

2299

СОГЛАСОВАНО

Исполняющий обязанности директора
ФБУ «Новосибирский ЦСМ»



[Handwritten signature]

О.Ю. Морозова

14 февраля 2023 г.

ГСИ. Пробники электрического поля LSProbe 2.0 R

Методика поверки

МП.ЛТДВ.411153.009

г. Новосибирск

2023 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки пробников электрического поля LSProbe 2.0 R (далее – Пробник), изготовленных LUMILOOP GmbH, Германия.

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 Пробника используются методы прямых измерений (в диапазоне частот до 300 МГц включительно) и сличения с помощью компаратора (в диапазоне частот свыше 300 МГц).

Допускается проводить периодическую поверку Пробника на меньшем числе поддиапазонов частот или в части диапазона рабочих частот на основании письменного заявления владельца Пробника или лица, предоставившего Пробник на поверку, оформленного в произвольной форме, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Не допускается проводить периодическую поверку отдельных измерительных каналов, отдельных автономных блоков из состава Пробника для меньшего числа измеряемых величин.

Метрологические требования к Пробнику, 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 погрешности измерения напряженности электрического поля.	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности измерения напряженности электрического поля в трёх плоскостях	Да	Нет	10.2
Определение диапазона измерений напряженности электрического поля и относительной погрешности измерения напряженности электрического поля в динамическом диапазоне	Да	Нет	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 Пробник 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	<p>Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +14 до +26 °С с абсолютной погрешностью не более ± 1 °С;</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>	<p>Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 53505-13</p>
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 $\pm 0,5$ %;</p> <p>Средства измерений коэффициента гармоник сети питания в диапазоне измерений от 0 до 5 % с относительной погрешностью не более ± 1 %</p>	<p>Приборы электроизмерительные универсальные UMG 96 RM-E, рег. № 51827-12</p>
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>Эталон единицы напряженности электрического поля и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда по ГОСТ Р 8.805-2012, в диапазонах воспроизведения напряженности электрического поля от 8 до 12 В/м в диапазоне частот от 9 до 100 кГц включительно, от 1 до 1000 В/м на частоте 100 кГц. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряженности электрического поля ± 12 %.</p>	<p>Установка поверочная средств измерений напряженности электрического поля П1-11/2, рег. № 39961-08</p>
п. 10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	<p>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 100 кГц до 300 МГц включительно. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения напряженности электрического поля ± 12 % (или ± 1 дБ при пересчете по напряжению)</p>	<p>Установки для поверки измерителей напряженности электромагнитного поля П1-8, рег. № 10697-86</p>

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	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 $\pm 12\%$ (или $\pm 0,5$ дБ при пересчете по мощности)	Установки для поверки измерителей плотности потока П1-9, рег. № 11474-88
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

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 Пробник и средств поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра установить соответствие Пробника следующим требованиям:

- внешний вид Пробника должен соответствовать изображениям, приведенным в описании типа;
- комплектность Пробника должна соответствовать требованиям, приведенным в описании типа;
- наличие маркировки, подтверждающей тип 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 Пробника;
- отсутствие незакрепленных предметов внутри корпусов автономных измерительных блоков Пробника, 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 Пробником (включение, управление и дополнительная информация) приведены в руководстве по эксплуатации «Руководство пользователя LSProbe 1.2R, LSProbe 2.0R» (далее – РЭ).

Убедиться в выполнении требований к условиям проведения поверки.

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

Включить Пробник в соответствии с РЭ.

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

Выдержать Пробник 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 LSProbe_TCP_Server, затем запустить программное обеспечение LUMILOOP_GUI. На экране компьютера должно появиться окно первоначального запуска, как показано на рис. 1.

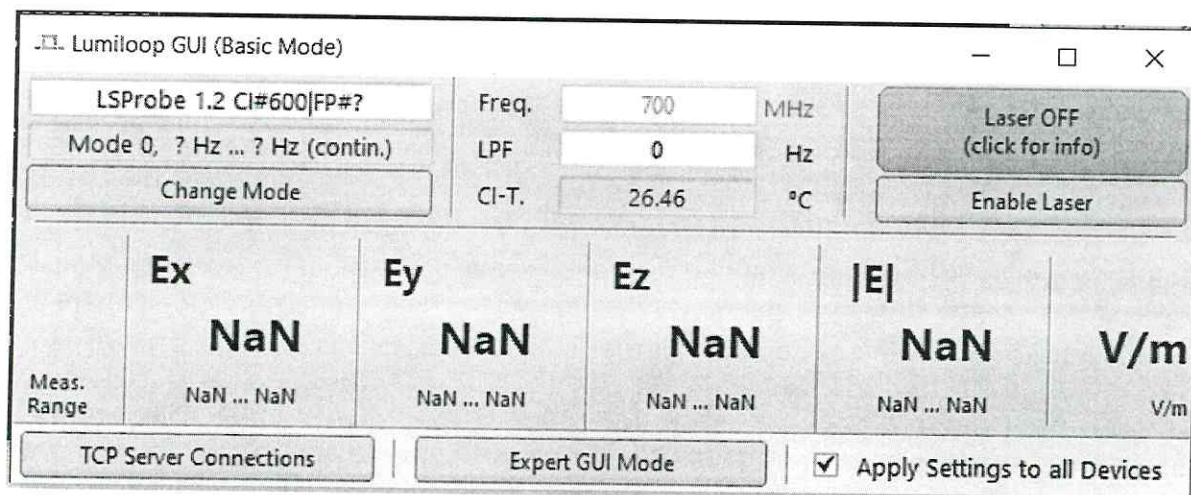


Рисунок 1 – Окно ПО «Basic Mode», первоначальный запуск

Установить частоту 9 кГц.

В ПО нажать на кнопку «Enable Laser» для активации питания лазера. Должен загореться световой индикатор «Laser on» интерфейса CI-250 для подключения к персональному компьютеру, и зеленый индикатор «Laser ON – Stable» в ПО, как показано на рисунке 2.

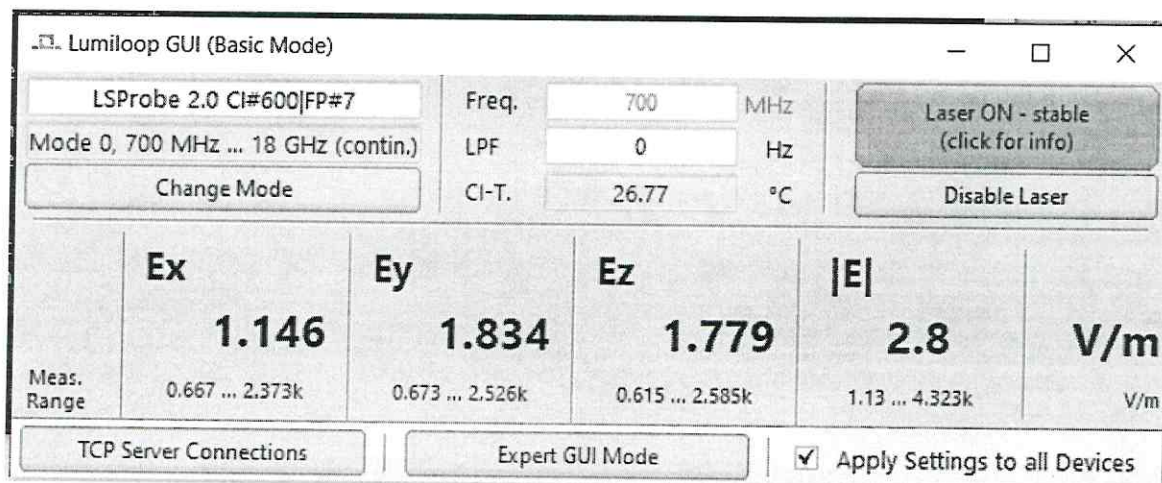


Рисунок 2 – Окно ПО «Basic Mode»

Нажать в ПО кнопку «TCP Server Connection». Должно появиться окно в соответствии с рис. 3. Нажать кнопку «Add Connection».

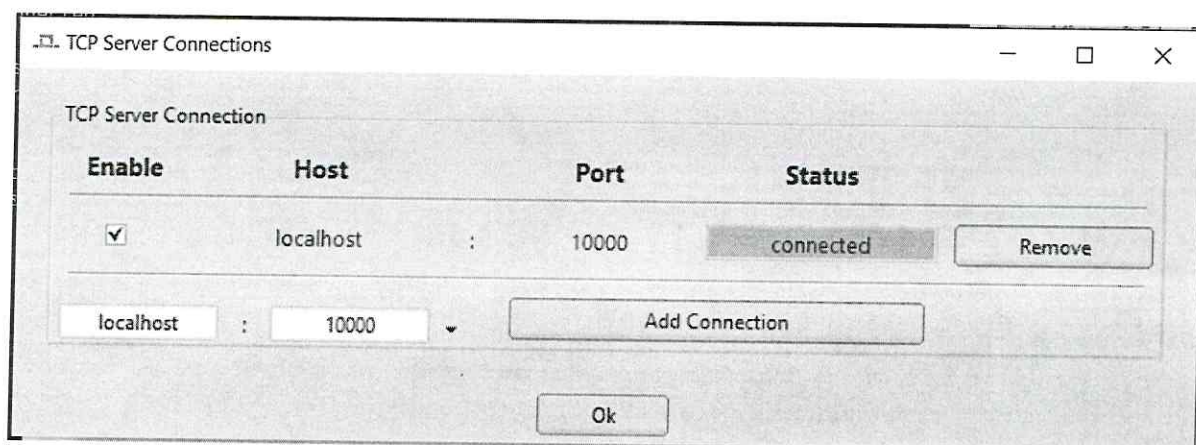


Рисунок 3 – Вкладка «TCP Server Connection» ПО

Нажать кнопку «Ок» для возврата в ПО «Basic Mode».
Нажмите кнопку «Change Mode» для выбора режима. Список режимов показан на рис. 4.
Выбрать режим «3».

Operating Mode configuration of LSProbe 2.0 CI#600|FP#7

Mode	Minimum Frequency	Maximum Frequency	Video Bandwidth	Sampling Rate	Effective Sampling Rate	Detector	Sample Timing
0	700 MHz	18 GHz	50 MHz	500 kS/s	500 kS/s	high band	continuous
1	9 kHz 1 GHz	999.9 MHz 18 GHz	175 Hz 50 MHz	500 kS/s	80 kS/s	low band high band	continuous, interleaved
2	9 kHz	1 GHz	230 kHz	500 kS/s	500 kS/s	low band	continuous
3	9 kHz	1 GHz	175 Hz	500 kS/s	500 kS/s	low band	continuous
4	700 MHz	18 GHz	50 MHz	2 MS/s	566 kS/s	high band	burst
5	9 kHz 1 GHz	999.9 MHz 18 GHz	175 Hz 50 MHz	2 MS/s	90 kS/s	low band high band	burst, interleaved
6	9 kHz	1 GHz	230 kHz	2 MS/s	566 kS/s	low band	burst
7	9 kHz	1 GHz	175 Hz	2 MS/s	566 kS/s	low band	burst
8	700 MHz	18 GHz	50 MHz	2 MS/s	2 MS/s	high band	cont. y-axis
9	9 kHz 1 GHz	999.9 MHz 18 GHz	175 Hz 50 MHz	2 MS/s	320 kS/s	low band high band	cont., interl. y-axis
10	9 kHz	1 GHz	230 kHz	2 MS/s	2 MS/s	low band	cont. y-axis
11	9 kHz	1 GHz	175 Hz	2 MS/s	2 MS/s	low band	cont. y-axis

Close

Рисунок 4 –Список режимов

Кнопкой «Close» вернитесь на ПО «Basic Mode».

По окончании выполнения указанных процедур должны загореться световые индикаторы «Power», «Laser on», «Data Link» интерфейса CI-250 для подключения к персональному компьютеру.

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

После выполнения операций по пункту 8 данной методики поверки перейти в окно ПО «Expert Mode», нажав кнопку «Expert GUI Mode». Должно открыться окно ПО «Expert Mode», как показано на рис. 5.

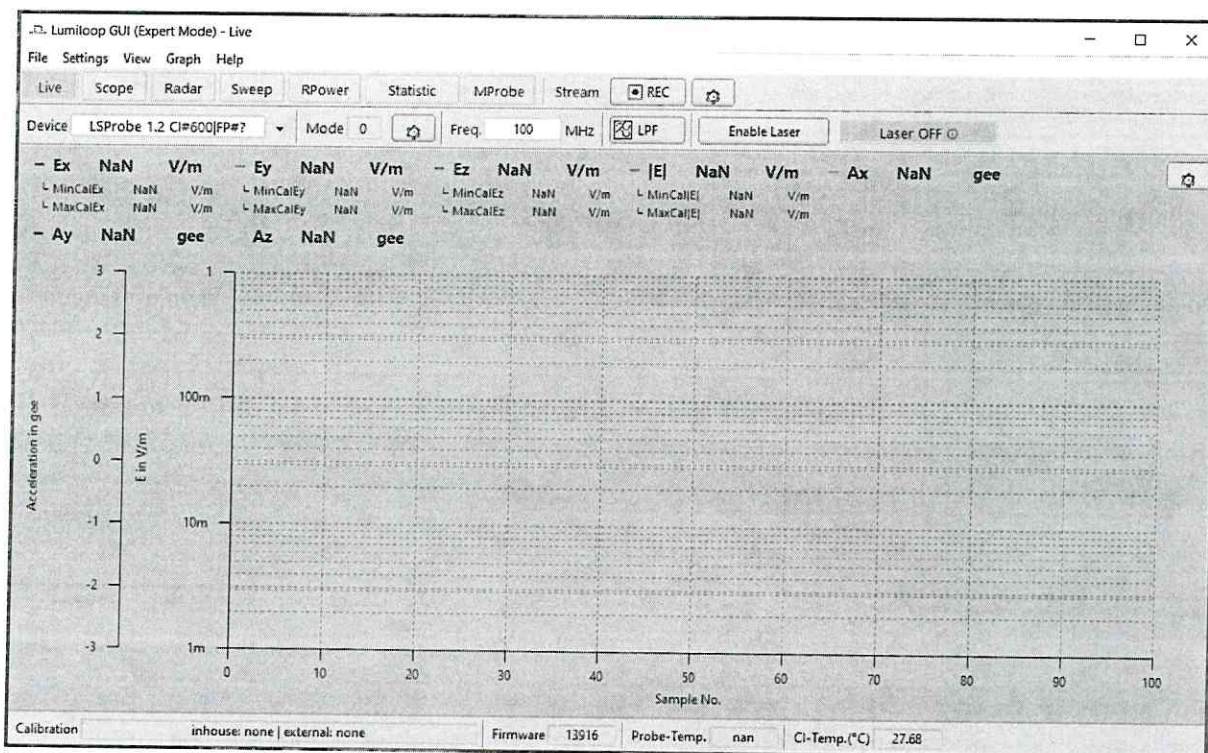


Рисунок 5 – Окно ПО «Expert Mode»

Нажать кнопку «Help», а затем кнопку «About».

Отрывается графический интерфейс с номером версии ПО, как показано на рисунке 6.

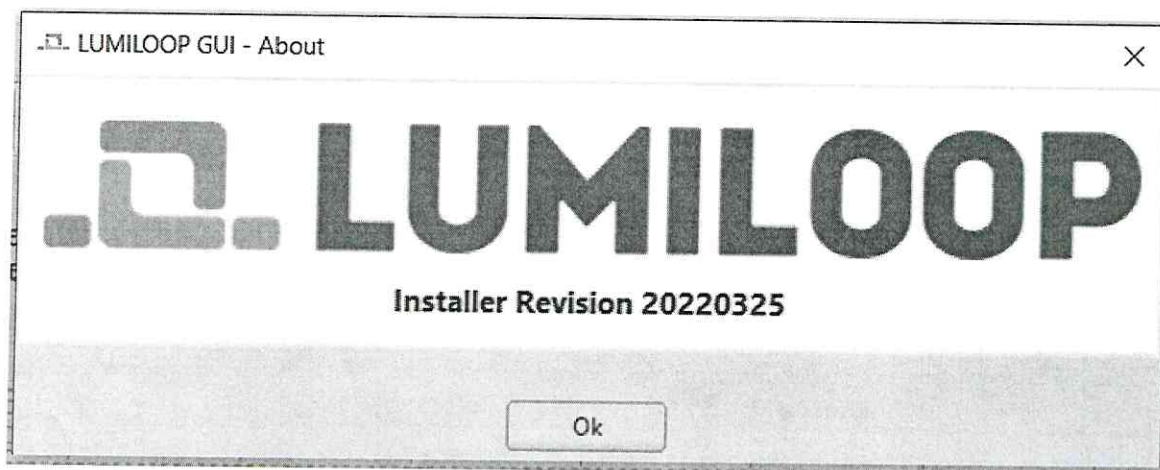


Рисунок 6 – Графический интерфейс с номером версии ПО

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если номер версии ПО не ниже 20220325.

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 погрешности измерения напряженности электрического поля.

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

Таблица 3 – Частоты и уровни НЭП.

Частота	Уровень НЭП, В/м
9 кГц	10
20 кГц	10
50 кГц	10
100 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 5
1,2 ГГц	не менее 5
2 ГГц	не менее 5
4 ГГц	не менее 5
5,64 ГГц	не менее 5
8 ГГц	не менее 5
11,5 ГГц	не менее 5
17,44 ГГц	не менее 5
18 ГГц	не менее 5

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

Допускается проводить поверку на других частотах при условии, что количество частотных точек не менее 20 включая крайние частоты рабочего диапазона Пробника (при ограниченной поверки – не менее 3 включая крайние частоты поддиапазона частот или части диапазона рабочих частот) и частоты равномерно распределены в поверяемом 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 датчик напряженности электрического поля из состава Пробника в применяемую эталонную установку в соответствии с руководством по эксплуатации на применяемую эталонную установку.

В эталонной установке создать уровень НЭП 10 В/м и частоту 9 кГц.

Провести измерение усредненного значения НЭП Пробником в соответствии с его РЭ.

Поочередно устанавливая все значения НЭП и частоты, указанные в таблице 3, провести измерения НЭП Пробником, при этом фиксировать значение НЭП, установленной в эталонной

установке (при отличии НЭП, установленной в эталонной установке от значения, указанного в таблице 3).

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 датчика напряженности электрического поля должно быть $1 \text{ метр} \pm 3,0 \text{ мм}$.

На частоте 18 ГГц допускается использовать линейное усреднение частотной характеристики калибровочного коэффициента образцовых преобразователей ППЭ из состава установки П1-9.

Для каждого измеренного значения НЭП рассчитать значение относительной погрешности измерения НЭП $\delta\%$, выраженное в %, по формуле (3):

$$\delta\% = 100 \cdot \frac{\text{НЭП}_{\text{пробник}} - \text{НЭП}_{\text{эталон}}}{\text{НЭП}_{\text{эталон}}} \quad (3)$$

где $\text{НЭП}_{\text{пробник}}$ – НЭП, измеренная Пробником;

$\text{НЭП}_{\text{эталон}}$ – НЭП, установленная в эталонной установке.

Пересчитать каждое значение относительной погрешности измерения НЭП $\delta\%$ в погрешность измерения НЭП по модулю $|\delta_{\text{дБ}}|$, выраженную в дБ, по формуле (4).

$$|\delta_{\text{дБ}}| = 20 \cdot \log_{10}(|\delta\%| \cdot 0,01 + 1) \quad (4)$$

Перевести погрешность измерения НЭП по модулю $|\delta_{\text{дБ}}|$ в относительную погрешность измерения НЭП $\delta_{\text{дБ}}$ с учетом знака относительной погрешности измерения НЭП $\delta\%$.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон рабочих частот и относительная погрешность измерения напряженности электрического поля $\delta_{\text{дБ}}$ соответствуют метрологическим требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки. При невыполнении указанных требований результаты поверки по данному пункту считать отрицательными, последующие операции поверки не проводить.

10.2 Определение относительной погрешности измерения напряженности электрического поля в трёх плоскостях

Выполнить измерений НЭП на частоте 100 кГц и уровне НЭП 10 В/м при поочередной ориентации векторов Z, X и Y датчика напряженности электрического поля параллельно вектору НЭП эталонной установки. При этом фиксировать измеренные значения НЭП по измеряемому вектору.

Для каждого измеренного значения НЭП рассчитать погрешность измерения НЭП по модулю $|\delta_{\text{дБ}}|$ по формулам (3) и (4).

Перевести погрешность измерения НЭП по модулю $|\delta_{\text{дБ}}|$ в относительную погрешность измерения НЭП $\delta_{\text{дБ}}$ с учетом знака относительной погрешности измерения НЭП $\delta\%$.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если относительная погрешность измерения напряженности электрического поля $\delta_{\text{дБ}}$ в трёх плоскостях соответствует метрологическим требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки. При невыполнении указанных требований результаты поверки по данному пункту считать отрицательными, последующие операции поверки не проводить.

10.3 Определение диапазона измерений напряженности электрического поля и относительной погрешности измерения напряженности электрического поля в динамическом диапазоне

Выполнить измерений НЭП на частоте 100 кГц и уровнях НЭП: 1, 2, 5, 20, 50, 100, 200, 500 В/м и 1 кВ/м при ориентации вектора Z датчика напряженности электрического поля параллельно вектору НЭП эталонной установки. При этом фиксировать измеренные значения НЭП.

Для каждого измеренного значения НЭП рассчитать погрешность измерения НЭП по модулю $|\delta_{\text{дБ}}|$ по формулам (3) и (4).

Перевести погрешность измерения НЭП по модулю $|\delta_{dB}|$ в относительную погрешность измерения НЭП δ_{dB} с учетом знака относительной погрешности измерения НЭП $\delta\%$.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон измерений напряженности электрического поля и относительная погрешность измерения напряженности электрического поля δ_{dB} в динамическом диапазоне соответствуют метрологическим требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки. При невыполнении указанных требований результаты поверки по данному пункту считать отрицательными.

11. Оформление результатов поверки

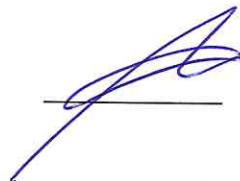
По итогу поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме.

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 Пробника, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот	от 9 кГц до 18 ГГц
Диапазон измерений напряженности электрического поля	от 1 В/м до 1 кВ/м
Пределы допустимой относительной погрешности измерения НЭП, дБ	$\pm 2,0$