рабочих частот и частотной составляющей погрешности измерения напряженности электрического поля.	Да	Да	10.1
Определение диапазона измерений напряженности электрического поля и динамической составляющей погрешности измерения напряженности электрического поля	Да	Да	10.2
Определение относительной погрешности измерения напряженности электрического поля	Да	Да	10.3

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц;
- коэффициент гармоник сети питания не более 5 %.

4. Требование к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, специалисты органов метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованных на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений данного вида, изучившие эксплуатационную документацию на измерители ЕМФ и средства поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные эталоны единиц величин и средства измерений, обеспечивающие определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений должны быть поверены.

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
п. 3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +14 до +26 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 10 до 85 % с абсолютной погрешностью не более ± 5 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 83 до 107 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 1 кПа	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13
п. 3 Требования к условиям проведения поверки	Средства измерений напряжения сети питания в диапазоне измерений от 196 до 244 В с относительной погрешностью не более ± 1 %; Средства измерений частоты сети питания в диапазоне измерений от 49 до 51 Гц с относительной погрешностью не более $\pm 0,5$ %; Средства измерений коэффициента гармоник сети питания в диапазоне измерений от 0 до 5 % с относительной погрешностью не более ± 1 %	Приборы электроизмерительные универсальные UMG 96 RM-E, рег. № 51827-12
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы напряженности электрического поля и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда по ГОСТ Р 8.805-2012, в диапазоне воспроизведения напряженности электрического поля от 8 до 12 В/м в диапазоне частот от 150 кГц до 300 МГц включительно. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряженности электрического поля ± 12 % (или ± 1 дБ при пересчете по напряжению)	Установки для поверки измерителей напряженности электромагнитного поля П1-8, рег. № 10697-86
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по ГОСТ Р 8.574-2000, воспроизводящие плотность потока энергии электромагнитного поля не менее 4 мкВт/см ² в диапазоне частот от 300 МГц до 18 ГГц включительно. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения плотности потока энергии электромагнитного поля ± 12 % (или $\pm 0,5$ дБ при пересчете по мощности)	Установки для поверки измерителей плотности потока П1-9, рег. № 11474-88

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средство измерений длины в диапазоне до 5 м с абсолютной погрешностью не более ± 1 мм	Рулетки измерительные ЭНКОР, модель «Каучук» исполнения РФЗ-5-19, рег. № 27060-04
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Генератор сигналов высокочастотный, диапазон рабочих частот от 540 до 580 МГц, выходная мощность не менее 50 Вт, погрешность установки частоты не более 1,5%.	Генераторы сигналов Г4-159, рег. № 8849-82
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Ваттметр поглощаемой мощности, диапазон рабочих частот от 540 до 580 МГц, диапазон измерения мощности от 10 мкВт до 5 Вт, пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 7\%$	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-51, рег. № 7055-79. Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56, рег. № 7060-79
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Вспомогательное оборудование: полеобразующая система, создающая напряженность электрического поля в диапазоне от 0,8 до 340 В/м на частоте 560 ± 20 МГц	Устройство высокочастотное для воспроизведения плотности потока энергии УВВ ППЭ из состава установки для поверки измерителей плотности потока П1-9, рег. № 11474-88

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

Помещение для проведения поверки и размещения поверочного оборудования должно соответствовать правилам техники безопасности и требованиям по охране труда.

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на измерители ЕМФ и средств поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие измерителей ЕМФ следующим требованиям:

- внешний вид измерителя ЕМФ должен соответствовать изображениям, приведенным в описании типа;
- комплектность измерителя ЕМФ должна соответствовать требованиям, приведенным в описании типа;
- наличие маркировки, подтверждающей модификацию и заводской номер в соответствии с описанием типа;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа;
- наличие знака утверждения типа в соответствии с требованиями, приведенными в описании типа;
- наружная поверхность, разъемы не должны иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу измерителя ЕМФ;
- отсутствие незакрепленных предметов внутри корпуса измерителя ЕМФ, определяемых на слух при наклонах;
- отсутствие изломов и повреждений кабелей.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования. При невыполнении какого-либо из вышеуказанных требований результаты поверки по данному пункту считать отрицательными, последующие операции поверки не проводить.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке.

Порядок работы с измерителем ЕМФ (включение, управление и дополнительная информация) приведены в руководстве по эксплуатации «Руководство по эксплуатации измерителя напряженности поля ЕМФ» (далее – РЭ).

Убедиться в выполнении требований к условиям проведения поверки.

Выдержать измеритель ЕМФ в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если измеритель ЕМФ находился в отличных от них условиях.

Установить на персональный компьютер программное обеспечение EMCViewer (далее – ПО) в соответствии с РЭ.

Подключить измеритель ЕМФ к персональному компьютеру в соответствии с РЭ.

Включить измеритель ЕМФ в соответствии с РЭ. Светодиод измерителя ЕМФ должен мигать.

Выдержать измеритель ЕМФ во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течении времени, указанном в их эксплуатационной документации.

Подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

8.2 Опробование

На компьютере запустить программное обеспечение EMCViewer. На экране компьютера должно появиться окно первоначального запуска, как показано на рисунке 1.

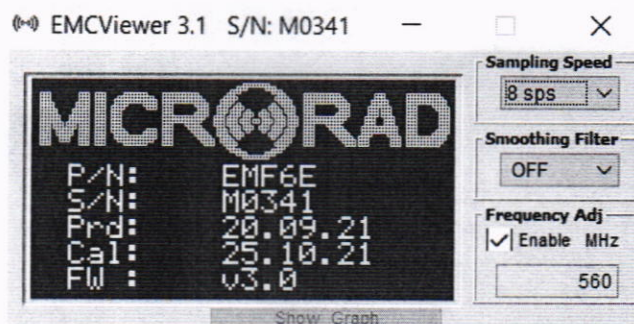


Рисунок 1 – Окно ПО EMCViewer, первоначальный запуск

Убедиться в возможности включения и отключения частотной коррекции («Enable MHz»).

В ПО должны отображаться:

- индикатор уровня заряд аккумулятора измерителя EMF;
- температура измерителя EMF;
- измеренные значения напряженности электрического поля (далее – НЭП): изотропное (ISO) и по трем осям (X, Y, Z).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования. При невыполнении какого-либо из вышеуказанных требований результаты поверки по данному пункту считать отрицательными, последующие операции поверки не проводить.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

При выполнении операций по пункту 8 зафиксировать номер версии ПО EMCViewer, появившееся в окне первоначального запуска (рисунок 1).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если номер версии ПО EMCViewer не ниже 3.1.

В противном случае результаты поверки по данному пункту считать отрицательными, последующие операции поверки не проводить.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазона рабочих частот и частотной составляющей погрешности измерения напряженности электрического поля.

При проведении поверки по данному пункту необходимо в полеобразующих системах средств поверки (далее – эталонные установки) устанавливать частоты и уровни НЭП, приведенные в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Частоты и уровни НЭП при поверке измерителя ЕМФ с модификацией ЕМФ18GR.

Частота	Уровень НЭП, В/м
1 МГц	10
5 МГц	10
10 МГц	10
30 МГц	10
100 МГц	10
300 МГц	10
500 МГц	не менее 3,9
1,2 ГГц	не менее 3,9
2 ГГц	не менее 3,9
4 ГГц	не менее 3,9
5,64 ГГц	не менее 3,9
8 ГГц	не менее 3,9
11,5 ГГц	не менее 3,9
17,44 ГГц	не менее 3,9
18 ГГц	не менее 3,9

Таблица 4 – Частоты и уровни НЭП при поверке измерителя ЕМФ с модификацией ЕМФ6ER.

Частота	Уровень НЭП, В/м
150 кГц	10
200 кГц	10
500 кГц	10
1 МГц	10
5 МГц	10
10 МГц	10
30 МГц	10
100 МГц	10
300 МГц	10
500 МГц	не менее 3,9
1,2 ГГц	не менее 3,9
2 ГГц	не менее 3,9
4 ГГц	не менее 3,9
5,64 ГГц	не менее 3,9
6,5 ГГц	не менее 3,9

Допускается отклонение уровней НЭП, установленных в эталонной установке, от значений, указанных в таблицах 3 и 4, не более чем 20 %.

Допускается проводить поверку на других частотах при условии, что количество частотных точек не менее 15 включая крайние частоты рабочего диапазона измерителя ЕМФ и частоты равномерно распределены в поверяемом частотном диапазоне.

Для перевода значений плотности потока энергии электромагнитного поля П (далее – ППЭ), выраженных в $[\text{мкВт} \cdot \text{см}^{-2}]$, в значения напряженности электрического поля Е, выраженных в $[\text{В} \cdot \text{м}^{-1}]$, и обратно, использовать формулы (1) и (2):

$$E = \sqrt{3,77 \cdot П} \quad (1)$$

$$П = \frac{1}{3,77} \cdot (E)^2 \quad (2)$$

Поместить измеритель ЕМФ в применяемую эталонную установку в соответствии с руководством по эксплуатации на применяемую эталонную установку. Ось Z измерителя ЕМФ ориентировать по вектору измеряемой НЭП.

В эталонной установке создать уровень НЭП 10 В/м и частоту 1 МГц для модификации ЕМФ18GR или частоту 150 кГц для модификации ЕМФ6ER.

Провести измерение усредненного значения НЭП (ISO) измерителем ЕМФ в соответствии с его РЭ. Частотная коррекция должна быть включена на частоте измерения.

Поочередно устанавливая все значения НЭП и частоты, указанные в таблице 3 или 4, провести измерения НЭП измерителем ЕМФ, при этом фиксировать значение НЭП, установленной в эталонной установке (при отличии НЭП, установленной в эталонной установке от значения, указанного в таблице 3 или 4).

При измерениях на установке П1-9 (в диапазоне частот от 500 МГц до 18 ГГц) расстояние между излучающей антенной и образцовым преобразователем ППЭ или центром поверяемого измерителя ЕМФ должно быть 1 метр \pm 4 мм.

На частотах 18 ГГц и 6,5 ГГц допускается использовать линейное усреднение частотной характеристики калибровочного коэффициента образцовых преобразователей ППЭ из состава установки П1-9.

Для каждого значения НЭП рассчитать значение частотной составляющей погрешности измерения НЭП δ_f в % по формуле (3):

$$\delta_f = 100 \cdot \frac{E_{\text{Измеритель ЕМФ}} - E_{\text{Эталон}}}{E_{\text{Эталон}}} \quad (3)$$

где $E_{\text{Измеритель ЕМФ}}$ – НЭП, измеренная измерителем ЕМФ, В/м;

$E_{\text{Эталон}}$ – НЭП, установленная в эталонной установке, В/м.

10.2 Определение диапазона измерений напряженности электрического поля и динамической составляющей погрешности измерения напряженности электрического поля.

Установить измеритель ЕМФ в устройстве высокочастотном для воспроизведения плотности потока энергии УВВ ППЭ из состава Установки для поверки измерителей плотности потока П1-9, рег. № 11474-88, (далее – УВВ ППЭ).

Включить измеритель ЕМФ, установить частоту измерения 560 МГц.

К выходу УВВ ППЭ подключить ваттметр поглощаемой мощности МЗ-51.

На вход УВВ ППЭ подключить выход усилителя генератора сигналов Г4-159 и установить частоту (560 \pm 20) МГц.

Увеличивая мощность на выходе генератора последовательно установить в УВВ ППЭ напряженность электрического поля, измеренную измерителем ЕМФ, E_2 :

- для измерителя ЕМФ модификации ЕМФ18GR: 1; 3; 5; 10; 50; 100; 200; 300; 340 В/м;

- для измерителя ЕМФ модификации ЕМФ6ER: 0,8; 1; 3; 5; 10; 50; 100; 200; 250 В/м.

Допускается отклонение уровней E_2 , измеренных измерителем ЕМФ, от указанных значений не более 5 %.

Одновременно производить отсчет мощности на выходе УВВ ППЭ P_1 . При мощности более 10 мВт ваттметр МЗ-51 заменить на МЗ-56.

Пересчитать измеренную мощность P_1 в напряжение U_1 по формуле (4):

$$U_1 = \sqrt{P_1 \cdot 50} \quad (4)$$

Для каждого уровня установленной мощности рассчитать коэффициент K_i по формуле (5):

$$K_i = \frac{E_2}{U_1} \quad (5)$$

Определить значение динамической составляющей погрешности измерения НЭП δ_E в % по формуле (6):

$$\delta_E = 100 \cdot \frac{K_i - K_{10}}{K_{10}} \quad (6)$$

где K_{10} – коэффициент K_i на уровне мощности соответствующей напряженности $E_2 = 10$ В/м.

10.3 Определение относительной погрешности измерения напряженности электрического поля

Относительную погрешности измерения НЭП $\delta\%$ (выраженную в %) для каждого измерителя ЕМФ определить по формуле (7):

$$\delta\% = \sqrt{(\max |\delta_f|)^2 + (\max |\delta_E|)^2} \quad (7)$$

Относительную погрешности измерения НЭП $\delta_{дБ}$ (выраженную в дБ) для каждого измерителя ЕМФ определить по формуле (8):

$$\delta_{дБ} = 20 \cdot \log_{10}(\delta\% \cdot 0,01 + 1) \quad (8)$$

Результаты поверки считать положительными, если диапазон рабочих частот, диапазон измерений напряженности электрического поля, относительная погрешность измерения напряженности электрического поля соответствуют метрологическим требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки. При невыполнении указанных требований результаты поверки считать отрицательными.

11. Оформление результатов поверки

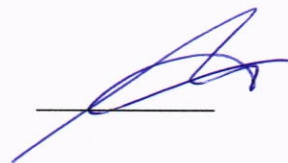
По итогу поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме.

Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку.

Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с действующими правовыми нормативными документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Начальник отдела №52
ФБУ «Новосибирский ЦСМ»



Н.А. Малов

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические характеристики измерителей ЕМФ модификации ЕМФ6ЕР, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 0,15 до 6500
Диапазон измерений НЭП в диапазоне рабочих частот, В/м	от 0,8 до 250
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения НЭП ¹⁾ , дБ (%)	± 2 (26)
Примечания: 1) С включенной частотной коррекцией, при ориентации оси Z измерителя ЕМФ по вектору измеряемой НЭП.	

Таблица А.2 – Метрологические характеристики измерителей ЕМФ модификации ЕМФ18GR, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 1 до 18000
Диапазон измерений НЭП в диапазоне рабочих частот, В/м	от 1 до 340
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения НЭП ¹⁾ , дБ (%)	± 2 (26)
Примечания: 1) С включенной частотной коррекцией, при ориентации оси Z измерителя ЕМФ по вектору измеряемой НЭП.	