

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «30» июня 2022 г. №1603

Регистрационный № 86015-22

Лист № 1
Всего листов 51

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный
ТМСА 1.0 - 40.0 К/Б 097

Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0 - 40.0 К/Б 097 (далее – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенных устройств и систем.

Описание средства измерений

В зависимости от решаемой измерительной задачи и особенностей объекта измерений на комплексе можно реализовать измерения в плоском электромагнитном поле, формируемом радиоколлиматором, а также амплифазометрический метод измерений в ближней зоне антенн.

В первом случае 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 при реализации измерений в плоском электромагнитном поле, формируемым радиоколлиматором комплекс состоит из следующих элементов:

- безэховой экранированной камеры, покрытой радиопоглощающим материалом и предназначенной для поглощения электромагнитных волн с целью воспроизведения условий свободного пространства;
- комплекта радиоколлиматора, предназначенного для создания равномерных амплитудного и фазового распределений электромагнитного поля в рабочей зоне комплекса;
- прецизионного 5-ти координатного ОПУ для позиционирования объекта измерений в рабочей зоне комплекса;

- системного контроллера TMSC, предназначенного для программного управления основными элементами комплекса в процессе проведения измерений параметров антенн в режиме измерений в поле радиоколлиматора;
 - контроллера перемещения TMC 4004, предназначенного для управления четырьмя шаговыми двигателями из состава опорно-поворотного устройства;
 - векторного анализатора цепей N5224A (далее - ВАЦ), обеспечивающего измерения коэффициента передачи в заданных режимах работы комплекса;
 - блоков коммутации СВЧ сигналов TMSU-3-40-1 и TMSU-3-40-2;
 - двух приборных стоек 34U и 12U, предназначенных для размещения радиотехнического и вспомогательного оборудования из состава комплекса;
 - персонального компьютера для сбора и обработки результатов измерений с программным обеспечением (далее - ПО);
 - источника бесперебойного питания, предназначенного для обеспечения корректного завершения работы комплекса при нештатном отключении электропитания.
- Общий вид элементов комплекса, предназначенных для выполнения измерений в поле радиоколлиматора приведен на рисунках 1 – 9.

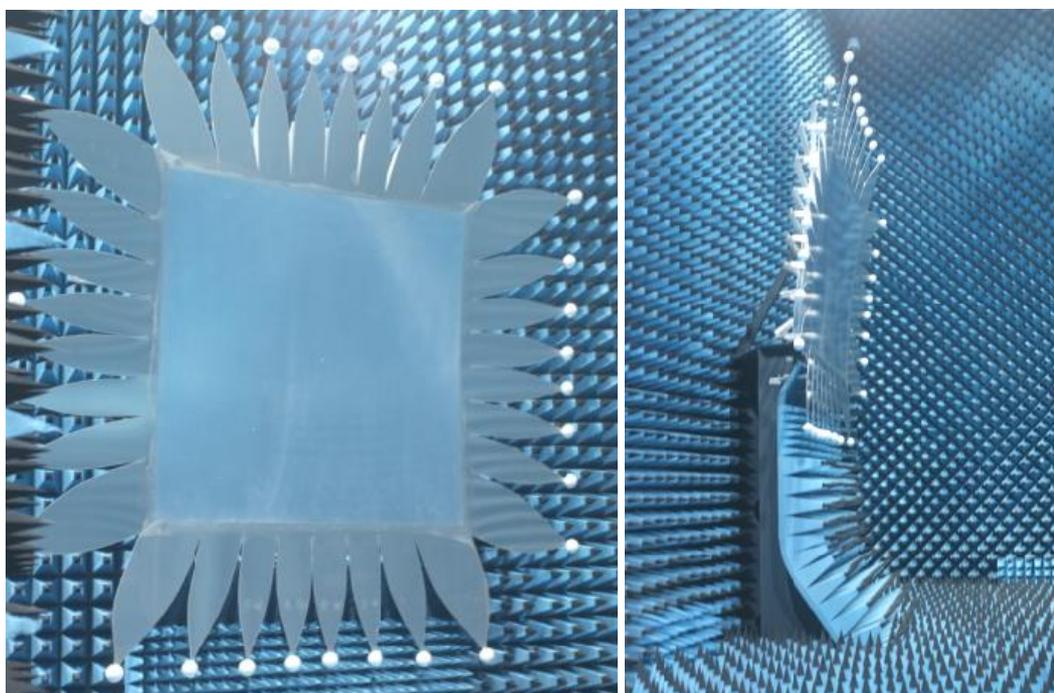


Рисунок 1 – Внешний вид зеркала (рефлектора) радиоколлиматора

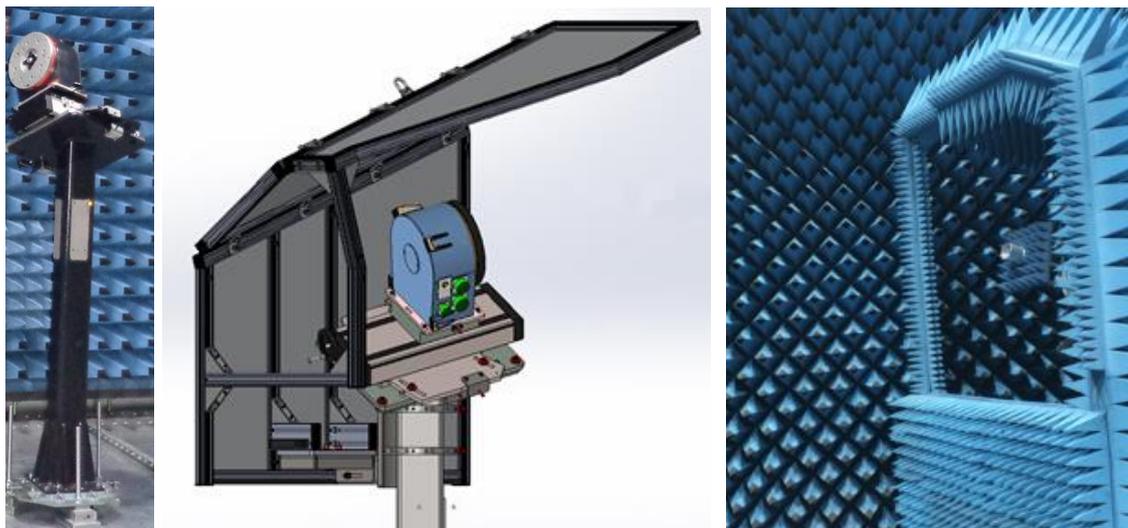


Рисунок 2 – Внешний вид опорно-поворотного устройства для позиционирования облучателей и его конструкции

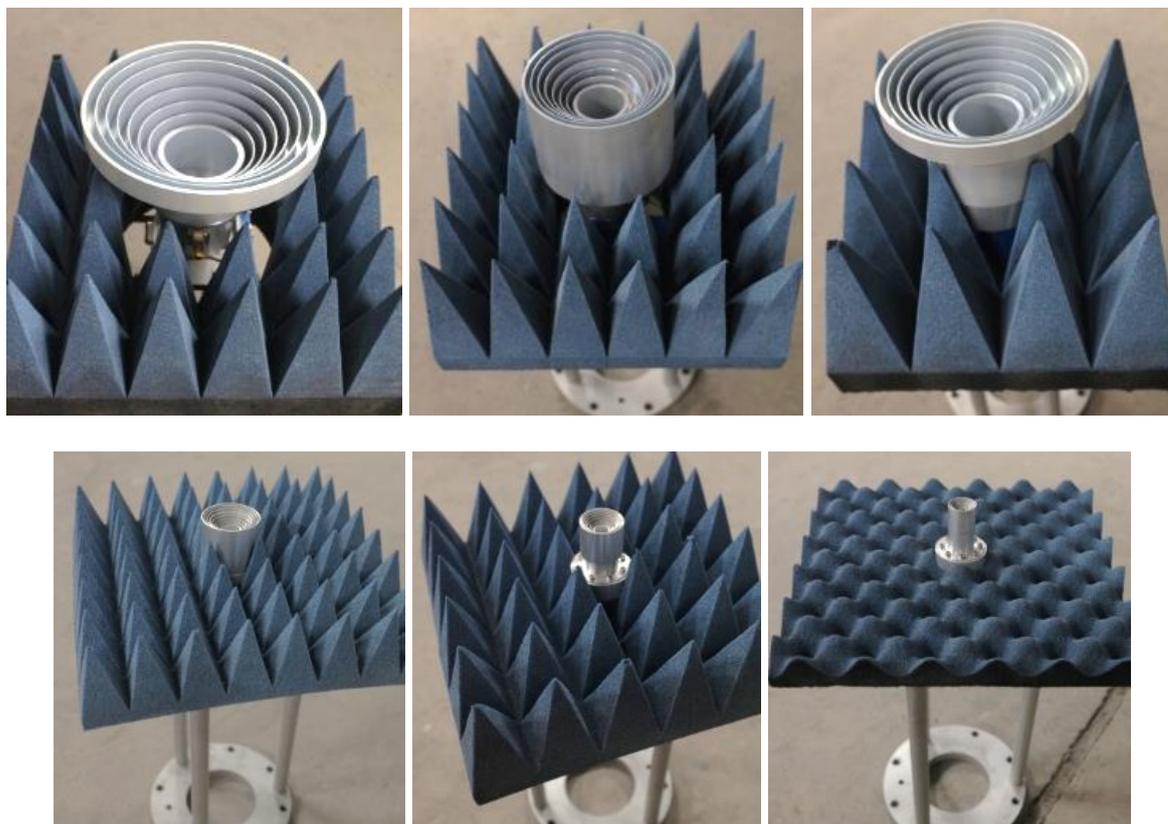


Рисунок 3 – Внешний вид облучателей

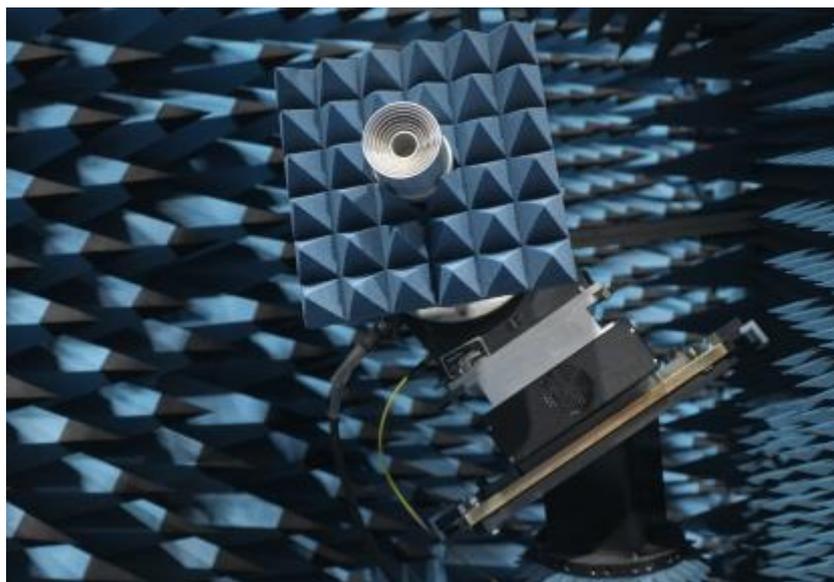
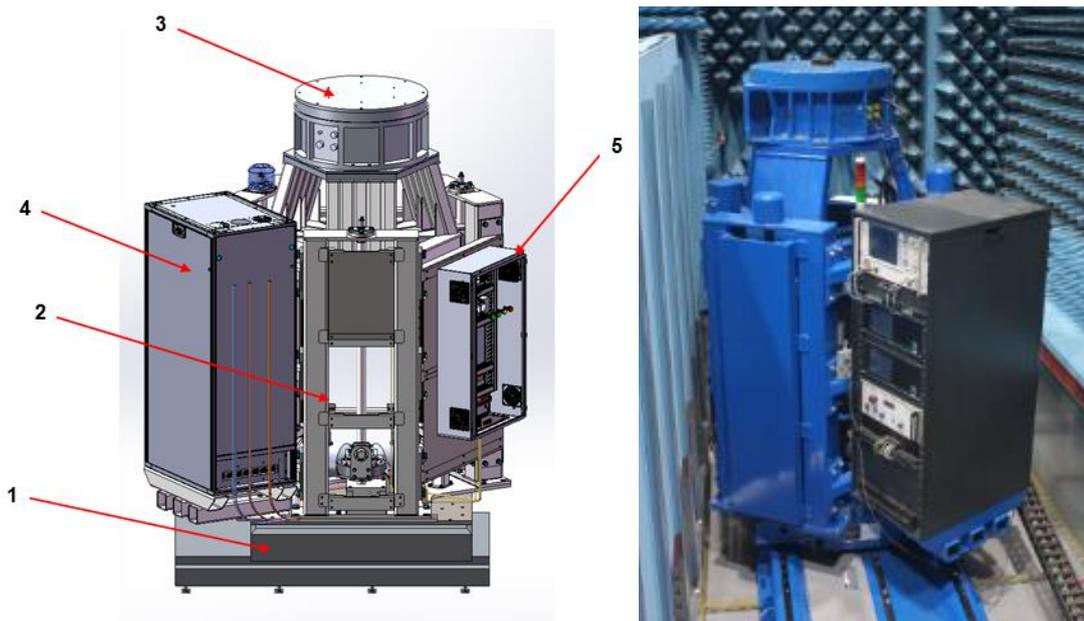


Рисунок 4 – Внешний вид облучателя, установленного на опорно-поворотном устройстве



1 - слайдер AL-49140-1; 2 – подъемник; 3 – азимутальный позиционер AL-1760-1; 4 – приборная стойка; 5 – металлический шкаф для размещения электрооборудования
Рисунок 5 – Общий вид прецизионного 5-ти координатного опорно-поворотного устройства



Рисунок 6 – Общий вид системного контроллера TMS



Рисунок 7 – Общий вид контроллера перемещения TMC 4004



Рисунок 8 – Общий вид контроллера движения AL-4164-4MC-BL

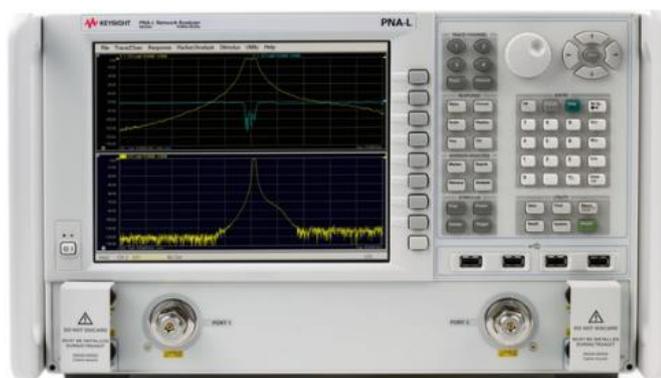


Рисунок 9 – Внешний вид векторного анализатора цепей N5224A

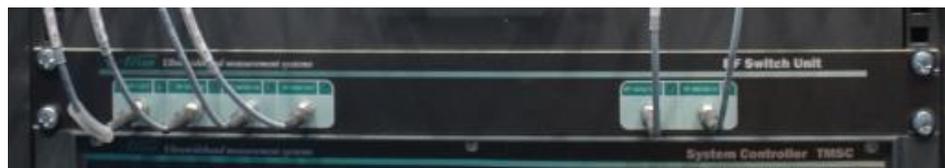


Рисунок 10 – Внешний вид блока коммутации СВЧ сигналов TMSU-3-40-1 и TMSU-3-40-2

Векторный анализатор цепей
N5224A

Блок коммутации СВЧ сигналов
TMSU-3-40-2

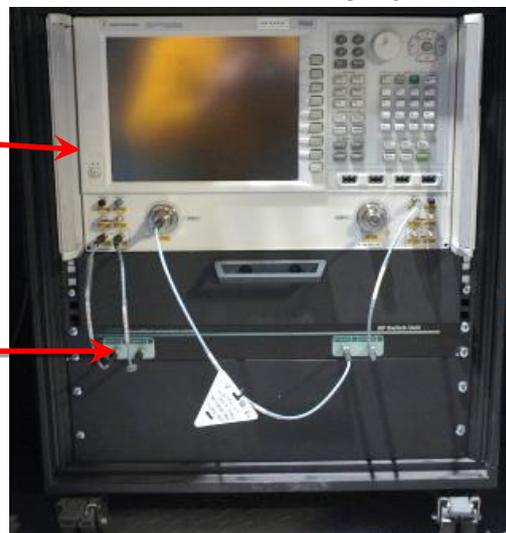


Рисунок 11 – Размещение оборудования в приборной стойке 12U

Векторный анализатор цепей
N5224A

Блок коммутации СВЧ сигналов
TMSU-3-40-1

Системный контроллер TMSC

Контроллер перемещения TMC
4004

Контроллер движения 4-х осевой
AL-4164-4MC-BL

Коммутатор 16-портовый
(Ethernet свитч)

Источник бесперебойного питания
APC Smart-UPS SMT3000 RMI2U

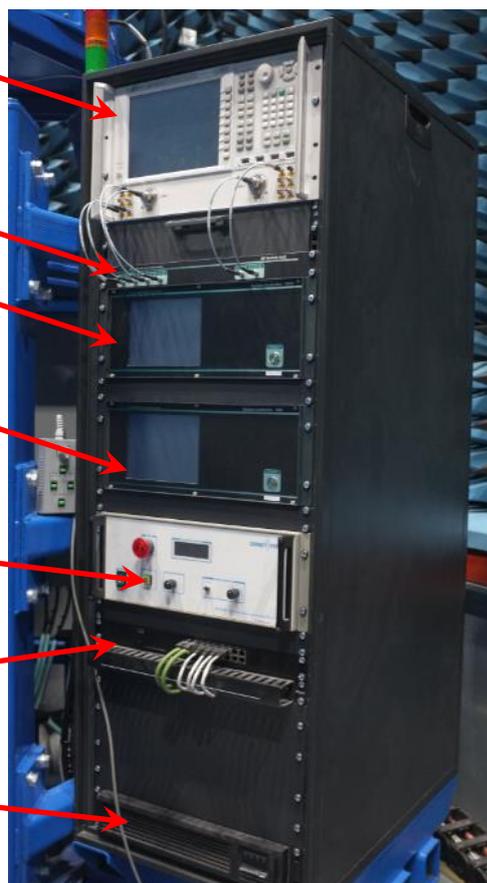


Рисунок 12 – Размещение оборудования в приборной стойке 34U

Принцип действия комплекса при измерениях в ближней зоне антенн основан на амплифазометрическом методе измерений характеристик антенн. Оценка нормируемых радиотехнических характеристик испытываемых антенн осуществляется по результатам математической обработки измеренного на плоскости сканирования амплитудно-фазового распределения тангенциальных компонент электромагнитного поля, излучаемого (принимаемого) антенной.

Функционально и конструктивно, при реализации амплифазометрического метода измерений в ближней зоне антенн комплекс состоит из:

- четырехкоординатного T-сканера AL-4952-5м-5м-0.25м, предназначенного для пространственного перемещения антенны-зонда в системе координат (X; Y; Z; P) вблизи апертуры испытываемой антенны;

- четырехкоординатного опорно-поворотного устройства для установки измеряемых антенн в плоскость измерений;

- контроллера перемещения ТМС3131 для автоматического управления работой опорно-поворотного устройства;

- системного контроллера ТМСС для синхронизации работы векторного анализатора цепей и сканера в процессе измерений;

- векторного анализатора цепей N5224A, предназначенного для измерений отношения амплитуд и разности фаз опорного и зондирующего сигналов (комплексного коэффициента передачи системы «испытываемая антенна – антенна-зонд»). Зондирующий сигнал – это сигнал, подаваемый с выхода ВАЦ на вход испытываемой антенны и излучаемый ею, принимаемый далее антенной-зондом и поступающий на вход ВАЦ. Результат измерений комплексного коэффициента передачи системы «испытываемая антенна – антенна-зонд» передается на персональный компьютер (далее – ПЭВМ), где после его обработки получают значения нормируемых характеристик испытываемой антенны;

- комплекта антенн-зондов, предназначенных для использования при измерениях амплитудно-фазового распределения поля в ближней зоне;

- комплекта радиочастотных кабелей, предназначенных для коммутации функциональных узлов комплекса;

- ПЭВМ, применяемой для управления комплексом в процессе измерений, для обработки результатов измерений, их каталогизации и визуализации;

- программного обеспечения (далее - ПО), предназначенного для управления комплексом, сбора и обработки данных, их регистрации, визуализации и каталогизации результатов измерений;

- двух приборных стоек 34U и 12U, предназначенных для размещения радиотехнического и вспомогательного оборудования из состава комплекса;

- источника бесперебойного питания, предназначенного для обеспечения корректного завершения работы комплекса при нештатном отключении электропитания.

Для уменьшения влияния отраженных сигналов на результаты измерений элементы сканера комплекса и помещения облицованы радиопоглощающим материалом.

Общий вид элементов комплекса, предназначенных для выполнения измерений методом ближней зоны, приведен на рисунках 13 – 23.

Места размещения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера приведены на рисунке 16.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа, приведена на рисунке 23.

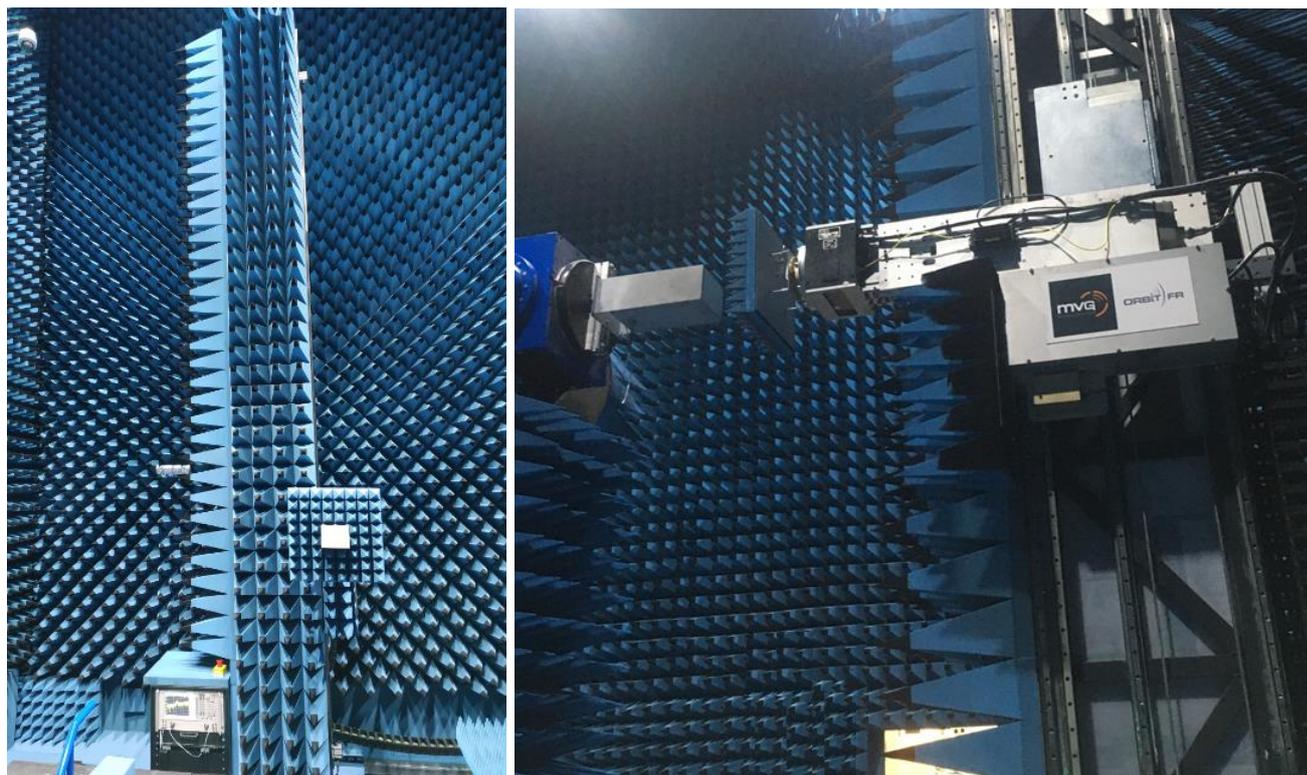


Рисунок 13 – Общий вид четырехкоординатного Т-сканера AL-4952-5м-5м-0.25м

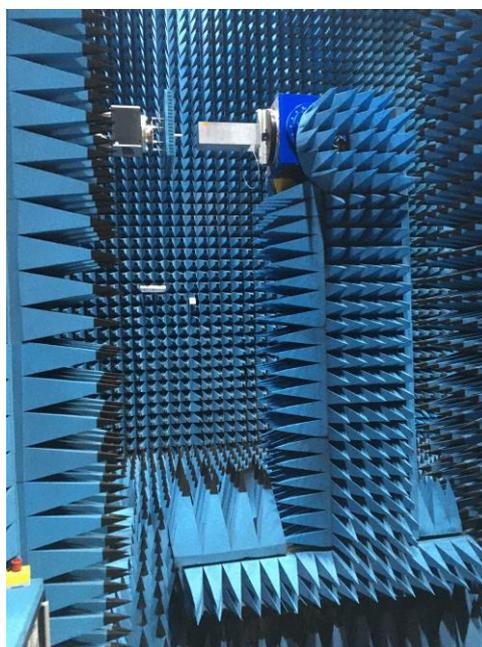
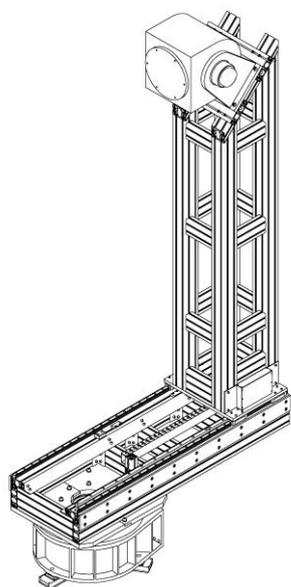


Рисунок 14 – Общий вид четырехкоординатного опорно-поворотного устройства

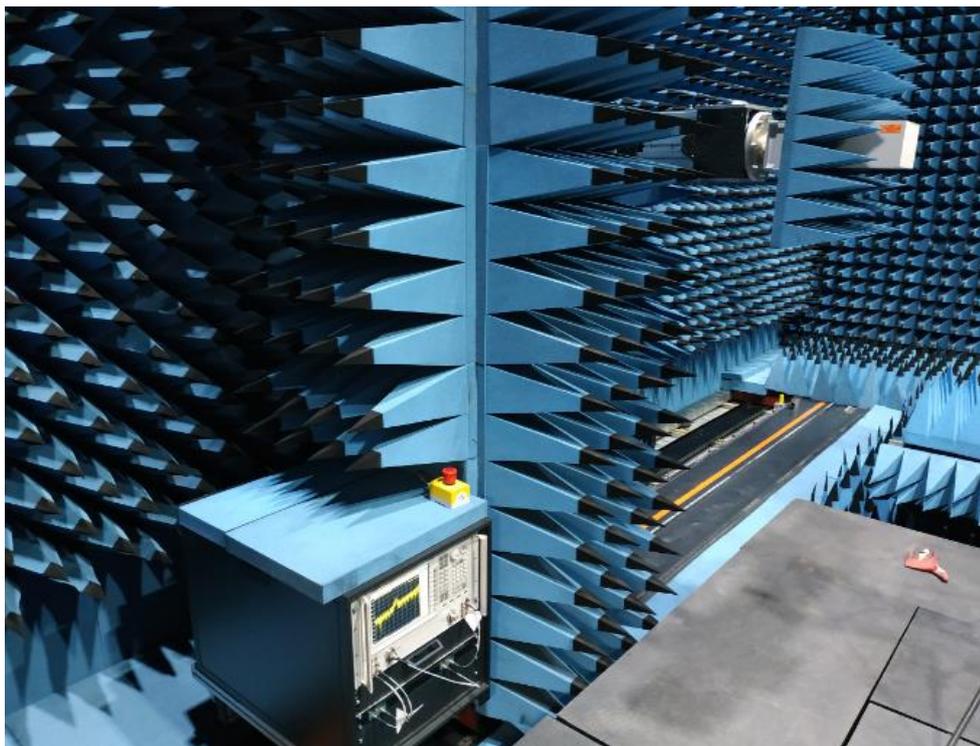


Рисунок 15 – Общий вид четырехкоординатного Т-сканера AL-4952-5м-5м-0.25м с установленным антенной-зондом, а также приборной стойки 12U

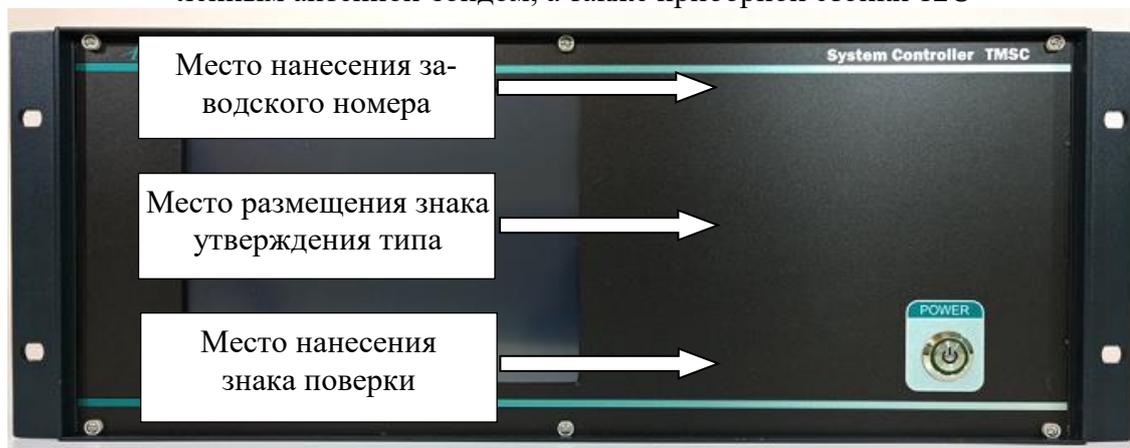
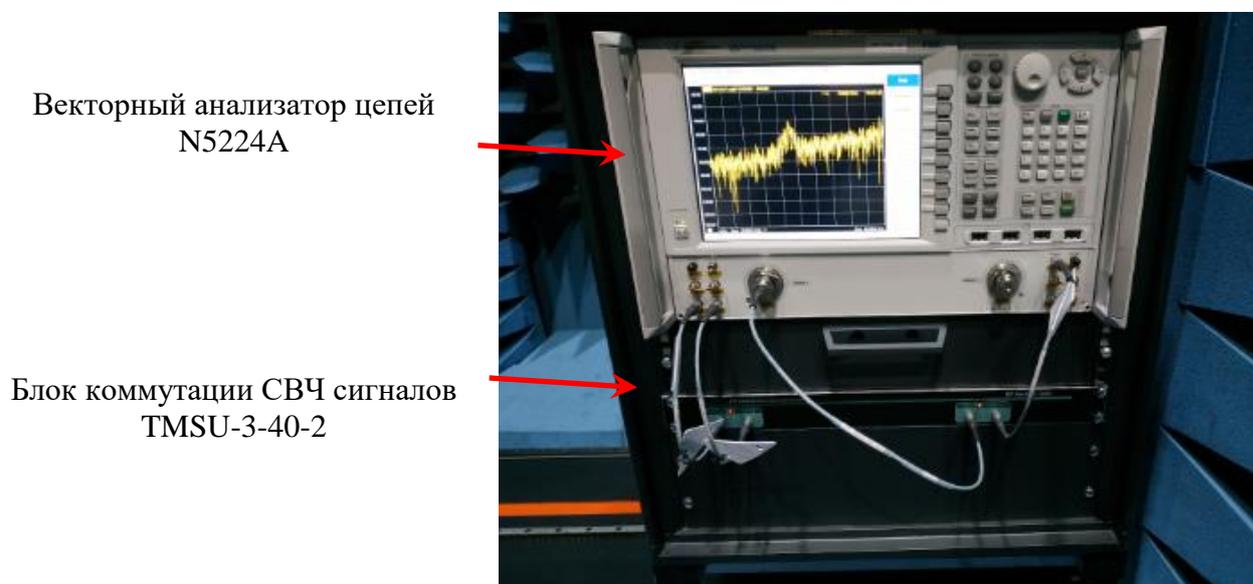


Рисунок 16 – Общий вид системного контроллера TMSC с указанием места размещения знака утверждения типа, знака поверки, заводского номера



Рисунок 17 – Общий вид контроллера перемещений ТМС 3131



Векторный анализатор цепей
N5224A

Блок коммутации СВЧ сигналов
TMSU-3-40-2

Рисунок 18 – Размещение оборудования в приборной стойке 12U

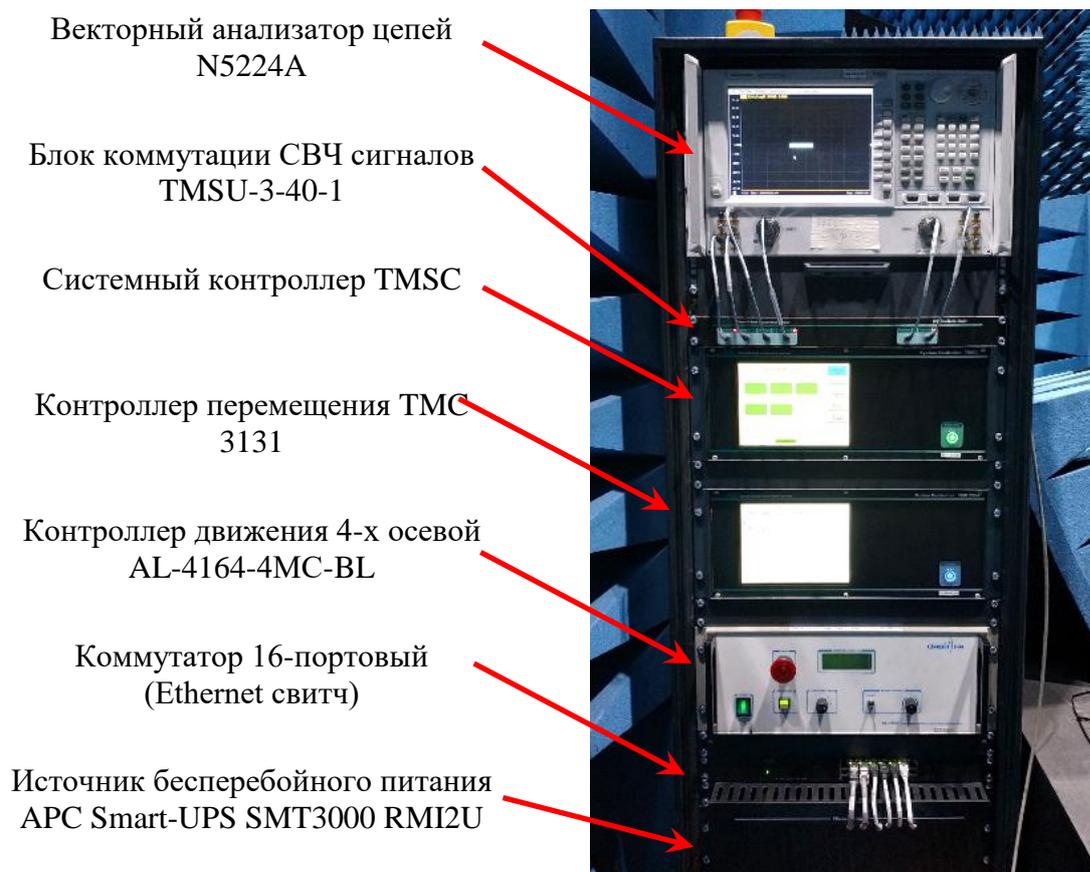


Рисунок 19 – Размещение оборудования в приборной стойке 34U

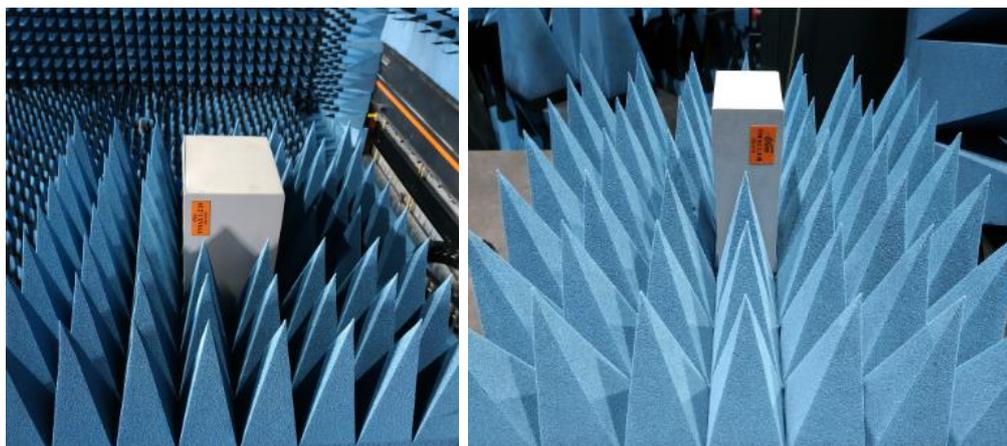


Рисунок 20 – Общий вид антенн-зондов диапазонов слева направо: от 1 до 2 ГГц; от 2 до 4 ГГц



Рисунок 21 – Общий вид антенн-зондов диапазонов слева направо: от 4 до 8 ГГц; от 8 до 18 ГГц; от 18 до 40 ГГц



Рисунок 22 – Общий вид рабочего места оператора

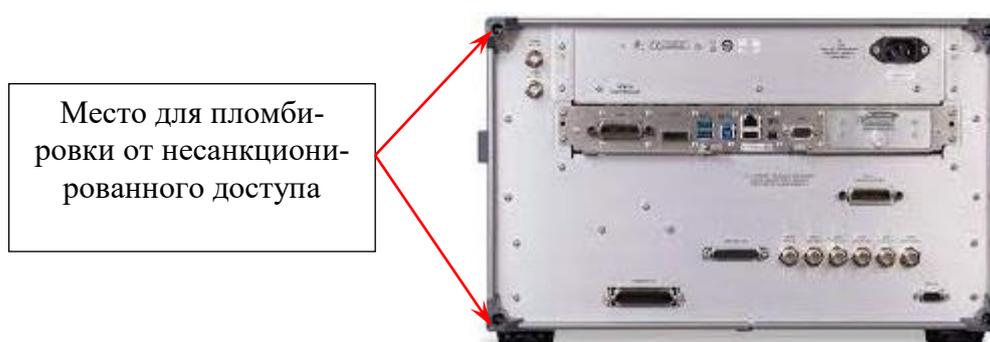


Рисунок 23 – Задняя панель ВАЦ с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа

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.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.4.0.10	1.1.3
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	AF82660046963FEFEE1C8 4C7D2A45C70 (алгоритм MD5)	4F3002831243A96C2AAD BE9D308CCA29 (алгоритм MD5)

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2.1 - Метрологические характеристики при измерениях в поле радиоколлиматора

Наименование характеристики			Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц			от 1,0 до 40,0
Максимальный размер рабочей зоны, м			1,2
Неравномерность амплитудного (А) и фазового (Ф) распределений, относительный уровень кроссполяризованной составляющей электромагнитного поля (К) в пределах рабочей зоны, не более ¹⁾			
Диапазон частот, ГГц	А, дБ	Ф, °	К, дБ
от 1,0 до 1,7	3,9	23,1	-24
от 1,7 до 2,6	3,5	18,3	-22
от 2,60 до 3,95	1,5	7,5	-29
от 3,95 до 5,85	1,4	7,6	-29
от 5,85 до 8,20	1,2	7,1	-29
от 8,2 до 12,4	0,7	5,2	-28

Продолжение таблицы 2.1

от 12,0 до 18,0	0,9	5,2	-28
от 18,0 до 26,5	1,0	5,7	-27
от 26,5 до 40,0	1,1	5,9	-29
Пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления (КУ) антенн при погрешности КУ облучателя, дБ, для рабочей зоны 1,2 м: ²⁾			
Погрешность КУ эталона	Значение, дБ	Значение, дБ	Значение, дБ
при КСВН не более 1,2			
	от 1,0 до 1,7 ГГц	от 1,7 до 2,6 ГГц	от 2,6 до 40,0 ГГц
0,3 дБ	1,4	1,3	0,7
0,5 дБ	1,5	1,4	0,8
0,8 дБ	1,6	1,5	1,1
1,0 дБ	1,8	1,7	1,3
при КСВН не более 1,5			
	от 1,0 до 1,7 ГГц	от 1,7 до 2,6 ГГц	от 2,6 до 40,0 ГГц
0,3 дБ	1,5	1,4	0,8
0,5 дБ	1,6	1,5	0,9
0,8 дБ	1,7	1,6	1,2
1,0 дБ	1,9	1,7	1,4
при КСВН не более 2,0			
	от 1,0 до 1,7 ГГц	от 1,7 до 2,6 ГГц	от 2,6 до 40,0 ГГц
0,3 дБ	1,7	1,6	1,3
0,5 дБ	1,8	1,7	1,4
0,8 дБ	1,9	1,9	1,5
1,0 дБ	2,0	2,0	1,7
Примечания:			
1) – при измерениях амплитудного и фазового распределений антенной с коэффициентом усиления не более 15 дБ в диапазоне частот до 18 ГГц и не более 20 дБ в диапазоне частот свыше 18 ГГц;			
2) – при отличии КУ антенн не более 30 дБ, отношении сигнал/шум не менее 40 дБ.			

Таблица 2.2 – Доверительные границы погрешности измерений уровней амплитудных (АДН) и фазовых (ФДН) диаграмм направленности для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 1,0 до 1,7 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 25^\circ$		
-5	1,1	7,7
-10	1,7	12,2
-15	2,7	20,0
-20	4,1	31,1

Продолжение таблицы 2.2

В секторе углов от $\pm 60^\circ$ вне сектора $\pm 25^\circ$		
-5	0,8	5,5
-10	1,1	7,7
-15	1,7	12,2
-20	2,7	20,0
-25	4,1	31,1
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 60^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,1	7,7
-25	1,8	12,2
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 20^\circ$		
-5	1,3	9,2
-10	2,0	14,5
-15	3,2	24,0
В секторе углов ± 45 градусов вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	1,0	7,0
-10	1,4	9,9
-15	2,3	16,9
-20	3,5	26,4
В секторе углов ± 90 градусов вне сектора $\pm 45^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
Примечание: 1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ.		

Таблица 2.3 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 1,7 до 2,6 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 40^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 40^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 30^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 40^\circ$ вне сектора $\pm 30^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 40^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4

Продолжение таблицы 2.3

-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов ±20 °		
-5	0,8	5,5
-10	1,1	7,7
-15	1,7	12,2
-20	2,7	20,0
-25	4,2	31,9
В секторе углов ±40 ° вне сектора ±20 °		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов ±90 ° вне сектора ±40 °		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Примечание:
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ.

Таблица 2.4 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 2,6 до 3,95 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов ±60 °		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.4

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 60^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,7	20,0
-40	4,2	31,9
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 25^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,8	13,0
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 40^\circ$ вне сектора $\pm 25^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 60^\circ$ вне сектора $\pm 40^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.4

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 60^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 20^\circ$		
-5	0,8	5,5
-10	1,1	7,7
-15	1,7	12,2
-20	2,7	20,0
-25	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 40^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 60^\circ$ вне сектора $\pm 40^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.4

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 60^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,8	5,5
-10	1,1	7,7
-15	1,7	12,2
-20	2,7	20,0
-25	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 60^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 60^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
Примечания:		
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ;		
2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.5 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 3,95 до 5,85 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов $\pm 30^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 30^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 20^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.5

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 30^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 30^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,9	6,2
-15	1,4	9,9
-20	2,1	15,3
-25	3,2	24,0
В секторе углов $\pm 25^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4

Продолжение таблицы 2.5

-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 45^\circ$ вне сектора $\pm 25^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 45^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,9	6,2
-15	1,4	9,9
-20	2,1	15,3
-25	3,2	24,0
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.5

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
Примечания:		
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ;		
2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.6 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 5,85 до 8,20 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов $\pm 20^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4

Продолжение таблицы 2.6

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 45^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 45^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,4	17,7
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.6

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6

Продолжение таблицы 2.6

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов ±15 °		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов ±50 ° вне сектора ±15 °		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов ±90 ° вне сектора ±50 °		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
Примечания:		
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ;		
2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.7 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 8,2 до 12,4 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов ±20 °		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7

Продолжение таблицы 2.7

-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 45^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 45^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 25^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.7

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 45^\circ$ вне сектора $\pm 25^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 45^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.7

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 30^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 30^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 15^\circ$ вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.7

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 30^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 30^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
Примечания:		
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ;		
2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.8 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 12,0 до 18,0 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.8

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 25^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 25^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,3	2,0
-15	0,4	2,7
-20	0,4	2,7
-25	0,6	4,1
-30	0,7	4,8
-35	1,0	7,0
-40	1,4	9,9
-45	2,0	14,5
-50	3,0	22,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 15^\circ$ вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.8

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,3	2,0
-15	0,4	2,7
-20	0,4	2,7
-25	0,6	4,1
-30	0,7	4,8
-35	1,0	7,0
-40	1,4	9,9
-45	2,0	14,5
-50	3,0	22,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 15^\circ$ вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.8

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		

-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,3	2,0
-15	0,4	2,7
-20	0,4	2,7
-25	0,6	4,1
-30	0,7	4,8
-35	1,0	7,0
-40	1,4	9,9
-45	2,0	14,5
-50	3,0	22,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 15^\circ$ вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.8

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7

-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,3	2,0
-15	0,4	2,7
-20	0,4	2,7
-25	0,6	4,1
-30	0,7	4,8
-35	1,0	7,0
-40	1,4	9,9
-45	2,0	14,5
-50	3,0	22,4
Примечания:		
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ;		
2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.9 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 18,0 до 26,5 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, $^\circ$
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,8	5,5
-10	1,1	7,7
-15	1,7	12,2
-20	2,7	20,0
-25	4,2	31,9

Продолжение таблицы 2.9

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6

Продолжение таблицы 2.9

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 15^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,7	4,8
-15	1,0	7,0
-20	1,5	10,7
-25	2,3	16,9
-30	3,5	26,4
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,9	6,2
-25	1,2	8,4
-30	1,9	13,7
-35	2,8	20,8
-40	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,7	4,8
-25	0,9	6,2
-30	1,3	9,2
-35	1,9	13,7
-40	2,9	21,6
-45	4,4	33,4

Продолжение таблицы 2.9

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 5^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 15^\circ$ вне сектора $\pm 5^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 50^\circ$ вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 50^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
Примечания:		
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ;		
2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.10 – Доверительные границы погрешности измерений уровней АДН и ФДН для доверительной вероятности $p = 0,95$ в диапазоне частот от 26,5 до 40,0 ГГц

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими до 300 мм ^{1), 2)}		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,8	5,5
-10	1,1	7,7
-15	1,7	12,2
-20	2,7	20,0
-25	4,2	31,9
В секторе углов ± 15 градусов вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов ± 45 градусов вне сектора $\pm 15^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов ± 90 градусов вне сектора $\pm 45^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4

Продолжение таблицы 2.10

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 300 до 600 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 10^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,9	6,2
-15	1,4	9,9
-20	2,1	15,3
-25	3,2	24,0
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 10^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,5	3,4
-15	0,6	4,1
-20	0,8	5,5
-25	1,2	8,4
-30	1,8	13,0
-35	2,8	20,8
-40	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 40^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 40^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4

Продолжение таблицы 2.10

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 600 до 900 мм ¹⁾		
В секторе углов $\pm 8^\circ$		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 12^\circ$ вне сектора $\pm 8^\circ$		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов $\pm 20^\circ$ вне сектора $\pm 12^\circ$		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов $\pm 90^\circ$ вне сектора $\pm 20^\circ$		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4

Продолжение таблицы 2.10

Уровень ДН, дБ	АДН, дБ	ФДН, °
для антенн с размерами апертуры, составляющими от 900 до 1200 мм ¹⁾		
В секторе углов ±10 °		
-5	0,6	4,1
-10	0,8	5,5
-15	1,2	8,4
-20	1,7	12,2
-25	2,7	20,0
-30	4,2	31,9
В секторе углов ±15 ° вне сектора ±10 °		
-5	0,5	3,4
-10	0,6	4,1
-15	0,8	5,5
-20	1,2	8,4
-25	1,8	13,0
-30	2,7	20,0
-35	4,2	31,9
В секторе углов ±20 ° вне сектора ±15 °		
-5	0,4	2,7
-10	0,4	2,7
-15	0,5	3,4
-20	0,6	4,1
-25	0,9	6,2
-30	1,2	8,4
-35	1,9	13,7
-40	2,8	20,8
-45	4,3	32,6
В секторе углов ±90 ° вне сектора ±20 °		
-5	0,3	2,0
-10	0,4	2,7
-15	0,4	2,7
-20	0,5	3,4
-25	0,7	4,8
-30	0,9	6,2
-35	1,3	9,2
-40	1,9	13,7
-45	2,9	21,6
-50	4,4	33,4
Примечания: 1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ; 2) – для размеров апертуры не менее 3λ и 150 мм.		

Таблица 2.11 – Пределы допускаемой погрешности измерений уровней поляризационных диаграмм (ПД) для антенн с размерами апертуры, составляющими до 600 мм

Диапазон частот, ГГц	Уровни ПД, дБ	Пределы допускаемой погрешности ПД ¹⁾ , дБ
1,0-2,6	-5	0,9
	-10	1,6
	-15	2,6
	-20	4,2
2,6-8,2	-5	0,4
	-10	0,7
	-15	1,1
	-20	1,9
	-25	3,2
8,2-18,0	-5	0,3
	-10	0,6
	-15	1,0
	-20	1,8
	-25	2,9
18,0-26,5	-5	0,4
	-10	0,7
	-15	1,3
	-20	2,2
	-25	3,5
26,5-40,0	-5	0,4
	-10	0,7
	-15	1,1
	-20	1,9
	-25	3,2

Примечание:

1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ.

Таблица 2.12 – Пределы допускаемой погрешности измерений уровней ПД для антенн с размерами апертуры, составляющими свыше 600 до 900 мм

Диапазон частот, ГГц	Уровни ПД, дБ	Пределы допускаемой погрешности ПД ¹⁾ , дБ
1,0-2,6	-5	0,9
	-10	1,6
	-15	2,6
	-20	4,2

Продолжение таблицы 2.12

Диапазон частот, ГГц	Уровни ПД, дБ	Пределы допускаемой погрешности ПД ¹⁾ , дБ
2,6-3,95	-5	0,5
	-10	0,9
	-15	1,6
	-20	2,6
	-25	4,2
3,95-8,2	-5	0,5
	-10	0,8
	-15	1,4
	-20	2,4
	-25	3,9
8,2-18,0	-5	0,6
	-10	1,0
	-15	1,8
	-20	2,9
	-25	4,6
18,0-26,5	-5	0,5
	-10	0,9
	-15	1,6
	-20	2,6
	-25	4,2
26,5-40,0	-5	0,5
	-10	0,8
	-15	1,4
	-20	2,4
	-25	3,9

Примечание:
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ.

Таблица 2.13 – Пределы допускаемой погрешности измерений уровней ПД для антенн с размерами апертуры, составляющими свыше 900 до 1200 мм

Диапазон частот, ГГц	Уровни ПД, дБ	Пределы допускаемой погрешности ПД ¹⁾ , дБ
1,0-1,7	-5	0,9
	-10	1,6
	-15	2,6
	-20	4,2

Продолжение таблицы 2.13

Диапазон частот, ГГц	Уровни ПД, дБ	Пределы допускаемой погрешности ПД ¹⁾ , дБ
1,7-2,6	-5	1,1
	-10	1,9
	-15	3,2
	-20	5,1
2,6-8,2	-5	0,5
	-10	0,9
	-15	1,6
	-20	2,6
	-25	4,2
8,2-18,0	-5	0,6
	-10	1,0
	-15	1,8
	-20	2,9
	-25	4,6
18,0-26,5	-5	0,7
	-10	1,1
	-15	1,9
	-20	3,2
	-25	5,1
26,5-40,0	-5	0,5
	-10	0,9
	-15	1,6
	-20	2,6
	-25	4,2

Примечание:
1) – для отношения сигнал/шум в максимуме измеряемой ДН не менее 70 дБ.

Таблица 3 – Метрологические характеристики при измерениях методом ближней зоны

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 40
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитудного распределения электромагнитного поля до относительного уровня (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 55 дБ и кроссполяризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ) при относительных уровнях амплитудного распределения, дБ	
-10 дБ	±0,3
-20 дБ	±0,4
-30 дБ	±1,0
-40 дБ	±1,8
-45 дБ	±3,0

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового распределения электромагнитного поля при относительном уровне амплитудного распределения (динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 55 дБ) при относительных уровнях амплитудного распределения, градус</p> <p>-10 дБ -20 дБ -30 дБ -40 дБ -45 дБ</p>	<p>±4 ±8 ±15 ±20 ±30</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней амплитудных диаграмм направленности до уровней (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 55 дБ и кроссполаризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ) при относительных уровнях амплитудных диаграмм, дБ</p> <p>-10 дБ -20 дБ -30 дБ -40 дБ -45 дБ</p>	<p>±0,3 ±0,6 ±1,5 ±2,7 ±4,0</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых диаграмм направленности (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 55 дБ) при относительных уровнях амплитудных диаграмм, градус</p> <p>-10 дБ -20 дБ -30 дБ -40 дБ -45 дБ</p>	<p>±4 ±10 ±20 ±30 ±40</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления антенны методом замещения при коэффициенте стоячей волны по напряжению испытываемой антенны не более 2 и погрешности измерений коэффициента усиления эталонной антенны, дБ:</p> <p>0,3 дБ 0,5 дБ 0,8 дБ 1,5 дБ 2,0 дБ</p>	<p>±0,5 ±0,8 ±1,1 ±2,0 ±2,7</p>

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Размер рабочей области сканирования, м, не менее длина высота	5,0 5,0
Размер зеркала (рефлектора) радиоколлиматора, м, не более длина высота	3,5 3,5
Сектор углов восстанавливаемых диаграмм направленности при планарном сканировании, не менее, °	±65
Габаритные размеры сканера, мм, не более длина ширина высота	5200 1900 5200
Напряжение электропитания от сети переменного тока частотой от 49 до 51 Гц, В	от 198 до 242
Рабочие условия эксплуатации температура окружающего воздуха, °С относительная влажность окружающего воздуха при температуре +20 °С, %, не более атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 80 от 84,0 до 106,7

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель контроллера управления сканера в виде наклейки и типографским способом на титульный лист документа ТМСА 097.040.0КБ РЭ «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-40.0 К/Б 097. Руководство по эксплуатации».

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность комплекса

Наименование	Обозначение	Количество, шт./экз.
Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный, зав. № 097 в составе:	ТМСА 1.0-40.0 К/Б 097	1
Безэховая экранированная камера размером 10300x10500x8000 (h) мм в комплекте с системой видеонаблюдения, системой освещения, пожарными извещателями, фильтрами помехоподавляющими электрическими, воздушными и жидкостными, информационными табло, зав. № 1118031	-	1
Комплект радиопоглощающего материала: – для покрытия стен, потолка и пола – для заделки углов – для пешеходных дорожек	VHP-18-NRL FS-50-NRL VHP-18-FL	1

Продолжение таблицы 5

<p>Экранированная операторская комната размером 4900 x 3050 x 3000 (h) мм в комплекте с системой освещения, пожарными извещателями, фильтрами помехоподавляющими электрическими и воздушными, зав. № 1118032 Комплект радиоколлиматора на диапазон частот 1.0 – 40.0 ГГц с величиной рабочей зоны 1,2 x 1,2 x 1,2 м (круговой цилиндр), в составе: Зеркало коллиматора Пьедестал для установки зеркала коллиматора Двухкоординатный (слайдер, поляризация) прецизионный позиционер для установки сменных облучателей в комплекте с поляризатором, зав. № 0585</p>	<p>- - - AL-360-1P</p>	<p>1</p>
<p>Комплект облучателей, обеспечивающий работу системы в L, S, C, X, Ku, K, Ka диапазонах, в составе: - облучатель зав. № 10300 диапазона частот 1.0-1.70 ГГц - облучатель зав. № 19250 диапазона частот 1.70-2.60 ГГц - облучатель зав. № 7070 диапазона частот 2.60-3.95 ГГц - облучатель зав. № 233487 диапазона частот 3.95-5.85 ГГц - облучатель зав. № 233495 диапазона частот 5.85-8.20 ГГц - облучатель зав. № 233497 диапазона частот 8.20-12.4 ГГц - облучатель зав. № 233503 диапазона частот 12.4-18.0 ГГц - облучатель зав. № 233508 диапазона частот 18.0-26.5 ГГц - облучатель зав. № 233514 диапазона частот 26.5-40.0 ГГц Пяти-координатное ОПУ (слайдер по X, подъемник, Az, El, крен) для измеряемых антенн в коллиматорном режиме в составе: Линейный слайдер, зав. № 0015 Подъемник Азимутальный позиционер, зав. № 0322 Приборная стойка 19" 34U для размещения оборудования комплекса (установлена на боковой стенке подъемника ОПУ), включающая:</p>	<p>AL2310-1.00-SL AL2310-1.70-SL AL2310-2.60-SL AL2310-3.95-SL AL2310-5.85-SL AL2310-8.20-SL AL2310-12.4-SL AL2310-18.0-SL AL2310-26.5-SL AL-49140 AL-1760-1</p>	<p>1</p>
<p>Векторный анализатор цепей, зав. № MY51441351 Системный контроллер для синхронизации всех узлов комплекса, работающих в коллиматорном режиме, зав. № 0319011 Контроллер перемещения, зав. № 0319054 Контроллер движения 4-х осевой, зав. № 0203 Источник бесперебойного питания Блок коммутации СВЧ сигналов</p>	<p>N5224A (10 МГц-43,5 ГГц) в комплекте с опциями 201, 118,1CM TMSC TMC 4004 AL-4164-4MC-BL APC Smart-UPS SMT3000 RMI2U TMSU-3-40-1</p>	<p>1</p>

Продолжение таблицы 5

Коммутатор 16-портовый (Ethernet свитч)		
Металлический шкаф для размещения электрооборудования для питания электромеханических узлов ОПУ (размещен на боковой стенке подъемника ОПУ)		1
Приборная стойка 19" 12U для размещения оборудования комплекса (установлена рядом с позиционером облучателей), включающая: Векторный анализатор цепей зав. № МУ51441330	N5224A (10 МГц-43,5 ГГц) в комплекте с опциями 201, 118,1СМ TMSU-3-40-2	1
Блок коммутации СВЧ сигналов		
Восьмиосевой пульт для дистанционного управления узлами комплекса в коллиматорном режиме, зав. № 0568	-	1
Персональный компьютер	-	1
Источник бесперебойного питания	-	1
Кабели питания, синхронизации и управления	-	1
Специальное программное обеспечение (CD - диск) для работы в режиме измерения с радиоколлиматором	-	1
Четырехкоординатное ОПУ (AZ, слайдер, EL/P) для позиционирования измеряемых антенн в составе: Азимутальный позиционер, зав. № 0416 Позиционер, зав. № 0316040	AL-1260-1 EL/P AL-4381-1	1
Контроллер перемещений для управления ОПУ измеряемых антенн по AZ, слайдеру, элевации и поляризации	TMC 3131	
Четырехкоординатный (X, Y, Z и P) T-сканер зав. № 0070 в комплекте с: Сборкой оси Z с длиной хода 0,25м, зав. № 0120	AL-4952-5м-5м-0.25м AL-610-1	
Поляризатором, зав. № 0309	AL-160-1P	1
Контроллером перемещений, зав. № 0256 для управления сканером по координатам X, Y, Z, P)	AL-4164	
Приборная стойка 19" 34U для размещения оборудования комплекса ближней зоны (установлена рядом с ОПУ для измеряемых антенн), включающая: Векторный анализатор цепей, зав. № МУ51441351	N5224A (10 МГц-43,5 ГГц) в комплекте с опциями 201, 118,1СМ TMSC	1
Системный контроллер, зав. № 031910 для синхронизации всех узлов комплекса, работающих в ближнем поле		
Контроллер перемещения, зав. № 031640	TMC 3131	
Контроллер движения 4-х осевой	AL-4164-4MC-BL	
Источник бесперебойного питания	APC Smart-UPS SMT3000 RMI2U	
Блок коммутации СВЧ сигналов	TMSU-3-40-1	
Коммутатор 16-портовый (Ethernet свитч)		

Продолжение таблицы 5

Приборная стойка 19" 12U для размещения оборудования комплекса ближней зоны (установлена на сканере), включающая: Векторный анализатор цепей, зав. № МУ51441330	N5224A (10 МГц-43,5 ГГц) в комплекте с опциями 201, 118,1СМ TMSU-3-40-2	1
Блок коммутации СВЧ сигналов Восьмиосевой пульт для дистанционного управления узлами комплекса в ближнем поле	-	1
Комплект калиброванных антенн-зондов в составе: Антенна-зонд, зав. № 0813183 диапазона частот 1-2 ГГц Антенна-зонд, зав. № 0413178 диапазона частот 2-4 ГГц Антенна-зонд, зав. № 0413186 диапазона частот 4-8 ГГц Антенна-зонд, зав. № 1113193 диапазона частот 8-18 ГГц Антенна-зонд, зав. № 1213202 диапазона частот 18-40 ГГц	ТМАЗ 1-2 И ТМАЗ 2-4 И ТМАЗ 4-8 И ТМАЗ 8-18 И ТМАЗ 18-40 И	1
Персональный компьютер (ПК)	-	1
Источник бесперебойного питания	-	1
Комплект кабелей питания, синхронизации и управления	-	1
Специальное программное обеспечения (CD - диск) для работы в режиме измерений в ближней зоне	-	1
Паспорт	ТМСА 097.040.0КБ ПС	1
Руководство по эксплуатации	ТМСА 097.040.0КБ РЭ	1

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в документе ТМСА 097.040.0КБ РЭ «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0 – 40.0 К/Б 097. Руководство по эксплуатации», книга 1.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ Р 8.851-2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц

Техническая документация изготовителя

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ТРИМ СШП Измерительные системы» (ООО «НПП «ТРИМ СШП Измерительные системы»)
ИНН 7804323773

Адрес: 195197, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, д.40, корп.14, литера А, офис 10Н.

Тел. (812) 327-44-56, факс: (812) 540-03-15.

Web-сайт: trimcom.ru

E-mail: info@trimcom.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ТРИМ СШП Измерительные системы» (ООО «НПП «ТРИМ СШП Измерительные системы»)
ИНН 7804323773

Адрес: 195197, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, д.40, корп.14, литера А, офис 10Н.

Тел. (812) 327-44-56, факс: (812) 540-03-15.

Web-сайт: trimcom.ru

E-mail: info@trimcom.ru

Испытательный центр

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

Адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ»

Телефон (факс): +7 (495) 526-63-00

Web-сайт: www.vniiftri.ru

E-mail: office@vniiftri.ru

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц Росаккредитации № 30002-13

