



ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»)

УТВЕРЖДАЮ

Зам. Генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

Е.В. Морин

«31» июля 2015 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Антенны изотропные TSEMF-B1, TSEMF-B2, TSEMF-B3

Методика поверки  
РТ-МП-2268-2015

и.р. 62236-15

г. Москва  
2015

## Содержание

1 Введение .....	3
2 Операции поверки .....	3
3 Средства поверки.....	3
4 Требования к квалификации поверителей .....	4
5 Требования безопасности .....	4
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	5
8 Проведение поверки.....	5
9 Оформление результатов поверки .....	10

## 1 Введение

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки антенн изотропных TSEMF-B1, TSEMF-B2, TSEMF-B3 (далее по тексту - антенны), а также их поверки после ремонта.

1.2 Поверка антенн проводится аккредитованными органами метрологической службы. Интервал между поверками – 12 месяцев.

1.3 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации на антенны.

## 2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Проверка частотных диапазонов и определение коэффициентов калибровки антенн	8.3.1	да	да
3.2 Определение изотропности антенн в рабочем диапазоне	8.3.2		
3.3 Определение относительной погрешности измерений коэффициента калибровки антенн	8.3.3		

2.2 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемые антенны бракуются, поверка прекращается, и на них оформляют извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94.

## 3 Средства поверки

При проведении поверки антенн изотропных TSEMF-B1, TSEMF-B2, TSEMF-B3 следует применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, требуемые технические и метрологические характеристики средства поверки		
	Наименование рабочих эталонов и вспомогательных средств измерений	Основные технические характеристики	
		Диапазон измерения	Класс, разряд, погрешность
1	2	3	4
8.2 8.3.1	Генератор сигналов СВЧ R&S SMA100A (опция SMA-B106/-B106L)	диапазон частот от 9 кГц до 6 ГГц	нестабильность частоты не более $1 \cdot 10^{-7}$
8.2	Усилитель СВЧ R&S BBA100 (вспомогательное оборудование)	диапазон частот от 9 кГц до 1 ГГц	диапазон регулировки усиления >20 дБ до 1 ГГц
8.2 8.3.1	Рупор широкополосный BBNA 9120 D	диапазон частот от 1 ГГц до 16 ГГц	предел допускаемой погрешности измерения коэфф. усиления $\pm 2$ дБ

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
8.2 8.3.1	Антенна измерительная VULB9163	диапазон частот от 30 МГц до 4 ГГц	пределы допускаемой погрешности определения коэфф. калибровки $\pm 2$ дБ
8.2 8.3.1	Антенна измерительная рамочная П6-43	диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц;	предел допускаемой погрешности измерения коэфф. калибровки $\pm 2$ дБ
8.3.1	Приёмник измерительный R&S ESU 8	диапазон частот от 20 Гц до 8 ГГц	предел допускаемой абс. погрешности измерения уровня сигнала минус 30 дБм на частоте 128 МГц не более $\pm 0,2$ дБ
8.2 8.3.1	Анализатор спектра R&S FSH4/8	диапазон частот от 9 кГц до 8 ГГц	предел допускаемой погрешности измер. уровня (при $P = 95\%$ ) от 10 МГц до 3,6 ГГц 1,0 дБ от 3,6 ГГц до 8 ГГц 1,5 дБ

Примечание:

- применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке;
- допускается применение иных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых антенн с требуемой точностью.

#### 4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки антенн изотропных TSEMF-B1, TSEMF-B2, TSEMF-B3 допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ПР 50.2.012-94).

#### 5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки антенн необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с антеннами и применяемыми средствами поверки.

5.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

5.4 Для исключения сбоев в работе, измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

#### 6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$ ;
- атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)  $100 \pm 4$  ( $750 \pm 30$ );

- напряжение питающей сети, В  $220 \pm 4,4$ ;
- частота питающей сети, Гц  $50 \pm 0,5$ .

## **7 Подготовка к поверке**

7.1 Подготовку антенн и оборудования, перечисленного в таблице 2, проводят в соответствии с требованиями, изложенными в соответствующих эксплуатационных документах.

7.2 Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

7.3 Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

7.4 Общие требования безопасности при подготовке и проведении испытаний осуществляют в соответствии с ГОСТ 22261-94 и ГОСТ 12.3.019-80 и требований эксплуатационных документов на испытательное оборудование и антенны.

## **8 Проведение поверки**

### **8.1 Внешний осмотр**

8.1.1 Провести визуальный контроль чистоты и целостности всех соединителей поверяемой антенны. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей.

8.1.2 Проверить отсутствие механических повреждений, шумов внутри корпуса, обусловленных наличием незакрепленных деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки и пломб.

Примечание:

– к механическим повреждениям относятся глубокие царапины, деформации на рабочих поверхностях центрального или внешнего проводников соединителей, вмятины на корпусе антенны, а также другие повреждения, непосредственно влияющие на технические характеристики антенны.

8.1.3 Результаты выполнения операции считать положительными, если:

- отсутствуют механические повреждения на соединителях и корпусе поверяемой антенны;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка, наносимая на поверяемую антенну, разборчива;

### **8.2 Опробование**

Провести опробование работы антенн для оценки их исправности в следующей последовательности:

Установить испытываемую антенну в безэховой камере на треногу и закрепить ее. Расстояние от антенны до отражающих предметов должно быть не менее 3 м, расстояние от антенны до пола и стен должно составлять не менее 1,5 м.;

Собрать схему, приведённую на рисунке 1.

Подать сигнал синусоидальной формы соответствующего диапазона частоты и уровнем напряжённости электрического поля на входе испытываемой антенны не менее 30 В/м, с излучающей антенны на испытываемую. Зафиксировать на измерительном приёмнике сигнал той же частоты.

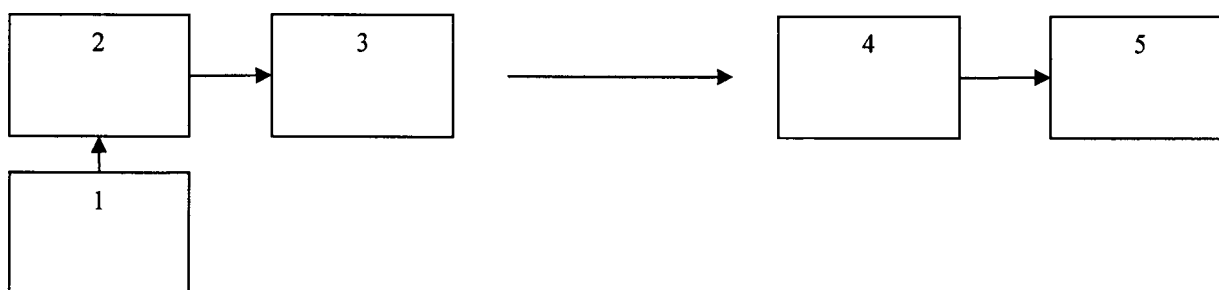


Рисунок 1

1 – генератор; 2 – усилитель; 3 – излучающая антенна;  
4 – испытываемая антенна; 5 – анализатор спектра R&S FSH4/8

Результаты опробования считаются удовлетворительными, если предусмотренная процедура опробования успешно выполняется.

### 8.3 Определение метрологических характеристик

#### 8.3.1 Проверка частотных диапазонов и определение коэффициентов калибровки антенн

Определение коэффициента калибровки для антенн проводить методом сравнения с эталонной антенной при использовании вспомогательной (излучающей) антенны в соответствии с диапазоном частот испытываемой антенны.

Для определения коэффициентов калибровки собрать схему, приведённую на рисунке 2.

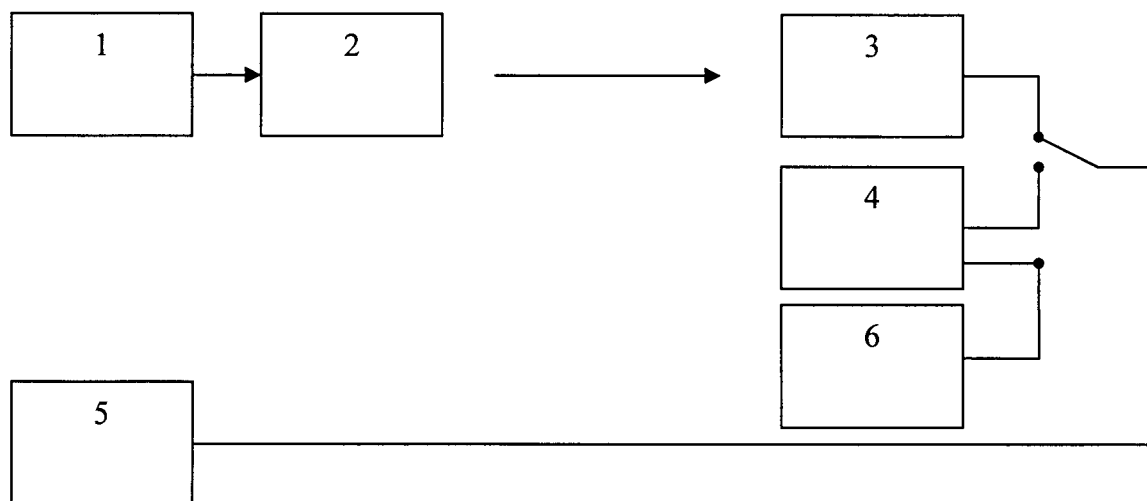


Рисунок 2

1 – генератор сигналов СВЧ R&S SMA100A; 2 – излучающая антенна;  
3 – эталонная антенна; 4 – испытываемая антенна.  
5 – приёмник измерительный R&S ESU 8; 6 – анализатор спектра R&S FSH4/8

Для антенн TSEMF-B1 и TSEMF-B2:

Установить антенны друг напротив друга соосно. Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

Эталонную антенну установить от излучающей на расстоянии 3 м.

Расстояние от антенн до пола, потолка и стен должно составлять не менее 1,5 м.

Задавая фиксированные значения напряжения и частот на генераторе, измерить уровень сигнала  $A_{ЭТ}(f)$  с выхода эталонной антенны анализатором спектра.

В точку расположения эталонной антенны установить испытываемую антенну и подключить к измерительному порту. Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

Подключить антенну к измерительному порту приёмника измерительного ESU 8, а порт управления Dsub 9pin к анализатору спектра R&S FSH4/8.

В меню анализатора спектра R&S FSH4/8 выбрать режим измерения изотропной антенной и файл с нулевым поправочным коэффициентом: {tsemf-b03.xxxx}.

Выбрать режим измерения оси "х".

Зафиксировать зависимость уровня сигнала  $A_{ИСП}(f)$  с выхода испытываемой антенны от частоты.

Повторить измерения для оси "у" и оси "z".

Занести показания  $A_{ЭТ}(дБ)$ ,  $A_{ИСП}(дБ)$  и  $K_{ЭТ}(дБ)$  в таблицу 3.

Таблица 3

Частота, $F_{вх}$ ,	Измеренное значение напряжения на выходе эт.антенны $A_{ЭТ} (дБ)$	Коэффициент калибровки эт.антенны $K_{ЭТ} (дБ)$	Измеренное значение напряжения на выходе испытываемой антенны с учётом потерь $A_{исп} (дБ)$		
			ось X	ось Y	ось Z
антенна изотропная TSEMF-B1, заводской № 101752					
30 МГц					
100 МГц					
500 МГц					
1000 МГц					
1500 МГц					
2000 МГц					
2500 МГц					
3000 МГц					
Частота, $F_{вх}$ ,	Измеренное значение напряжения на выходе эт.антенны $A_{ЭТ} (дБ)$	Коэффициент калибровки эт.антенны $K_{ЭТ} (дБ)$	Измеренное значение напряжения на выходе испытываемой антенны с учётом потерь $A_{исп} (дБ)$		
			ось X	ось Y	ось Z
антенна изотропная TSEMF-B2, заводской № 101564					
700 МГц					
1000 МГц					
2000 МГц					
3000 МГц					
4000 МГц					
5000 МГц					
6000 МГц					

Коэффициент калибровки испытываемой антенны, дБ (1/м), для каждой частотной точки определить по формуле (1):

$$K_{ИСП} = K_{ЭТ} + A_{ЭТ} - A_{ИСП}, \text{ дБ}, \quad (1)$$

где

$K_{эт}$  – коэффициент калибровки эталонной антенны в данной частотной точке, дБ (1/м).

Для антенны TSEMF-B3:

Установить антенны друг напротив друга соосно. Выполнить юстировку антенн по максимуму принимаемого сигнала.

Эталонную антенну установить от излучающей на расстоянии 3 м.

Расстояние от антенн до пола, потолка и стен должно составлять не менее 1,5 м.

Задавая фиксированные значения напряжения и частот на генераторе, измерить напряжение  $U$ (дБмкВ) на выходе эталонной антенны анализатором спектра.

Расчитать напряженность электромагнитного поля на заданных частотах по формуле (2):

$$E(\text{дБмкВ/м}) = U(\text{дБмкВ}) + K_{эт}(\text{дБ/м}) + \alpha(\text{дБ}), \quad (2)$$

где

$K_{эт}(\text{дБ/м})$  – коэффициент калибровки эталонной антенны

$\alpha(\text{дБ})$  – ослабление кабелей.

В точку расположения эталонной антенны установить испытываемую антенну, подключить её к измерительному порту приёмника измерительного ESU 8, а порт управления Dsub 9pin к анализатору спектра R&S FSH4/8.

В меню анализатора спектра R&S FSH4/8 выбрать режим измерения изотропной антенной и файл с нулевым поправочным коэффициентом: {tsemf-b03.xxxx}.

Выбрать режим измерения оси "х".

Выполнить юстировку испытываемой антенны по максимуму принимаемого сигнала.

Зафиксировать напряжение  $U$ (дБмкВ) на выходе испытываемой антенны.

Повторить измерения для оси "у" и оси "z".

Занести показания в таблицу 4.

Таблица 4

Частота, F <sub>вх</sub> ,	Измеренное значение напряжения на выходе эт.антенны U(дБмкВ)	Коэффициент калибровки эталонной антенны Кэт(дБ/м)	Расчётное значение электро-магнитного поля E(дБмкВ/м)	Измеренное значение U(дБмкВ) на выходе испытываемой антенны		
				ось X	ось Y	ось Z
антенна изотропная TSEMF-B3, заводской № 101602						
9 кГц						
50 кГц						
100 кГц						
500 кГц						
1 МГц						
5 МГц						
10 МГц						
50 МГц						
100 МГц						
200 МГц						

Вычислить значения коэффициентов калибровки испытываемой антенны по осям "х", "у" и оси "z" по формуле (3):



$$K_{\text{исп.х,у,з}} = 20 \cdot \log(E/U_{\text{исп}}), \text{ дБ} \quad (3)$$

Проверку частотного диапазона провести по результатам испытаний (п.п. 4.2.4.1 ÷ 4.2.4.3).  
В таблице 5 приведены частотные характеристики и состав используемого испытательного оборудования для конкретных типов антенн.

Таблица 5

Тип испытуемой антенны	Диапазон частот	Шаг перестройки частоты	Тип образцовой антенны	Тип антенны облучателя
TSEMF-B1	30 МГц ÷ 3 ГГц	табл.3	VULB9163	VULB9163
TSEMF-B2	700 МГц ÷ 6 ГГц	табл.3	VULB9163 BBHA 9120 D	VULB9163 BBHA 9120 D
TSEMF-B3	9 кГц ÷ 200 МГц	табл.4	П6-43 VULB9163	П6-43 VULB9163

Результаты поверки считать положительными, если диапазон рабочих частот антенн составляет:

- антенна изотропная TSEMF-B1 – 30 МГц ÷ 3 ГГц
- антенна изотропная TSEMF-B2 – 700 МГц ÷ 6 ГГц
- антенна изотропная TSEMF-B3 – 9 кГц ÷ 200 МГц

При этом, значения коэффициентов калибровки антенн в указанных диапазонах составляют:

- антенна изотропная TSEMF-B1 – (30 ÷ 65) дБ
- антенна изотропная TSEMF-B2 – (47 ÷ 62) дБ
- антенна изотропная TSEMF-B3 – (42 ÷ 70) дБ

### 8.3.2 Определение изотропности антенн в рабочем диапазоне

По результатам измерения напряжения на выходе испытываемой антенны на частотах приведённых в таблицах 3 и 4, рассчитать изотропность по формуле (4):

$$I = U_{\text{макс(х,у,з)}} - U_{\text{мин(х,у,з)}}, \text{ дБ}, \quad (4)$$

где

$U_{\text{макс(х,у,з)}}$  – максимальное значение измеренного напряжения на одной частоте по осям "х,у,з", дБ,

$U_{\text{мин(х,у,з)}}$  – минимальное значение измеренного напряжения на одной частоте по осям "х,у,з", дБ.

Результаты проверки считать положительными, если в диапазоне рабочих частот изотропность антенн составляет ±3 дБ, не более.

### 8.3.3 Определение относительной погрешности измерений коэффициента калибровки антенн

Определить относительную погрешность измерений коэффициента калибровки, по формуле (3):

$$\Delta_A = K - K_n, \quad (5)$$

где

$K$  – измеренное значение коэффициента калибровки поверяемой антенны;

$K_n$  – значение коэффициента калибровки поверяемой антенны, указанное в документации на антенну, либо из данных первичной калибровки.

Результаты поверки считать положительными, если значения относительной погрешности измерений коэффициента калибровки антенны находятся в пределах  $\pm 2$  дБ.

## 9 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006-94.

При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности по ПР 50.2.006-94, результаты предыдущей поверки аннулируются (аннулируется свидетельство о поверке).

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»



С.Э. Баринов