

22/9

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



Т.Ф. Мамлеев

29 марта 2024 г.

МП

Государственная система обеспечения единства измерений

Эквивалент сети ESH2-Z5

Методика поверки

МП ESH2-Z5

2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на эквивалент сети ESH2-Z5, заводской № 100179 (далее – эквивалент сети), используемый в качестве средства измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2. Сокращенная поверка не предусмотрена.

1.3. При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы переменного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц», подтверждающая прослеживаемость к государственному специальному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 89-2008.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
1 Внешний осмотр	Да	Да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3 Определение метрологических характеристик			9
3.1 Определение коэффициента калибровки и абсолютной погрешности коэффициента калибровки	Да	Да	9.1
3.2 Определение модуля и аргумента полного входного сопротивления	Да	Да	9.2
3.3 Определение диапазона рабочих частот	Да	Да	9.3
4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;

- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7;
- напряжение питания, В 230 ± 23 ;
- частота, Гц 50 ± 1 .

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области радиотехнических измерений, и допущенные к проведению поверки установленным порядком.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемый эквивалент сети и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

Таблица 2

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3.1 Контроль условия поверки (при подготовке и проведении поверки средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 10 до 30 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более 3 %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86,6 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа</p>	Приборы комбинированные Testo 622, рег. № 44744-10
	<p>Средство измерений переменного электрического напряжения, соответствующее рабочему эталону не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденна приказом Росстандарта № 1706 от 18.08.2023 г.</p> <p>Предел измерений напряжения переменного тока: 750 В; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока в диапазоне частот от 10 Гц до 20 кГц: $\pm ((0,06 \% \cdot U_{изм} + 0,03 \% \cdot U_n) + (0,005 \% \cdot U_{изм} + 0,003 \% \cdot U_n))$ В, где $U_{изм}$ – измеренное значение напряжения переменного тока; $U_n = 750$ В – предел измерений; диапазон</p>	Мультиметр цифровой Fluke 8845A, рег. № 36395-07

	измерений частоты переменного тока: от 3 Гц до 300 кГц; пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока в диапазоне частот от 40 Гц до 300 кГц: $\pm (0,01 \cdot f_{\text{изм}})$ Гц, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты	
п. 9.1 Определение метрологических характеристик	Средства измерений: диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки частоты $\pm (5 \cdot 10^{-7} \cdot f_n)$ Гц	Генератор сигналов Г4-219, рег. № 32580-13
	Средства измерений: диапазон частот от 20 Гц до 8 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора $\pm 1,8 \cdot 10^{-7}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности входного сигнала минус 30 дБм на частоте 128 МГц $\pm 0,2$ дБ	Приемник измерительный R&S ESU8, рег. № 41971-09
п. 9.2 Определение метрологических характеристик	Средства измерений: диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц; диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот от 9 кГц до 300 кГц от минус 65 до 10 дБ, в диапазоне частот свыше 300 кГц от минус 105 до 10 дБ	Эталон единицы волнового сопротивления в коаксиальных трактах S5065 3.1.BXH.0054.2020
<i>Вспомогательные средства поверки</i>		
п. 9.1 Определение метрологических характеристик	Нагрузка согласованная 50 Ом	Нагрузка согласованная 50 Ом
	Аттенюатор резистивный фиксированный 10 дБ	Аттенюатор резистивный фиксированный 10 дБ (2 шт)

Допускается применение других средств поверки, удовлетворяющих требованиям настоящей методики поверки и обеспечивающих требуемую точность передачи единиц величин поверяемому эквиваленту сети.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителя в установленном порядке.

6.3 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации на эквивалент сети.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации, наличие маркировок с указанием типа и заводского номера;

- соответствие внешнего вида и опломбирования описанию типа;
- отсутствие механических повреждений;
- исправность органов управления;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- состояние лакокрасочного покрытия.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными при отсутствии видимых дефектов и соответствии описанию типа. В противном случае, эквивалент сети дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения ремонта.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 На поверку представляют эквивалент сети, полностью укомплектованный в соответствии с РЭ на него.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с документацией на эквивалент сети и подготавливает все материалы и средства поверки, необходимые для проведения поверки.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 Подготовить эквивалент сети к работе в соответствии с РЭ.

8.2.2 Подключить к сети порт питания переменного тока для L1, L2, L3, N и PE ESH2-Z5.

8.2.3 Подключить мультиметр цифровой Fluke 8845A к входам (L1 и N) разъема подключения трехфазного испытуемого технического средства ESH2-Z5 и измерить напряжение. Поочередно измерить напряжение на входах (L2 и N) и (L3 и N).

8.2.4 Результат опробования считать положительным, если измеренные значения напряжения находятся в пределах (220 ± 22) В.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение коэффициента калибровки и абсолютной погрешности коэффициента калибровки

ВНИМАНИЕ! Напряжение на порт питания переменного тока для L1, L2, L3, N, и PE ESH2-Z5 не подавать!

Определение коэффициента калибровки провести при помощи генератора сигналов Г4-219 и приемника измерительного R&S ESU8.

9.1.1 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 1.

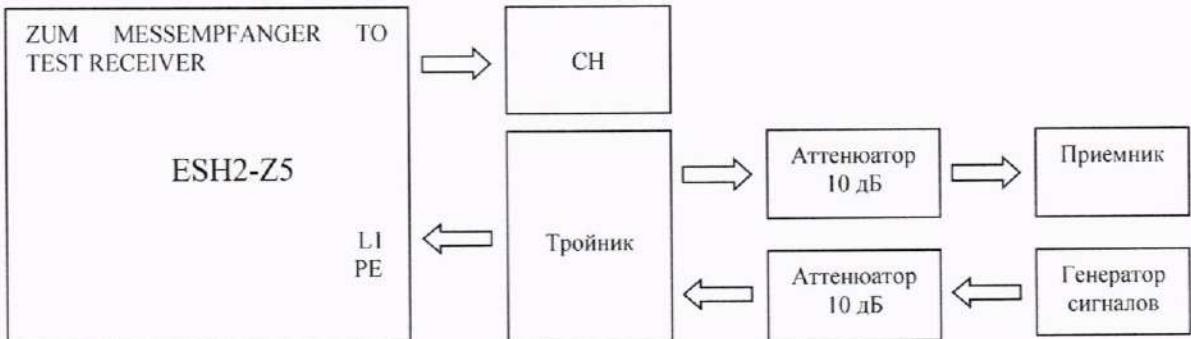


Рисунок 1 - Схема калибровки выходного уровня генератора сигналов

Генератор сигналов Г4-219 и приемник измерительный R&S ESU8 через тройник подключить к входам (L1 и PE) ESH2-Z5, к выходу ESH2-Z5 «ZUM MESSEMPFANGER TO TEST RECEIVER» подключить согласованную нагрузку 50 Ом.

Переключатель линий ESH2-Z5 «PHASENWAHL LINE SELECTION» установить в соответствующее положение (L1, L2, L3, N).

9.1.2 Установить уровень выходного сигнала генератора равным 500 мВ.

9.1.3 Провести измерения на частотах 9, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 80, 100, 200, 500, 700, 800 кГц; 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30 МГц, фиксируя в протоколе измерений уровень U_{RCVR} (дБмкВ) с приемника.

9.1.4 Собрать схему измерений, представленную на рисунке 2.

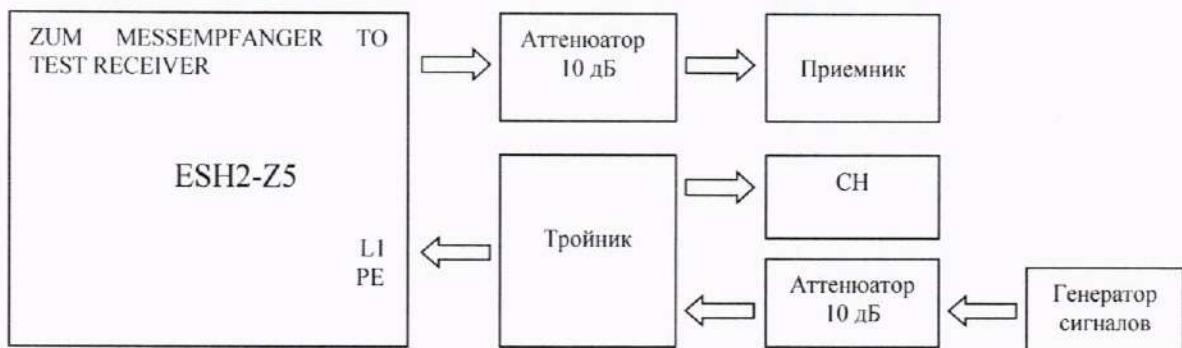


Рисунок 2 - Схема измерений выходного уровня эквивалента сети

Генератор сигналов Г4-219 и согласованную нагрузку 50 Ом через тройник подключить к входам (L1 и PE) ESH2-Z5, к выходу ESH2-Z5 «ZUM MESSEMPFANGER TO TEST RECEIVER» подключить приемник измерительный R&S ESU8.

9.1.5 Установить уровень выходного сигнала генератора равным 500 мВ.

9.1.6 Провести измерения на частотах 9, 10, 15, 20, 30, 50, 70, 80, 100, 200, 500, 700, 800 кГц; 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20, 30 МГц, фиксируя в протоколе измерений уровень U_{LISN} (дБмкВ) с приемника.

9.1.7 Для каждой частоты вычислить коэффициент калибровки ESH2-Z5 (в логарифмических единицах):

$$K = U_{RCVR} - U_{LISN},$$

где K – коэффициент калибровки, дБ.

Полученные значения занести в протокол измерений.

9.1.8 Аналогичные измерения и вычисления провести для входов (L2 и PE), (L3 и PE) и (N и PE).

9.1.9 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия раздела 10 настоящей методики поверки.

9.1.10 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки ESH2-Z5 проводится при периодической поверке.

9.1.11 Вычислить абсолютную погрешность коэффициента калибровки по формуле:

$$\Delta K = K - K_1,$$

где K – значение коэффициента калибровки, полученное при первичной поверке, дБ;

K_1 – значение коэффициента калибровки, полученное при периодической поверке, дБ.

9.1.12 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия раздела 10 настоящей методики поверки.

9.2 Определение аргумента и модуля полного входного сопротивления

Определение аргумента и модуля полного входного сопротивления провести при помощи эталона единицы волнового сопротивления в коаксиальных трактах S5065.

9.2.1 Подготовить к работе этalon единицы волнового сопротивления в коаксиальных

трактах S5065 в соответствии с его руководством по эксплуатации.

9.2.2 Подключить эталон единицы волнового сопротивления в коаксиальных трактах S5065 к входам (L1 и PE) ESH2-Z5.

9.2.3 Провести измерения модуля и аргумента полного входного сопротивления в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц включительно на частотах в соответствии с таблицами 3, 4. Результаты измерений записать в протокол измерений. Отключить эталон единицы волнового сопротивления в коаксиальных трактах S5065.

Таблица 3.

Частота, МГц	Модуль полного входного сопротивления, Ом						Пределы допускаемых значений модуля полного входного сопротивления, Ом, (±20%)	
	паспортные значения	измеренные значения						
		L1 ₍₃₂₎	L2 ₍₃₂₎	L3 ₍₃₂₎	N ₍₃₂₎	L1 ₍₁₆₎	N ₍₁₆₎	
0,009	5,22							от 4,176 до 6,264
0,010	5,36							от 4,288 до 6,432
0,015	6,22							от 4,976 до 7,464
0,020	7,25							от 5,800 до 8,700
0,030	9,56							от 7,648 до 11,472
0,050	14,41							от 11,528 до 17,292
0,070	19,04							от 15,232 до 22,848
0,080	21,19							от 16,952 до 25,428
0,100	25,11							от 20,088 до 30,132
0,200	39,12							от 31,296 до 46,944
0,500	47,65							от 38,120 до 57,180
0,700	48,76							от 39,008 до 58,512
0,800	49,00							от 39,200 до 58,800
1,000	49,38							от 39,504 до 59,256
2,000	49,93							от 39,944 до 59,916
3,000	50,00							от 40,000 до 60,000
5,000	50,00							от 40,000 до 60,000
7,000	50,00							от 40,000 до 60,000
10,00	50,00							от 40,000 до 60,000
20,00	50,00							от 40,000 до 60,000
30,00	50,00							от 40,000 до 60,000

* - если требование к аргументу полного входного сопротивления не выполняется, то его измеренные значения следует учесть при определении составляющих неопределенности измерений в соответствии с ГОСТ 30805.16.4.2-2013.

Таблица 4.

Частота, МГц	Аргумент полного входного сопротивления, град						Пределы допускаемых значений аргумента полного входного сопротивления, град., (±11,5)	
	паспортные значения	измеренные значения						
		L1 ₍₃₂₎	L2 ₍₃₂₎	L3 ₍₃₂₎	N ₍₃₂₎	L1 ₍₁₆₎	N ₍₁₆₎	
0,009	26,55							от 15,05 до 38,05
0,010	37,00							от 25,50 до 48,50
0,015	38,41							от 26,91 до 49,91
0,020	44,97							от 33,47 до 56,47
0,030	52,33							от 40,83 до 63,83
0,050	56,40							от 44,90 до 67,90
0,070	55,40							от 43,90 до 66,90
0,080	54,19							от 42,69 до 65,69
0,100	51,22							от 39,72 до 62,72

Продолжение таблицы 4.

0,200	38,51							от 27,01 до 50,01
0,500	17,66							от 6,16 до 29,16
0,700	12,81							от 1,31 до 24,31
0,800	11,30							от - 0,30 до 22,80
1,000	9,04							от - 2,46 до 20,54
2,000	4,55							от - 6,95 до 16,05
3,000	3,04							от - 8,46 до 14,54
5,000	1,82							от - 9,68 до 13,32
7,000	1,30							от - 10,20 до 12,80
10,00	0,91							от - 10,59 до 12,41
20,00	0,46							от - 11,04 до 11,96
30,00	0,30							от - 11,20 до 11,80

9.2.4 Повторить п.п. 9.2.2 - 9.2.3 для входов (L2 и PE), (L3 и PE) и (N и PE).

9.2.5 Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия раздела 10 настоящей методики поверки.

9.3 Определение диапазона рабочих частот

9.3.1 Определение диапазона рабочих частот провести по результатам определения коэффициентов калибровки.

Результаты поверки считать положительными, если выполняются условия раздела 10 настоящей методики поверки.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Рассчитать коэффициенты калибровки для каждого измерительного канала согласно ГОСТ 30805.16.1.2-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров индустриальных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1-2. Аппаратура для измерения параметров индустриальных радиопомех и помехоустойчивости. Устройства для измерения кондуктивных радиопомех и испытаний на устойчивость к кондуктивным радиопомехам» по формуле:

$$K = U_{RCVR} - U_{LISN},$$

где K – коэффициент калибровки, дБ.

10.2 Результаты поверки считать положительными, если значения коэффициента калибровки эквивалента сети в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц включительно находятся в пределах от 0 до 2 дБ.

10.3 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициент калибровки по формуле:

$$\Delta K = K - K_1,$$

где K – значение коэффициента калибровки, полученное при первичной поверке, дБ;

K_1 – значение коэффициента калибровки, полученное при периодической поверке, дБ.

10.4 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц погрешность коэффициента калибровки не более 2 дБ.

10.5 Определить аргумент и модуль полного входного сопротивления для каждого измерительного канала согласно ГОСТ 30805.16.1.2-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Требования к аппаратуре для измерения параметров индустриальных радиопомех и помехоустойчивости и методы измерений. Часть 1-2. Аппаратура для измерения параметров индустриальных радиопомех и помехоустойчивости. Устройства для измерения кондуктивных радиопомех и испытаний на устойчивость к кондуктивным радиопомехам». Полученные значения должны соответствовать таблице 5.

Таблица 5

Частота, МГц	Модуль полного входного сопротивления, Ом	Пределы допускаемых значений модуля полного входного сопротивления, Ом, ($\pm 20\%$)	Аргумент полного входного сопротивления, град	Пределы допускаемых значений аргумента полного входного сопротивления, град., ($\pm 11,5^\circ$)
0,009	5,22	от 4,176 до 6,264	26,55	от 15,05 до 38,05
0,010	5,36	от 4,288 до 6,432	37,00	от 25,50 до 48,50
0,015	6,22	от 4,976 до 7,464	38,41	от 26,91 до 49,91
0,020	7,25	от 5,800 до 8,700	44,97	от 33,47 до 56,47
0,030	9,56	от 7,648 до 11,472	52,33	от 40,83 до 63,83
0,050	14,41	от 11,528 до 17,292	56,40	от 44,90 до 67,90
0,070	19,04	от 15,232 до 22,848	55,40	от 43,90 до 66,90
0,080	21,19	от 16,952 до 25,428	54,19	от 42,69 до 65,69
0,100	25,11	от 20,088 до 30,132	51,22	от 39,72 до 62,72
0,200	39,12	от 31,296 до 46,944	38,51	от 27,01 до 50,01
0,500	47,65	от 38,120 до 57,180	17,66	от 6,16 до 29,16
0,700	48,76	от 39,008 до 58,512	12,81	от 1,31 до 24,31
0,800	49,00	от 39,200 до 58,800	11,30	от - 0,30 до 22,80
1,000	49,38	от 39,504 до 59,256	9,04	от - 2,46 до 20,54
2,000	49,93	от 39,944 до 59,916	4,55	от - 6,95 до 16,05
3,000	50,00	от 40,000 до 60,000	3,04	от - 8,46 до 14,54
5,000	50,00	от 40,000 до 60,000	1,82	от - 9,68 до 13,32
7,000	50,00	от 40,000 до 60,000	1,30	от - 10,20 до 12,80
10,000	50,00	от 40,000 до 60,000	0,91	от - 10,59 до 12,41
20,000	50,00	от 40,000 до 60,000	0,46	от - 11,04 до 11,96
30.000	50,00	от 40,000 до 60,000	0,30	от - 11,20 до 11,80

10.6 Результаты поверки считать положительными, если модуль полного входного сопротивления находится в пределах $\pm 20\%$ от своих паспортных значений, указанных в таблице 3, аргумент полного входного сопротивления находится в пределах $\pm 11,5$ градусов от своих паспортных значений, указанных в таблице 5.

10.7 Определить диапазон рабочих частот для каждого измерительного канала по результатам определения коэффициентов калибровки.

10.8 Результаты поверки считать положительными, если нижняя граница диапазона рабочих частот эквивалента сети составляет не более 9 кГц, верхняя не менее 30 МГц.

10.9 Сравнить значения метрологических характеристик, полученные при поверке эквивалента сети, с метрологическими требованиями к средствам измерений переменного электрического напряжения в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 г. № 1706 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц».

10.10 Результаты поверки считаются положительными если значения метрологических характеристик, полученные при поверке эквивалента сети, соответствуют метрологическим характеристикам, указанным в описании типа и государственной поверочной схеме для средств измерений переменного электрического напряжения.

10.11 Результаты поверки считаются отрицательными если хотя бы по одному пункту методики поверки эквивалент сети не соответствует установленным требованиям.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки.

11.2 Сведения о результатах поверки эквивалента сети передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 По заявлению владельца эквивалента сети или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие эквивалента сети метрологическим требованиям) наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке.

11.4 По заявлению владельца эквивалента сети или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие эквивалента сети метрологическим требованиям) выдается извещение о непригодности к применению.

11.5 Способ защиты средства измерений от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Научный сотрудник
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К.С. Черняев

О.Б. Шпилевский

