

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «17» марта 2025 г. № 519

Регистрационный № 94928-25

Лист № 1
Всего листов 18

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный
TMCA 7.0-40.0 K107

Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный
TMCA 7.0-40.0 K107 (далее – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических
характеристик антенных устройств и систем.

Описание средства измерений

Принцип действия комплекса основан на измерении зависимостей коэффициента передачи от частоты и углов ориентации испытываемой антенны. Радиоколлиматор в ограниченной зоне обеспечивает условия распространения электромагнитного поля, соответствующие расположению испытываемой антенны в «дальней зоне». Зеркало радиоколлиматора (рефлектор) представляет собой вырезку параболоида, которая, совместно с установленным в её фокусе облучателем радиоколлиматора, создаёт в рабочей зоне электромагнитное поле с равномерными амплитудным и фазовым распределениями. По периметру рефлектора установлены отражатели зубчатой формы для уменьшения дифракции на его краях. Рабочая зона представляет собой цилиндр, образующая которого перпендикулярна фокальной плоскости зеркала радиоколлиматора и совпадает с плоскостью фазового фронта создаваемого электромагнитного поля. Испытываемая антенна устанавливается в рабочей зоне на опорно-поворотное устройство (далее – ОПУ) и подключается к измерительному порту векторного анализатора цепей, другой порт которого подключён к входу облучателя радиоколлиматора. Радиоколлиматор, являющийся электродинамически взаимной системой, обеспечивает измерения радиотехнических характеристик остронаправленных антенн в режимах излучения и приёма.

Функционально и конструктивно комплекс состоит из следующих элементов:

- безэховой экранированной камеры, покрытой радиопоглощающим материалом и предназначенней для поглощения электромагнитных волн для имитации условия свободного пространства;
- коллиматора (зеркала радиоколлиматора) с пьедесталом, предназначенного для создания равномерных амплитудного и фазового распределений электромагнитного поля в рабочей зоне комплекса;
- комплекта облучателей для облучения зеркала радиоколлиматора;
- позиционера облучателей карусельного типа, контроллера перемещения ТМС 4113 с проводным пультом дистанционного управления, комплекта кабелей связи, управления и питания позиционера облучателей карусельного типа для установки требуемого облучателя в фокус зеркала радиоколлиматора;

– ОПУ РЛТГ.425820.250, контроллера перемещения ОПУ с проводным пультом дистанционного управления, комплекта кабелей связи, управления и питания ОПУ, предназначенных для позиционирования антенны в рабочей зоне комплекса;

– анализатора цепей векторного С4420 (далее - ВАЦ), для измерений коэффициента передачи в заданных режимах работы комплекса;

– блоков радиогерметичных РГБ, предназначенных для переноса частот ВАЦ в диапазон от 20 до 40 ГГц;

– эталонной антенны ТМА 1-40 для калибровки измерительного канала комплекса при измерениях коэффициентов усиления антенн;

– комплекта персонального компьютера (далее – ПК) для сбора и обработки результатов измерений с программным обеспечением (далее – ПО).

Заводской № 107, идентифицирующий данный комплекс, указывается на самоклеящейся этикетке, размещённой на лицевой панели контроллера в формате цифрового обозначения.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа, приведена на рисунке 14.

Внешний вид составных частей комплекса приведен на рисунках 1 - 12. Место размещения знака утверждения типа, заводского номера и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунке 13.

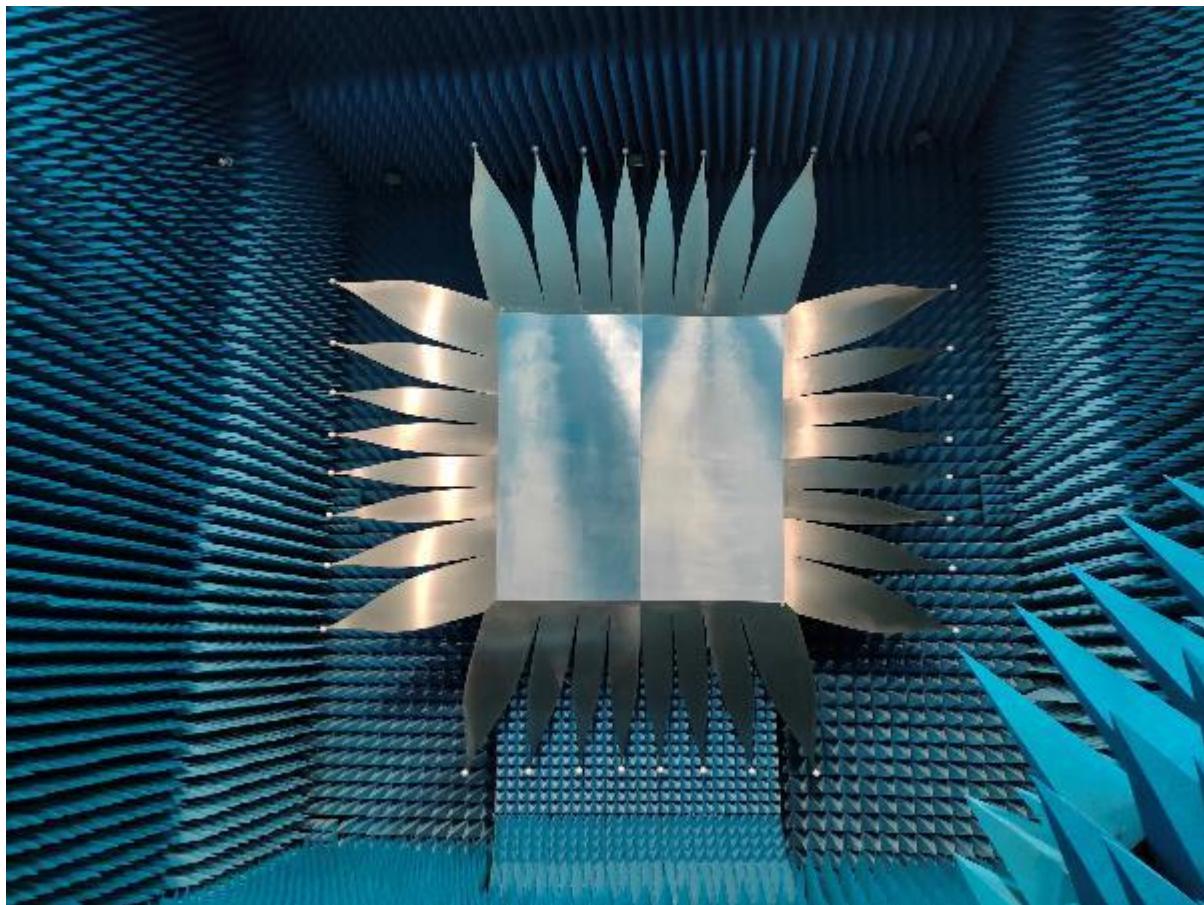


Рисунок 1 – Внешний вид зеркала (рефлектора) радиоколлиматора

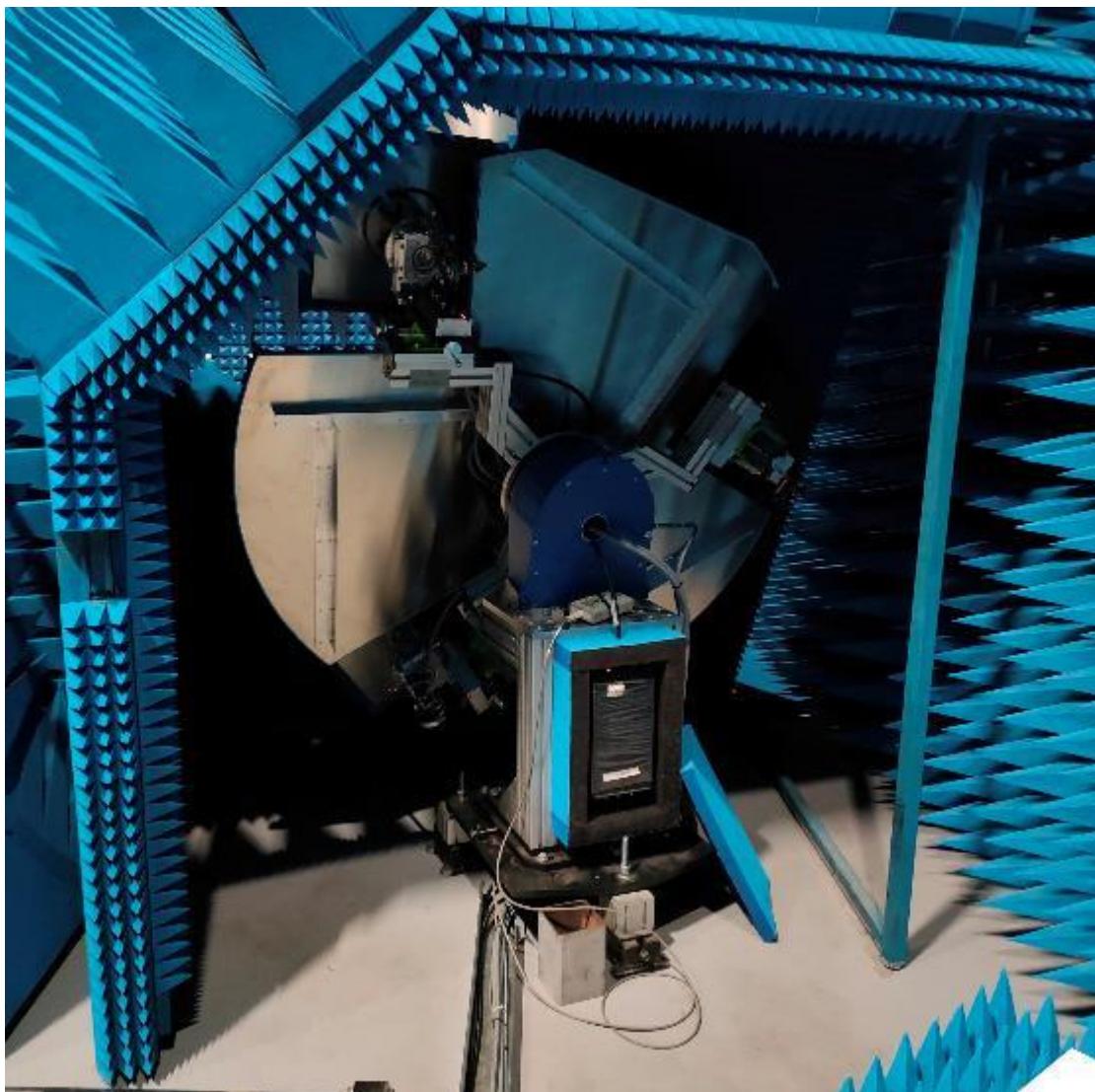


Рисунок 2 – Внешний вид опорно-поворотного устройства
для позиционирования облучателей



Рисунок 3 – Общий вид контроллера перемещения TMSC 4113

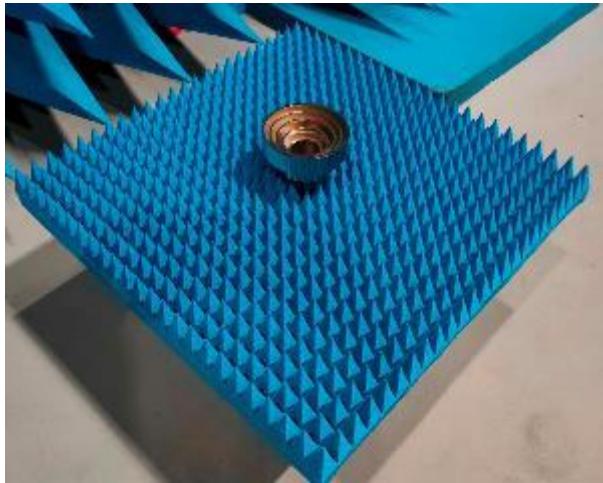


Рисунок 4 – Внешний вид антенны-облучателя ТМО 7.0-10.0

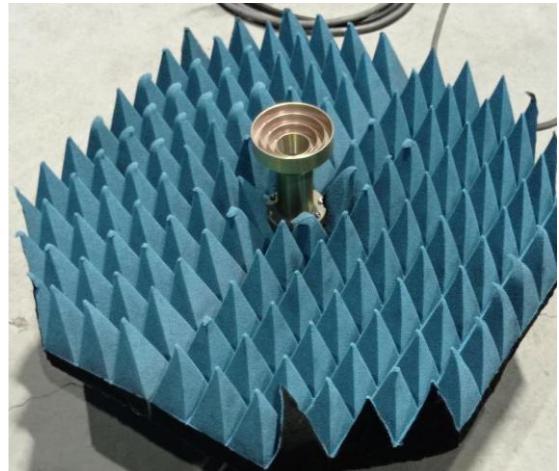


Рисунок 5 – Внешний вид антенны-облучателя ТМО 8.2-12.4

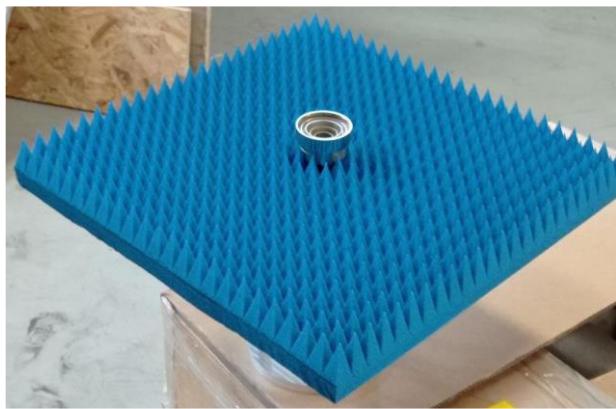


Рисунок 6 – Внешний вид антенны-облучателя ТМО 12.0-18.0



Рисунок 7 – Внешний вид антенны-облучателя ТМО 18.0-26.0

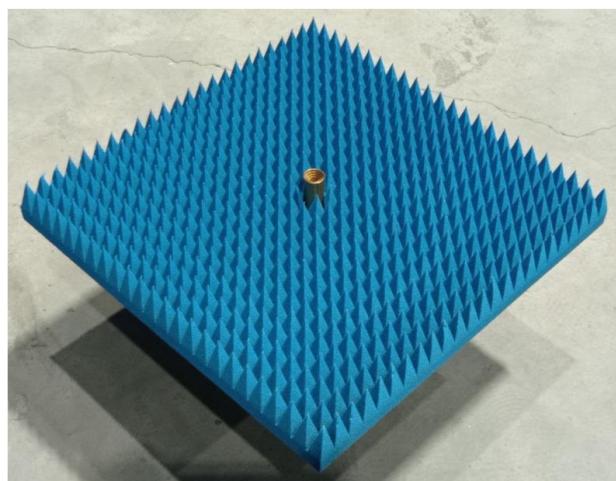


Рисунок 8 – Внешний вид антенны-облучателя ТМО 26.0-40.0

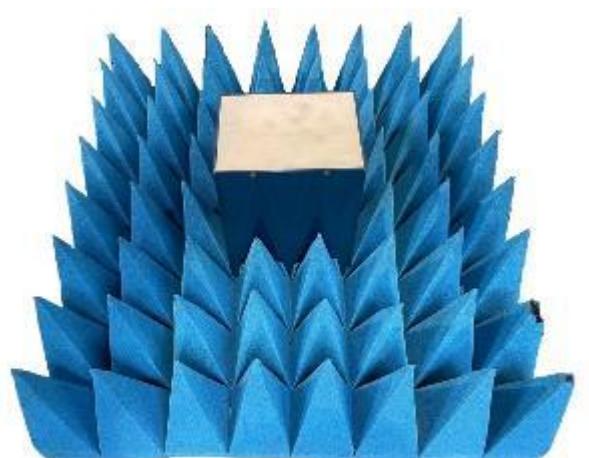


Рисунок 9 – Внешний вид эталонной антенны ТМА 1-40

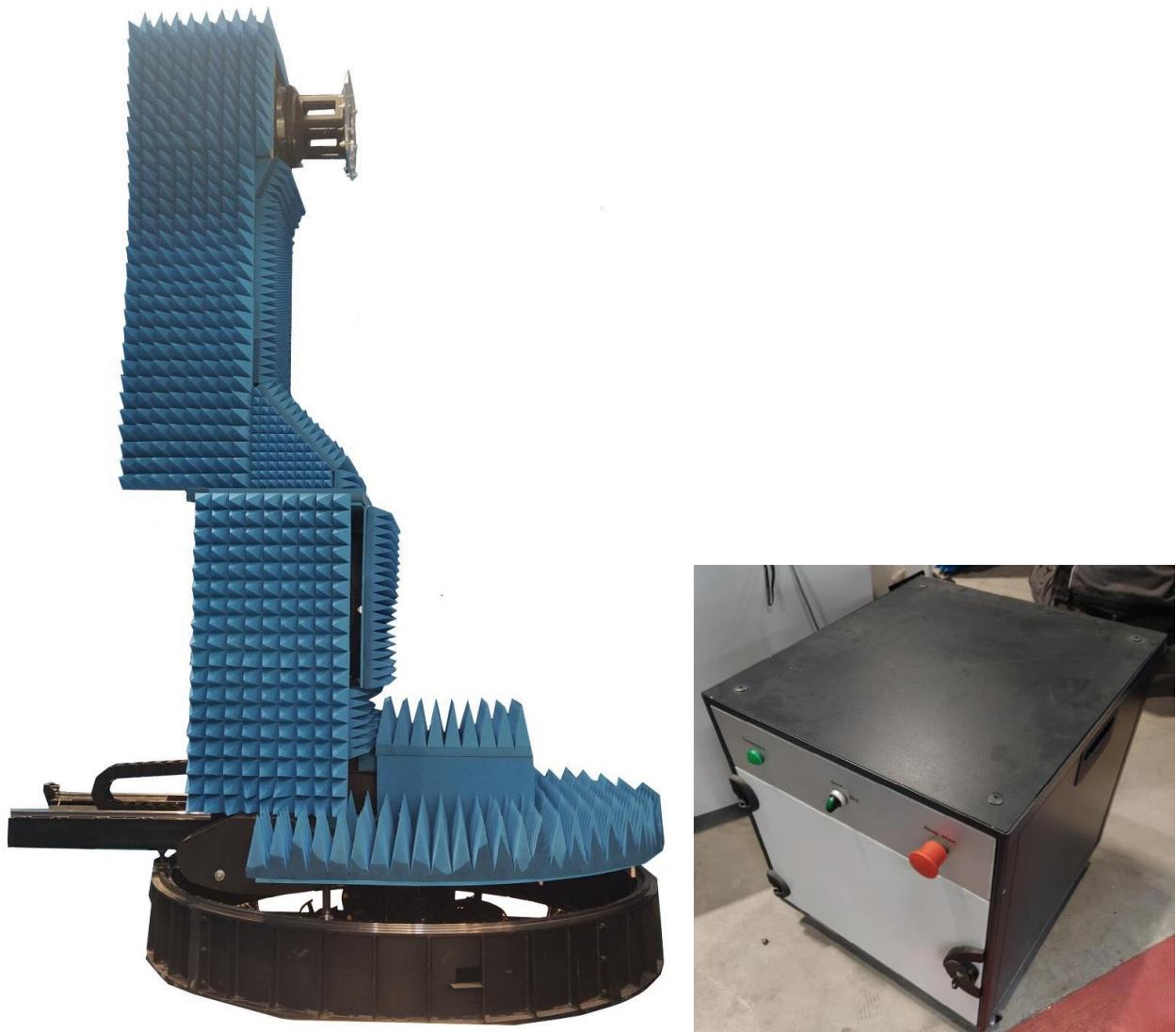


Рисунок 10 – Общий вид ОПУ (слева) и его контроллера (справа)



Рисунок 11 – Внешний вид анализатора цепей векторного С4420



Рисунок 12 – Размещение оборудования в приборной стойке

Места размещения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера приведены на рисунке 13.

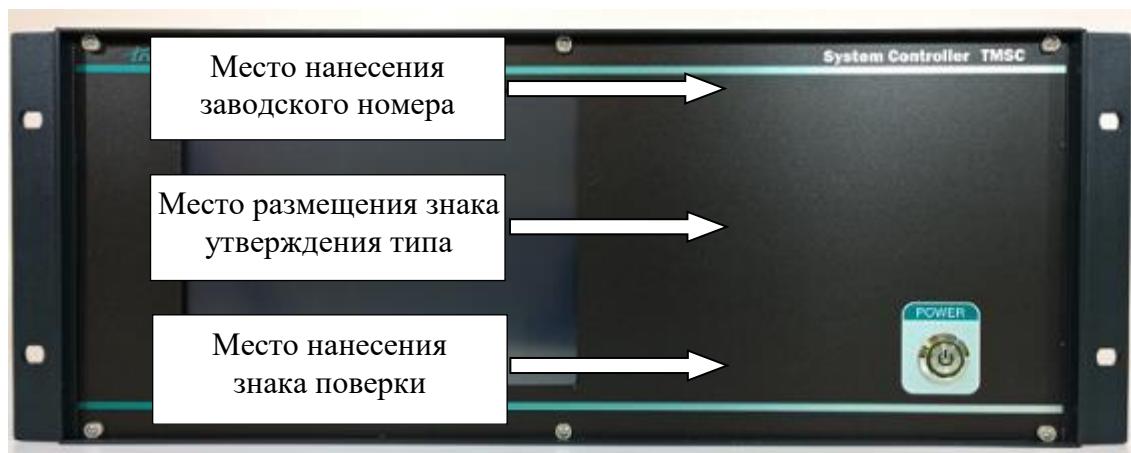


Рисунок 13 – Общий вид системного контроллера TMSC
с указанием места размещения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера



Рисунок 14 – Задняя панель ВАЦ с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

ПО комплекса осуществляет:

- управление элементами комплекса и процессом измерений;
- обработку результатов измерений и получение значений радиотехнических характеристик антенных устройств и систем;
- представление результатов измерений радиотехнических характеристик антенных устройств и систем в виде соответствующих графиков и диаграмм;
- хранение и каталогизация результатов измерений радиотехнических характеристик антенных устройств и систем.

ПО комплекса работает под управлением операционной системы Windows 10.

Метрологически значимая часть ПО комплекса представляет собой специализированное ПО «MeasurementCenter» и «ProViLab».

Специализированное ПО «MeasurementCenter» предназначено для автоматизации работы комплекса, ручного управления положением каретки сканера, настройки параметров работы ВАЦ, задания плана измерений и для запуска измерения.

Специализированное ПО «ProViLab» предназначено для обработки результатов измерений, их визуализации, каталогизации и хранения.

Уровень защиты ПО «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
Идентификационное наименование ПО	MeasurementCenter	ProViLab.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	-	1.0.4
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 7,0 до 40,0
Диапазоны рабочих частот для антенн-облучателей, ГГц: – антenna-облучатель ТМО 7.0-10.0 – антenna-облучатель ТМО 8.2-12.4	от 7,0 до 10,0 от 8,2 до 12,4

Продолжение таблицы 2.1

Наименование характеристики	Значение		
– антenna-облучатель ТМО 12.0-18.0	от 12,0 до 18,0		
– антenna-облучатель ТМО 18.0-26.0	от 18,0 до 26,5		
– антenna-облучатель ТМО 26.0-40.0	от 26,5 до 40,0		
Максимальный размер рабочей зоны (диаметр), м	2,0		
Неравномерность амплитудного (A) и фазового (Φ) распределений, относительный уровень кроссполяризационной составляющей электромагнитного поля (K) в пределах рабочей зоны, не более ¹⁾			
Диапазон частот, ГГц	A, дБ	Φ, °	K, дБ
от 7,0 до 10,0 (антenna-облучатель ТМО 7.0-10.0)	2,0	10,0	-25
от 8,2 до 12,4 (антenna-облучатель ТМО 8.2-12.4)	2,0	15,0	-25
от 12,0 до 18,0 (антenna-облучатель ТМО 12.0-18.0)	1,5	15,0	-25
от 18,0 до 26,5 (антenna-облучатель ТМО 18.0-26.0)	1,5	20,0	-25
от 26,5 до 40,0 (антenna-облучатель ТМО 26.0-40.0)	1,5	20,0	-25
Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений коэффициента усиления (КУ) антенн ²⁾ , дБ			
при КСВН не более 1,2	±0,9		
при КСВН не более 1,5	±1,0		
при КСВН не более 2,0	±1,2		
Примечания:			
1) – при измерениях амплитудного и фазового распределений антенной с коэффициентом усиления не более 10 дБ;			
2) – при отличии КУ антенн не более 30 дБ, отношении сигнал шум не менее 40 дБ.			

Таблица 2.2 – Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений уровней амплитудных диаграмм направленности (АДН) и фазовых диаграмм направленности (ФДН) в диапазоне частот от 7,0 до 10,0 ГГц (антenna-облучатель ТМО 7.0-10.0)

Уровень АДН, дБ	Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений для антенн с размерами апертуры от 200 до 500 мм ^{1,2)} в секторе углов							
	±25	±(25...35)	±(35...90)	-	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,3	±2,1	-	-	-	-	-	-
-10	±0,5	±3,4	-	-	-	-	-	-
-15	±0,8	±5,6	±0,5	±3,4	-	-	-	-
-20	±1,2	±8,5	±0,7	±4,8	-	-	-	-
-25	±1,9	±13,8	±1,0	±7,0	±0,7	±4,8	-	-
-30	±2,8	±20,9	±1,3	±9,2	±0,8	±5,6	-	-
-35	±4,4	±33,5	±2,1	±15,3	±1,2	±8,5	-	-
-40	-	-	±3,0	±22,5	±1,6	±11,5	-	-
-45	-	-	±4,6	±35,0	±2,3	±16,9	-	-
-50	-	-	-	-	±3,3	±24,9	-	-

Продолжение таблицы 2.2

для антенн с размерами апертуры от 500 до 1000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$ ³⁾		$\pm(2\theta \dots 35)$		$\pm(35 \dots 45)$		$\pm(45 \dots 90)$	
-5	$\pm 0,3$	$\pm 2,1$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-35	$\pm 4,4$	$\pm 33,5$	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$
-40	-	-	$\pm 4,4$	$\pm 33,5$	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$
-45	-	-	-	-	$\pm 4,6$	$\pm 35,0$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,3$	$\pm 24,9$
для антенн с размерами апертуры от 1000 до 2000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$		$\pm(2\theta \dots 30)$		$\pm(30 \dots 50)$		$\pm(50 \dots 90)$	
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,8$	$\pm 13,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-25	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 4,3$	$\pm 32,7$	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-35	-	-	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$
-40	-	-	$\pm 4,4$	$\pm 33,5$	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$
-45	-	-	-	-	$\pm 4,6$	$\pm 35,0$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,3$	$\pm 24,9$

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры
- 3) – $\theta = 180\lambda/(\pi D)$, где λ – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах

Таблица 2.3 – Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц (антенна-облучатель ТМО 8.2-12.4)

Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений для антенн с размерами апертуры от 200 до 500 мм ^{1,2)} в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	± 25		$\pm(25 \dots 35)$		$\pm(35 \dots 90)$		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	$\pm 0,3$	$\pm 2,1$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-	-	-
-15	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-

Продолжение таблицы 2.3

Уровень АДН, дБ	± 25		$\pm(25 \dots 35)$		$\pm(35 \dots 90)$		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-30	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	-	-
-35	-	-	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	-	-
-40	-	-	$\pm 4,4$	$\pm 33,5$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$	-	-
-45	-	-	-	-	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$	-	-
-50	-	-	-	-	$\pm 3,3$	$\pm 24,9$	-	-
для антенн с размерами апертуры от 500 до 1000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$ ³⁾		$\pm(2\theta \dots 30)$		$\pm(30 \dots 50)$		$\pm(50 \dots 90)$	
	$\pm 0,3$	$\pm 2,1$	-	-	-	-	-	-
-5	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-10	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-
-15	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-
-20	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-25	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-30	-	-	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 1,5$	$\pm 10,7$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$
-35	-	-	$\pm 4,4$	$\pm 33,5$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$
-40	-	-	-	-	$\pm 3,2$	$\pm 24,1$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,3$	$\pm 24,9$
для антенн с размерами апертуры от 1000 до 1500 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$		$\pm(2\theta \dots 30)$		$\pm(30 \dots 50)$		$\pm(50 \dots 90)$	
	$\pm 0,3$	$\pm 2,1$	-	-	-	-	-	-
-5	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-10	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-
-15	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-
-20	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-25	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-30	-	-	$\pm 3,0$	$\pm 22,5$	$\pm 1,5$	$\pm 10,7$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$
-35	-	-	$\pm 4,4$	$\pm 33,5$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$
-40	-	-	-	-	$\pm 3,2$	$\pm 24,1$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,3$	$\pm 24,9$
для антенн с размерами апертуры от 1500 до 2000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$		$\pm(2\theta \dots 30)$		$\pm(30 \dots 60)$		$\pm(60 \dots 90)$	
	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-5	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-10	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-
-15	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-
-20	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-25	$\pm 3,9$	$\pm 29,6$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-30	-	-	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$	$\pm 1,5$	$\pm 10,7$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$
-35	-	-	$\pm 3,8$	$\pm 28,8$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$

Продолжение таблицы 2.3

для антенн с размерами апертуры от 1500 до 2000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm(20\dots30)$		$\pm(30\dots60)$		$\pm(60\dots90)$	
-45	-	-	-	-	±3,2	±24,1	±2,3	±16,9
-50	-	-	-	-	-	-	±3,3	±24,9

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры
- 3) – $\theta = 180\lambda/(\pi D)$, где λ – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах

Таблица 2.4 – Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 12,4 до 18,0 ГГц (антенна-облучатель ТМО 12.0-18.0)

Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений для антенн с размерами апертуры от 200 до 500 мм ^{1,2)} в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	± 20 ³⁾		$\pm(20\dots30)$		$\pm(30\dots90)$		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,4	±2,7	-	-	-	-	-	-
-10	±0,5	±3,4	-	-	-	-	-	-
-15	±0,8	±5,6	±0,7	±4,8	-	-	-	-
-20	±1,1	±7,7	±0,9	±6,3	-	-	-	-
-25	±1,6	±11,5	±1,3	±9,2	±0,7	±4,8	-	-
-30	±2,5	±18,5	±2,0	±14,6	±0,9	±6,3	-	-
-35	-	-	±3,1	±23,3	±1,3	±9,2	-	-
-40	-	-	±4,5	±34,2	±1,7	±12,2	-	-
-45	-	-	-	-	±2,6	±19,3	-	-
-50	-	-	-	-	±3,6	±27,2	-	-

для антенн с размерами апертуры от 500 до 1000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm(20\dots30)$		$\pm(30\dots90)$		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	±0,4	±2,7	-	-	-	-	-	-
-10	±0,5	±3,4	-	-	-	-	-	-
-15	±0,8	±5,6	±0,6	±4,1	-	-	-	-
-20	±1,1	±7,7	±0,8	±5,6	-	-	-	-
-25	±1,6	±11,5	±1,1	±7,7	±0,7	±4,8	-	-
-30	±2,5	±18,5	±1,6	±11,5	±0,9	±6,3	-	-
-35	-	-	±2,5	±18,5	±1,3	±9,2	-	-
-40	-	-	±3,6	±27,2	±1,7	±12,2	-	-
-45	-	-	-	-	±2,6	±19,3	-	-
-50	-	-	-	-	±3,6	±27,2	-	-

Продолжение таблицы 2.4

для антенн с размерами апертуры от 1000 до 1500 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm(20\dots 30)$		$\pm(30\dots 90)$		-	
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-	-	-
-15	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-
-20	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-	-	-
-25	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-30	$\pm 2,5$	$\pm 18,5$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	-	-
-35	-	-	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	-	-
-40	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	-	-
-45	-	-	-	-	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$	-	-
-50	-	-	-	-	$\pm 3,6$	$\pm 27,2$	-	-
для антенн с размерами апертуры от 1500 до 2000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm(20\dots 30)$		$\pm(40\dots 90)$		$\pm(30\dots 90)$	
-5	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-25	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 4,0$	$\pm 30,4$	$\pm 2,0$	$\pm 14,6$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$
-35	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$
-40	-	-	$\pm 4,5$	$\pm 34,2$	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$
-45	-	-	-	-	$\pm 4,7$	$\pm 35,7$	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,6$	$\pm 27,2$

Примечания:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры
- 3) – $\theta = 180\lambda/(\pi D)$, где λ – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах

Таблица 2.5 – Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 18,0 до 26,5 ГГц (антенна-облучатель ТМО 18.0-26.0)

Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений								
для антенн с размерами апертуры от 200 до 500 мм ^{1,2)} в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	± 30		$\pm(30\dots 90)$		-		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	$\pm 0,3$	$\pm 2,1$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-15	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-	-	-	-	-
-20	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-
-25	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.5

Уровень АДН, дБ	± 30		$\pm(30\dots 90)$		-		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-30	$\pm 2,0$	$\pm 14,6$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	-	-	-	-
-35	-	-	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	-	-	-	-
-40	-	-	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	-	-	-	-
для антенн с размерами апертуры от 500 до 1000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$ ³⁾		$\pm 2(\theta\dots 2\theta)$		$\pm(2\theta\dots 30)$		$\pm(30\dots 90)$	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 2,0$	$\pm 14,6$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$
-35	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$
-40	-	-	$\pm 4,5$	$\pm 34,2$	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$
-45	-	-	-	-	$\pm 4,7$	$\pm 35,7$	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,6$	$\pm 27,2$
для антенн с размерами апертуры от 1000 до 1500 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$		$\pm(2\theta\dots 30)$		$\pm(30\dots 90)$		-	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-	-	-	-	-
-15	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-30	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	-	-
-35	-	-	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	-	-
-40	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	-	-
-45	-	-	-	-	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$	-	-
для антенн с размерами апертуры от 1500 до 2000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	$\pm 2\theta$		$\pm 2(\theta\dots 2\theta)$		$\pm(2\theta\dots 30)$		$\pm(30\dots 90)$	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 2,0$	$\pm 14,6$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$
-35	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$
-40	-	-	$\pm 4,5$	$\pm 34,2$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$
-45	-	-	-	-	$\pm 3,4$	$\pm 25,6$	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,6$	$\pm 27,2$

Продолжение таблицы 2.5

Приложения:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры
- 3) – $\theta = 180\lambda/(\pi D)$, где λ – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах

Таблица 2.6 – Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений уровней АДН и ФДН в диапазоне частот от 26,5 до 40,0 ГГц (антенна-облучатель ТМО 26.0-40.0)

Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) погрешности измерений для антенн с размерами апертуры от 200 до 500 мм ^{1,2)} в секторе углов								
Уровень АДН, дБ	± 20 ³⁾		$\pm 2(0 \dots 20)$		$\pm(20 \dots 30)$		$\pm(30 \dots 90)$	
	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °	АДН, дБ	ФДН, °
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$
-30	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 2,0$	$\pm 14,6$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-35	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$
-40	-	-	$\pm 4,5$	$\pm 34,2$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$
-45	-	-	-	-	$\pm 3,4$	$\pm 25,6$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$
для антенн с размерами апертуры от 500 до 1000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm 2(0 \dots 20)$		$\pm(40 \dots 5)$		$\pm(5 \dots 90)$	
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$
-30	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$
-35	-	-	$\pm 2,7$	$\pm 20,1$	$\pm 1,6$	$\pm 11,5$	$\pm 1,1$	$\pm 7,7$
-40	-	-	$\pm 3,9$	$\pm 29,6$	$\pm 2,3$	$\pm 16,9$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$
-45	-	-	-	-	$\pm 3,4$	$\pm 25,6$	$\pm 2,1$	$\pm 15,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$
для антенн с размерами апертуры от 1000 до 1500 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm 2(0 \dots 20)$		$\pm(40 \dots 5)$		$\pm(5 \dots 90)$	
-5	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	$\pm 0,4$	$\pm 2,7$	-	-	-	-
-15	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-

Продолжение таблицы 2.6

для антенн с размерами апертуры от 1000 до 1500 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm 2(0 \dots 20)$		$\pm(40 \dots 5)$		$\pm(5 \dots 90)$	
-25	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 2,0$	$\pm 14,6$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$
-35	-	-	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$
-40	-	-	$\pm 4,5$	$\pm 34,2$	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$
-45	-	-	-	-	$\pm 4,7$	$\pm 35,7$	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,6$	$\pm 27,2$
для антенн с размерами апертуры от 1500 до 2000 мм ^{1,2)}								
Уровень АДН, дБ	± 20		$\pm 2(0 \dots 20)$		$\pm(40 \dots 5)$		$\pm(5 \dots 90)$	
-5	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-	-	-	-	-
-10	$\pm 0,8$	$\pm 5,6$	$\pm 0,6$	$\pm 4,1$	-	-	-	-
-15	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$	$\pm 0,5$	$\pm 3,4$	-	-
-20	$\pm 1,8$	$\pm 13,0$	$\pm 1,2$	$\pm 8,5$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$	-	-
-25	$\pm 2,8$	$\pm 20,9$	$\pm 1,9$	$\pm 13,8$	$\pm 1,0$	$\pm 7,0$	$\pm 0,7$	$\pm 4,8$
-30	$\pm 4,3$	$\pm 32,7$	$\pm 2,9$	$\pm 21,7$	$\pm 1,4$	$\pm 10,0$	$\pm 0,9$	$\pm 6,3$
-35	-	-	$\pm 4,5$	$\pm 34,2$	$\pm 2,2$	$\pm 16,1$	$\pm 1,3$	$\pm 9,2$
-40	-	-	$\pm 6,6$	$\pm 48,7$	$\pm 3,1$	$\pm 23,3$	$\pm 1,7$	$\pm 12,2$
-45	-	-	-	-	$\pm 4,7$	$\pm 35,7$	$\pm 2,6$	$\pm 19,3$
-50	-	-	-	-	-	-	$\pm 3,6$	$\pm 27,2$

Приложения:

- 1) – для отношения сигнал шум в максимуме измеряемой ДН не менее 60 дБ;
- 2) – среднее геометрическое значение габаритов апертуры
- 3) – $\theta = 180\lambda/(\pi D)$, где λ – длина волны в метрах, D – максимальный размер апертуры в метрах

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны вращения по осям ОПУ: по оси азимута, °, не менее по оси элевации (углу места), °, не менее по оси поляризации, °, не менее	± 180 от -30 до 90 от -100 до 200
Перемещение по оси слайда, мм, не менее	1000
Доверительные границы (при доверительной вероятности 0,95) абсолютной погрешности установки углового положения по осям движения ОПУ, °	$\pm 0,02$
Напряжение электропитания от сети переменного тока частотой (50±1) Гц, В	220 ± 22
Потребляемая мощность, В·А, не более	10000
Габаритные размеры, м, не более длина ширина высота	18,0 10,0 8,2

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С	от 18 до 22
относительная влажность воздуха при температуре 20°C, %, не более	70
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

Знак утверждения типа

наносится на контроллер управления ОПУ в виде наклейки и титульный лист документа «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 7.0-40.0 К107. Паспорт» типографским способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность комплекса

Наименование оборудования	Обозначение	Количество, шт./экз.
Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный	ТМСА 7.0-40.0 К107	
Безэховая экранированная камера	-	1
Коллиматор с пьедесталом	-	1
Опорно-поворотное устройство, заводской № 1620012	РЛТГ.425820.250	1
Контроллер перемещения ОПУ с проводным пультом дистанционного управления	-	1
Комплект кабелей связи, управления и питания ОПУ	-	1 к-т
Позиционер облучателей карусельного типа	-	1
Контроллер перемещения ТМС 4113 с проводным пультом дистанционного управления, заводской № 1222061	ТМС 4113	1
Комплект кабелей связи, управления и питания позиционера облучателей карусельного типа	-	1 к-т
Векторный анализатор цепей С4420	-	1
Блок радиогерметичный РГБ	-	2
Комплект антенн-облучателей в составе:		1 к-т
Антенна-облучатель диапазона частот 7-10 ГГц, заводской № 1222451	ТМО 7.0-10.0	1
Антенна-облучатель диапазона частот 8.2-12.4 ГГц, заводской № 082	ТМО 8.2-12.4	1
Антенна-облучатель диапазона частот 12-18 ГГц, заводской № 1222452	ТМО 12.0-18.0	1
Антенна-облучатель диапазона частот 18-26 ГГц, заводской № 1222453	ТМО 18.0-26.0	1

Продолжение таблицы 4

Наименование оборудования	Обозначение	Количество, шт./экз.
Антенна-облучатель диапазона частот 26-40 ГГц, заводской № 265	ТМО 26.0-40.0	1
Эталонная антенна, заводской № 1220412	ТМА 1-40	1
Комплект ПК	-	1 к-т
Паспорт	-	1
Руководство по эксплуатации	-	2
Методика поверки	-	1

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Функциональные возможности» документа «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 7.0 - 40.0 К107. Руководство по эксплуатации. Книга 2. Программное обеспечение измерения РТХ антенн».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

Приказ Росстандарта от 16 августа 2023 г. № 1678 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц».

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ТРИМ СПП Измерительные системы» (ООО «НПП «ТРИМ СПП Измерительные системы»)

ИНН 7804323773

Юридический адрес: 195197, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский пр-кт, д. 40, к. 14, лит. А

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ТРИМ СПП Измерительные системы» (ООО «НПП «ТРИМ СПП Измерительные системы»)

ИНН 7804323773

Адрес: 195197, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский пр-кт, д. 40, к. 14, лит. А

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, рп. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ»

Адрес места осуществления деятельности: 141570, Московская обл., г. Солнечногорск, рп. Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ»

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30002-13.

