

**УТВЕРЖДЕНО**  
приказом Федерального агентства  
по техническому регулированию  
и метрологии  
от «29» августа 2024 г. № 2054

Регистрационный № 93070-24

Лист № 1  
Всего листов 15

**ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Комплекс** автоматизированный измерительно-вычислительный  
**ТМСА 0.2-40.0 БД 106**

**Назначение средства измерений**

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.2-40.0 БД 106 (далее – комплекс) предназначен для настройки и измерения радиотехнических характеристик пассивных антенн в диапазонах частот 0,2-40,0 ГГц методом дальней зоны и от 1,0-40,0 ГГц методом ближней зоны.

**Описание средства измерений**

Принцип действия комплекса при измерениях в дальней зоне основан на измерении частотных и угловых зависимостей коэффициента передачи при подключении к измерительным портам анализатора электрических цепей векторного ZVA 67 (ВАЦ) антенных устройств, размещенных в соответствии с условием «дальней зоны».

Принцип действия комплекса при измерениях в ближней зоне 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. Измерения радиотехнических характеристик антенн выполняются при подключении к измерительным портам ВАЦ. При работе ВАЦ устанавливается в режим измерений параметров S<sub>21</sub> или S<sub>12</sub>.

Функционально и конструктивно комплекс состоит из:

– безэховой экранированной камеры ТМ ЭК 11.9 х 6.9 х 6.92, предназначенной для воспроизведения нормированных условий испытаний при оценке характеристик радиотехнических систем;

– прецизионного четырехкоординатного (X, Y, Z, P) Т-сканера (сканер) ТМП 04П 3.0 х 3.0 с контроллером управления, предназначенного для установки и вращения антенн-зондов и вспомогательных антенн в плоскости поляризации;

– прецизионного четырехкоординатного (SL-слайдер, AZ, EL, R) опорно-поворотного устройства (ОПУ) ТМП 04 В с контроллером управления, предназначенного для установки и вращения испытываемой антенны в горизонтальной плоскости, в плоскости элевации, поляризации и для перемещения по дальности;

– ВАЦ, 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 (ПЭВМ), где после его обработки получают значения нормируемых характеристик испытываемой антенны;

– комплекта радиопоглощающего материала Штиль-100.К66, предназначенного для уменьшения уровней вторичных излучений;

– комплекта антенн-зондов ТМАЗ 1-2 Э, ТМАЗ 2-4 Э, ТМАЗ 4-8 Э, ТМАЗ 8-18 Э, ТМАЗ 18-40 Э для установки на сканер при измерениях методом ближней зоны, предназначенного для приема и передачи СВЧ сигналов от 1 до 40 ГГц;

– комплекта вспомогательных антенн ТМА 0.2-1.3 Э, ТМА 1.3-15 Э, ТМА 15-40 Э для установки на сканер при измерениях методом дальней зоны, предназначенного для приема и передачи СВЧ сигналов от 0,2 до 40 ГГц;

– малошумящих усилителей ТМАУ 2045-35 (МШУ), предназначенных для повышения чувствительности приемных устройств

– источника бесперебойного питания Импульс 2000 VA, обеспечивающего стабилизированное электропитание комплекса;

– комплекта кабелей связи, управления и питания, обеспечивающего цифровые и аналоговые связи между элементами комплекса;

– ПЭВМ в комплекте с приборной стойкой, предоставляющего оператору интерфейс для автоматизированного управления элементами комплекса, сбора, обработки, хранения и вывода результатов измерений.

Заводской номер 106, идентифицирующий данный комплекс, указывается на самоклеющейся этикетке, размещенной на лицевой стороне приборной стойки в формате цифрового обозначения.

Для предотвращения несанкционированного доступа к внутренним частям ВАЦ предусмотрены пломбы в виде наклеек.

Внешний вид составных частей комплекса приведен на рисунках 1 - 7. Место размещения знака утверждения типа, заводского номера и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунках 4 и 5.

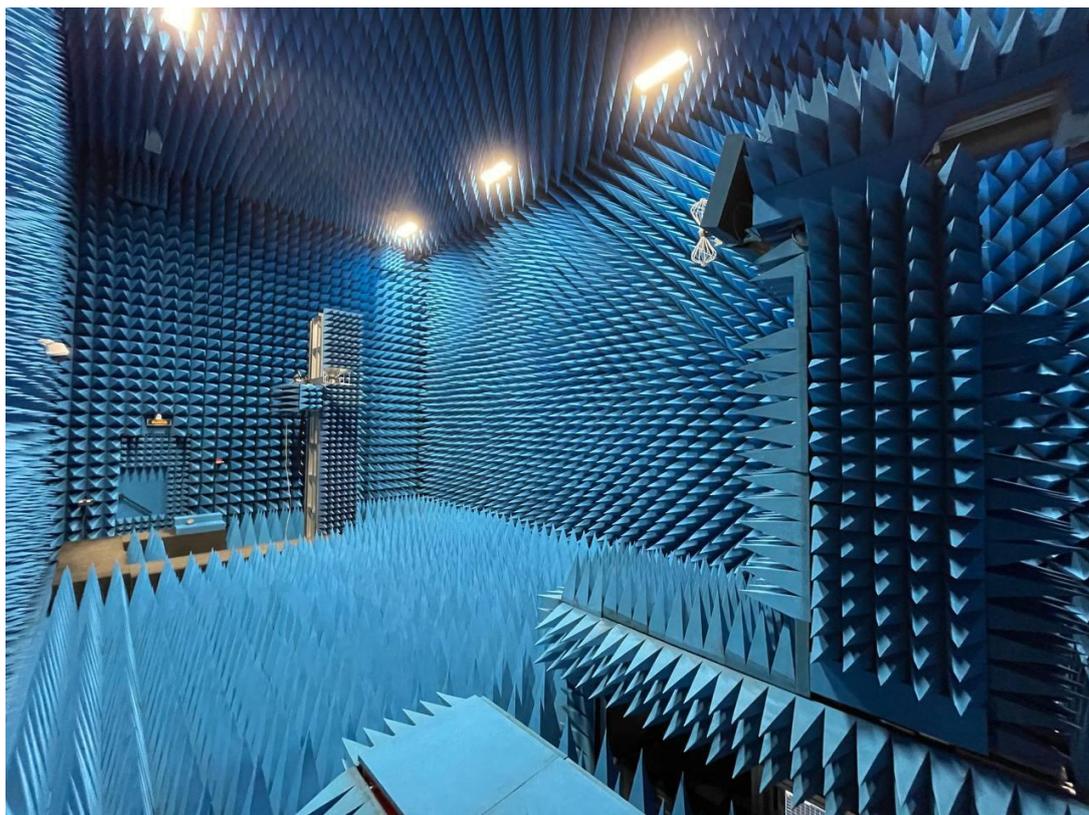


Рисунок 1 – Общий вид комплекса

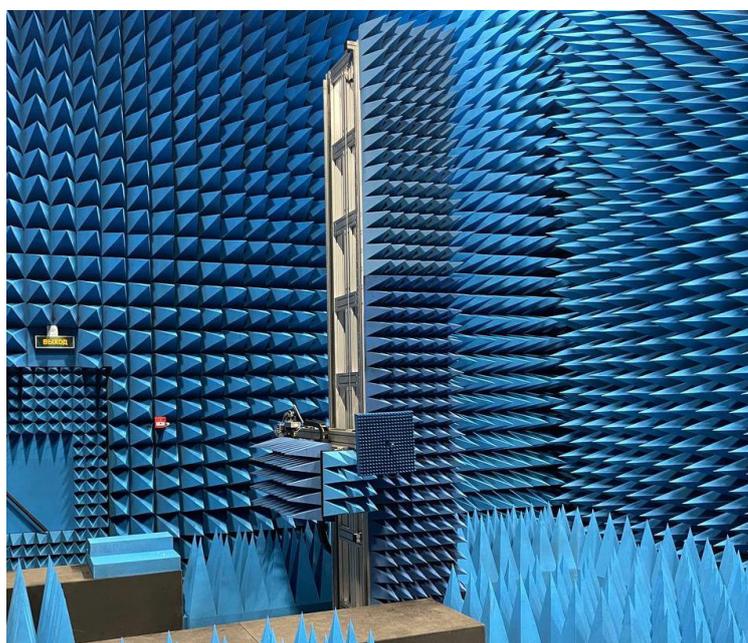


Рисунок 2 – Общий вид сканера

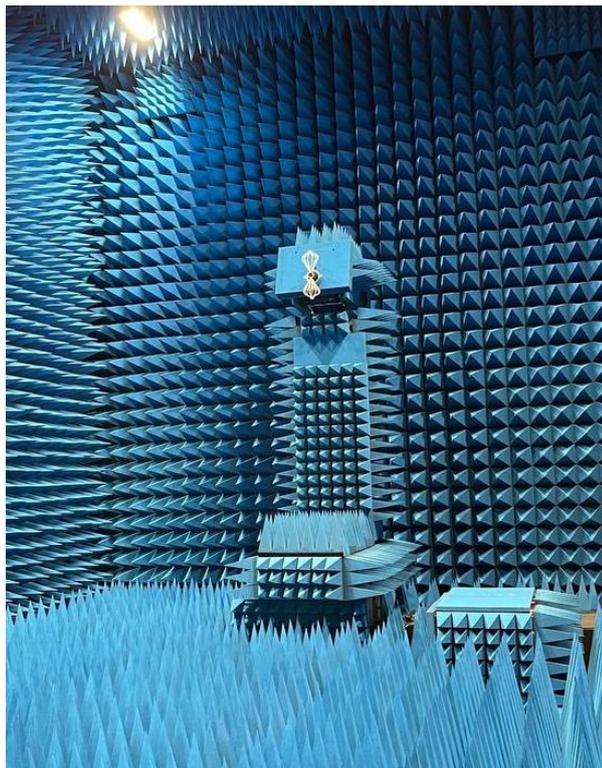


Рисунок 3 – Общий вид ОПУ



Рисунок 4 – Общий вид приборной стойки с приборами, место размещения наклейки и место нанесения заводского номера



Рисунок 5 – Задняя панель ВАЦ с указанием мест пломбировки от несанкционированного доступа (слева), общий вид ВАЦ (справа)

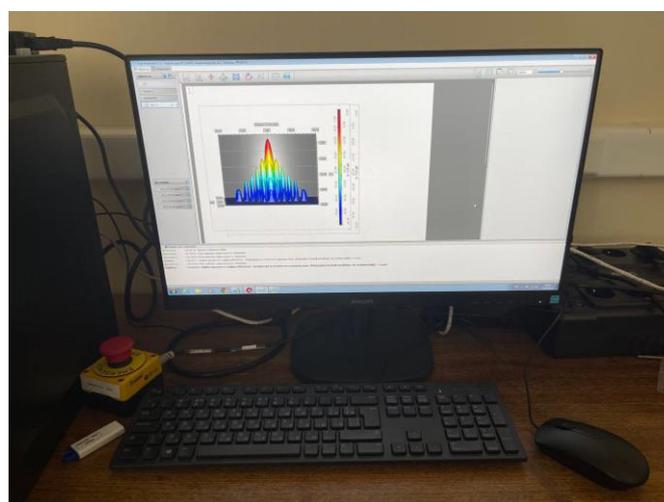


Рисунок 6 – Общий вид рабочего места оператора



Рисунок 7 – Общий вид МШУ

### Программное обеспечение

Метрологически значимое программное обеспечение (ПО) комплекса представляет собой ПО «MeasurementCenter» и «ProViLab».

ПО «MeasurementCenter» предназначено для автоматизации работы комплекса, ручного управления ОПУ и сканером, настройки параметров их перемещения, настройки параметров работы ВАЦ, задания плана измерений и для запуска измерения.

ПО «ProViLab» предназначено для:

- обработки результатов измерений и получения значений радиотехнических характеристик исследуемой антенны;
- представление радиотехнических характеристик исследуемой антенны в виде таблиц, графиков и диаграмм;
- хранение результатов измерений и радиотехнических характеристик исследуемой антенны.

ПО работает под управлением операционной системы Windows 7.

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

Таблица 1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	MeasurementCenter.exe	ProViLab.exe
Идентификационное наименование ПО	MeasurementCenter.exe	ProViLab.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.4.0.22	1.1.5
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) по алгоритму MD5	08F4B55B4538C40A328 BEBCE4A63294F	288731FFF2350FCFE3 55BBC3D3E68606

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Метрологические характеристики при измерениях методом ближней зоны	
Диапазон рабочих частот для ближней зоны, ГГц	от 1 до 40
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитудного распределения электромагнитного поля (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 50 дБ и кроссполаризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ) при относительных уровнях амплитудного распределения, дБ	
-10 дБ	±0,3
-20 дБ	±0,5
-30 дБ	±1,5
-40 дБ	±2,0
-45 дБ	±3,0

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового распределения электромагнитного поля (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 50 дБ) при относительных уровнях амплитудного распределения, градус -10 дБ -20 дБ -30 дБ -40 дБ -45 дБ	 ±3 ±6 ±8 ±15 ±20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитудных диаграмм направленности (далее – АДН) (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 50 дБ и кроссполаризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ) до относительных уровней, дБ <sup>1)</sup> -10 дБ -20 дБ -30 дБ -40 дБ -45 дБ	 ±0,4 ±0,7 ±2,0 ±2,7 ±4,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых диаграмм направленности (далее – ФДН) (при динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения не менее 50 дБ) при относительных уровнях амплитудных диаграмм, градус <sup>1)</sup> -10 дБ -20 дБ -30 дБ -40 дБ -45 дБ	 ±4 ±10 ±15 ±20 ±25
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления антенн при погрешности измерений КУ измерительного зонда, дБ ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,0 ±1,5	 ±1,5 ±1,6 ±1,7 ±1,8 ±2,2
<b>Метрологические характеристики при измерениях методом дальней зоны</b>	
Диапазон рабочих частот для дальней зоны, ГГц	от 0,2 до 40,0
Динамический диапазон комплекса для диапазона частот, не менее, дБ <sup>2)</sup> от 0,2 до 1,3 ГГц включ. от 1,3 до 12,0 ГГц включ. от 12,0 до 15,0 ГГц включ. от 15,0 до 26,0 ГГц включ. от 26,0 до 40,0 ГГц включ.	 80 60 80 90 75

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение	
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений АДН и ФДН для диапазона частот, дБ <sup>2)</sup>		
Диапазон частот и уровень ДН	Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений	
	АДН, дБ	ФДН, градус
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. -5 дБ -10 дБ -15 дБ -20 дБ -25 дБ -30 дБ -35 дБ -40 дБ	±0,2 ±0,2 ±0,2 ±0,3 ±0,4 ±0,4 ±0,5 ±0,7	±1,3 ±1,3 ±1,3 ±2,1 ±2,7 ±2,7 ±3,4 ±4,8
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. -5 дБ -10 дБ -15 дБ -20 дБ -25 дБ -30 дБ -35 дБ -40 дБ	±0,5 ±0,5 ±0,6 ±0,7 ±0,7 ±0,7 ±0,9 ±0,9	±3,4 ±3,4 ±4,1 ±4,8 ±4,8 ±4,8 ±6,2 ±6,2
Пределы допускаемой погрешности измерений уровней АДН и ФДН в дальней зоне		
Диапазон частот и уровень ДН	Пределы допускаемой погрешности измерений	
	уровней АДН, дБ	уровней ФДН, градус
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. при коэффициенте безэховости (далее – КБ) в рабочей зоне не более минус 20 дБ -5 -10 -15	±1,6 ±2,5 ±4,0	±11,2 ±18,5 ±30,0
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 25 дБ -5 -10 -15 -20	±1,0 ±1,6 ±2,5 ±4,0	±6,9 ±11,2 ±18,5 ±30,4

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение	
	Пределы допускаемой погрешности измерений	
	уровней АДН, дБ	уровней ФДН, градус
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 30 дБ		
-5	±0,7	±4,5
-10	±1,0	±7,0
-15	±1,6	±11,3
-20	±2,6	±19,1
-25	±4,1	±30,8
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 35 дБ		
-5	±0,5	±3,1
-10	±0,7	±4,5
-15	±1,0	±7,0
-20	±1,7	±11,9
-25	±2,6	±19,6
-30	±4,1	±30,9
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 40 дБ		
-5	±0,4	±2,4
-10	±0,5	±3,2
-15	±0,7	±4,6
-20	±1,1	±7,7
-25	±1,7	±12,6
-30	±2,7	±19,8
-35	±4,2	±31,5
от 0,2 до 18,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 45 дБ		
-5	±0,3	±1,9
-10	±0,4	±2,4
-15	±0,5	±3,2
-20	±0,8	±5,3
-25	±1,2	±8,4
-30	±1,8	±12,8
-35	±2,8	±20,6
-40	±4,3	±32,6

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение	
	Пределы допускаемой погрешности измерений	
	уровней АДН, дБ	уровней ФДН, градус
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 20 дБ		
-5	±1,8	±12,9
-10	±2,7	±19,9
-15	±4,1	±31,4
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 25 дБ		
-5	±1,2	±8,8
-10	±1,8	±12,9
-15	±2,8	±20,4
-20	±4,2	±31,8
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 30 дБ		
-5	±0,9	±6,4
-10	±1,3	±8,8
-15	±1,9	±13,5
-20	±2,8	±21,0
-25	±4,2	±31,8
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 35 дБ		
-5	±0,7	±5,1
-10	±0,9	±6,5
-15	±1,3	±9,5
-20	±2,0	±14,2
-25	±2,8	±21,1
-30	±4,2	±32,0
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 40 дБ		
-5	±0,6	±4,4
-10	±0,7	±5,1
-15	±1,0	±7,2
-20	±1,4	±10,2
-25	±2,0	±14,3
-30	±2,9	±21,2
-35	±4,3	±32,9

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение	
	Пределы допускаемой погрешности измерений	
	уровней АДН, дБ	уровней ФДН, градус
св. 18,0 до 40,0 ГГц включ. при КБ в рабочей зоне не более минус 45 дБ		
-5	±0,6	±4,0
-10	±0,6	±4,4
-15	±0,8	±5,9
-20	±1,1	±7,9
-25	±1,5	±10,3
-30	±2,0	±14,5
-35	±3,0	±22,5
-40	±4,4	±33,2
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КУ методом эталонной вспомогательной антенны, дБ, при погрешности измерений КУ вспомогательной антенны, дБ		
в диапазоне частот от 0,2 до 1,0 ГГц		
±0,3		±1,8
±0,5		±1,9
±0,8		±2,0
±1,0		±2,1
в диапазоне частот от 1,0 до 2,0 ГГц		
±0,3		±1,2
±0,5		±1,3
±0,8		±1,4
±1,0		±1,5
в диапазоне частот от 2,0 до 4,0 ГГц		
±0,3		±0,9
±0,5		±1,0
±0,8		±1,2
±1,0		±1,4
в диапазоне частот от 4,0 до 15,0 ГГц		
±0,3		±0,8
±0,5		±1,0
±0,8		±1,2
±1,0		±1,3
в диапазоне частот от 15,0 до 40,0 ГГц		
±0,3		±0,8
±0,5		±0,9
±0,8		±1,1
±1,0		±1,3

Продолжение таблицы 2

<p>1) При условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в диапазоне частот от 1,0 до 12,0 ГГц включ. без малошумящего усилителя (далее – МШУ), при мощности 0 дБ (отн. 1 мВт) и ширине фильтра промежуточной частоты (далее – ПЧ) 100 Гц;</li> <li>– в диапазоне частот св. 12,0 до 40,0 ГГц включ. один МШУ, при мощности 0 дБ (отн. 1 мВт) и ширине фильтра ПЧ 100 Гц.</li> </ul> <p>2) При условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– в диапазоне частот от 0,2 до 8,0 ГГц включ. без МШУ, при мощности 15 дБ (отн. 1 мВт) и ширине фильтра ПЧ 100 Гц;</li> <li>– в диапазоне частот от 8,0 до 12,0 ГГц включ. без МШУ, при мощности 15 дБ (отн. 1 мВт) и ширине фильтра ПЧ 10 Гц;</li> <li>– в диапазоне частот от 12,0 до 40,0 ГГц включ. два МШУ, при мощности 0 дБ (отн. 1 мВт) и ширине фильтра ПЧ 100 Гц.</li> </ul>
--

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Сектор углов восстанавливаемых диаграмм направленности при планарном сканировании, не менее, градус	±65
Диапазон изменений положения антенны-зонда Т-сканера по линейным координатам, мм по оси X по оси Y по оси Z	от 0 до 3000 от 0 до 3000 от 0 до 500
Габаритные размеры сканера, мм, не более длина ширина высота	4200 1850 4250
Параметры электропитания от сети переменного тока: – напряжение, В – частота, Гц	от 207 до 253 от 49 до 51
Рабочие условия применения: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность окружающего воздуха при температуре плюс 20 °С, % – атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 не более 80 от 84 до 106

**Знак утверждения типа**

наносится на контроллер управления прецизионного четырехкоординатного опорно-поворотного устройства в виде наклейки и титульный лист документа ТМСА 0.2-40.0 БД 106 ПС «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.2-40.0 БД 106. Паспорт» типографским способом.

## Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность комплекса

Наименование	Обозначение	Количество
Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный в составе:	ТМСА 0.2-40.0 БД 106	1 шт.
Экранированная камера в комплекте: – Дверь экранированная с ручным приводом 1,2 х 2,1 м – Дверь экранированная с ручным приводом 0,9 х 2,1 м – Горизонтальный слайдер – Система освещения LED – Комплект фильтров электрических помехоподавляющих – Комплект фильтров вентиляционных помехоподавляющих – Извещатели пожарные – Комплект информационных табло – Проходная панель с набором СВЧ соединителей – Фальшпол модульный, нагрузка 250 кг/м <sup>2</sup>	ТМ ЭК 11.9 х 6.9 х 6.92	1 шт.
Комплект радиопоглощающего материала	Штиль-100.К66	994 шт.
Четырехкоординатный (X, Y, Z, P) Т-сканер с кабель-каналами и фазостабильными кабелями	ТМП 04П 3.0 х 3.0	1 шт.
Четырехкоординатное (SL - слайдер, AZ, EL, R) ОПУ в комплекте с СВЧ вращающимися соединителями и кабелями управления, в составе: Позиционер однокоординатный (AZ) Позиционер однокоординатный (EL) Позиционер однокоординатный (R)	ТМП 04В AL - 860-1 AL - 560-1E AL - 360-1	1 шт. 1 шт. 1 шт. 1 шт.
Контроллер управления ОПУ и Т-сканером в комплекте с пультом ДУ на 8 осей	ТМС 4135	1 шт.
Векторный анализатор цепей	ZVA67	1 шт.
Комплект антенн сканера ближнего поля 1.0 – 40.0 ГГц:	-	1 комплект
Антенна-зонд диапазона частот 1.0 – 2.0 ГГц	ТМАЗ 1–2 Э	1 шт.
Антенна-зонд диапазона частот 2.0 – 4.0 ГГц	ТМАЗ 2–4 Э	1 шт.
Антенна-зонд диапазона частот 4.0 – 8.0 ГГц	ТМАЗ 4–8 Э	1 шт.
Антенна-зонд диапазона частот 8.0 – 18.0 ГГц	ТМАЗ 8–18 Э	1 шт.
Антенна-зонд диапазона частот 18.0 – 40.0 ГГц	ТМАЗ 18-40 Э	1 шт.
Комплект вспомогательных антенн 0.2 – 40.0 ГГц:	-	1 комплект
Вспомогательная антенна диапазона частот 0.2 – 1.3 ГГц	ТМА 0.2–1.3 Э	1 шт.
Вспомогательная антенна диапазона частот 1.3 – 15.0 ГГц	ТМА 1.3–15 Э	1 шт.
Вспомогательная антенна диапазона частот 15.0 – 40.0 ГГц	ТМА 15–40 Э	1 шт.

Продолжение таблицы 4

Наименование	Обозначение	Количество
Малошумящий усилитель	ТМАУ 2045-35	2 шт.
Источник бесперебойного питания	Импульс 2000 VA	1 шт.
Комплект кабелей управления и питания	-	1 комплект
Приборная стойка	-	1 шт.
Персональный компьютер в составе: – Управляющий компьютер – Монитор - Клавиатура – Манипулятор «мышь» – Windows7	-	1 шт.
Компакт-диск с ПО, CD: – ПО управления АИВК, сбора, обработки, регистрации данных, визуализации и каталогизации результатов измерений в ближней зоне и дальней зоне	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	ТМСА 0.2-40.0 БД 106 РЭ	2 экз.
Паспорт	ТМСА 0.2-40.0 БД 106 ПС	2 экз.
Методика поверки	-	1 экз.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

приведены в разделах 1.6 «Устройство и работа АИВК при проведении измерений радиотехнических характеристик антенн в ближней зоне в частотной области» и 1.7 «Устройство и работа АИВК при проведении измерений радиотехнических характеристик антенн в дальней зоне в частотной области» документа ТМСА 0.2 – 40.0 БД 106 РЭ «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный. Руководство по эксплуатации, Книга 1», в разделах 2 «Измерения в ближней зоне» и 3 «Измерения в дальней зоне» документа ТМСА 0.2 – 40.0 БД 106 РЭ «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный. Руководство по эксплуатации, Книга 2».

**Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений**

Приказ Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц».

**Правообладатель**

Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Радиозавод имени А.С.Попова» (АО «НПО «Радиозавод им. А.С.Попова»)  
ИНН 5508000095  
Юридический адрес: 127287, г. Москва, ул. 2-я Хуторская, д. 29, стр. 4

**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 пр-кт, д. 40, к. 14, лит. а, помещ. 10н

**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»

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

