

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ

ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



В.В. Швыдун

2012 г.

Инструкция

Системы автоматизированные оценки защищенности технических средств от утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок «Сигурд»

Методика поверки

МСШЕ. 5490-007-39580108-02 МП

**г. Мытищи,
2012 г.**

1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы автоматизированные оценки защищенности технических средств от утечки информации по каналу побочных электромагнитных излучений и наводок «Сигурд» (далее – системы), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 - Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	да	да
Опробование	8.2	да	да
Определение (контроль) метрологических характеристик:	8.3		
Определение погрешности измерений напряженности электрического и магнитного полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока	8.3.1	да	да
Определение диапазона рабочих частот	8.3.2	да	да
Определение минимального измеряемого уровня напряженности электрического и магнитного полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока	8.3.3	да	да
Определение динамического диапазона измерений напряженности электрического и магнитного полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока	8.3.4	да	да

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки, в том числе рабочие эталоны и средства измерений, приведены в таблице 2.

Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие определение метрологических характеристик с требуемой погрешностью.

3.2 Все средства поверки должны быть исправны, применяемые при поверке средства измерений и рабочие эталоны должны быть поверены и иметь свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия на время проведения поверки или оттиск поверительного клейма на приборах или в документации.

Таблица 2 - Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Установка измерительная К2П-70 (диапазон частот от 20 Гц до 300 МГц, пределы допускаемой погрешности определения коэффициентов калибровки антенн ± 1 дБ)
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Установка поверочная П1-10 (диапазон частот от 300 Гц до 1000 МГц, пределы допускаемой погрешности воспроизведения единицы напряженности электрического поля в установке с кольцевым конденсатором УЭК ± 12 %, в установке с плоским конденсатором ± 6 %, в установке с дипольными антеннами УЭД ± 6 %)
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Антенна измерительная рамочная активная П6-43 (диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц, коэффициент калибровки от 52 до 17 дБ (1/м))
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Антенна измерительная П6-23М (диапазон частот от 0,85 до 17,44 ГГц, эффективная площадь не менее 50 см ² , пределы допускаемой относительной погрешности эффективной площади $\pm 0,8$ дБ, КСВН входа антенны не более 1,8)
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-122 (диапазон частот от 0,001 Гц до 1,999999 МГц, пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ Гц)
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Генератор сигналов СВЧ R&S SMR40 (диапазон частот от 10 МГц до 40 ГГц, выходная мощность до 0,1 Вт, относительная нестабильность частоты не более 10^{-6} , пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходной мощности ± 1 дБ)
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Анализатор спектра Agilent E4402B (диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отношения уровней $\pm 0,8$ дБ)

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами, аттестованными в качестве поверителей в порядке, установленном в ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений».

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены все требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении операций поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия:

температура окружающего воздуха, °С (К)	20 \pm 5 (293 \pm 5);
относительная влажность воздуха, %	65 \pm 15;
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	100 \pm 4 (750 \pm 30).
Напряжение питания от сети переменного тока, В	от 210 до 230.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Поверитель должен изучить руководство по эксплуатации (РЭ) поверяемой системы и используемых средств поверки.

7.2 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемой системы (наличие интерфейсных, антенных кабелей, шнуров питания и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) требуемые средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии со временем установления рабочего режима, указанным в РЭ).

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- чистоту и исправность разъемов и гнезд,
- отсутствие внешних механических повреждений и ослабления элементов конструкции.

8.1.2 Система, имеющая дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить систему к работе в режиме измерений напряженности электрического поля в соответствии с руководством по эксплуатации МСШЭ. 5490-007-39580108-02 РЭ п. 5. Запустить программу «Сигурд-Лайт».

8.2.2 Результаты поверки считать положительными, если в соответствующем окне программы «Сигурд-Лайт» наблюдается спектрограмма внешнего электромагнитного фона.

8.3 Определение (контроль) метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности измерений напряженности магнитного и электрического полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока

Определение погрешности измерений напряженности магнитного и электрического полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока осуществлять в два этапа. На первом этапе провести калибровку измерительных антенн, токосъемников и пробника напряжения (8.3.1.1 – 8.3.1.4), на втором - непосредственные измерения (8.3.1.5 – 8.3.1.8).

8.3.1.1 Калибровка магнитных измерительных антенн

Калибровку магнитных измерительных антенн, входящих в состав системы, провести при помощи измерительной установки К2П-70 методом образцовой (эталонной) антенны, в качестве которой использовать антенну измерительную рамочную Пб-43.

В рабочую зону ТЕМ-камеры установки К2П-70 в одну и ту же точку пространства последовательно устанавливать калибруемую и эталонную антенны. Антенны располагать на согласованной поляризации.

В соответствии с РЭ установки К2П-70 определить коэффициенты калибровки $K_{ант\text{изм}}$, дБ(м⁻¹), поверяемой антенны (в автоматизированном режиме) на частотах 9, 10, 20, 50, 100, 200 и 500 кГц; 1, 2, 5, 10, 20 и 30 МГц.

8.3.1.2 Калибровка электрических измерительных антенн

Калибровку электрических антенн, входящих в состав системы, проводить методом образцового поля с известными и стабильными во времени характеристиками, формируемого в рабочей зоне кольцевого конденсатора установки воспроизведения электрического поля с кольцевым конденсатором УЭК (в диапазоне частот от 9 до 100 кГц), плоского конденсатора установки воспроизведения электрического поля с плоским конденсатором УЭП (в диапазоне частот от 200 кГц до 30 МГц), установки воспроизведения электрического поля с дипольными антеннами УЭД (от 50 МГц до 1,0 ГГц) из состава установки поверочной П1-10. В диапазоне частот свыше 1,0 ГГц калибровку электрических антенн проводить методом образцовой (эталонной) антенны в безэховом помещении. В качестве эталонной антенны использовать антенну измерительную рупорную П6-49.

В диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц коэффициент калибровки антенны АИ5-0 (для антенны АИ4-1 – в диапазоне частот от 9 кГц до 2 МГц) определить следующим образом.

Генератор сигналов высокочастотный Г4-153, микровольтметр В3-59, частотомер электронно-счетный ЧЗ-63, входящие в состав стойки генераторно-измерительной СГИ1 установки П1-10, заземлить, включить и прогреть в течение времени, указанного в их технических описаниях.

Собрать схему, представленную на рисунке 1.

Измерения на установках УЭП и УЭК проводить в ручном режиме (блок интерфейсных плат унифицированный (БИПУ) в стойках генераторно-измерительной (СГИ1) и измерительно-информационной (СИИ1) не включать).

Выход 1 «10V» и выход 2 «0,1V» генератора Г4-153 подключить к соответствующим разъемам блока коммутации БКЗ.

Выходы блока коммутации БКЗ подключить к входам частотомера ЧЗ-63, микровольтметра В3-59 и кольцевого конденсатора УЭК.

Частоту выходного сигнала генератора Г4-153 установить равной 9 кГц, уровень сигнала 100 мВ.

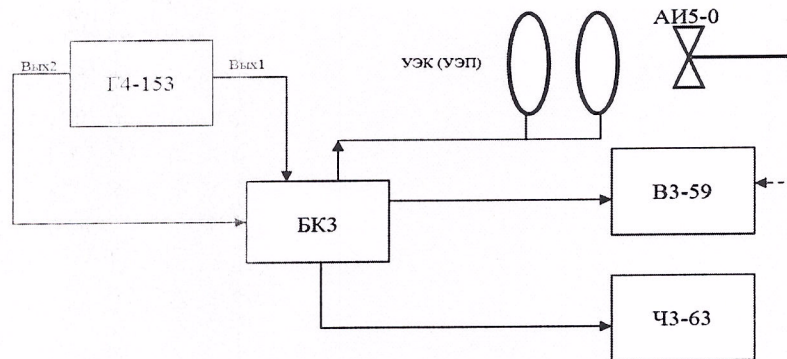


Рисунок 1 - Структурная схема измерений коэффициента калибровки антенны АИ5-0 в диапазоне частот от 10 кГц до 30 МГц

На блоке коммутации БКЗ нажать клавишу «Г4-153» и подать сигнал установленного уровня и частоты на входы микровольтметра В3-59 и частотомера ЧЗ-63.

В соответствии с Руководствами по эксплуатации микровольтметра В3-59 и частотомера ЧЗ-63 измерить уровень и частоту выходного сигнала генератора Г4-153. При необходимости провести подстройку частоты и уровня выходного сигнала генератора при помощи кнопок управления, расположенных на лицевой панели генератора Г4-153.

Напряженность электрического поля, воспроизводимого в кольцевом конденсаторе УЭК, рассчитать по формуле (1):

$$E = U \cdot K_{EU}, \quad (1)$$

где E – напряженность электрического поля между обкладками кольцевого конденсатора, В/м;

U – уровень выходного сигнала генератора Г4-153, измеренный микровольтметром ВЗ-59, В;

K_{EU} – коэффициент преобразования УЭК, записанный в свидетельстве о поверке.

Выход антенны АИ5-0 (АИ4-1) подключить к соответствующему разъему развязывающего устройства УР-1.6, выход развязывающего устройства подключить к входу микровольтметра ВЗ-59 стойки измерительно-информационной СИИ1. Блок питания стабилизированный, входящий в состав антенны АИ5-0 (АИ4-1) включить в сеть. В рабочую зону кольцевого конденсатора УЭК поместить калибруемую антенну АИ5-0 (АИ4-1). Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны АИ5-0 (АИ4-1).

Коэффициент калибровки антенны АИ5-0 (АИ4-1) на фиксированной частоте рассчитать по формуле (2):

$$K^*_{AI} = \frac{E}{U_{AI}}, \quad (2)$$

где K^*_{AI} – коэффициент калибровки антенны АИ5-0 (АИ4-1), m^{-1} ;

E – напряженность электрического поля между обкладками конденсаторов, рассчитанная по формуле (1), В/м;

U_{AI} – уровень сигнала на выходе антенны АИ5-0 (АИ4-1), измеренный микровольтметром ВЗ-59, В.

Провести пересчет коэффициента калибровки K^*_{AI} в логарифмические единицы (дБ (m^{-1})) по формуле (3):

$$K_{AI} = 20 \lg K^*_{AI}. \quad (3)$$

Аналогичные измерения и расчеты провести на частотах 10; 20; 50; 100 кГц.

Выход блока коммутации БКЗ подключить к плоскому конденсатору УЭП.

Частоту выходного сигнала генератора Г4-153 установить равной 200 кГц, уровень – 100 мВ.

На блоке коммутации БКЗ нажать клавишу «Г4-153» и подать сигнал установленного уровня и частоты на входы микровольтметра ВЗ-59 и частотомера ЧЗ-63.

В соответствии с Руководствами по эксплуатации микровольтметра ВЗ-59 и частотомера ЧЗ-63 измерить уровень и частоту выходного сигнала генератора Г4-153. При необходимости провести подстройку частоты и уровня выходного сигнала генератора при помощи кнопок управления, расположенных на лицевой панели генератора Г4-153.

Напряженность электрического поля, воспроизводимого в плоском конденсаторе УЭП, рассчитать по формуле (4):

$$E = U \cdot K_{UE}, \quad (4)$$

где E – напряженность электрического поля между обкладками плоского конденсатора, В/м;

U – уровень выходного сигнала генератора, измеренный микровольтметром ВЗ-59, В;

K_{UE} – коэффициент преобразования УЭП, записанный в свидетельстве о поверке, m^{-1} .

Значение коэффициента K_{UE} выбрать из таблицы 2.

Таблица 2

Частота, МГц	$K_{УЕ}, м^{-1}$
0,2	<i>См. свидетельство о поверке на П1-10</i>
0,5	
1	
2	
5	
10	
20	
30	

Выход антенны АИ5-0 (АИ4-1) подключить к соответствующему разъему развязывающего устройства УР-1.6, выход развязывающего устройства подключить к входу микровольтметра ВЗ-59 стойки измерительно-информационной СИИ1. Блок питания стабилизированный, входящий в состав антенны АИ5-0 (АИ4-1) включить в сеть. В рабочую зону плоского конденсатора УЭП поместить антенну АИ5-0 (АИ4-1). Антенну установить на диэлектрическом штативе на согласованной поляризации.

Измерить уровень сигнала на выходе антенны АИ5-0 (АИ4-1).

Коэффициент калибровки антенны АИ5-0 (АИ4-1) на фиксированной частоте рассчитать по формулам (2) и (3).

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны АИ5-0 (АИ4-1) на частотах 500 кГц, 1; 2; 5; 10; 20; 30 МГц.

В диапазоне частот от 50 МГц до 1,0 ГГц коэффициент калибровки антенны АИ5-0 определить следующим образом.

Установку электрического поля с дипольными антеннами УЭД подготовить к работе согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации на нее.

Излучающую антенну П6-21А и приемную антенну АБ1 из состава УЭД установить на расстоянии 5 м друг от друга и 2 м от подстилающей поверхности в положение, соответствующее горизонтальной поляризации.

На вход антенны П6-21А с генератора Г4-159 (из состава УЭД) подать сигнал частотой 50 МГц и уровнем 0,5 В.

Уровень сигнала на выходе приемной антенны измерить вольтметром диодным компенсационным ВЗ-63 (вместо МЗ-22, входящего в состав УЭД).

Напряженность формируемого электрического поля определить по формуле (5):

$$E = U \cdot k_{АБ}, \quad (5)$$

где U – напряжение на выходе антенны АБ1, измеренное вольтметром ВЗ-63;

$k_{АБ}$ – коэффициент преобразования антенны АБ1, указанный в свидетельстве о поверке П1-10, 1/м.

Вместо антенны АБ1 в ту же точку пространства установить калибруемую антенну АИ5-0 в положение, соответствующее горизонтальной поляризации. Выход антенны АИ5-0 подключить к соответствующему разъему развязывающего устройства УР-1.6, выход развязывающего устройства через согласующий элемент из состава ВЗ-63 подключить к входу вольтметра ВЗ-63. Блок питания стабилизированный, входящий в состав антенны АИ5-0 включить в сеть. Измерить уровень сигнала на выходе антенны АИ5-0.

Коэффициент калибровки антенны АИ5-0 на фиксированной частоте рассчитать по формулам (2) и (3) при условии, что значение напряженности поля соответствует рассчитанному по формуле (5).

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны АИ5-0 на частотах от 100 до 1000 МГц с шагом 100 МГц, используя генератор Г4-160 и вибраторы из состава УЭД соответствующего диапазона частот.

Коэффициент калибровки антенны АИ5-0 в диапазоне частот свыше 1,0 ГГц определить методом эталонной антенны в условиях безэховой экранированной или полубезэховой камеры. В качестве эталонной антенны использовать антенну измерительную рупорную П6-23М.

Собрать схему измерений согласно рисунка 2.

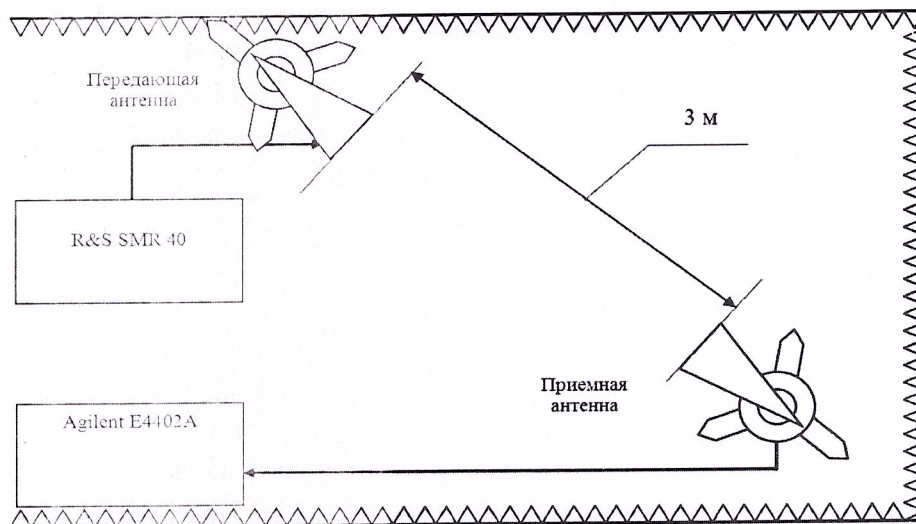


Рисунок 2 - Схема определения коэффициента калибровки антенны АИ5-0 в диапазоне частот от 1,1 до 2,0 ГГц

Выход генератора сигналов R&S SMR40 подключить к входу измерительной рупорной антенны П6-23М. На расстоянии 3 м установить антенну измерительную рупорную П6-23М (расстояние отсчитывается от раскрывов антенн), выход которой нагружен на анализатор спектра Agilent E4402В. Антенны разместить в положения, соответствующие вертикальной поляризации.

На вход передающей антенны с генератора подать сигнал уровнем 0,7 В и частотой 1100 МГц. Мощность выходного сигнала приемной антенны P_1 , измерить с помощью ваттметра.

Вместо эталонной антенны установить антенну АИ5-0 и аналогично вышеописанному измерить мощность сигнала P_2 на ее выходе.

Коэффициент калибровки антенны АИ5-0 $K_{\text{ант2}}$, дБ (м^{-1}), рассчитать по формуле (6):

$$K_{\text{ант2}} = 20 \lg \left(\sqrt{\frac{\rho \cdot 4\pi}{R \cdot G_2 \cdot \lambda^2}} \right), \quad (6)$$

$$\text{где } G_2 = G_1 \cdot 10^{\frac{P_2 - P_1}{10}},$$

где ρ - волновое сопротивление свободного пространства ($\rho = 120\pi$ Ом), Ом;

R - входное сопротивление измерителя ($R = 50$ Ом), Ом;

G_2 - коэффициент усиления по мощности антенны;

λ - длина волны, м;

G_1 - коэффициент усиления по мощности эталонной антенны;

P_1 - уровень сигнала на выходе эталонной антенны, дБ (мВт);

P_2 - уровень сигнала на выходе антенны АИ5-0, дБ (мВт).

Аналогично определить коэффициент калибровки антенны на частотах от 1,2 до 2,0 ГГц с дискретностью 0,1 ГГц. В качестве источника сигнала использовать генератор сигналов R&S SMR40.

8.3.1.3 Калибровка измерительных токоємников

Коэффициенты калибровки измерительных токоємников определить при помощи генераторов ГЗ-122 и R&S SMR40, анализатора спектра Agilent E4402B и согласованной нагрузки сопротивлением 50 Ом.

Последовательно измерить падение напряжения на согласованной нагрузке и напряжение, создаваемое токоємником на входном сопротивлении измерителя во всем диапазоне частот токоємника.

Для токоємника типа ТИ2-3 измерения проводить на частотах калибровки магнитных антенн и от 50 до 300 МГц с дискретностью 50 МГц (на частотах калибровки магнитных антенн – для токоємника ТИ2-2, на частотах калибровки магнитных антенн до 1 МГц, а также 2, 3,4 МГц – для токоємника ТИ2-1).

Коэффициент калибровки токоємника $K_{тс}$, дБ (Ом⁻¹) рассчитать для каждого значения частоты входного сигнала по формуле (7):

$$K_{тс} = U_{сн} - U_{тс} - R_n, \quad (7)$$

где $U_{сн}$ - напряжение на согласованной нагрузке, дБ (В);

$U_{тс}$ - напряжение, создаваемое токоємником на входе измерителя, дБ (В);

R_n - сопротивление нагрузки, равное 50 Ом, дБ (Ом).

8.3.1.4 Калибровка пробников напряжения

Калибровку пробников напряжения Я6-122/1 проводить по методике, изложенной в ГОСТ Р 51319-99.

Измерения проводить на частотах калибровки измерительного токоємника (кроме 150 и 250 МГц).

Погрешность определения коэффициентов калибровки измерительных антенн в диапазоне частот от 9 кГц до 1 ГГц должна находиться в пределах ± 1 дБ, в диапазоне частот от 1 до 2 ГГц – в пределах $\pm 1,5$ дБ. Погрешность определения коэффициентов калибровки измерительных токоємников и пробников напряжения должна находиться в пределах $\pm 1,5$ дБ.

Непосредственные измерения напряженности магнитного и электрического полей, силы тока, наводимого электромагнитными полями, переменного напряжения помех осуществляются на частотах калибровки соответствующих первичных измерительных преобразователей.

Перед началом непосредственных измерений согласно РЭ системы занести в соответствующие графы меню программы «Сигурд-Лайт» результаты калибровки измерительных антенн и токоємников.

8.3.1.5 Определение погрешности измерений напряженности магнитного поля

Погрешность измерений напряженности магнитного поля определить с помощью анализатора спектра Agilent E4402B, измерительной рамочной антенны П6-43 и установки К2П-70, в ТЕМ-камере, которой формируется стабильное электромагнитное поле. Напряженность магнитного поля последовательно измерять системой и анализатором спектра Agilent E4402B, вход которого нагружен на измерительную антенну П6-43.

Антенны установить на согласованной поляризации.

Изменяя частоту входного сигнала в диапазоне от 9 кГц до 30 МГц фиксировать показания анализатора спектра.

Напряженность магнитного поля H_1 , рассчитать по формуле (8), дБ (мкА/м):

$$H_1 = I_{\text{вых1}} + K_{\text{ант1}}, \quad (8)$$

$I_{\text{вых1}}$ – сила тока на выходе антенны П6-43, дБ (мкА);

$K_{\text{ант1}}$ – коэффициент калибровки антенны П6-43, дБ (м^{-1}).

Согласно Руководства по эксплуатации системы МСШЭ.5490-007-39580108-02 РЭ (раздел 6) измерить напряженность магнитного поля H_2 , дБ (мкА/м).

Погрешность измерений магнитного поля δ_H , рассчитывается по формуле (9), дБ:

$$\delta_H = H_1 - H_2, \quad (9)$$

Анализатор спектра и ПЭВМ из состава системы, а также анализатора спектра Agilent E4402B располагать вне рабочей зоны ТЕМ-камеры.

Результаты проверки считать удовлетворительными, если значения погрешности измерений напряженности магнитного поля находятся в пределах ± 3 дБ.

8.3.1.6 Определение погрешности измерений напряженности электрического поля

Определение погрешности измерений напряженности электрического поля в диапазоне частот от 9 до 100 кГц осуществляется методом «эталонного поля», формируемого в рабочей зоне кольцевого конденсатора установки воспроизведения электрического поля с кольцевым конденсатором УЭК, плоского конденсатора установки воспроизведения электрического поля с плоским конденсатором УЭП (в диапазоне частот от 200 кГц до 30 МГц), установки воспроизведения электрического поля с дипольными антеннами УЭД (от 50 МГц до 1,0 ГГц) из состава установки поверочной П1-10. В диапазоне частот свыше 1,0 ГГц определение погрешности измерений напряженности электрического поля осуществлять методом «замещения» в безэховом помещении. В качестве эталонного средства измерений использовать антенну измерительную рупорную П6-23М совместно с анализатором спектра Agilent E4402B.

Для определения погрешности измерений напряженности электрического поля в диапазоне частот от 10 кГц до 1000 МГц между обкладками кольцевого и плоского конденсаторов УЭК и УЭП, а также рабочей зоне УЭД формируется образцовое электромагнитное поле с напряженностью E , дБ (мкВ/м), рассчитанной по формулам (1), (4), (5). Напряженность электрической компоненты формируемого поля измерить с помощью системы и измерительной антенны АИ5-0 (АИ4-1) (E_1 , дБ (мкВ/м)).

Погрешность измерений напряженности электрического поля δ_E , дБ, рассчитать по формуле (10):

$$\delta_E = E - E_1. \quad (10)$$

Измерения провести на частотах калибровки антенны АИ5-0 (АИ4-1).

Для определения погрешности измерений напряженности электрического поля в диапазоне частот от 1,1 до 2,0 ГГц в рабочей зоне безэховой камеры формируется электромагнитное поле с известными и стабильными во времени характеристиками. В качестве излучающего элемента применять антенну П6-23М, а формирователя - генератор сигналов R&S SMR40. В качестве измерителя напряженности использовать антенну П6-23М совместно с анализатором спектра Agilent E4402B.

Напряженность формируемого поля последовательно измерить системой и анализатором спектра с измерительной антенной.

Напряженность поля E_1 , дБ (мкВ/м), измеряемую анализатором спектра совместно с измерительной антенной П6-23М, рассчитать по формуле (11):

$$E_1 = 20 \lg \sqrt{P \cdot \frac{\rho}{S}}, \quad (11)$$

где P - мощность сигнала на выходе приемной антенны П6-23М, Вт;

S - эффективная площадь антенны П6-23М, м²;

ρ - волновое сопротивление свободного пространства.

Погрешность измерений напряженности электрического поля δ_E , дБ, рассчитать по формуле (10).

Измерения проводить на частотах калибровки антенны АИ5-0.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности измерений напряженности электрического поля в диапазоне частот системы находятся в пределах ± 3 дБ.

8.3.1.7 Определение погрешности измерений силы тока, наведенного электромагнитными полями

Погрешность измерений силы тока, наведенного электромагнитными полями, определить при помощи измерительной линии, содержащей генератор, измеритель (анализатор спектра Agilent E4402B) и согласованную нагрузку сопротивлением 50 Ом.

Анализатором измерить падение напряжения на нагрузке и рассчитать силу тока в измерительной линии по формуле (12):

$$I_{л1} = U_n - R_n, \quad (12)$$

где $I_{л1}$ - сила тока в измерительной линии, дБ (мкА);

U_n - падение напряжения на нагрузке, измеряемое анализатором спектра Agilent E4402B, дБ (мкВ);

R_n - сопротивление нагрузки, дБ (Ом).

Силу тока в измерительной линии $I_{л2}$ измерить системой.

Погрешность измерений силы тока рассчитать по формуле (13):

$$\delta_I = I_{л1} - I_{л2}, \quad (13)$$

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности измерений силы тока, наводимого электромагнитным полем, находятся в пределах ± 3 дБ.

8.3.1.8 Определение погрешности измерений напряжения переменного тока

Погрешность измерений напряжения переменного тока определить при помощи измерительной линии, содержащей генератор и согласованную нагрузку сопротивлением 50 Ом.

Уровень выходного сигнала генератора установить равным минус 60 дБ (мкВ), частоту – 9 кГц. С помощью системы с нагруженным на вход анализатора спектра системы пробником напряжения Я6-122/1 измерить уровень сигнала.

Аналогичные измерения провести на частотах калибровки пробника напряжения. В случае, необходимости контроля уровня выходного сигнала генератора использовать анализатор спектра Agilent E4402B.

Погрешность измерений переменного напряжения рассчитать, как разность (в логарифмических единицах) установленного и измеренного с помощью системы значений напряжения.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения погрешности измерений напряжения переменного тока находятся в пределах ± 3 дБ.

8.3.2 Определение диапазона рабочих частот

8.3.2.1 Определение диапазона рабочих частот осуществить по результатам определения погрешности измерений напряженности электрического и магнитного полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока. При этом, на экране ПЭВМ системы должен наблюдаться сигнал, а погрешность измерений не должна превышать значений, установленных в п. 8.3.1.5 – 8.3.1.8.

8.3.2.2 Результаты поверки считать удовлетворительными, если диапазон рабочих частот системы при измерении напряженности магнитного поля составляет от 9 кГц до 30 МГц, напряженности электрического поля - от 9 кГц до 2000 МГц, силы тока - от 9 кГц до 300 МГц, напряжения переменного тока - от 9 кГц до 300 МГц.

8.3.3 Определение минимального уровня измеряемой напряженности поля, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока

8.3.3.1 Определение минимального уровня измеряемой напряженности поля, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока осуществить в экранированном помещении методом прямых измерений напряженности электрического и магнитного полей, силы тока и напряжения переменного тока при отсутствии сигнала на входе системы.

8.3.3.2 Полосу пропускания измерительного устройства системы установить равной 300 Гц. Центральную частоту измерительного устройства последовательно устанавливать равной - 9; 50; 90; 110; 500; 900 кГц; 1,1; 10; 30; 100; 500; 900 МГц; 1,1; 1,5; 1,8; 2,0 ГГц. Отстройка от центральной частоты (установка SPAN) 1 кГц.

8.3.3.3 К входу измерительного устройства подключить магнитную антенну, входящую в состав системы. Измерить напряженность магнитного поля $H_{изм}$ на частотах 9; 50; 90; 110; 500; 900 кГц; 1,1; 10 и 30 МГц.

8.3.3.4 Минимальный уровень измеряемой напряженности магнитного поля H_{min} , дБ (мкА/м), рассчитать по формуле (14):

$$H_{min} = H_{изм} + 3 \text{ дБ.} \quad (14)$$

8.3.3.5 К входу измерительного приемника подключить электрическую антенну, входящую в состав системы. Измерить напряженность электрического поля $E_{изм}$ на частотах 9; 50; 90; 110; 500; 900 кГц; 1,1; 10; 30; 100; 500; 900 МГц; 1,1; 1,5; 1,8; 2,0 ГГц.

8.3.3.6 Минимальный уровень измеряемой напряженности электрического поля рассчитать по формуле (15):

$$E_{min} = E_{изм} + 3 \text{ дБ.} \quad (15)$$

8.3.3.7 Минимальное значение силы тока I_{min} , дБ (мкА), измеряемое системой, рассчитать по формуле (16):

$$I_{min} = U_{минIU} + K_k + 3 \text{ дБ,} \quad (16)$$

где K_k – наибольшее значение коэффициента калибровки токосъемника, дБ (Ом^{-1});
 $U_{минIU}$, дБ (мкВ) – наибольшее значение среднего уровня собственных шумов измерительного устройства, дБ (мкВ).

8.3.3.8 Минимальное значение напряжения помех U_{min} , дБ (мкВ), измеряемое системой, рассчитать по формуле (17):

$$U_{\min} = U_{\min\text{иу}} + K_k + 3 \text{ дБ}, \quad (17)$$

где K_k - наибольшее значение коэффициента калибровки пробника напряжения, дБ.

8.3.3.9 Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения минимального уровня измеряемой напряженности поля, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока не превышает значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Минимальный измеряемый уровень напряженности электрического поля, дБ (мкВ/м)	15
Минимальный измеряемый уровень напряженности магнитного поля, дБ (мкА/м)	20
Минимальный измеряемый уровень силы тока, наведенного электромагнитным полем, дБ (мкА)	38
Минимальный измеряемый уровень напряжения переменного тока, дБ (мкВ)	26

8.3.4 Определение динамического диапазона измерений напряженности электрического и магнитного полей, силы тока, наведенного электромагнитным полем, напряжения переменного тока

8.3.4.1 Определение динамического диапазона измерений напряженности магнитного поля осуществить методом эталонного средства измерений, в качестве которого использовать анализатор спектра Agilent E4402B и измерительную рамочную активную антенну П6-43.

8.3.4.2 Измерения проводить на частоте 1 МГц.

В ТЕМ-ячейке установки К2П-70 формируется электромагнитное поле, магнитную компоненту, которого измерить анализатором спектра Agilent E4402B с нагруженной на него антенной П6-43. Регулируя уровень выходного сигнала возбуждающего генератора установки К2П-70, добиться показаний вольтметра, соответствующих напряженности магнитного поля 20 дБ (мкА/м) (расчет напряженности поля осуществляется по формуле (7)). Уровень выходного сигнала генератора, при котором напряженность поля в точке приема равна 2 дБ (мкА/м) – U_{\min} .

8.3.4.3 Увеличивая уровень выходного сигнала генератора добиться показаний анализатора спектра Agilent E4402B, соответствующих напряженности магнитного поля 95 дБ (мкА/м). Уровень сигнала генератора, при котором напряженность поля в точке приема равна 95 дБ (мкА/м) – U_{\max} .

8.3.4.4 На выходе генератора установить аттенюатор общим ослаблением 75 дБ.

8.3.4.5 Не изменяя настроек генератора, в месте размещения эталонной антенны установить магнитную антенну системы и с помощью нее измерить напряженность магнитного поля.

8.3.4.6 Погрешность измерений напряженности поля рассчитать по формуле (8).

8.3.4.7 Если погрешность измерений не превышает установленных значений, то измеренное системой значение напряженности магнитного поля H_{\min} определяет нижнюю границу динамического диапазона.

8.3.4.8 Из схемы измерений исключить аттенюатор и измерить напряженность поля.

8.3.4.9 Погрешность измерений напряженности поля рассчитать по формуле (8).

8.3.4.10 Если погрешность измерений не превышает установленных значений, то измеренное системой значение напряженности магнитного поля H_{\max} определяет верхнюю границу динамического диапазона.

8.3.4.11 Динамический диапазон D , дБ, измерений напряженности магнитного поля рассчитать по формуле (18):

$$D = H_{\max} - H_{\min}. \quad (18)$$

8.3.4.12 Результаты поверки считать удовлетворительными, если динамический диапазон измерений напряженности магнитного поля не менее 75 дБ.

8.3.4.13 Динамический диапазон измерений напряженности электрического поля, силы тока, напряжения переменного тока определить аналогичным образом, при применении эталонов, средств измерений и вспомогательного оборудования, используемых в п. 8.3.1.

8.3.4.14 Уровень выходного сигнала установить таким образом, чтобы в точке приема обеспечить напряженность электрического поля, равную 15 дБ (мкВ/м), силу тока в линии, равную 38 дБ (мкА), напряжение переменного тока 26 (мкВ).

8.3.4.15 Измерение напряженности электрического поля проводить на частотах 1 и 100 МГц, 1 и 2 ГГц.

8.3.4.16 Измерение силы тока и напряжения проводить на частотах 1, 100 и 300 МГц.

8.3.4.17 Результаты поверки считать удовлетворительными, если динамический диапазон измерений напряженности электрического и магнитного полей, силы тока, напряжения переменного тока не менее 75 дБ.

8.3.5 Проверка программного обеспечения

8.3.5.1 Осуществить проверку соответствия заявленных идентификационных данных программного обеспечения (ПО).

8.3.5.2 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные программного обеспечения соответствуют:

- 1) наименование программного обеспечения – «Сигурд-Лайт», «Сигурд-Интерфейс»;
- 2) идентификационное наименование программного обеспечения – ПО «Сигурд-Лайт», ПО «Сигурд-Интерфейс»;
- 3) номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения - 5.0.0, 5.0.0;
- 4) цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) - f9eбаe64 (КС файла «SigurdX.exe»), 9743fe93 (КС файла «sigurd.dpm»);
- 5) алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения – Программа «ФИКС» верс. 2.0.1 (алгоритм «Уровень-3»);
- 6) уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с МИ 3286-2010 – «С»

8.3.5.3 Осуществить оценку влияния программного обеспечения на метрологические характеристики средства измерений в соответствии с МИ 3286-2010.

8.3.5.4 Результаты поверки считать положительными, если влияние метрологически значимой части программного обеспечения на метрологические характеристики конвертора не выходит за пределы согласованного допуска.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки системы выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 Параметры, определенные при поверке, заносят в формуляр на систему.

9.4 В случае отрицательных результатов поверки, поверяемая система к дальнейшему применению не допускается. На нее выдается извещение о непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин, а в формуляре делаются соответствующие записи.

Заместитель начальника отдела
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Начальник лаборатории
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»

Two handwritten signatures in blue ink. The top signature is more complex and stylized, while the bottom one is simpler and more horizontal.

К.С. Черняев

М.С. Шкуркин