

СОГЛАСОВАНО

Директор

ФБУ «Новосибирский ЦСМ»

О.Ю. Морозова

20 ноября 2023 г.



ГСИ. Измерители напряженности поля EMF.

Методика поверки

МП.ЛТДВ.411153.011

г. Новосибирск

2023 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей напряженности поля EMF (далее – измерители EMF), 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 EMF используются методы прямых измерений (в диапазоне частот до 300 МГц включительно) и сличения с помощью компаратора (в диапазоне частот выше 300 МГц).

Метрологические требования к измерителям EMF, 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 °C;
- 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 EMF 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 применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Требования к условиям проведения поверки	<p>Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +14 до +26 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 10 до 85 % с абсолютной погрешностью не более ±5 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 83 до 107 кПа с абсолютной погрешностью не более ±1 кПа</p>	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13
п. 3 Требования к условиям проведения поверки	<p>Средства измерений напряжения сети питания в диапазоне измерений от 196 до 244 В с относительной погрешностью не более ±1 %;</p> <p>Средства измерений частоты сети питания в диапазоне измерений от 49 до 51 Гц с относительной погрешностью не более ±0,5 %;</p> <p>Средства измерений коэффициента гармоник сети питания в диапазоне измерений от 0 до 5 % с относительной погрешностью не более ±1 %</p>	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 ± 0,5 дБ при пересчете по мощности)	Установки для поверки измерителей плотности потока П1-9, рег. № 11474-88

Операции поверки, требующие применения 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 РФ3-5-19, 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 М3-51, рег. № 7055-79. Ваттметр поглощаемой мощности М3-56, 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 EMF и средств поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие измерителей EMF следующим требованиям:

- внешний вид измерителя EMF должен соответствовать изображениям, приведенным в описании типа;
- комплектность измерителя EMF 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 EMF;
- отсутствие незакрепленных предметов внутри корпуса измерителя EMF, 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 EMF (включение, управление и дополнительная информация) приведены в руководстве по эксплуатации «Руководство по эксплуатации измерителя напряженности поля EMF» (далее – РЭ).

Убедиться в выполнении требований к условиям проведения поверки.

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

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

Подключить измеритель EMF к персональному компьютеру в соответствии с РЭ.

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

Выдержать измеритель EMF 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 EMF с модификацией EMF18GR.

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 EMF с модификацией EMF6ER.

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 EMF и частоты равномерно распределены в проверяемом частотном диапазоне.

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

$$E = \sqrt{3,77 \cdot \Pi} \quad (1)$$

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

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

В эталонной установке создать уровень НЭП 10 В/м и частоту 1 МГц для модификации EMF18GR или частоту 150 кГц для модификации EMF6ER.

Провести измерение усредненного значения НЭП (ISO) измерителем EMF 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 EMF, 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 EMF должно быть 1 метр ± 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):

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

где $E_{\text{Измеритель EMF}}$ – НЭП, измеренная измерителем EMF, 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 EMF 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 EMF, установить частоту измерения 560 МГц.

К выходу УВВ ППЭ подключить ваттметр поглощаемой мощности М3-51.

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

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

- для измерителя EMF модификации EMF18GR: 1; 3; 5; 10; 50; 100; 200; 300; 340 В/м;
- для измерителя EMF модификации EMF6ER: 0,8; 1; 3; 5; 10; 50; 100; 200; 250 В/м.

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

Одновременно производить отсчет мощности на выходе УВВ ППЭ P_1 . При мощности более 10 мВт ваттметр М3-51 заменить на М3-56.

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 $E_2 = 10 \text{ В/м}$.

10.3 Определение относительной погрешности измерения напряженности электрического поля

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

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

Относительную погрешность измерения НЭП δ_{dB} (выраженную в дБ) для каждого измерителя EMF определить по формуле (8):

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

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 EMF модификации EMF6ER, 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 EMF по вектору измеряемой НЭП.

Таблица А.2 – Метрологические характеристики измерителей EMF модификации EMF18GR, 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 EMF по вектору измеряемой НЭП.