

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной  
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.п.

А.Н. Щипунов

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекс антенно-коллиматорный  
АКК 1-18

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 134-24-03

пгт Менделеево  
2025 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	9
3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	10
4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	10
5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	11
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	13
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	13
8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	14
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	14
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	15
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	30

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на комплекс антенно-коллиматорный АКК 1-18 (далее – комплекс), изготовленный Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт приборостроения имени В.В. Тихомирова» (АО «НИИП им. В.В. Тихомирова»), г. Жуковский, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Первичной поверке подлежит комплекс до ввода в эксплуатацию. Периодической поверке подлежит комплекс, находящийся в эксплуатации, после ремонта и на хранении.

1.3 При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемого комплекса к Государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011) в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383 и к Государственному первичному эталону единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах ГЭТ 75-2023 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, утвержденной Приказом Росстандарта от 16 августа 2023 г. № 1678.

1.4 Поверка комплекса может осуществляться только аккредитованным на проведение поверки в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации лицом в соответствии с его областью аккредитации.

1.5 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на комплекс и на используемое при поверке оборудование. Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

1.6 Комплекс предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенных устройств.

1.7 В результате поверки комплекса должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики, приведенные в таблицах 1.1-1.6.

Таблица 1.1 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1,0 до 3,0	от 6,5 до 18,0	
Диапазоны рабочих частот для облучателей, ГГц:			
– облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытие F-L-add	от 1,0 до 3,0		
– облучатель F-XA1	от 6,5 до 8,2		
– облучатель F-XA2	от 8,2 до 12,5		
– облучатель F-XA3	от 12,5 до 18,0		
Неравномерность амплитудного (А) и фазового (Ф) распределений, относительный уровень кроссполяризационной составляющей электромагнитного поля (К) в пределах рабочей зоны, не более			
Диапазон частот, ГГц	A, дБ	Φ, °	K, дБ
для рабочей зоны с диаметром 0,6 м			
от 1,0 до 3,0 (облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытие F-L-add)	$\pm 0,6$	$\pm 6$	-20
от 6,5 до 8,2 (облучатель F-XA1)			-25
от 8,2 до 12,4 (облучатель F-XA2)			-20

## Продолжение таблицы 1.1

Наименование характеристики		Значение	
от 12,4 до 18,0 (облучатель F-XA3)	$\pm 0,6$	$\pm 6$	-25
для рабочей зоны с диаметром 1,2 м			
от 1,0 до 3,0 (облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытии F-L-add)	$\pm 0,7$	$\pm 10$	-15
от 6,5 до 8,2 (облучатель F-XA1)			-20
от 8,2 до 12,4 (облучатель F-XA2)	$\pm 0,8$	$\pm 9$	-15
от 12,4 до 18,0 (облучатель F-XA3)			-20
для рабочей зоны с диаметром 1,8 м			
от 1,0 до 3,0 (облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытии F-L-add)	$\pm 0,9$		-15
от 6,5 до 8,2 (облучатель F-XA1)		$\pm 11$	-20
от 8,2 до 12,4 (облучатель F-XA2)	$\pm 1,0$		-15
от 12,4 до 18,0 (облучатель F-XA3)			-20
Значения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений коэффициента усиления КУ <sup>1)</sup> , дБ			
при КСВН не более 1,2			$\pm 1,3$
при КСВН не более 1,5		$\pm 2,2$	
при КСВН не более 2,0			$\pm 1,4$
Примечание:			
1) – при КСВН не более 1,5 и уровне ортогональной составляющей поляризации поля излучения не более -20 дБ.			

Таблица 1.2 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней амплитудных диаграмм направленности (АДН) и фазовых диаграмм направленности (ФДН) в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц (антенна-облучатель F-L (П6-23А))

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 20°		от 20° до 40°		от 40° до 60°		от 60°	
АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	
-5	$\pm 0,8$	$\pm 5,5$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,3$	$\pm 2,0$	$\pm 0,2$	$\pm 1,3$
-10	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,5$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$
-15	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,4$	$\pm 9,9$	$\pm 0,8$	$\pm 5,5$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$
-20	$\pm 3,4$	$\pm 25,6$	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,8$	$\pm 5,5$
-25	-	-	$\pm 3,4$	$\pm 25,6$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	$\pm 1,2$	$\pm 8,4$
-30	-	-	-	-	$\pm 2,7$	$\pm 20,0$	$\pm 1,8$	$\pm 13,0$
-35	-	-	-	-	$\pm 4,2$	$\pm 31,9$	$\pm 2,8$	$\pm 20,8$
-40	-	-	-	-	-	-	$\pm 4,2$	$\pm 31,9$
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45° до 60°		от 60°	
-5	$\pm 0,8$	$\pm 5,5$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,2$	$\pm 1,3$	$\pm 0,2$	$\pm 1,3$

## Продолжение таблицы 1.2

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45° до 60°		от 60°	
-10	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7
-15	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1
-20	±3,4	±25,6	±2,4	±17,7	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5
-25	-	-	±3,7	±28	±1,5	±10,7	±1,2	±8,4
-30	-	-	-	-	±2,3	±16,9	±1,8	±13,0
-35	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±2,8	±20,8
-40	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 60°		от 60°		-	
-5	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	-	-
-10	±1,3	±9,2	±1,0	±7,0	±0,5	±3,4	-	-
-15	±2,2	±16,1	±1,7	±12,2	±0,8	±5,5	-	-
-20	±3,4	±25,6	±2,6	±19,2	±1,2	±8,4	-	-
-25	-	-	±4,1	±31,1	±1,9	±13,7	-	-
-30	-	-	-	-	±2,9	±21,6	-	-
-35	-	-	-	-	±4,5	±34,2	-	-
-40	-	-	-	-	-	-	-	-
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:

<sup>1)</sup> – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 1.3 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 2,0 до 3,0 ГГц (антенна-облучатель F-L (П6-23А) с вставкой на раскрытии F-L-add)

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 30°	от 30° до 45°	от 45°		-		АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	-	-
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	-	-
-15	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	-	-
-20	±2,4	±17,7	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	-	-
-25	±3,7	±28,0	±2,1	±15,3	±1,0	±7,0	-	-
-30	-	-	±3,2	±24,0	±1,5	±10,7	-	-
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,4	±17,7	-	-
-40	-	-	-	-	±3,6	±27,2	-	-
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45° до 60°		от 60°	
-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3	±20,0

## Продолжение таблицы 1.3

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45° до 60°		от 60°
-15	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4
-20	±2,8	±20,8	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,6
-25	±4,4	±33,4	±2,1	±15,3	±1,2	±8,4	±0,8
-30	-	-	±3,2	±24,0	±1,8	±13,0	±1,2
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,8	±20,8	±1,8
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,6
-45	-	-	-	-	-	-	±4,0
-50	-	-	-	-	-	-	-
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45°		-
-5	±0,8	±5,5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	-
-10	±1,3	±9,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	-
-15	±2,2	±16,1	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	-
-20	±3,4	±25,6	±1,4	±9,9	±0,8	±5,5	-
-25	-	-	±2,2	±16,1	±1,2	±8,4	-
-30	-	-	±3,4	±25,6	±1,8	±13,0	-
-35	-	-	-	-	±2,8	±20,8	-
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	-
-45	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:

<sup>1)</sup> – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 1.4 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 6,5 до 8,2 ГГц (антенна-облучатель F-XA1)

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 10°		от 10° до 20°		от 20° до 50°		от 50°
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,2
-15	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4
-20	±2,2	±16,1	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,4
-25	±3,4	±25,6	±2,1	±15,3	±1,2	±8,4	±0,6
-30	-	-	±3,2	±24,0	±1,8	±13,0	±0,7
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,8	±20,8	±1,1
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±1,5
-45	-	-	-	-	-	-	±2,3
-50	-	-	-	-	-	-	±3,4
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 10°		от 10° до 20°		от 20° до 50°		от 50°
-5	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2
-15	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3

## Продолжение таблицы 1.4

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений							
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
	от 0° до 10°	от 10° до 20°	от 20° до 50°	от 50°			
-20	±1,4	±9,9	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,4 ±2,7
-25	±2,2	±16,1	±1,7	±12,2	±1,1	±7,7	±0,5 ±3,4
-30	±3,4	±25,6	±2,7	±20,0	±1,6	±11,4	±0,6 ±4,1
-35	-	-	±4,2	±31,9	±2,6	±19,2	±0,9 ±6,2
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±1,2 ±8,4
-45	-	-	-	-	-	-	±1,8 ±13,0
-50	-	-	-	-	-	-	±2,6 ±19,2
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 20°						
	от 20° до 30°	от 30° до 50°	от 50°				
-5	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1 ±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2 ±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4 ±2,7
-20	±1,4	±9,9	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1	±0,4 ±2,7
-25	±2,2	±16,1	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0	±0,6 ±4,1
-30	±3,4	±25,6	±2,9	±21,6	±1,4	±9,9	±0,8 ±5,5
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,2	±16,1	±1,1 ±7,7
-40	-	-	-	-	±3,3	±24,8	±1,6 ±11,4
-45	-	-	-	-	-	-	±2,4 ±17,7
-50	-	-	-	-	-	-	±3,6 ±27,2

Примечание:

1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 1.5 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц (антенна-облучатель F-XA2)

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений							
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
	от 0° до 5°	от 5° до 20°	от 20° до 50°	от 50°			
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1 ±0,7
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,2 ±1,3
-15	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,4 ±2,7
-20	±2,4	±17,7	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5	±0,5 ±3,4
-25	±3,7	±28,0	±1,9	±13,7	±1,2	±8,4	±0,7 ±4,8
-30	-	-	±2,9	±21,6	±1,8	±13,0	±0,9 ±6,2
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,8	±20,8	±1,3 ±9,2
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±1,9 ±13,7
-45	-	-	-	-	-	-	±2,9 ±21,6
-50	-	-	-	-	-	-	±4,3 ±32,6
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 5°						
	от 5° до 20°	от 20° до 50°	от 50°				
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1 ±0,7
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,3 ±2,0
-15	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4 ±2,7
-20	±2,0	±14,5	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,5 ±3,4

## Продолжение таблицы 1.5

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений								
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 5°	от 5° до 20°	от 20° до 50°	от 50°	от 0° до 20°	от 20° до 30°	от 30° до 50°	
-25	±3,1	±23,2	±2,1	±15,3	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8
-30	±4,8	±36,4	±3,2	±24,0	±1,6	±11,4	±1,0	±7,0
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,6	±19,2	±1,5	±10,7
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±2,1	±15,3
-45	-	-	-	-	-	-	±3,3	±24,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,9	±37,2
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 20°	от 20° до 30°	от 30° до 50°	от 50°	от 0° до 20°	от 20° до 30°	от 30° до 50°	
-5	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,8	±5,5	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0
-15	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-20	±2,0	±14,5	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1
-25	±3,1	±23,2	±1,6	±11,4	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5
-30	±4,8	±36,4	±2,5	±18,4	±1,8	±13,0	±1,2	±8,4
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,8	±20,8	±1,8	±13,0
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,6	±19,2
-45	-	-	-	-	-	-	±4,0	±30,3
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:

1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 1.6 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц (антенна-облучатель F-XA1)

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений								
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 3°	от 3° до 15°	от 15° до 60°	от 60°	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±2,4	±17,7	±1,1	±7,7	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±3,7	±28,0	±1,7	±12,2	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1
-30	-	-	±2,7	±20,0	±1,4	±9,9	±0,8	±5,5
-35	-	-	±4,2	±31,9	±2,2	±16,1	±1,1	±7,7
-40	-	-	-	-	±3,3	±24,8	±1,6	±11,4
-45	-	-	-	-	-	-	±2,4	±17,7
-50	-	-	-	-	-	-	±3,6	±27,2
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 3°	от 3° до 20°	от 20° до 60°	от 60°	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±2,0	±14,5	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±3,1	±23,2	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1

Продолжение таблицы 1.6

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 3°		от 3° до 20°		от 20° до 60°		от 60°
-30	±4,8	±36,4	±2,9	±21,6	±1,4	±9,9	±0,8 ±5,5
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,2	±16,1	±1,2 ±8,4
-40	-	-	-	-	±3,3	±24,8	±1,7 ±12,2
-45	-	-	-	-	-	-	±2,5 ±18,4
-50	-	-	-	-	-	-	±3,8 ±28,8
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 5°		от 5° до 20°		от 20° до 60°		от 60°
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1 ±0,7
-10	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,3 ±2,0
-15	±1,3	±9,2	±1,0	±7,0	±0,5	±3,4	±0,4 ±2,7
-20	±2,0	±14,5	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8	±0,5 ±3,4
-25	±3,1	±23,2	±2,4	±17,7	±1,1	±7,7	±0,7 ±4,8
-30	±4,8	±36,4	±3,7	±28,0	±1,6	±11,4	±1,0 ±7,0
-35	-	-	-	-	±2,6	±19,2	±1,5 ±10,7
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±2,1 ±15,3
-45	-	-	-	-	-	-	±3,3 ±24,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,9 ±37,2

Примечание:

1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

**2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

2.1 При проведении поверки комплекса должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики проверки, в соответствии с которым выполняется операция проверки
	первичной проверке	периодической проверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Проверка диапазона рабочих частот	Да	Да	10.1
Определение размера рабочей зоны, неравномерности амплитудного и фазового распределений, относительного уровня кроссполяризационной составляющей электромагнитного поля в пределах рабочей зоны	Да	Да	10.2

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
Проверка динамического диапазона измерений АДН	Да	Да	10.3
Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений коэффициента усиления (далее – КУ) антенн	Да	Нет	10.4
	Нет	Да	10.5
Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН	Да	Нет	10.6
	Нет	Да	10.7

2.2 Допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений по частоте, соответствующих рабочим диапазонам частот используемых облучателей радиоколлиматора из состава комплекса.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается, и комплекс признается непригодным к применению.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки комплекса должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия проведения поверки комплекса

Наименование параметра	Значение
Параметры электропитания от сети переменного тока: – напряжение, В – частота, Гц	220 ± 22 50 ± 0,5
Условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность окружающего воздуха при температуре + 25 °С, %, не более – атмосферное давление, кПа	от +15 до +30 70 от 86,6 до 106,7

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим техническим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений, имеющими опыт работы в области антенных измерений не менее 3-х лет и квалификационную группу электробезопасности не ниже третьей.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом КЖИС.468169.003РЭ «Комплекс антенно-коллиматорный АКК 1-18. Описание работы и руководство пользователя» (далее – РЭ);

## 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки комплекса должны быть применены средства измерений (далее – СИ) и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений и вспомогательное оборудование для поверки комплекса

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.2 Контроль условий поверки	<p>СИ температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью измерений ±0,2 °C.</p> <p>СИ атмосферного давления окружающей среды в диапазоне измерений от 630 до 800 мм рт. ст. с абсолютной погрешностью ±3 гПа.</p> <p>СИ относительной влажности воздуха в диапазоне от 30% до 80 % с погрешностью ±2 %.</p> <p>СИ напряжения питающей сети в диапазоне от 198 до 242 В, с относительной погрешностью ±1 %.</p> <p>СИ частоты питающей сети в диапазоне от 49,5 до 50,5 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,5 Гц.</p>	<p>Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 15500-12*.</p> <p>Измерители температуры цифровые Fluke серии II моделей 51, 52, 53, 54, рег. № 76835-19*.</p> <p>Мультиметры цифровые Testo 760-2, рег. № 65373-16*.</p> <p>Мультиметры цифровые Fluke 87V MAX, рег. № 80953-21*.</p>
10.2 Определение размера рабочей зоны, неравномерности амплитудного и фазового распределений, относительного уровня кроссполяризационной составляющей электромагнитного поля в пределах рабочей зоны	<p>СИ расстояния от 1 до 150 м с абсолютной погрешностью ± 1 мм.</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном перемещений по линейной оси не менее 2 м.</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном частот от 0,9 до 12,4 ГГц.</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном частот от 1,00 до 4,00 ГГц.</p>	<p>Дальномер лазерный Leica DISTO X4, рег. № 74357-19* (далее – дальномер).</p> <p>Вспомогательное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сканер линейный;</li> <li>– рупорная антенна П6-123;</li> <li>– зонд на основе антенны Вивальди;</li> </ul>

## Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Вспомогательное оборудование с диапазоном частот от 5,64 до 8,24 ГГц</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном частот от 8,24 до 12,05 ГГц.</p> <p>Вспомогательное оборудование с диапазоном частот от 12,05 до 17,44 ГГц.</p>	<p>– зонды на основе открытого конца волновода: Антенна-зонд в виде открытого конца прямоугольного волновода сечением волновода 35×15 мм;</p> <p>Антенна-зонд в виде открытого конца прямоугольного волновода сечением волновода 23×10 мм;</p> <p>Антенна-зонд в виде открытого конца прямоугольного волновода сечением волновода 16×8 мм;</p>
10.3 Проверка динамического диапазона измерений АДН	<p>СИ для измерения плотности потока энергии электромагнитного поля с коэффициентом усиления 9 дБ, не менее, в диапазоне частот от 1,00 до 6,00 ГГц.</p> <p>СИ для измерения плотности потока энергии электромагнитного поля с коэффициентом усиления 18 дБ, не менее, в диапазоне частот от 6,50 до 18,00 ГГц.</p>	<p>Измерительная рупорная антенна П6-421 (П6-421);</p> <p>Антенна измерительная пирамидальная рупорная П6-139/2 (П6-139/2);</p> <p>Антенна измерительная пирамидальная рупорная П6-139/3 (П6-139/3);</p> <p>Антенна измерительная пирамидальная рупорная П6-139/4 (П6-139/4);</p> <p>рег. № 79450-20*.</p>

## Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.4, 10.5 Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ антенн	<p>СИ (эталон) воспроизведения плотности потока энергии электромагнитного поля с коэффициентом усиления от 5 до 40 дБ в диапазоне частот от 0,8 до 50 ГГц. Пределы допускаемой погрешности измерения коэффициента усиления антенн до <math>\pm 0,25</math> дБ.</p> <p>Эталоны ослабления от 0 до минус 60 дБ в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383.</p> <p>СИ ослабления от 0 до минус 65 дБ в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц с пределами допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления (относительно опорного значения 0 дБ) <math>\pm 1,8</math> дБ.</p>	<p>Государственный эталон единицы коэффициента усиления измерительных антенн в диапазоне значений от 5 до 40 дБ в диапазоне частот от 0,8 до 50 ГГц, рег. № 3.1.ZZT.0437.2023* (далее – ГЭТ КУ).</p> <p>Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383</p> <p>рег. № 48355-11*. Аттенюатор ступенчатый программируемый 84908M, рег. № 60239-15* (далее – аттенюатор)</p>

\* – рег. № – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ).

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, обеспечивающим определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью.

5.3 Средства измерений (эталоны) должны быть исправны, поверены и иметь актуальные сведения о пригодности в ФИФ ОЕИ.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 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», а также требования безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на составные элементы комплекса и средства поверки.

6.2 Перемещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

## 7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра комплекса проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку комплекса путем сличения с данными, приведенными в документе КЖИС.468169.003ПС «Комплекс антенно-коллиматорный АКК 1-18. Паспорт» (далее – ПС);

- отсутствие видимых механических повреждений измерительного оборудования, входящего в состав комплекса, влияющих на его нормальную работу;
- отсутствие видимых механических повреждений антенн и СВЧ кабельных сборок, входящих в состав комплекса, влияющих на их нормальную работу;
- состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;
- наружную поверхность элементов комплекса, в том числе управляющих и питающих;
- наличие радиопоглощающих материалов на поворотных устройствах и стенах помещения в зонах зеркальных переотражений;
- состояние органов управления.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность и маркировка комплекса соответствуют ПС;
- наружная поверхность комплекса не имеет видимых механических повреждений антенн и СВЧ кабельных сборок, входящих в состав комплекса, влияющих на их нормальную работу;
- управляющие и питающие кабели не имеют механических и электрических повреждений;
- органы управления закреплены прочно и без перекосов, действуют плавно и обеспечивают надежную фиксацию;
- отсутствуют видимые механические повреждения антенн и СВЧ кабельных сборок, влияющие на нормальную работу;
- отражающие элементы комплекса и помещения, в котором он размещён, укрыты радиопоглощающими материалами;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий, маркировки четкие;
- все надписи на органах управления и индикации четкие и соответствуют их функциональному назначению.

7.3 Комплекс, не удовлетворяющий требованиям п. 7.2 к поверке не допускается.

## 8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Включить персональные компьютеры (далее – ПК), для этого:

- на блоке источника бесперебойного питания начать кнопку ВКЛ;
- нажать на системном блоке ПК кнопку включения;
- включить монитор.

После загрузки операционной системы WINDOWS 11 на экране монитора ПК наблюдать иконку программы «StendBek».

8.2 Результаты идентификации ПО считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	StendBek
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) по алгоритму MD5	-

В противном случае результаты проверки соответствия ПО считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### 9.1 Подготовка к поверке

9.1.1 Проверить наличие эксплуатационной документации и сроки действия свидетельств о поверке СИ, используемых при поверке.

9.1.2 Подготовить средства измерений к проведению поверки в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

## 9.2 Контроль условий поверки

9.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха, параметров электропитания сети и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха, параметров электропитания сети и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

В противном случае результаты контроля условий поверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 9.3 Опробование

9.3.1 Подготовить комплекс к работе в соответствии с документом КЖИС.468169.003РЭ «Комплекс антенно-коллиматорный АКК 1-18. Описание работы и руководство пользователя (РЭ)» (далее – РЭ).

9.3.2 Проверить работоспособность аппаратуры комплекса путем проверки отсутствия сообщений об ошибках и неисправностях при загрузке программного продукта ПО «StendBek».

9.3.3 Проверить работоспособность приводов позиционера ОПУА РЛТГ.411722.001.

9.3.4 Результаты проверки работоспособности считать положительными, если:

- при загрузке программного продукта «StendBek» сообщения об ошибках и неисправностях отсутствуют;
- все приводы позиционера РЛТГ.411722.001 работоспособны.

В противном случае результаты проверки считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить, комплекс бракуется и подлежит ремонту.

# 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

## 10.1 Проверка диапазона рабочих частот

10.1.1 Проверку диапазона рабочих частот проводить по результатам проверки совокупного диапазона частот, используемых в составе комплекса анализатора цепей векторного (далее – ВАЦ), эталонных антенн и облучателей.

Проверке подвергается описание типа ВАЦ и техническая документация на комплекс.

10.1.2 Результаты поверки считать положительными, если совокупный диапазон частот, используемых в составе комплекса ВАЦ, эталонных антенн и облучателей перекрывает значения от 1,0 до 18,0 ГГц.

## 10.2 Определение размера рабочей зоны, неравномерности амплитудного и фазового распределений, относительного уровня кроссполяризационной составляющей электромагнитного поля в пределах рабочей зоны

10.2.1 Установить линейный сканер на ОПУА и подготовить его к работе.

10.2.2 Установить на сканер зонд для приёма электромагнитного поля в частотном диапазоне, согласованном с частотным диапазоном используемого облучателя радиоколлиматора, на ОПУА и подготовить его к работе. Типы антенн-зондов, используемых при измерениях, выбирать в соответствии с таблицей 6.

Измерения проводить поочерёдно в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

10.2.3 Направить на подвижную каретку линейного сканера лазерный луч дальномера, блок установленного внутри безэховой камеры со стороны зеркала коллиматора.

Примечание: измерения параметров нелинейности траектории перемещения каретки сканера допускается проводить отдельно от измерений АФР.

10.2.4 Записать траекторию движения каретки сканера поочерёдно в вертикальной и горизонтальной плоскостях в диапазонах перемещения зонда. При помощи программного обеспечения рабочего компьютера рассчитать отклонение траектории каретки сканера вдоль направления распространения рассеянного зеркалом коллиматора ЭМП относительно линейного тренда траектории каретки  $\Delta l(x_i)$  (где  $\Delta l(x_i) < 0$  при смещении каретки в направлении зеркала коллиматора (рисунок 1).

Примечание: допускается использование значений параметра нелинейности траектории перемещения каретки сканера, полученные при первичной поверке.

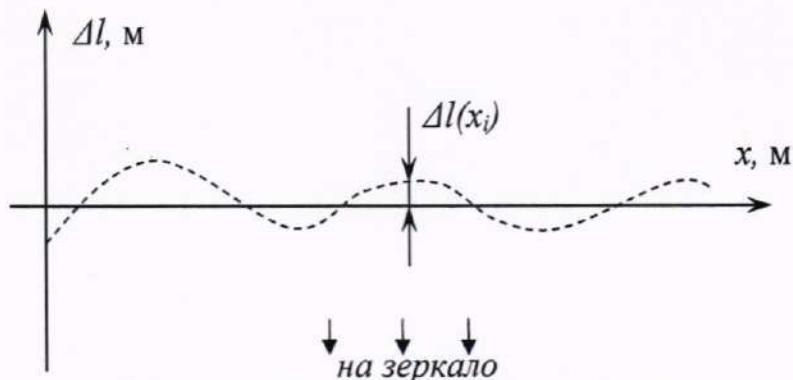


Рисунок 1 – К расчету отклонения траектории каретки сканера (УО)

10.2.5 Сконфигурировать радиочастотный тракт для измерений АФР поля радиоколлиматора в выбранном частотном поддиапазоне.

10.2.6 Установить параметры сканирования, указанные в таблице 6.

Количество измеряемых частот должно быть не менее 3 для каждого облучателя радиоколлиматора (включая крайние частоты поддиапазона). В качестве зондовых антенн использовать зонд на основе антенны Вивальди и открытый конец волновода (далее – ОКВ), как указано в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры сканирования при измерениях

Поддиапазон частот, ГГц	Тип облучателя	Тип антенны-зонда	Шаг перемещения, мм, не более	Диапазон перемещения, мм
1,0...3,0	F-L (П6-23А), F-L-add	Зонд на основе антенны Вивальди	80	±900
6,5...8,2	F-XA1	ОКВ 35×15 мм	35	±900
8,2...12,4	F-XA2	ОКВ 23×10 мм	35	±900
12,4...18,0	F-XA3	ОКВ 16×8 мм	35	±900

10.2.7 Путём размыкания радиочастотного тракта убедиться, что отношение сигнал/шум на согласованной поляризации ЭМП составляет не менее 60 дБ. При невыполнении указанного условия изменить параметры обзора ВАЦ и/или установить в радиочастотный тракт малошумящий усилитель, повторить проверку отношения сигнала/шум.

10.2.8 Выполнить измерения зависимостей амплитуды  $A'(x)$  и фазы  $\Phi'(x)$  измеряемого коэффициента передачи на вертикальной и горизонтальной поляризациях, в горизонтальном и вертикальном сечениях, проходящих через центр рабочей зоны

радиоколлиматора, на согласованной поляризации и кроссполяризации. Измерения проводить в произвольном порядке для всех частотных поддиапазонов из таблицы 6.

10.2.9 Обработку результатов измерений проводить с использованием программ Microsoft Excel, MatLab, Mathcad или других математических программных продуктов.

Исключить из измеренного фазового распределения линейное отклонение, обусловленное неперпендикулярностью установки направляющей рельсы сканера направлению распространения ЭМП. Для этого аппроксимировать измеренную зависимость фазы  $\Phi'(x_i)$

линейной функцией  $\Phi_{\text{лин}}(x_i)$  методом наименьших квадратов (рисунок 2).

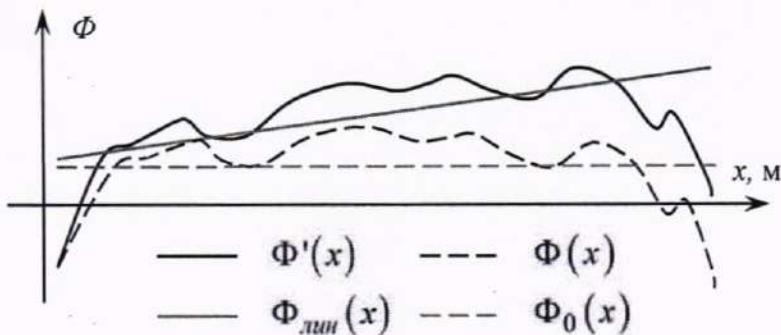


Рисунок 2 - К расчету фазового распределения

10.2.10 Рассчитать фазовое распределение ЭМП по формуле (1):

$$\Phi(x_i) = \Phi'(x_i) - \Phi_{\text{лин}}(x_i) - \frac{360}{\lambda} \Delta l(x_i), \quad (1)$$

где  $\lambda$  – длина волны ЭМП, м;

$\Phi'(x_i), \Phi_{\text{лин}}(x_i), \Phi(x_i)$  – относительные фазы, градус.

10.2.11 Аппроксимировать зависимость  $\Phi(x_i)$  линейной функцией  $\Phi_0(x_i)$  методом наименьших квадратов.

10.2.12 Построить полученные пространственные распределения амплитуды  $A_j(x_i)$ , фазы  $\Phi_j(x_i)$  и кроссполяризации  $K_j(x_i)$  пределах зоны ограниченной диаметрами 0,6; 1,2; 1,8 м. Определить максимальную неравномерность амплитуды  $\Delta A$  и фазы  $\Delta \Phi$  на согласованной поляризации в каждом диапазоне частот по следующим формулам (2-4):

$$\Delta A = \max_j \left( \max_i A_j(x_i) - \min_i A_j(x_i) \right), \quad (2)$$

$$\Delta \Phi = \max_j \left( \max_i \Phi_j(x_i) - \min_i \Phi_j(x_i) \right) \quad (3)$$

где  $A_j(x_i)$  – амплитуда ЭМП в  $i$ -й точке пространства для  $j$ -го сечения, дБ;

$\Phi_j(x_i)$  – фаза ЭМП в  $i$ -й точке пространства для  $j$ -го сечения, градус;

а также максимальный уровень кроссполяризации

$$K_j = \max_j \left( K_j(x_i) - \max_i A_j(x_i) \right). \quad (4)$$

10.2.13 Результаты поверки считать положительными, если в рабочей зоне коллиматора, ограниченной диаметрами 0,6; 1,2; 1,8 м, характеристики АФР соответствуют значениям, указанным в таблице 7.

Таблица 7 – Характеристики ЭМП в рабочей зоне для разных облучателей

Неравномерность амплитудного (A) и фазового (Φ) распределений, относительный уровень кроссполяризационной составляющей электромагнитного поля (K) в пределах рабочей зоны, не более			
Диапазон частот, ГГц	A, дБ	Φ, °	K, дБ
для рабочей зоны с диаметром 0,6 м			
от 1,0 до 3,0 (облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытии F-L-add)	±0,6	±6	-20
от 6,5 до 8,2 (облучатель F-XA1)	±0,6	±6	-25
от 8,2 до 12,4 (облучатель F-XA2)	±0,6	±6	-20
от 12,4 до 18,0 (облучатель F-XA3)	±0,6	±6	-25
для рабочей зоны с диаметром 1,2 м			
от 1,0 до 3,0 (облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытии F-L-add)	±0,7	±10	-15
от 6,5 до 8,2 (облучатель F-XA1)	±0,8	±9	-20
от 8,2 до 12,4 (облучатель F-XA2)	±0,8	±9	-15
от 12,4 до 18,0 (облучатель F-XA3)	±0,8	±9	-20
для рабочей зоны с диаметром 1,8 м			
от 1,0 до 3,0 (облучатель F-L, а именно антенна П6-23А с вставкой на раскрытии F-L-add)	±0,9	±11	-15
от 6,5 до 8,2 (облучатель F-XA1)	±1,0	±11	-20
от 8,2 до 12,4 (облучатель F-XA2)	±1,0	±11	-15
от 12,4 до 18,0 (облучатель F-XA3)	±1,0	±11	-20

### 10.3 Проверка динамического диапазона измерений АДН

10.3.1 Измерения выполнять для комбинаций облучателей и рупоров измерительных из состава комплекса, указанных в табл. 8.

10.3.2 На ОПУА установить антенну измерительную SGA-SX1 (П6-123). Подключить вход антенны к измерительному тракту. Поляризацию антенны установить согласованной с поляризацией поля коллиматора, а ось симметрии совместить с горизонтальной плоскостью и направить на центр зеркала коллиматора.

Таблица 8 – Параметры измерений при определении динамического диапазона

Поддиапазон частот, ГГц	Тип облучателя	Тип рупора измерительного	Шаг по частоте, МГц, не более
1,0...3,0	F-L (П6-23А), F-L-add	SGA-SX1* (П6-123)	1000
		SGA-SX3* (П6-23)	1000
6,5...18,0	F-XA1	SGA-SX1* (П6-123)	1000

## Продолжение таблицы 8

Поддиапазон частот, ГГц	Тип облучателя	Тип рупора измерительного	Шаг по частоте, МГц, не более
6,5...18,0	F-XA2	SGA-SX2* (П6-140-2)	1000
	F-XA3	SGA-SX3* (П6-23M)	1000

Примечание:  
\* – в качестве рупоров измерительных допускается использование антенн П6-139/х и П6-421.

10.3.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи ( $S_{21}$  или  $S_{12}$ ) со следующими параметрами:

- диапазон частот и шаг по частоте изменять вручную в соответствии с табл. 8;
- выходная мощность ВАЦ – максимальная, обеспечивающая режим работы приёмного тракта без компрессии;
- усреднения сигнала – отсутствуют.

10.3.4 Зафиксировать измеряемый коэффициент передачи  $K_{AHT}(f)$ , дБ.

10.3.5 Отключить кабельную сборку приемного измерительного порта ВАЦ и установить на ее место согласованную нагрузку. Зафиксировать измеряемый коэффициент передачи  $K_{шум}(f)$ , дБ.

Установить режим сглаживания трассы «Smoothing» со значением апертуры от 3 % до 5 %.

10.3.6 Динамический диапазон измерений амплитудных ДН антенных устройств  $D_{AHT}(f)$  рассчитать по формуле (5):

$$D_{AHT}(f) = K_{AHT}(f) - K_{шум}(f) - 3, \text{ дБ.} \quad (5)$$

10.3.7 Повторить измерения пп. 10.3.2 - 10.3.6 для антенн измерительных SGA-SX2 (П6-140) и SGA-SX3 (П6-23).

10.3.8 Результаты поверки считать положительными, если динамический диапазон измерений АДН для всех измерительных каналов составляет не менее 60 дБ.

#### 10.4 Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ

10.4.1 Определение инструментальной погрешности измерений КУ и АДН антенных устройств.

10.4.1.1 Измерения выполнять для комбинаций облучателей и антенн измерительных, указанных в таблице 8.

10.4.1.2 На ОПУ установить измеряемую antennу согласно таблице 8. Подключить вход antennы к измерительному тракту. Поляризацию antennы установить согласованной с поляризацией поля коллиматора, а ось симметрии совместить с горизонтальной плоскостью и направить на центр зеркала коллиматора.

Подключить аттенюатор в приёмную часть СВЧ тракта комплекса до первого каскада усиления (при наличии).

10.4.1.3 ВАЦ установить в режим измерений коэффициента передачи ( $S_{21}$  или  $S_{12}$ ) со следующими параметрами:

- диапазон частот и шаг по частоте – в соответствии с таблицей 8;

– выходная мощность ВАЦ – максимальная, обеспечивающая режим работы приёмного тракта без компрессии;

– ширина полосы фильтра ПЧ (IF Bandwidht) – 100 Гц.

10.4.1.4 Провести измерения коэффициента передачи  $A_{\text{xdB}}(f)$  в диапазоне ослаблений  $x$  аттенюатора от 0 до 50 дБ с шагом 10 дБ. Результаты зафиксировать в виде файлов с табличными данными.

10.4.1.5 Повторить операции пп. 10.4.1.2 – 10.4.1.4 для всех частотных диапазонов.

10.4.1.6 Подключить аттенюатор к ВАЦ с использованием фазостабильных кабельных сборок длиной не более 2 м каждая. Установить следующие параметры измерений:

– диапазон частот и шаг по частоте – аналогично п. 10.4.1.3;

– выходная мощность ВАЦ – максимальная, обеспечивающая режим работы приёмного канала с уровнем компрессии не более 0,05 дБ (уровень компрессии проверяется путём записи измеряемой «трассы» при заданном уровне мощности передатчика в память и сравнении её текущей «трассой» при уровне мощности, уменьшенном на 5 дБ);

– ширина полосы фильтра ПЧ (IF Bandwidht) – 100 Гц.

Примечание: измерения параметров аттенюатора допускается проводить отдельно от измерений нелинейности амплитудной характеристики комплекса.

10.4.1.7 Установить на аттенюаторе ослабление 0 дБ, выполнить нормализацию шкалы ВАЦ ZVA50 по измеряемой «трассе». Далее, установить на аттенюаторе ослабление 65 дБ, отключить один из кабелей от аттенюатора.

В случае если измеряемый коэффициент передачи при разомкнутом тракте составляет не более минус 80 дБ, то подключить кабельную сборку к аттенюатору и перейти к выполнению следующего пункта. В противном случае, добиться обеспечения требуемого значения динамического диапазона путём уменьшения ширины полосы фильтра ПЧ или увеличения количества усреднений.

10.4.1.8 Провести измерения коэффициента передачи  $B_{\text{xdB}}(f)$  в диапазоне ослаблений  $x$  аттенюатора от 0 до 50 дБ с шагом 10 дБ. Результаты зафиксировать в виде файлов с табличными данными.

10.4.1.9 Рассчитать модуль инструментальной погрешности измерений КУ и АДН в децибелах в диапазоне частот по формуле (6):

$$C_{\text{xdB}}(f) = \left[ A_{\text{xdB}}(f) - A_{0\text{dB}}(f) \right] - \left[ B_{\text{xdB}}(f) - B_{0\text{dB}}(f) \right]. \quad (6)$$

10.4.1.10 За результирующую погрешность измерений принять среднее арифметическое значение модуля погрешности в диапазоне частот для каждого уровня АДН (ослабления аттенюатора со знаком «минус»). Полученные значения не должны превышать указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Модуль инструментальной погрешности измерений КУ и АДН, усреднённый в диапазоне частот

Уровень АДН, дБ (минус $x$ дБ)	Модуль инструментальной погрешности измерений КУ и АДН $C_{\text{xdB}}$
-10	0,10
-20	0,20
-30	0,30
-40	0,40
-50	0,50

10.4.2 Определение КСВН входа измерительных антенн

10.4.2.1 Определение КСВН входа антенн проводить относительно волнового сопротивления 50 Ом с применением ВАЦ ZVA50 в соответствии с ЭД на него.

10.4.2.2 Измерения проводить в режиме панорамного обзора на частотах:

- антенна измерительная SGA-SX1 от 8,2 до 12,4 ГГц включительно с шагом не более 1 ГГц;
- антенна измерительная SGA-SX2 от 12,4 до 18,0 ГГц включительно с шагом не более 1 ГГц;
- антенна измерительная SGA-SX3 от 1,0 до 12,0 ГГц включительно с шагом не более 1 ГГц.

10.4.2.3 При измерении КСВН испытуемую antennу ориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

10.4.2.4 Включить ВАЦ ZVA50. Выходную мощность сигнала установить равной минус 10 дБ (относительно 1 мВт). В соответствии с руководством по эксплуатации ВАЦ ZVA50 выполнить калибровку по выходу СВЧ кабельной сборки, используемой для подключения испытуемых антенн, в частотном диапазоне, который будет использоваться в соответствии с п. 10.4.2.2.

10.4.2.5 Подключить испытуемую antennу к ВАЦ ZVA50 с помощью СВЧ кабельной сборки. Кнопкой «Meas» выбрать режим измерений «S<sub>11</sub>», формат измерений «Format» – измерение КСВН, в зоне «Scale» масштаб измерений «Autoscale All».

10.4.2.6 В соответствии с руководством по эксплуатации ВАЦ ZVA50 провести измерение КСВН. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.4.2.7 Результаты измерений считать положительными, если значения КСВН в диапазоне рабочих частот не превышают 1,8. В противном случае результаты измерений считать отрицательными и последующие операции не проводить.

10.4.3 Определение погрешности измерений КУ измерительных антенн

10.4.3.1 Определение погрешности КУ измерительных антенн проводить путем сличения данных полученных на комплексе и данных первичной поверки измерительных антенн.

10.4.3.2 Установить измерительные антennы на комплекс.

10.4.3.3 Измерить и зафиксировать в рабочем журнале уровень сигнала A<sub>H</sub> установленной антennы с шагом 1 ГГц для требуемого диапазона частот в соответствии с ЭД на антennы.

10.4.3.4 Повторить п.п. 10.4.3.2 - 10.4.3.3, заменив измерительные антennы из состава комплекса на эталонные антennы из состава ГЭТ КУ.

10.4.3.5 Рассчитать погрешность КУ измерительных антenn из состава комплекса по формуле (7):

$$\Delta G = |G_3 - G_H + (A_3 + A_H)|, \quad (7)$$

где G<sub>H</sub> – значение КУ первичной поверки измерительных антenn, дБ;

G<sub>3</sub> – значение КУ эталонный антенн, измеренных на ГЭТ КУ, дБ;

A<sub>3</sub> – значение уровня сигнала эталонных антenn, дБ;

A<sub>H</sub> – значение уровня сигнала измерительных антenn, дБ.

10.4.4 Расчет составляющей погрешности из-за неравномерности поля радиоколлиматора

10.4.4.1 В качестве исходных данных о характеристиках испытываемых антenn использовать модель антennы со следующими характеристиками:

– КУ исследуемой антennы измеряется в максимуме ДН антennы;

– предельное значение КСВН антenn составляют 1,5;

– «косинусным на пьедестале» (размер пьедестала по мощности – 0,5) распределением амплитуды и равномерным распределением фазы ЭМП вдоль апертуры (8):

$$E_M(x_i) = \sqrt{0,5 \cos\left(\frac{\pi x_i}{l} - \frac{\pi}{2}\right)} + 0,5, \quad (8)$$

где  $l$  – протяженность апертуры, м.

Протяжённость апертуры изменять в пределах:

- от  $6\lambda$  до 2 м с шагом не более 200 мм в диапазоне частот от 1,0 до 3,0 ГГц;
- от  $10\lambda$  до 2 м с шагом не более 200 мм в диапазоне частот от 6,5 до 8,2 ГГц;
- от 0,3 до 2 м с шагом не более 100 мм в диапазоне частот от 8,2 до 18 ГГц.

Выполнить преобразование Фурье от пространственного распределения ЭМП, что позволит перейти к его угловому распределению (9):

$$D_M(\varphi_i) = \text{DFT}^{+1}\{E_M(x_i)\} \quad (9)$$

$$\varphi_i = \left| \arcsin \left( \lambda \frac{i - 0,5I}{I \cdot \Delta x} \right) \right|,$$

где –  $\text{DFT}^{+1}\{\cdot\}$  символ прямого дискретного преобразования Фурье,

$\varphi_i$  – полярный угол, градус;

$i$  и  $I$  – номер пространственного отсчёта и их общее количество, соответственно;

$\Delta x$  – шаг между пространственными отсчётами, м.

10.4.4.2 Рассчитать результат электродинамического взаимодействия модели  $E_0(x_i)$  и соответствующего её размерам отрезка измеренного амплитудно-фазового распределения по формуле (10):

$$E(x_i) = E_M(x_i) E_0(x_i) \frac{\sum_i |E_M(x_i)|}{\sum_i |E_0(x_i)|} \quad (10)$$

$$E_0(x_i) = 10^{A(x_i)/20} \exp\left[\sqrt{-1}\pi\Phi(x_i)/180\right]$$

10.4.4.3 Выполнить преобразование Фурье от распределения ЭМП  $E(x_i)$  (11):

$$D(\varphi_i) = \text{DFT}^{+1}\{E(x_i)\}. \quad (11)$$

10.4.4.4 Рассчитать отношение максимумов зависимостей угловых спектров идеального  $D_M(\varphi_i)$  и искажённого  $D(\varphi_i)$  распределений (12):

$$\delta E = \frac{\max_i |D_M(\varphi_i)|}{\max_i |D(\varphi_i)|} - 1. \quad (12)$$

10.4.4.5 Повторить вычисления пп. 10.4.4.1-10.4.4.4 для вертикального сечения измеренного распределения амплитуды и фазы в рабочей зоне  $A(y_i)$  и  $\Phi(y_i)$ . В качестве итогового значения  $\delta E_H$  принять максимальное значение для вертикального и горизонтального измеренных сечений распределения амплитуды и фазы в рабочей зоне для возможных значений протяженности апертуры  $l$  на каждого частотного поддиапазона.

10.4.4.6 Повторить вычисления пп. 10.4.4.1-10.4.4.4 для протяжённости апертуры, соответствующей размеру раскрыва (величине диагонали раскрыва) эталонной антенны из состава комплекса соответствующего диапазона. Определить значение значения  $\delta E_3$  для каждого частотного поддиапазона.

## 10.4.5 Расчёт суммарной погрешности измерений

10.4.5.1 Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ проводить в соответствии с ГОСТ 8.736-2011 на основе частных составляющих суммарной погрешности по формуле (13):

$$\delta G = \pm 10 \lg \left( 1 + 1,1 \sqrt{\theta_1^2 + \theta_2^2 + \theta_3^2 + \theta_4^2 + \theta_5^2} \right), \quad (13)$$

где  $\theta_1 = 10^{0,1\Delta G} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной погрешностью измерений КУ измерительных антенн, определяемой в п. 10.4.3;

$\theta_2 = 10^{0,1C_{20dB}} - 1$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной инструментальной погрешностью приемного устройства  $C_{20dB}$  [дБ], определяемой в таблице 8 для уровня минус 20 дБ;

$\theta_3 = \partial E_H$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной неравномерностью амплитудно-фазового распределения ЭМП в пределах апертуры испытываемой антенны;

$\theta_4 = \left( \frac{KCBH - 1}{KCBH + 1} \right)^2$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной рассогласованием СВЧ тракта эталонной антенны (где  $KCBH$  – максимальное измеренное в п. 10.4.2 значение в соответствующем диапазоне частот);

$\theta_5$  – границы частной составляющей суммарной погрешности, обусловленной неточной юстировкой и другими факторами, принимаются равными 0,05.

10.4.5.2 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ в диапазоне частот, находятся в пределах, приведенных в таблице 10.

Таблица 10 – Значения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ

Диапазон частот, ГГц	Значения погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ антенн, дБ	
1,0-3,0	при КСВН не более 1,2	$\pm 2,2$
	при КСВН не более 1,5	
	при КСВН не более 2,0	
6,5-18,0	при КСВН не более 1,2	$\pm 1,3$
	при КСВН не более 1,5	
	при КСВН не более 2,0	

## 10.5 Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений КУ

10.5.1 Определить инструментальную погрешность измерений КУ антенных устройств в соответствии с методикой, изложенной в п. 10.4.1.

10.5.2 Определение КСВН входа антенн из состава комплекса выполнить в соответствии с методикой, изложенной в п. 10.4.2.

10.5.3 Определение погрешности измерений КУ выполнить в соответствии с методикой, изложенной в п. 10.4.3.

10.5.4 Результаты периодической поверки считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.4.1, 10.4.2 и 10.4.3 положительные.

**10.6 Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН**

10.6.1 Выполнить прямое дискретное преобразование Фурье от измеренного распределения амплитуды и фазы в рабочей зоне  $A(x_n)$  и  $\Phi(x_n)$  для получения углового спектра излучения радиоколлиматора в секторе углов  $\pm 80$  градусов (14):

$$\begin{aligned} M(\varphi_n) &= DFT^{+1}\{E(x_n)\} \\ \varphi_n &= \left| \arcsin \left( \lambda \frac{n - 0,5N}{N \cdot \Delta x} \right) \right|, \end{aligned} \quad (14)$$

где  $n = 0 \dots N-1$  - номер дискретного отсчета;

$N$  - общее число отсчетов;

$A(x_n)$  и  $\Phi(x_n)$  - измеренные распределения амплитуды и фазы, дополненные нулевыми отсчетами до необходимой размерности.

10.6.2 Рассчитать угловой спектр используемой оконной функции вида «косинус на пьедестале», выполняющей функцию модельной апертуры (15):

$$W(\varphi_n) = DFT^{+1}\{E_M(x_n)\}. \quad (15)$$

10.6.3 Выполнить нормировку к максимальным значениям по угловой координате каждого углового спектра  $M(\varphi_n)$  и  $W(\varphi_n)$ .

10.6.4 Угловой спектр помех радиоколлиматора рассчитать по формуле (16):

$$B^1(\varphi_n) = 20 \lg |M^1(\varphi_n) - W^1(\varphi_n)| + 10^{-9}, \quad (16)$$

где  $M^1(\varphi_n)$ ,  $W^1(\varphi_n)$  - нормированные угловые спектры.

10.6.5 Усреднить уровни распределений, полученных в ортогональных сечениях  $B = \max_n \{B^1(\varphi_n)\}$ , в заданных угловых секторах.

10.6.6 Повторить вычисления угловых спектров помех пп. 10.6.2-10.6.5 по всем сечениям распределений амплитуды  $A(y_n)$  и фазы  $\Phi(y_n)$  в рабочей зоне. В качестве итоговых принять максимальные значения в выбранных секторах между горизонтальной и вертикальной плоскостью.

10.6.7 Рассчитать значения систематических погрешностей измерений отношений уровней сигналов, обусловленную нелинейностью амплитудной характеристики  $C_{\text{хв}}$  [дБ], определяемой в п. 10.4.1.9, по формуле (17) для уровней  $x = 5, 10, \dots, 50$  дБ (для уровней ДН минус 5 и минус 10 дБ принимается инструментальная погрешность для уровня минус 10 дБ, для уровней ДН минус 15 и минус 20 дБ – минус 20 дБ и так далее):

$$\theta_H(\eta f) = 10^{0,1C_{\text{хв}}(\eta f)} - 1. \quad (17)$$

Рассчитать систематическую погрешность измерений из-за наличия помеховых сигналов по формуле (26):

$$\theta_{KБ} = \left[ 1 + 10^{-0,05(L-B)} \right]^2 - 1, \quad (18)$$

где  $L$  – измеряемый уровень диаграммы, дБ;

$B$  – максимальный уровень помех для выбранного сектора углов, определенный в п. 10.6.5.

Рассчитать доверительные границы ( $p = 0,95$ ) случайной погрешности, обусловленной влиянием собственных шумов измерительной системы, по формуле (19):

$$\varepsilon = \left( 1 + 10^{-0,05(L+SNR)} \right)^2 - 1, \quad (19)$$

где  $SNR=60$  – отношение сигнал/шум в направлении максимума ДН, дБ.

10.6.8 Погрешность измерений уровней амплитудной ДН (в линейном масштабе) рассчитать по формуле (20):

$$\delta_{\text{лин}} = \frac{\varepsilon + \theta_H + \theta_{KB}}{\varepsilon/2,56 + \frac{1}{\sqrt{3}}(\theta_H + \theta_{KB})} \sqrt{\frac{1}{3}(\theta_H + \theta_{KB})^2 + \frac{\varepsilon^2}{6,56}}. \quad (20)$$

Рассчитать пределы допускаемой погрешности измерений уровней амплитудной ДН в логарифмический масштаб по формуле (21):

$$\delta_{\text{лог}} = \pm 10 \lg(1 + \delta_{\text{лин}}). \quad (21)$$

Пределы допускаемой погрешности измерений уровней фазовой ДН рассчитать по формуле (22):

$$\delta_\phi = \pm a \tan(\delta_{\text{лин}}). \quad (22)$$

10.6.9 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений уровней АДН и ФДН находятся в доверительных границах, приведенных в таблицах 11-15.

Таблица 11 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц (антенна-облучатель F-L (П6-23А))

Уровень АДН, дБ	Пределы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
	от 0° до 20°		от 20° до 40°		от 40° до 60°		от 60°	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-10	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-15	±2,2	±16,1	±1,4	±9,9	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1
-20	±3,4	±25,6	±2,2	±16,1	±1,1	±7,7	±0,8	±5,5
-25	-	-	±3,4	±25,6	±1,7	±12,2	±1,2	±8,4
-30	-	-	-	-	±2,7	±20,0	±1,8	±13,0
-35	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,8	±20,8
-40	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9
-45	-	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

## Продолжение таблицы 11

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений								
	для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45° до 60°		от 60°			
-5	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	
-10	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	
-15	±2,2	±16,1	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	
-20	±3,4	±25,6	±2,4	±17,7	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5	
-25	-	-	±3,7	±28	±1,5	±10,7	±1,2	±8,4	
-30	-	-	-	-	±2,3	±16,9	±1,8	±13,0	
-35	-	-	-	-	±3,5	±26,4	±2,8	±20,8	
-40	-	-	-	-	-	-	±4,2	±31,9	
-45	-	-	-	-	-	-	-	-	
-50	-	-	-	-	-	-	-	-	
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов									
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 60°		от 60°		-		
	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	-	-	
-10	±1,3	±9,2	±1,0	±7,0	±0,5	±3,4	-	-	
-15	±2,2	±16,1	±1,7	±12,2	±0,8	±5,5	-	-	
-20	±3,4	±25,6	±2,6	±19,2	±1,2	±8,4	-	-	
-25	-	-	±4,1	±31,1	±1,9	±13,7	-	-	
-30	-	-	-	-	±2,9	±21,6	-	-	
-35	-	-	-	-	±4,5	±34,2	-	-	
-40	-	-	-	-	-	-	-	-	
-45	-	-	-	-	-	-	-	-	
-50	-	-	-	-	-	-	-	-	

Примечание:

1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 12 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 2,0 до 3,0 ГГц (антенна-облучатель F-L (П6-23А) с вставкой на раскрытии F-L-add)

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений								
	для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45°		-			
АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °		
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	-		
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	-		
-15	±1,5	±10,7	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	-		
-20	±2,4	±17,7	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	-		
-25	±3,7	±28,0	±2,1	±15,3	±1,0	±7,0	-		
-30	-	-	±3,2	±24,0	±1,5	±10,7	-		
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,4	±17,7	-		
-40	-	-	-	-	±3,6	±27,2	-		
-45	-	-	-	-	-	-	-		
-50	-	-	-	-	-	-	-		
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов									
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°		от 30° до 45°		от 45° до 60°		от 60°		
-5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7	

## Продолжение таблицы 12

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений						
	для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
от 0° до 30°	от 30° до 45°	от 45° до 60°	от 60°				
-10	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,3
-15	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4
-20	±2,8	±20,8	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,6
-25	±4,4	±33,4	±2,1	±15,3	±1,2	±8,4	±0,8
-30	-	-	±3,2	±24,0	±1,8	±13,0	±1,2
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,8	±20,8	±1,8
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,6
-45	-	-	-	-	-	-	±4,0
-50	-	-	-	-	-	-	-
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 30°	от 30° до 45°	от 45°	-	-	-	-
-5	±0,8	±5,5	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	-
-10	±1,3	±9,2	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7	-
-15	±2,2	±16,1	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	-
-20	±3,4	±25,6	±1,4	±9,9	±0,8	±5,5	-
-25	-	-	±2,2	±16,1	±1,2	±8,4	-
-30	-	-	±3,4	±25,6	±1,8	±13,0	-
-35	-	-	-	-	±2,8	±20,8	-
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	-
-45	-	-	-	-	-	-	-
-50	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:  
1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 13 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 6,5 до 8,2 ГГц (антенна-облучатель F-XA1)

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений						
	для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
от 0° до 10°	от 10° до 20°	от 20° до 50°	от 50°				
АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,2
-15	±1,4	±9,9	±0,9	±6,2	±0,6	±4,1	±0,4
-20	±2,2	±16,1	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,4
-25	±3,4	±25,6	±2,1	±15,3	±1,2	±8,4	±0,6
-30	-	-	±3,2	±24,0	±1,8	±13,0	±0,7
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,8	±20,8	±1,1
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±1,5
-45	-	-	-	-	-	-	±2,3
-50	-	-	-	-	-	-	±3,4
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 10°	от 10° до 20°	от 20° до 50°	от 50°			
-5	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2

## Продолжение таблицы 13

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 10°		от 10° до 20°		от 20° до 50°		от 50°	
-15	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0
-20	±1,4	±9,9	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	±0,4	±2,7
-25	±2,2	±16,1	±1,7	±12,2	±1,1	±7,7	±0,5	±3,4
-30	±3,4	±25,6	±2,7	±20,0	±1,6	±11,4	±0,6	±4,1
-35	-	-	±4,2	±31,9	±2,6	±19,2	±0,9	±6,2
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±1,2	±8,4
-45	-	-	-	-	-	-	±1,8	±13,0
-50	-	-	-	-	-	-	±2,6	±19,2
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 20°		от 20° до 30°		от 30° до 50°		от 50°	
-5	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,6	±4,1	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3
-15	±0,9	±6,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7
-20	±1,4	±9,9	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-25	±2,2	±16,1	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0	±0,6	±4,1
-30	±3,4	±25,6	±2,9	±21,6	±1,4	±9,9	±0,8	±5,5
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,2	±16,1	±1,1	±7,7
-40	-	-	-	-	±3,3	±24,8	±1,6	±11,4
-45	-	-	-	-	-	-	±2,4	±17,7
-50	-	-	-	-	-	-	±3,6	±27,2

Примечание:

1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 14 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц (антенна-облучатель F-XA2)

Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 5°		от 5° до 20°		от 20° до 50°		от 50°	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3
-15	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,4	±2,7
-20	±2,4	±17,7	±1,2	±8,4	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4
-25	±3,7	±28,0	±1,9	±13,7	±1,2	±8,4	±0,7	±4,8
-30	-	-	±2,9	±21,6	±1,8	±13,0	±0,9	±6,2
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,8	±20,8	±1,3	±9,2
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±1,9	±13,7
-45	-	-	-	-	-	-	±2,9	±21,6
-50	-	-	-	-	-	-	±4,3	±32,6
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	от 0° до 5°		от 5° до 20°		от 20° до 50°		от 50°	
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1	±0,7
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,3	±2,0
-15	±1,3	±9,2	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,4	±2,7

## Продолжение таблицы 14

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
	от 0° до 5°		от 5° до 20°		от 20° до 50°		от 50°
-20	±2,0	±14,5	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,5
-25	±3,1	±23,2	±2,1	±15,3	±1,1	±7,7	±0,7
-30	±4,8	±36,4	±3,2	±24,0	±1,6	±11,4	±1,0
-35	-	-	±4,9	±37,2	±2,6	±19,2	±1,5
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±2,1
-45	-	-	-	-	-	-	±3,3
-50	-	-	-	-	-	-	±4,9
для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 20°		от 20° до 30°		от 30° до 50°		от 50°
	±0,4	±2,7	±0,2	±1,3	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,4	±2,7	±0,4	±2,7	±0,3
-15	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	±0,6	±4,1	±0,4
-20	±2,0	±14,5	±1,0	±7,0	±0,8	±5,5	±0,6
-25	±3,1	±23,2	±1,6	±11,4	±1,2	±8,4	±0,8
-30	±4,8	±36,4	±2,5	±18,4	±1,8	±13,0	±1,2
-35	-	-	±3,8	±28,8	±2,8	±20,8	±1,8
-40	-	-	-	-	±4,2	±31,9	±2,6
-45	-	-	-	-	-	-	±4,0
-50	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:  
<sup>1)</sup> – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

Таблица 15 – Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц (антенна-облучатель F-XA1)

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 0,6 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
	от 0° до 3°	от 3° до 15°	от 15° до 60°	от 60°	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ
-5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,9	±6,2	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2
-15	±1,5	±10,7	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4
-20	±2,4	±17,7	±1,1	±7,7	±0,6	±4,1	±0,4
-25	±3,7	±28,0	±1,7	±12,2	±1,0	±7,0	±0,6
-30	-	-	±2,7	±20,0	±1,4	±9,9	±0,8
-35	-	-	±4,2	±31,9	±2,2	±16,1	±1,1
-40	-	-	-	-	±3,3	±24,8	±1,6
-45	-	-	-	-	-	-	±2,4
-50	-	-	-	-	-	-	±3,6
для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов							
Уровень АДН, дБ	от 0° до 3°	от 3° до 20°	от 20° до 60°	от 60°	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1
-10	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,3	±2,0	±0,2
-15	±1,3	±9,2	±0,8	±5,5	±0,5	±3,4	±0,4
-20	±2,0	±14,5	±1,2	±8,4	±0,6	±4,1	±0,4

Продолжение таблицы 15

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений для рабочей зоны диаметром 1,2 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
	от 0° до 3°		от 3° до 20°		от 20° до 60°		от 60°
-25	±3,1	±23,2	±1,9	±13,7	±1,0	±7,0	±0,6 ±4,1
-30	±4,8	±36,4	±2,9	±21,6	±1,4	±9,9	±0,8 ±5,5
-35	-	-	±4,5	±34,2	±2,2	±16,1	±1,2 ±8,4
-40	-	-	-	-	±3,3	±24,8	±1,7 ±12,2
-45	-	-	-	-	-	-	±2,5 ±18,4
-50	-	-	-	-	-	-	±3,8 ±28,8
Уровень АДН, дБ	для рабочей зоны диаметром 1,8 м <sup>1)</sup> в секторе углов						
	от 0° до 5°		от 5° до 20°		от 20° до 60°		от 60°
-5	±0,4	±2,7	±0,3	±2,0	±0,2	±1,3	±0,1 ±0,7
-10	±0,8	±5,5	±0,6	±4,1	±0,3	±2,0	±0,3 ±2,0
-15	±1,3	±9,2	±1,0	±7,0	±0,5	±3,4	±0,4 ±2,7
-20	±2,0	±14,5	±1,5	±10,7	±0,7	±4,8	±0,5 ±3,4
-25	±3,1	±23,2	±2,4	±17,7	±1,1	±7,7	±0,7 ±4,8
-30	±4,8	±36,4	±3,7	±28,0	±1,6	±11,4	±1,0 ±7,0
-35	-	-	-	-	±2,6	±19,2	±1,5 ±10,7
-40	-	-	-	-	±3,9	±29,5	±2,1 ±15,3
-45	-	-	-	-	-	-	±3,3 ±24,8
-50	-	-	-	-	-	-	±4,9 ±37,2

Примечание:

1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ.

10.7 Определение значений погрешности (при доверительной вероятности 0,95) измерений уровней АДН и ФДН

10.7.1 Проверить результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.2, 10.3 и 10.5.

10.7.2 Результаты поверки считать положительными, если результаты выполнения операций поверки, изложенных в пп. 10.2, 10.3 и 10.5 положительные.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Комплекс признается годным, если в ходе поверки все результаты поверки положительные.

11.2 Результаты поверки комплекса подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца комплекса или лица, представившего его на поверку, на комплекс наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке комплекса, и (или) в паспорт комплекса вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению комплекса.

Начальник НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 134 НИО-1  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



O.V. Каминский



М.А. Озеров