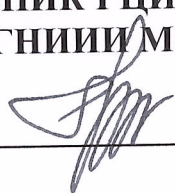


1333

УТВЕРЖДАЮ
НАЧАЛЬНИК ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ

 А. Кузин

« 27 » 09 2006 г.

Инструкция
Стенд измерительный ВРП
Методика поверки

Мытищи,
2006 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на стенд измерительный ВРП (далее – стенд), зав. № 001 и устанавливает порядок проведения его первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал на стенд - 2 года.

2 Операции поверки.

2.1 Поверку комплекса допускается проводить только при помощи поверенных средств измерений других утвержденных типов.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1.

	Наименование операции	Номер пункта Методик и	Проведение операции при	
			первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4	5
1	Внешний осмотр	8.1	ДА	ДА
2	Опробование	8.2	ДА	ДА
3	Проверка рабочих частот каналов стенда и их нестабильности	8.3	ДА	ДА
4	Проверка относительной нестабильности энергетического потенциала каналов стенда	8.4	ДА	ДА
5	Проверка уровня кроссполяризационной составляющей падающего поля каналов стенда	8.5	ДА	ДА
6	Проверка значений ЭПР калибровочных отражателей из состава стенда	8.6	ДА	ДА
7	Проверка погрешности стенда из-за дискретности градуировки измерительных трактов каналов стенда	8.7	ДА	ДА
8	Проверка ширин диаграмм направленности антенн каналов стенда	8.8	ДА	ДА
9	Проверка предела допускаемого значения погрешности измерения ЭПР каналами стенда	8.9	ДА	ДА

3 Средства поверки.

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2.

Номер пункта документа по поверке	Наименование образцового средства измерений или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
8.6	Измерительная металлическая линейка (предел измерений 1000 мм ГОСТ 427-75, предел допускаемой погрешности измерений $\pm 0,5$ мм);
8.6	Угольник поверочный 90° (УШ 630x400 мм, кл. точности 2 ГОСТ 3749-77);

8.6	Щупы, набор №2 длиной 100 или 200 мм (кл. точности 2 ГОСТ 882-75);
8.3, 8.5	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, погрешность не более 10^{-5});
8.3, 8.5	Антенна измерительная П6-38 (А10) (диапазон частот 25,86-37,5 ГГц, эффективная площадь не менее 50 см ² , КСВН не более 1,2);
8.3, 8.5	Антенна измерительная П6-38 (А7) (диапазон частот 8,24-12,05 ГГц, эффективная площадь не менее 100 см ² , КСВН не более 1,2);
8.3, 8.5	Фильтр нижних частот из состава Г4-111 (граничная частота 18 ГГц);
8.3, 8.5	Генератор сигналов высокочастотных Г4-155 (диапазон частот от 17,44 до 25,86 ГГц, долговременная нестабильность частоты 10^{-4} , выходная мощность не менее 5 мВт);
8.3, 8.5,	Аттенюатор волноводный поляризационный ДЗ-33А (диапазон частот от 8,24 до 12,05 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 70 дБ);
8.3, 8.5	Частотомер резонансный Ч2-32 (диапазон частот от 8,82 до 12 ГГц, погрешность измерения частоты 0,05%, чувствительность 5 мВт);
8.3, 8.5	Усилитель высокочастотный широкополосный УЗ-29 (диапазон частот от 50 МГц до 17,85 ГГц, диапазон входных напряжений от 1,5 до 300 мВ);
8.3, 8.5	Осциллограф цифровой запоминающий TDS 2012 (время нарастания по характеристике не более 3,5 нс, погрешность измерения временных интервалов 3,0%).

3.2 Средства измерений, используемые для поверки, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.3 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.4 Полученные при поверке значения метрологических характеристик должны быть не хуже значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики для канала	
	А	Б
Рабочая частота, ГГц	9,374	34,48
Нестабильность рабочей частоты	$8 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$
Нестабильность энергетического потенциала за один цикл измерений (30 мин), дБ	1,2	0,7
Уровень кроссполаризационной составляющей падающего поля, дБ, не более	минус 30	
Действительное значение ЭПР отражателя №1, м ²	300	
Действительное значение ЭПР отражателя №2, м ²	1000	
Действительное значение ЭПР отражателя №3, м ²	3000	
Предел допускаемой относительной погрешности определения ЭПР калибровочных отражателей, %	10	
Предел допускаемой основной погрешности измерений ЭПР морских объектов, дБ, не более	$\pm 5,0$	

4 Требования к квалификации поверителей.

К проведению поверки стенда допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с СВЧ установками, ознакомленный с техническим описанием, руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку.

5 Требования безопасности

5.1 К работе по поверке допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261, ГОСТ 12.2.091, ГОСТ 26104, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры, входящей в состав стенда.

5.3 При проведении измерений необходимо руководствоваться "Временными санитарными правилами при работе с генераторами сантиметровых волн" № 273-58, "Правилами эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий" и "Инструкцией по защите личного состава от воздействия электромагнитных полей, создаваемых радиотехническими средствами" № 4/88.

6 Условия проведения поверки.

6.1 Поверка проводится при нормальных условиях (составляющая погрешности измерений любой из характеристик от действия совокупности влияющих величин не превышает 35 % допускаемой основной погрешности).

6.2 Используемые средства поверки обеспечивают работоспособность с заданными характеристиками погрешностей при следующих климатических условиях:

температура окружающей среды $20 \pm 5^\circ\text{C}$;

относительная влажность воздуха 45% - 65%;

атмосферное давление 630-800 мм рт. ст.;

6.3 Электропитание средств поверки осуществляется от промышленной сети 220 В $\pm 5\%$, 50 Гц.

6.4 Перед проведением поверки аппаратную часть комплекса выдерживают не менее 3 часов при температуре, указанной в п.6.2.

6.5 Перед проведением поверки комплекс выдерживают во включенном состоянии не менее 30 минут.

7 Подготовка к поверке.

7.1 Проверяется наличие средств поверки по п. 3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

7.2 Используемые средства поверки разместить, заземлить и соединить в соответствии с требованиями технической документации.

7.3 Подготовку, соединение, включение и прогрев средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произвести в соответствии с документацией на указанные средства.

8 Проведение поверки.

8.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие каналов стенда следующим требованиям:

комплектность,

отсутствие видимых механических повреждений антенно-фидерных трактов, влияющих на их нормальную работу,

чистота разъемов и клемм,

состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок,
отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов антенно-фидерных трактов.

8.2 Опробование.

Проверяется исправность и работоспособность составных частей комплексов стенда и всех механизмов.

Проверку работоспособности стенда проводят в соответствии с ИМЯН.411711.701-04 РЭ, в котором приведена схема подключений и указан порядок работы с комплексом.

При проверке работоспособности каналов стенда проверяют функционирование следующих элементов:

- передающего тракта;
- приемного тракта;
- блока селекции и синхронизации;
- устройств регистрации и обработки.

Проверяют работоспособность средств поверки, приведенных в таблице 2.

8.3 Проверка рабочих частот каналов стенда и их нестабильности

Действительное значение рабочей частоты и ее нестабильность определить по результатам многократных измерений частоты излучаемого сигнала.

Подготовить стенд к работе в режиме «длинных» зондирующих импульсов в соответствии с ИМЯН.411711.701-04 РЭ. Измерения провести поочередно для каналов А и Б.

При проверке канала А собрать схему согласно рис.1.

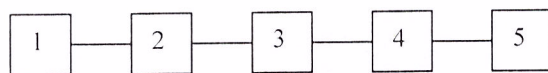


Рисунок1.

- 1 – антенна измерительная П6-38 (А7);
- 2 – аттенюатор волноводный поляризационный ДЗ-33А;
- 3 – волномер резонансный Ч2-32;
- 4 – усилитель высокочастотный широкополосный УЗ-29;
- 5 – осциллограф цифровой запоминающий TDS 2012.

Приемную антенну установить в рабочей зоне испытуемого комплекса.

Сигнал с выхода антенны П6-38 (А7) через аттенюатор ДЗ-33А поступает на вход резонансного частотомера Ч2-32. Мощность, подаваемая на вход резонансного частотомера, при необходимости регулируется аттенюатором ДЗ-33А. К выходу резонансного частотомера подключить усилитель УЗ-29 с детекторной головкой на диапазон частот от 8,15 до 12,42 ГГц. Усилитель УЗ-29 установить в режим детектирования огибающей сигнала «НГ». Усиление сигнала УЗ-29 установить максимальным. Сигнал с выхода УЗ-29 наблюдать на индикаторе осциллографа. Убедиться в правильности настройки аппаратуры путем выключения излучения РЛС стенда и пропадании сигнала на экране осциллографа.

Измерения частоты $f_{\text{раб.}}$ повторить не менее 10 раз с одинаковым интервалом в течение времени, равного одному циклу измерений (калибровка - измерения) по 3 измерения за каждый раз.

По результатам измерений рассчитать среднее значение рабочей частоты $f_{\text{раб.}}$ по формуле:

$$f_{\text{раб.}} = \sum_i^N (f_i) / N,$$

где f_i - измеренные значения частоты, ГГц

N - общее количество измерений.

Относительную нестабильность рабочей частоты канала А определить по формуле:

$$\delta f = \max \left\{ \frac{|f_i - f_{\text{раб.}}|}{f_{\text{раб.}}} \right\}.$$

При проверке комплекса канала Б собрать схему согласно рис.2.

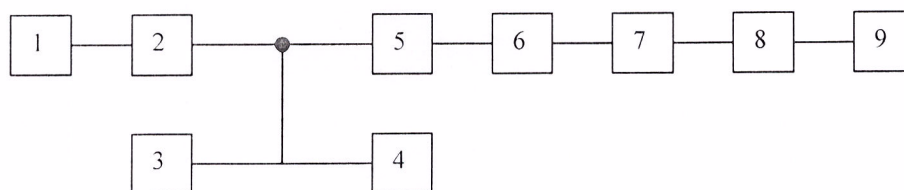


Рисунок 2.

- 1 – антенна измерительная П6-38 (А10);
- 2 – смеситель диапазона от 25,86 до 37,5 ГГц из состава ЧЗ-66;
- 3 – частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;
- 4 – генератор сигналов высокочастотных программируемый Г4-155;
- 5 – фильтр нижних частот с частотой среза 18 ГГц из состава Г4-111;
- 6 – аттенюатор волноводный поляризационный ДЗ-33А;
- 7 – частотомер резонансный Ч2-32;
- 8 – усилитель высокочастотный широкополосный УЗ-29;
- 9 – осциллограф цифровой запоминающий TDS 2012.

Приемную антенну установить в рабочей зоне испытуемого комплекса. На выходе генератора установить частоту 24,5 ГГц и уровень выходного сигнала от 50 до 90 единиц в режиме немодулированной гармоник. Выходной сигнал генератора является гетеродинным для смесителя, установленного на входе антенны. Контроль частоты гетеродина $f_{\text{гет.}}$ производить путем подачи сигнала генератора через направленный ответвитель на вход частотомера ЧЗ-66 при помощи смесителя диапазона частот от 17,44 до 25,86 ГГц. Частотомер ЧЗ-66 установить в режим измерений в «7» поддиапазоне частот согласно РЭ.

Промежуточная частота $f_{\text{пр.}}$ с выхода смесителя через фильтр нижних частот и аттенюатор ДЗ-33А поступает на вход резонансного частотомера. Мощность, подаваемая на вход резонансного частотомера, при необходимости регулировать аттенюатором ДЗ-33А. К выходу резонансного частотомера подключить усилитель УЗ-29 с детекторной головкой на диапазон частот от 8,15 до 12,42 ГГц. Усилитель установить в режим детектирования огибающей сигнала «НГ». Усиление сигнала УЗ-29 установить максимальным. Сигнал с выхода УЗ-29 наблюдается на индикаторе осциллографа. Убедиться в правильности настройки аппаратуры путем выключения излучения РЛС стенда и пропадании сигнала на экране осциллографа.

Измерения гетеродинной и промежуточной частот повторить не менее 10 раз с одинаковым интервалом в течение времени, равного одному циклу измерений (калибровка - измерения) по 3 измерения за каждый раз.

По результатам измерений рассчитать среднее значение рабочей частоты $f_{\text{раб.}}$ по формуле:

$$f_{\text{раб.}} = \sum_1^N (f_{\text{гет.и}} + f_{\text{пр.и}}) / N,$$

где $f_{\text{гет.и}}$ - измеренные значения частоты гетеродина, ГГц;

$f_{\text{пр.и}}$ - измеренные значения промежуточной частоты, ГГц,

N - общее количество измерений.

Относительную нестабильность рабочей частоты канала Б определить по формуле:

$$\delta f = \max \left\{ \frac{|(f_{\text{гет.и}} + f_{\text{пр.и}}) - f_{\text{раб.}}|}{f_{\text{раб.}}} \right\}.$$

Результаты испытаний считать положительными, если значения рабочих частот и их нестабильности соответствуют 9,374 ГГц и 0,08% для канала А и 34,48 ГГц и 0,055% для канала Б.

8.4 Проверка относительной нестабильности энергетического потенциала каналов стенда

Относительная нестабильность энергетического потенциала определить по результатам многократных измерений отраженного сигнала на выходе приемных устройств каналов А и Б.

Подготовить стенд к работе в соответствии с ИМЯН.411711.701-04 РЭ. Измерения провести поочередно для каналов А и Б.

В рабочей зоне проверяемого комплекса установить угловой отражатель. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) углового отражателя должна превышать эквивалентную ЭПР отражений от фона в элементе разрешения не менее, чем на 20 дБ. Включить режим измерений.

С помощью встроенного аттенуатора установить уровень излучаемого сигнала, соответствующий середине шкалы регистрирующего устройства.

Провести не менее $N=10$ измерений уровня отраженного сигнала P_i без изменения настроек стенда с одинаковым интервалом в течении времени, равному одному циклу измерений (калибровка - измерения).

Относительную нестабильность энергетического потенциала определить по формуле:

$$\Delta_{\text{ЭП}} = |P_i - P_j|_{\text{max}}, \text{ дБ.}$$

Результаты испытаний считать положительными, если значения относительной нестабильности энергетического потенциала соответствуют 1,2 дБ для канала А и 0,7 дБ для канала Б.

8.5 Проверка уровня кроссполяризационной составляющей падающего поля каналов стенда

Уровень кросс поляризационных составляющих падающего поля определить как отношение малой и большой полуоси измеряемого с помощью вспомогательной антенны эллипса поляризации. Вспомогательная антенна должна иметь уровень поляризационной развязки не меньше 20 дБ.

Подготовить стенд к работе в соответствии с ИМЯН.411711.701-04 РЭ. Измерения проводить поочередно для каналов А и Б.

При проверке канала А собрать схему согласно рис.3.



Рисунок 3.

- 1 – антенна измерительная П6-38 (А7);
- 2 – аттенюатор волноводный поляризационный ДЗ-33А;
- 3 – усилитель высокочастотный широкополосный УЗ-29;
- 4 – осциллограф цифровой запоминающий TDS 2012.

Сигнал с выхода антенны П6-38 (А7) через аттенюатор ДЗ-33А поступает на вход усилителя УЗ-29 с детекторной головкой на диапазон частот от 8,15 до 12,42 ГГц. Усилитель установить в режим детектирования огибающей сигнала «НГ». Усиление сигнала УЗ-29 установить максимальным. Сигнал с выхода УЗ-29 наблюдать на индикаторе осциллографа.

Ослабление аттенюатора установить равным 0 дБ. Поворачивая антенну П6-38 (А7) вокруг строительной оси в пределах от 0° до 360°, зафиксировать минимальные $U_{\min}$ показания амплитуды детектированного сигнала на индикаторе осциллографа. Далее, поворачивая антенну вокруг строительной оси в пределах от 0 до 360°, зафиксировать максимальные показания амплитуды детектированного сигнала на индикаторе осциллографа. В положении антенны, соответствующем максимальному уровню сигнала на входе осциллографа, постепенно увеличивать ослабление аттенюатора ДЗ-33А пока амплитуда сигнала на индикаторе осциллографа не станет равной $U_{\min}$, показание ДЗ-33А в этом случае соответствует уровню кроссполяризационной развязки.

При проверке канала Б собрать схему согласно рис.2.

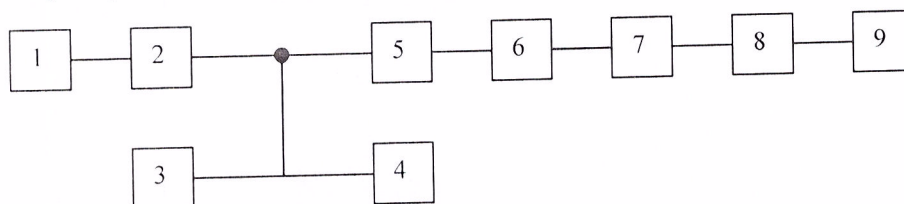


Рисунок 4.

- 1 – антенна измерительная П6-38 (А10);
- 2 – смеситель диапазона 25,86-37,5 ГГц из состава ЧЗ-66;
- 3 – частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;
- 4 – генератор сигналов высокочастотных Г4-155;
- 5 – фильтр нижних частот с частотой среза 18 ГГц из состава Г4-111;
- 6 – аттенюатор волноводный поляризационный ДЗ-33А;
- 7 – частотомер резонансный Ч2-32;
- 8 – усилитель высокочастотный широкополосный УЗ-29;
- 9 – осциллограф цифровой запоминающий TDS 2012.

Приемную антенну установить в рабочей зоне испытываемого комплекса. На выходе генератора Г4-155 установить частоту 24,5 ГГц и уровень выходного сигнала от 50 до 90 единиц в режиме немодулированной гармоник. Выходной сигнал генератора является гетеродина для смесителя, установленного на входе антенны. Контроль частоты гетеродина $f_{гет.}$ проводить путем подачи сигнала генератора через направленный

ответвитель на вход частотомера ЧЗ-66 при помощи смесителя диапазона частот от 17,44 до 25,86 ГГц. Частотомер ЧЗ-66 установить в режим измерений в «7» поддиапазоне частот согласно РЭ.

Промежуточная частота f_{np} с выхода смесителя через фильтр нижних частот и аттенюатор ДЗ-33А поступает на вход резонансного частотомера. Мощность, подаваемая на вход резонансного частотомера, при необходимости регулировать аттенюатором ДЗ-33А. К выходу резонансного частотомера подключается усилитель УЗ-29 с детекторной головкой на диапазон частот от 8,15 до 12,42 ГГц. Усилитель УЗ-29 установить в режим детектирования огибающей сигнала «НГ». Усиление сигнала УЗ-29 установить максимальным. Сигнал с выхода УЗ-29 наблюдать на индикаторе осциллографа.

Ослабление аттенюатора установить равным 0 дБ. Поворачивая антенну П6-38 (А7) вокруг строительной оси в пределах от 0° до 360°, зафиксировать минимальные U_{min} показания амплитуды детектированного сигнала на индикаторе осциллографа. Далее, поворачивая антенну вокруг строительной оси в пределах от 0 до 360°, зафиксировать максимальные показания амплитуды детектированного сигнала на индикаторе осциллографа. В положении антенны, соответствующем максимальному уровню сигнала на входе осциллографа, постепенно увеличивать ослабление аттенюатора ДЗ-33А пока амплитуда сигнала на индикаторе осциллографа не станет равной U_{min} , показание ДЗ-33А в этом случае соответствует уровню кроссполяризационной развязки.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения уровней кроссполяризационной составляющей составляют не более минус 30 дБ для каждого канала стенда.

8.6 Проверка действительных значений и погрешности мер ЭПР

Проверку действительного значения ЭПР и погрешности ЭПР трехгранного уголкового отражателя проводить с помощью метода косвенных измерений. Для проверки действительного значения ЭПР и относительной погрешности уголкового отражателя зарегистрировать:

минимальное значение из трех длин ребер уголкового отражателя a ;

шероховатость поверхностей граней уголкового отражателя R ;

отклонения величин двугранных углов от прямого (с учетом знака) $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$;

длину волны λ .

В качестве действительного значения ЭПР уголкового отражателя взять значение его ЭПР, соответствующее максимальному значению рассеяния при трехкратном отражении падающего поля на гранях уголкового отражателя.

Действительное значение ЭПР трехгранного уголкового отражателя с треугольными гранями определить по формуле:

$$\sigma = \frac{4}{3} \pi \frac{a^4}{\lambda^2} U\left(\frac{a}{\lambda}\right) B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda}),$$

где a - размер ребра уголкового отражателя, наименьшее из трех значений внутренних ребер уголкового отражателя.;

$U\left(\frac{a}{\lambda}\right)$ - коэффициент, учитывающий резонансные свойства уголкового отражателя, определить по таблице 3;

$B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$ - коэффициент, учитывающий снижение ЭПР уголкового отражателя из-за неперпендикулярности граней $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ (отклонений угловых

величин от 90^0), определить по таблице 4. При отсутствии соответствующих аргументов значение $B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$ определяют методами интерполяции.

Табл.3. Значения коэффициента $U(v)$ для различных волновых размеров $v=a/\lambda$ уголкового отражателя.

v	U	v	U	v	U	v	U	v	U	v	U
0,7	3,42	1,92	0,407	3,14	1,286	4,36	1,014	5,58	0,863	6,8	1,126
0,72	3,394	1,94	0,362	3,16	1,359	4,38	0,962	5,6	0,895	6,82	1,115
0,74	3,318	1,96	0,331	3,18	1,425	4,4	0,911	5,62	0,929	6,84	1,103
0,76	3,192	1,98	0,313	3,2	1,482	4,42	0,861	5,64	0,965	6,86	1,088
0,78	3,021	2	0,311	3,22	1,529	4,44	0,814	5,66	1,001	6,88	1,071
0,8	2,806	2,02	0,323	3,24	1,564	4,46	0,772	5,68	1,024	6,9	1,053
0,82	2,553	2,04	0,349	3,26	1,588	4,48	0,734	5,7	1,047	6,92	1,033
0,84	2,267	2,06	0,389	3,28	1,599	4,5	0,701	5,72	1,068	6,94	1,013
0,86	1,954	2,08	0,442	3,3	1,598	4,52	0,675	5,74	1,089	6,96	0,992
0,88	1,621	2,1	0,507	3,32	1,583	4,54	0,656	5,76	1,107	6,98	0,971
0,9	1,275	2,12	0,582	3,34	1,557	4,56	0,644	5,78	1,123	7	0,95
0,92	0,975	2,14	0,666	3,36	1,518	4,58	0,64	5,8	1,137	7,02	0,93
0,94	0,86	2,16	0,757	3,38	1,469	4,6	0,643	5,82	1,147	7,04	0,911
0,96	0,749	2,18	0,853	3,4	1,41	4,62	0,654	5,84	1,155	7,06	0,895
0,98	0,643	2,2	0,953	3,42	1,342	4,64	0,672	5,86	1,159	7,08	0,88
1	0,544	2,22	1,056	3,44	1,266	4,66	0,698	5,88	1,16	7,1	0,868
1,02	0,456	2,24	1,162	3,46	1,185	4,68	0,729	5,9	1,157	7,12	0,859
1,04	0,378	2,26	1,263	3,48	1,101	4,7	0,767	5,92	1,151	7,14	0,853
1,06	0,314	2,28	1,359	3,5	1,014	4,72	0,809	5,94	1,142	7,16	0,85
1,08	0,264	2,3	1,448	3,52	0,945	4,74	0,855	5,96	1,13	7,18	0,851
1,1	0,23	2,32	1,527	3,54	0,881	4,76	0,904	5,98	1,115	7,2	0,854
1,12	0,213	2,34	1,594	3,56	0,819	4,78	0,956	6	1,098	7,22	0,86
1,14	0,212	2,36	1,65	3,58	0,761	4,8	1,005	6,02	1,079	7,24	0,87
1,16	0,227	2,38	1,691	3,6	0,708	4,82	1,035	6,04	1,058	7,26	0,882
1,18	0,259	2,4	1,718	3,62	0,662	4,84	1,065	6,06	1,035	7,28	0,897
1,2	0,307	2,42	1,73	3,64	0,622	4,86	1,093	6,08	1,012	7,3	0,913
1,22	0,369	2,44	1,726	3,66	0,591	4,88	1,12	6,1	0,988	7,32	0,932
1,24	0,445	2,46	1,706	3,68	0,568	4,9	1,143	6,12	0,962	7,34	0,952
1,26	0,533	2,48	1,672	3,7	0,554	4,92	1,164	6,14	0,937	7,36	0,973
1,28	0,63	2,5	1,624	3,72	0,55	4,94	1,181	6,16	0,913	7,38	0,995
1,3	0,735	2,52	1,562	3,74	0,555	4,96	1,195	6,18	0,891	7,4	1,014
1,32	0,846	2,54	1,488	3,76	0,57	4,98	1,204	6,2	0,871	7,42	1,031
1,34	0,96	2,56	1,405	3,78	0,594	5	1,209	6,22	0,854	7,44	1,047
1,36	1,106	2,58	1,312	3,8	0,627	5,02	1,21	6,24	0,841	7,46	1,063
1,38	1,265	2,6	1,213	3,82	0,667	5,04	1,206	6,26	0,83	7,48	1,077
1,4	1,419	2,62	1,109	3,84	0,714	5,06	1,198	6,28	0,823	7,5	1,09
1,42	1,564	2,64	1,003	3,86	0,768	5,08	1,185	6,3	0,82	7,52	1,1
1,44	1,697	2,66	0,924	3,88	0,826	5,1	1,169	6,32	0,821	7,54	1,109
1,46	1,815	2,68	0,847	3,9	0,888	5,12	1,149	6,34	0,825	7,56	1,115
1,48	1,915	2,7	0,774	3,92	0,953	5,14	1,126	6,36	0,834	7,58	1,119
1,5	1,997	2,72	0,705	3,94	1,014	5,16	1,1	6,38	0,845	7,6	1,12
1,52	2,057	2,74	0,642	3,96	1,065	5,18	1,072	6,4	0,86	7,62	1,119
1,54	2,095	2,76	0,587	3,98	1,114	5,2	1,043	6,42	0,878	7,64	1,115
1,56	2,11	2,78	0,541	4	1,161	5,22	1,012	6,44	0,899	7,66	1,109
1,58	2,101	2,8	0,505	4,02	1,204	5,24	0,978	6,46	0,922	7,68	1,1
1,6	2,069	2,82	0,479	4,04	1,244	5,26	0,942	6,48	0,946	7,7	1,09
1,62	2,014	2,84	0,464	4,06	1,277	5,28	0,908	6,5	0,971	7,72	1,077
1,64	1,938	2,86	0,46	4,08	1,305	5,3	0,875	6,52	0,998	7,74	1,063

v	U	v	U	v	U	v	U	v	U	v	U
1,66	1,842	2,88	0,468	4,1	1,327	5,32	0,845	6,54	1,018	7,76	1,047
1,68	1,728	2,9	0,487	4,12	1,342	5,34	0,818	6,56	1,038	7,78	1,031
1,7	1,598	2,92	0,517	4,14	1,349	5,36	0,795	6,58	1,058	7,8	1,014
1,72	1,456	2,94	0,557	4,16	1,349	5,38	0,776	6,6	1,075	7,82	0,996
1,74	1,304	2,96	0,607	4,18	1,342	5,4	0,763	6,62	1,092	7,84	0,977
1,76	1,146	2,98	0,665	4,2	1,327	5,42	0,754	6,64	1,106	7,86	0,959
1,78	0,991	3	0,73	4,22	1,305	5,44	0,75	6,66	1,118	7,88	0,941
1,8	0,891	3,02	0,801	4,24	1,277	5,46	0,752	6,68	1,128	7,9	0,925
1,82	0,793	3,04	0,876	4,26	1,244	5,48	0,759	6,7	1,135	7,92	0,91
1,84	0,699	3,06	0,953	4,28	1,204	5,5	0,771	6,72	1,139	7,94	0,898
1,86	0,612	3,08	1,035	4,3	1,161	5,52	0,788	6,74	1,14	7,96	0,887
1,88	0,534	3,1	1,122	4,32	1,114	5,54	0,809	6,76	1,138	7,98	0,879
1,9	0,465	3,12	1,206	4,34	1,065	5,56	0,834	6,78	1,133	8	0,873

При условии $B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda}) < 0,5$, уголкового отражателя изымают из эксплуатации.

Относительную погрешность меры ЭПР в виде трехгранного уголкового отражателя рассчитать согласно формулы:

$$\theta_{yo} = 1,1 \sqrt{\theta_{cu}^2 + \theta_B^2 + \theta_{ш}^2 + \theta_\alpha^2},$$

где θ_{cu} - относительная погрешность, обусловленная погрешностью используемых СИ линейных величин;

θ_α - относительная погрешность, обусловленная погрешностью используемых СИ угловых величин;

θ_B - относительная погрешность, обусловленная методической погрешностью определения коэффициента снижения ЭПР $B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$;

$\theta_{ш}$ - относительная погрешность, обусловленная шероховатостью поверхности.

Относительную погрешность θ_{cu} определить согласно следующим выражениям:

$$\theta_{cu} = 10 \frac{\Delta}{a} \text{ при } a < 5\lambda,$$

$$\theta_{cu} = 4 \frac{\Delta}{a} \text{ при } a > 5\lambda,$$

где Δ - абсолютная погрешность используемых средств измерений длины.

Табл.4. Значение коэффициента $B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})$ для различных углов и волновых размеров уголкового отражателя.

Неперпендикулярность			Снижение ЭПР при различных волновых размерах						
α_1	α_2	α_3	v=5	v=7	v=9	v=11	v=13	v=15	v=17
-0,4	-0,4	-0,3	0,938	0,881	0,811	0,73	0,642	0,552	0,463
-0,4	-0,4	-0,2	0,946	0,897	0,835	0,763	0,684	0,602	0,518
-0,4	-0,4	-0,1	0,953	0,909	0,854	0,789	0,717	0,641	0,563
-0,4	-0,4	0	0,957	0,917	0,866	0,806	0,739	0,668	0,594
-0,4	-0,4	0,1	0,959	0,92	0,871	0,814	0,749	0,68	0,609
-0,4	-0,4	0,2	0,958	0,919	0,87	0,812	0,748	0,678	0,607

Неперпедикулярность			Снижение ЭПР при различных волновых размерах						
α_1	α_2	α_3	$\nu=5$	$\nu=7$	$\nu=9$	$\nu=11$	$\nu=13$	$\nu=15$	$\nu=17$
-0,4	-0,4	0,3	0,955	0,914	0,862	0,801	0,734	0,662	0,588
-0,4	-0,4	0,4	0,95	0,905	0,848	0,781	0,708	0,632	0,554
-0,4	-0,3	-0,3	0,948	0,901	0,841	0,771	0,694	0,613	0,531
-0,4	-0,3	-0,2	0,956	0,916	0,865	0,805	0,737	0,665	0,59
-0,4	-0,3	-0,1	0,962	0,928	0,883	0,83	0,77	0,705	0,637
-0,4	-0,3	0	0,966	0,935	0,894	0,846	0,791	0,731	0,668
-0,4	-0,3	0,1	0,968	0,938	0,899	0,853	0,8	0,742	0,681
-0,4	-0,3	0,2	0,967	0,936	0,896	0,849	0,796	0,737	0,676
-0,4	-0,3	0,3	0,964	0,93	0,887	0,836	0,779	0,716	0,651
-0,4	-0,3	0,4	0,958	0,92	0,871	0,814	0,75	0,681	0,61
-0,4	-0,2	-0,2	0,964	0,931	0,889	0,838	0,781	0,718	0,652
-0,4	-0,2	-0,1	0,97	0,942	0,906	0,863	0,813	0,758	0,7
-0,4	-0,2	0	0,973	0,949	0,916	0,878	0,833	0,783	0,73
-0,4	-0,2	0,1	0,975	0,951	0,92	0,883	0,84	0,792	0,741
-0,4	-0,2	0,2	0,973	0,949	0,916	0,877	0,833	0,784	0,731
-0,4	-0,2	0,3	0,97	0,942	0,906	0,862	0,813	0,759	0,701
-0,4	-0,2	0,4	0,964	0,931	0,888	0,838	0,781	0,719	0,654
-0,4	-0,1	-0,1	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,747
-0,4	-0,1	0	0,978	0,958	0,932	0,9	0,863	0,821	0,776
-0,4	-0,1	0,1	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,4	-0,1	0,2	0,978	0,957	0,929	0,896	0,858	0,815	0,769
-0,4	-0,1	0,3	0,974	0,949	0,917	0,879	0,835	0,786	0,734
-0,4	-0,1	0,4	0,968	0,938	0,899	0,852	0,8	0,742	0,682
-0,4	0	0	0,981	0,963	0,94	0,912	0,879	0,842	0,801
-0,4	0	0,1	0,982	0,964	0,941	0,914	0,881	0,845	0,805
-0,4	0	0,2	0,98	0,96	0,935	0,905	0,869	0,83	0,786
-0,4	0	0,3	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,4	0	0,4	0,969	0,94	0,902	0,857	0,806	0,751	0,691
-0,4	0,1	0,1	0,982	0,964	0,941	0,913	0,881	0,845	0,805
-0,4	0,1	0,2	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,4	0,1	0,3	0,975	0,951	0,92	0,883	0,84	0,792	0,741
-0,4	0,1	0,4	0,968	0,938	0,899	0,853	0,8	0,743	0,682
-0,4	0,2	0,2	0,977	0,954	0,926	0,891	0,851	0,806	0,758
-0,4	0,2	0,3	0,972	0,945	0,911	0,869	0,822	0,77	0,715
-0,4	0,2	0,4	0,964	0,931	0,889	0,838	0,781	0,72	0,655
-0,4	0,3	0,3	0,966	0,935	0,894	0,846	0,792	0,733	0,67
-0,4	0,3	0,4	0,959	0,92	0,872	0,815	0,751	0,682	0,612
-0,4	0,4	0,4	0,951	0,906	0,849	0,782	0,71	0,633	0,555
-0,3	-0,3	-0,3	0,958	0,92	0,871	0,812	0,747	0,677	0,604
-0,3	-0,3	-0,2	0,966	0,935	0,894	0,846	0,791	0,731	0,668
-0,3	-0,3	-0,1	0,972	0,946	0,912	0,871	0,824	0,772	0,717
-0,3	-0,3	0	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,3	-0,3	0,1	0,977	0,954	0,926	0,891	0,851	0,807	0,758
-0,3	-0,3	0,2	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,3	-0,3	0,3	0,972	0,946	0,912	0,871	0,824	0,773	0,718
-0,3	-0,3	0,4	0,966	0,935	0,894	0,846	0,791	0,732	0,67
-0,3	-0,2	-0,2	0,974	0,949	0,918	0,879	0,835	0,786	0,734
-0,3	-0,2	-0,1	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,3	-0,2	0	0,982	0,966	0,944	0,917	0,886	0,851	0,813
-0,3	-0,2	0,1	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,857	0,821
-0,3	-0,2	0,2	0,982	0,964	0,941	0,914	0,881	0,845	0,806
-0,3	-0,2	0,3	0,978	0,957	0,929	0,896	0,858	0,815	0,769
-0,3	-0,2	0,4	0,971	0,945	0,91	0,869	0,822	0,77	0,714

Неперпедикулярность			Снижение ЭПР при различных волновых размерах						
α_1	α_2	α_3	$v=5$	$v=7$	$v=9$	$v=11$	$v=13$	$v=15$	$v=17$
-0,3	-0,1	-0,1	0,984	0,97	0,95	0,926	0,898	0,867	0,832
-0,3	-0,1	0	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,3	-0,1	0,1	0,987	0,975	0,96	0,94	0,918	0,892	0,863
-0,3	-0,1	0,2	0,985	0,972	0,954	0,931	0,905	0,876	0,844
-0,3	-0,1	0,3	0,981	0,963	0,94	0,912	0,879	0,842	0,802
-0,3	-0,1	0,4	0,975	0,951	0,92	0,883	0,84	0,792	0,741
-0,3	0	0	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
-0,3	0	0,1	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
-0,3	0	0,2	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,3	0	0,3	0,982	0,966	0,944	0,917	0,886	0,851	0,813
-0,3	0	0,4	0,975	0,952	0,922	0,886	0,844	0,798	0,748
-0,3	0,1	0,1	0,989	0,978	0,965	0,948	0,928	0,905	0,879
-0,3	0,1	0,2	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,3	0,1	0,3	0,981	0,963	0,94	0,912	0,879	0,843	0,802
-0,3	0,1	0,4	0,974	0,949	0,918	0,879	0,836	0,787	0,735
-0,3	0,2	0,2	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,858	0,821
-0,3	0,2	0,3	0,978	0,957	0,93	0,897	0,859	0,816	0,77
-0,3	0,2	0,4	0,97	0,942	0,906	0,863	0,814	0,76	0,702
-0,3	0,3	0,3	0,972	0,946	0,912	0,871	0,825	0,774	0,719
-0,3	0,3	0,4	0,964	0,931	0,888	0,837	0,78	0,718	0,653
-0,3	0,4	0,4	0,956	0,915	0,863	0,802	0,735	0,663	0,59
-0,2	-0,2	-0,2	0,981	0,964	0,94	0,912	0,879	0,842	0,802
-0,2	-0,2	-0,1	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,2	-0,2	0	0,989	0,979	0,965	0,948	0,928	0,905	0,879
-0,2	-0,2	0,1	0,989	0,979	0,966	0,949	0,93	0,908	0,883
-0,2	-0,2	0,2	0,987	0,975	0,96	0,94	0,918	0,892	0,863
-0,2	-0,2	0,3	0,983	0,967	0,946	0,921	0,891	0,857	0,821
-0,2	-0,2	0,4	0,976	0,954	0,926	0,891	0,851	0,806	0,758
-0,2	-0,1	-0,1	0,991	0,982	0,971	0,957	0,94	0,921	0,9
-0,2	-0,1	0	0,993	0,987	0,978	0,968	0,955	0,941	0,925
-0,2	-0,1	0,1	0,993	0,987	0,978	0,968	0,955	0,941	0,925
-0,2	-0,1	0,2	0,991	0,982	0,971	0,957	0,94	0,921	0,9
-0,2	-0,1	0,3	0,986	0,973	0,956	0,935	0,91	0,882	0,851
-0,2	-0,1	0,4	0,979	0,96	0,934	0,903	0,867	0,827	0,783
-0,2	0	0	0,995	0,991	0,985	0,977	0,968	0,958	0,946
-0,2	0	0,1	0,995	0,99	0,983	0,975	0,966	0,955	0,942
-0,2	0	0,2	0,992	0,985	0,975	0,962	0,948	0,931	0,912
-0,2	0	0,3	0,987	0,975	0,959	0,939	0,915	0,889	0,859
-0,2	0	0,4	0,98	0,96	0,935	0,905	0,87	0,83	0,787
-0,2	0,1	0,1	0,994	0,988	0,981	0,972	0,961	0,948	0,934

Относительную погрешность $\theta_{ш}$ определить по формуле:

$$\theta_{ш} = \frac{R}{\lambda}.$$

Относительную погрешность θ_B определить по формуле:

$$\theta_B = 0.3(1 - B(\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \frac{a}{\lambda})).$$

Относительная погрешность θ_{α} при использовании оптического метода измерений двугранных углов может быть значительно снижена и, при расчетах не учитывается.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения ЭПР мер ЭПР равны 300, 1000 и 3000 м², относительная погрешность мер ЭПР не превышает 10%.

8.7 Проверка погрешности стенда из-за дискретности градуировки измерительных трактов каналов стенда

Проверку погрешности из-за дискретности градуировки измерительных трактов стенда проводить путем определения максимальных разниц между градуировочными характеристиками, используемыми в каналах стенда и градуировочными характеристиками, построенными по результатам измерений с меньшим шагом изменения ослабления входного аттенюатора.

Подготовить стенд к работе в соответствии с ИМЯН.411711.701-04 РЭ. Измерения проводить поочередно для каналов А и Б.

Провести градуировку измерительного тракта с шагом, установленным в руководстве по эксплуатации на стенд.

Повторить градуировку измерительного тракта, при этом шаг перестройки аттенюатора должен быть равен 1/4 используемого при измерениях шага.

Погрешность из-за дискретности градуировки измерительного тракта каждого канала стенда определить как максимальную разницу между градуировочной характеристикой, используемой в данном канале и градуировочной характеристикой, построенной по результатам измерений.

8.8 Проверка ширин диаграмм направленности антенн каналов стенда

Проверку ширин диаграмм направленности антенн каналов А и Б стенда ВРП проводить путем измерения уровня сигнала, отраженного от калибровочного отражателя при повороте следящей антенны в азимутальной плоскости. Отсчет угла поворота в градусах снимается с индикатора азимутального угла.

Подготовить стенд к работе в соответствии с ИМЯН.411711.701-04 РЭ. Измерения проводить поочередно для каналов А и Б.

Установить в рабочей зоне проверяемого канала калибровочный отражатель с наибольшей ЭПР и сориентировать на него антенну по максимальному уровню отраженного сигнала. Уровень сигнал/шум на входе приемного устройства должен составлять не менее 30 дБ.

Ширину диаграммы направленности измерить на уровне минус 3 дБ и минус 10 дБ, что соответствует уровням полученных зависимостей мощности отраженного сигнала от угла поворота антенны минус 6 дБ и минус 20 дБ.

Результаты испытаний считаются положительными, если значения ширины диаграмм направленности соответствуют $(2,1 \pm 0,2)^\circ$ для канала А и $(2,6 \pm 0,1)^\circ$ для канала Б.

8.9 Проверка предела значения допускаемой погрешности измерения ЭПР каналами стенда

Суммарную погрешность стенда определить на основе частных составляющих суммарной погрешности и рассчитать по ГОСТ 8.207-76 в соответствии со следующим выражением:

$$\Theta = 10 \cdot \lg(1 + 1,1 \sqrt{\Theta_{ко}^2 + \Theta_{гр}^2 + \Theta_{ам}^2 + \Theta_{ин}^2 + \Theta_{кп}^2 + \Theta_{ар}^2 + \Theta_{ф}^2}),$$

где $\Theta_{ко}$ - погрешность калибровочного отражателя;

$\Theta_{гр}$ - погрешность из-за дискретности градуировки измерительного тракта, в относительных единицах, $\Theta_{гр} = 10^{0,1 \Delta_{гр}} - 1$;

$\Theta_{ин}$ - погрешность из-за нестабильности энергетического потенциала измерительного комплекса $\Delta_{ин}$, дБ, $\Theta_{ин} = 10^{0,1\Delta_{ин}} - 1$;

$\Theta_{ат}$ - погрешность градуировочного аттенюатора в относительных единицах;

$\Theta_{ар}$ - погрешность, обусловленная амплитудной неравномерностью падающего поля, $\Theta_{ар} = 10^{0,1\Delta_{ар}} - 1$;

$\Theta_{кп}$ - погрешность из-за влияния кроссполяризации падающего поля, $\Theta_{кп} = 40 \cdot \lg(1 + 10^{0,05p}) - 1$, где p - относительный уровень кроссполяризованной компоненты, дБ;

Θ_{ϕ} - погрешность, обусловленная фоновыми отражениями, $\Theta_{\phi} = 2 \cdot 10^{-0,05q} + 10^{-0,1q}$, где q - отношение сигнал/фон по мощности, дБ.

Предел допускаемого значения погрешности измерительного комплекса определить для отношений сигнал/фон 10, 20, 30 дБ.

Предел допускаемого значения погрешности каналов стенда не должен превышать 5,0 дБ.

6. Оформление результатов поверки.

6.1. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленной формы.

6.2. В формуляр и свидетельство о поверке заносят полученные при поверке результаты, заверенные подписью поверителя и оттиском клейма поверителя.

6.3. При отрицательных результатах поверки комплекс из эксплуатации изымается и направляется в ремонт.

Начальник отдела

Научный сотрудник

И.М. Малай

А.В. Титаренко

$\Theta_{ин}$ - погрешность из-за нестабильности энергетического потенциала измерительного комплекса $\Delta_{ин}$, дБ, $\Theta_{ин} = 10^{0,1\Delta_{ин}} - 1$;

$\Theta_{атт}$ - погрешность градуировочного аттенюатора в относительных единицах;

$\Theta_{ар}$ - погрешность, обусловленная амплитудной неравномерностью падающего поля, $\Theta_{ар} = 10^{0,1\Delta_{ар}} - 1$;

$\Theta_{кп}$ - погрешность из-за влияния кроссполяризации падающего поля, $\Theta_{кп} = 40 \cdot \lg(1 + 10^{0,05p}) - 1$, где p - относительный уровень кроссполяризованной компоненты, дБ;

$\Theta_{ф}$ - погрешность, обусловленная фоновыми отражениями, $\Theta_{ф} = 2 \cdot 10^{-0,05q} + 10^{-0,1q}$, где q - отношение сигнал/фон по мощности, дБ.

Предел допускаемого значения погрешности измерительного комплекса определить для отношений сигнал/фон 10, 20, 30 дБ.

Предел допускаемого значения погрешности каналов стенда не должен превышать 5,0 дБ.

6. Оформление результатов поверки.

6.1. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленной формы.

6.2. В формуляр и свидетельство о поверке заносят полученные при поверке результаты, заверенные подписью поверителя и оттиском клейма поверителя.

6.3. При отрицательных результатах поверки комплекс из эксплуатации изымается и направляется в ремонт.

Начальник отдела

Научный сотрудник



И.М. Малай

А.В.Титаренко

$\Theta_{ин}$ - погрешность из-за нестабильности энергетического потенциала измерительного комплекса $\Delta_{ин}$, дБ, $\Theta_{ин} = 10^{0,1\Delta_{ин}} - 1$;

$\Theta_{ат}$ - погрешность градуировочного аттенюатора в относительных единицах;

$\Theta_{ар}$ - погрешность, обусловленная амплитудной неравномерностью падающего поля, $\Theta_{ар} = 10^{0,1\Delta_{ар}} - 1$;

$\Theta_{кп}$ - погрешность из-за влияния кроссполяризации падающего поля, $\Theta_{кп} = 40 \cdot \lg(1 + 10^{0,05p}) - 1$, где p - относительный уровень кроссполяризованной компоненты, дБ;

Θ_{ϕ} - погрешность, обусловленная фоновыми отражениями, $\Theta_{\phi} = 2 \cdot 10^{-0,05q} + 10^{-0,1q}$, где q - отношение сигнал/фон по мощности, дБ.

Предел допускаемого значения погрешности измерительного комплекса определить для отношений сигнал/фон 10, 20, 30 дБ.

Предел допускаемого значения погрешности каналов стенда не должен превышать 5,0 дБ.

6. Оформление результатов поверки.

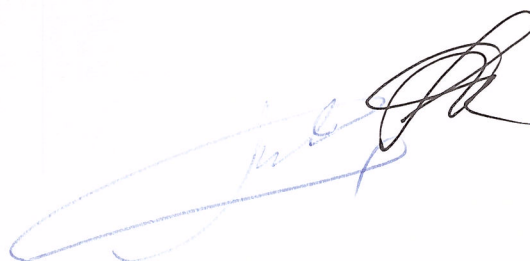
6.1. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленной формы.

6.2. В формуляр и свидетельство о поверке заносят полученные при поверке результаты, заверенные подписью поверителя и оттиском клейма поверителя.

6.3. При отрицательных результатах поверки комплекс из эксплуатации изымается и направляется в ремонт.

Начальник отдела

Научный сотрудник



И.М. Малай

А.В.Титаренко