

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.5-12.0 ДБ 092

Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.5-12.0 ДБ 092 (далее – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенн.

Описание средства измерений

Принцип действия комплекса при измерениях в дальней зоне в частотной области основан на измерении частотных и угловых зависимостей коэффициента передачи при подключении к измерительным портам анализатора электрических цепей векторного ZVA 24 (ВАЦ) антенных устройств, размещенных в соответствии с условием «дальней зоны». При работе ВАЦ устанавливается в режим измерений параметров S_{21} или S_{12} , его измерительные порты при помощи кабельных сборок подключаются к входам вспомогательной и исследуемой антенн.

Принцип действия комплекса при измерениях в дальней зоне во временной области основан на измерении временного отклика на выходе антенны, размещенной в соответствии с условием «дальней зоны», при воздействии на нее импульсного сигнала пикосекундной длительности и последующем анализе его комплексного частотного спектра. Комплекс обеспечивает возможность фильтрации сигналов, переотраженных от элементов антенного полигона, посредством выбора параметров временной развертки сверхширокополосного (СШП) приемного устройства при выполнении условий, необходимых для разделения по задержке прихода прямого и переотраженных сигналов (обеспечении условий временной селекции).

Принцип действия комплекса при измерениях в ближней зоне в частотной области 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.

Принцип действия комплекса при измерениях в ближней зоне во временной области заключается в следующем. При каждом положении зонда в ходе сканирования с его выхода в направлении испытываемой антенны излучаются сверхкороткие импульсы. Отклик испытываемой антенны на это воздействие регистрирует стробоскопический приемник комплекса. Массив измеренных временных сигналов, прошедший спектральную обработку, определяет амплитудно-фазовое распределение электромагнитного поля на поверхности сканирования. Дальнейшие математические преобразования позволяют оценить нормируемые пространственные и энергетические характеристики испытываемой антенны в выбранной системе координат.

Конструктивно комплекс состоит из:

- безэховой экранированной камеры (БЭК), предназначеннной для поглощения электромагнитных волн и радиоэкранирования внутреннего пространства комплекса с испытываемыми изделиями;

- четырехкоординатного Т-сканера ТМП 04П 3.8 x 3.8 (сканера), предназначенного для пространственного перемещения антенны-зонда в системе координат (x; y; z; p) вблизи апертуры (полотна) испытываемой антенной системы, где x, y, z – координаты декартовой системы координат; p – угловая координата в плоскости поляризации;

- четырехкоординатного опорно-поворотного устройства ТМП 04В 50 (ОПУ), обеспечивающего установку антенн в плоскости сканирования при измерениях в ближней зоне и для перемещения по угловым и линейным координатам при измерениях в дальней зоне. ОПУ обеспечивает установку и вращение испытываемой антенны в горизонтальной плоскости, в плоскости элевации, поляризации и для перемещения по слайдеру (Az, El, Z, P), где Az – азимут, El – угол места (элевации), Z-слайдер, P-поляризация;
- нижнего линейного слайдера ОПУ, предназначенного для линейного перемещения ОПУ;
- комплекта радиочастотного оборудования на основе ВАЦ ZVA 24 с опциями B4 и B16 для измерений отношения амплитуд и разности фаз опорного и зондирующего сигналов (комплексного коэффициента передачи системы «испытываемая антenna – антenna-зонд» или «испытываемая антenna – измерительная антenna»);
- комплекта СШП зондов;
- измерительной антенны ТМА 0.5-18 И диапазона частот (0,5-18,0) ГГц, предназначенной для излучения и приема сигналов в заданной полосе частот;
- эталонной антенны П6-23М диапазона частот (0,5-18,0) ГГц, предназначеннной для измерения коэффициента усиления (КУ) методом замещения;
- комплекта СШП аттенюаторов, адаптеров, кабелей связи и синхронизации;
- генераторного модуля, предназначенного для формирования СШП импульсов, подаваемых на вход излучающей антенны;
- СШП передатчика TMG 020020VN01, предназначенного для формирования зондирующих сигналов, обеспечивающих перекрытие частотного диапазона (1 – 12) ГГц;
- СШП приемника TMR 8112 с необходимыми программными и аппаратными опциями, являющегося приемником СШП импульсных сигналов и предназначенного для измерений их амплитуд и временных задержек;
- персонального компьютера со специализированным программным обеспечением (ПО), применяемого для управления комплексом в процессе измерений, обработки результатов измерений, их каталогизации и визуализации;
- источника бесперебойного питания, обеспечивающего стабилизированное электропитание комплекса.

Общий вид составных частей комплекса приведен на рисунках 1 – 7.

Обозначение места нанесения знака утверждения типа и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунках 6 и 7.



Рисунок 1 – Общий вид сканера с установленной антенной-зондом и ОПУ с установленной испытываемой антенной

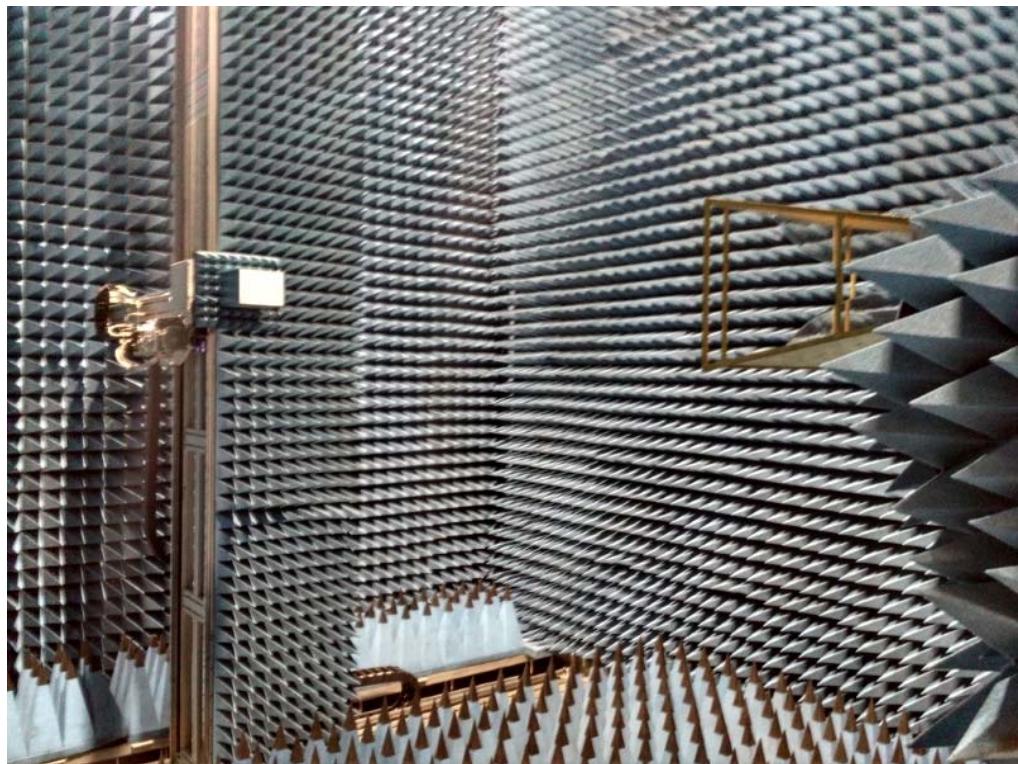


Рисунок 2 – Общий вид сканера и ОПУ

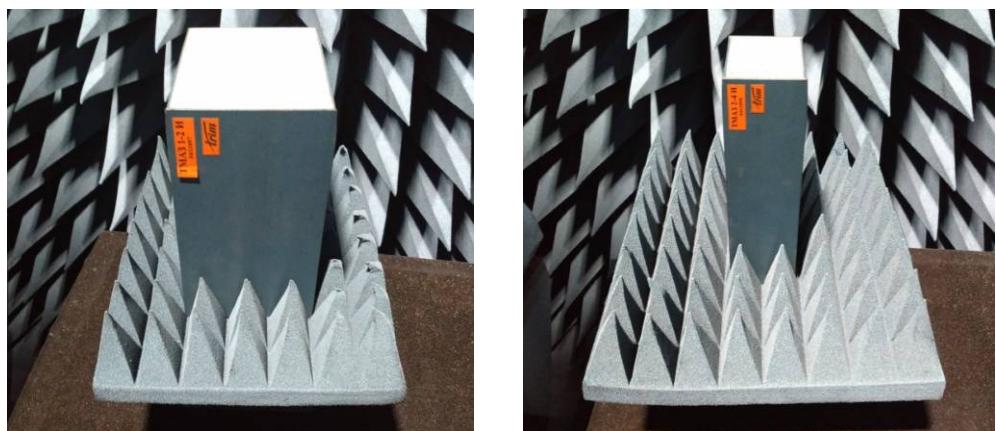


Рисунок 3 – Общий вид антенны-зонда ТМАЗ 1-2 И и ТМАЗ 2-4 И



Рисунок 4 – Общий вид антенны-зонда ТМАЗ 4-8 И и ТМАЗ 8-12 И

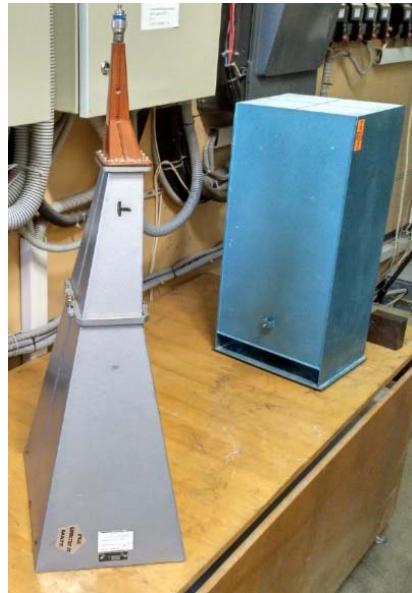


Рисунок 5 – Общий вид эталонной антенны П6-23М и вспомогательной антенны ТМА 0,5-18 И



Рисунок 6 – Общий вид рабочего места оператора с ПК

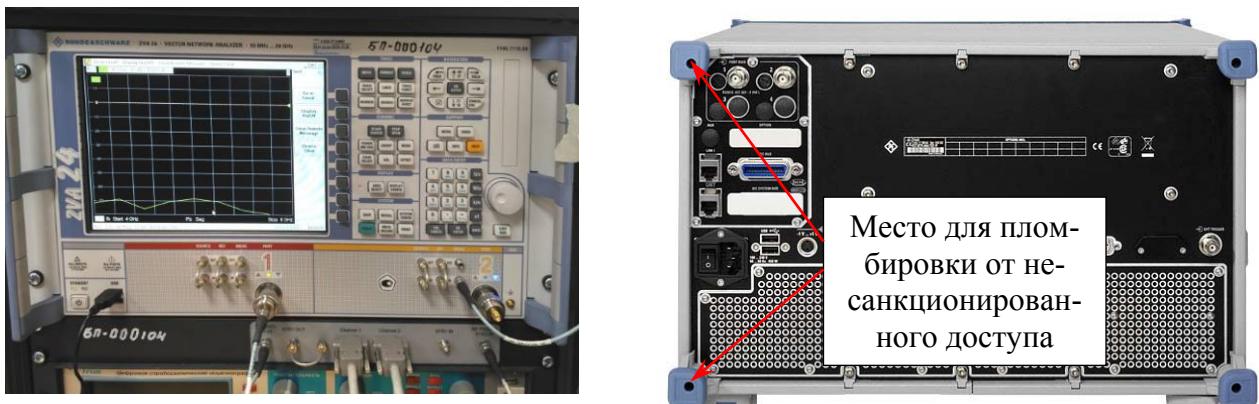


Рисунок 7 – Общий вид ВАЦ ZVA 24 и задняя панель с указанием мест для пломбировки от несанкционированного доступа

Программное обеспечение

ПО комплекса осуществляет:

- управление элементами комплекса и процессом измерений;
- обработку результатов измерений и получение значений радиотехнических характеристик испытываемой антенны;
- представление радиотехнических характеристик испытываемой антенны в виде соответствующих графиков и диаграмм;
- хранение результатов измерений и значений радиотехнических характеристик испытываемой антенны.

ПО комплекса работает под управлением операционной системы Windows 7.

Метрологически значимая часть ПО комплекса представляет собой специализированное ПО «FrequencyMeas», «NFCalc», «AmrView».

Специализированное ПО «FrequencyMeas» предназначено для настройки комплекса и проведения измерений амплитудно-фазового распределения электромагнитного поля в ближней и дальней зонах антенны, для управления ВАЦ и контроллером перемещения сканера и позиционера, а также для сохранения всех данных измерения в файлах.

Специализированное ПО «NFCalc» предназначено для расчета нормируемых характеристик направленности и энергетических характеристик антенн на основе результатов измерений в ближней и дальней зонах.

Специализированное ПО «AmrView» предназначено для визуализации результатов расчетов, выполненных с помощью специализированного ПО «NFCalc».

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	FrequencyMeas.exe	NFCalc.exe	AmrView.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.0.0.0	3.20.1	3.16.60612
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	776C8FC8E058E72 527CC58A6A8D62 804 (алгоритм MD5)	90F2307A43D1122 07504337B9CCA9F 24 (алгоритм MD5)	FAF113F3C83206E B863D69624F5D3F C0 (алгоритм MD5)

Защита ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «средний» по Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Измерения методом ближней зоны в частотной области	
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 12
Пределы допускаемой погрешности измерений амплитудного распределения электромагнитного поля до относительного уровня (при динамическом диапазоне измерений амплитудного распределения не менее 50 дБ и кросс-поляризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ), дБ: –10 дБ –20 дБ –30 дБ –40 дБ –45 дБ	±0,3 ±0,3 ±0,4 ±0,7 ±1,1

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового распределения электромагнитного поля при относительном уровне амплитудного распределения (при динамическом диапазоне измерений амплитудного распределения не менее 50 дБ), градус:	
–10 дБ	±4
–20 дБ	±4
–30 дБ	±6
–40 дБ	±8
–45 дБ	±10
Пределы допускаемой погрешности измерений относительных уровней амплитудных диаграмм направленности до уровней (при кроссполяризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ, динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения антенны не менее 50 дБ), дБ:	
–10 дБ	±0,3
–20 дБ	±0,4
–30 дБ	±0,6
–40 дБ	±1,0
–45 дБ	±1,7
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых диаграмм направленности (при кроссполяризационной развязке антенны-зонда не менее 20 дБ, динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения антенны не менее 50 дБ) при относительных уровнях амплитудных диаграмм, градус:	
–10 дБ	±6
–20 дБ	±6
–30 дБ	±8
–40 дБ	±10
–45 дБ	±18
Пределы допускаемой погрешности измерений КУ антенны методом замещения при коэффициенте стоячей волны по напряжению испытываемой антенны не более 2 и погрешности измерений КУ эталонной антенны, дБ:	
0,5 дБ	±0,7
0,8 дБ	±1,0
1,5 дБ	±1,7
2,0 дБ	±2,2
Размер рабочей области сканирования (длина × высота), м, не менее	3,8×3,8
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки линейного положения сканера, мм	±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки углового положения сканера в плоскости поляризации, градус	±0,1
Сектор углов восстанавливаемых диаграмм направленности, не менее, градус	±60

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
Измерения методом дальней зоны в частотной области	
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 0,5 до 12,0
Динамический диапазон измерений характеристик антенных устройств ¹⁾ в диапазоне частот, дБ, не менее:	
от 0,5 до 2 ГГц включ.	88
св. 2 до 4 ГГц включ.	76
св. 4 до 8 ГГц включ.	66
св. 8 до 12 ГГц	50
Коэффициент безэховости в рабочей зоне в диапазоне частот, дБ, не более:	
от 0,5 до 1 ГГц включ.	-15
св. 1 до 2 ГГц включ.	-20
св. 2 до 4 ГГц включ.	-30
св. 4 до 12 ГГц	-40
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений амплитудных диаграмм направленности (АДН), фазовых диаграмм направленности (ФДН) и поляризационных диаграмм ²⁾ , дБ, на уровне:	
-3 дБ	±0,10 (±0,7°)
-5 дБ	±0,10 (±0,7°)
-10 дБ	±0,15 (±1,0°)
-15 дБ	±0,20 (±1,4°)
-20 дБ	±0,25 (±1,7°)
-25 дБ	±0,30 (±2,1°)
-30 дБ	±0,35 (±2,4°)
-35 дБ	±0,40 (±2,7°)
-40 дБ	±0,45 (±3,1°)
-45 дБ	±0,50 (±3,4°)
-50 дБ	±0,60 (±4,1°)
Пределы допускаемой погрешности измерений КУ методом замещения ³⁾ при погрешности КУ эталонной антенны, дБ:	
при относительном уровне переотражений не более минус 15 дБ:	
±0,5 дБ	±1,8
±0,8 дБ	±1,9
±1,0 дБ	±2,0
±1,5 дБ	±2,2
при относительном уровне переотражений не более минус 20 дБ:	
±0,5 дБ	±1,3
±0,8 дБ	±1,4
±1,0 дБ	±1,5
±1,5 дБ	±2,0
при относительном уровне переотражений не более минус 25 дБ:	
±0,5 дБ	±1,0
±0,8 дБ	±1,2
±1,0 дБ	±1,4
±1,5 дБ	±1,9

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение
при относительном уровне переотражений не более минус 30 дБ:	
±0,5 дБ	±0,9
±0,8 дБ	±1,1
±1,0 дБ	±1,3
±1,5 дБ	±1,8
Диапазон изменений угла поворота ОПУ в азимутальной плоскости	±180°
Диапазон изменений угла поворота ОПУ в плоскости поляризации	±360°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки углового положения ОПУ, градус	
в азимутальной плоскости	±0,1
в плоскости поляризации	±0,1
в плоскости элевации	±0,1

¹⁾ при полосе фильтра промежуточной частоты не более 10 Гц, выходной мощности ВАЦ не менее 10 дБм и при КУ измеряемой антенны 0 дБ;
²⁾ при ширине полосы фильтра промежуточной частоты 10 Гц;
³⁾ при КСВН антенн не более 1,5, уровне ортогональной составляющей поляризации поля излучения не более -20 дБ, отличии КУ антенн не более 20 дБ, отношении сигнал/шум не менее 50 дБ

Таблица 3 - Пределы допускаемой погрешности измерений АДН (ФДН) и поляризационных диаграмм

Коэффициент безэховости	Уровень АДН, дБ	Пределы допускаемой погрешности измерений АДН (ФДН) и поляризационных диаграмм в диапазоне частот (0,5-12) ГГц, при отношении сигнал/шум, дБ, ±		
		50	55	60 и более
-15	-3	2,1 (14,8°)	2,1 (14,6°)	2,1 (14,6°)
	-6	2,8 (20,2°)	2,7 (20,0°)	2,7 (20,0°)
	-10	4,0 (30,0°)	4,0 (29,9°)	4,0 (29,9°)
-20	-3	1,3 (8,7°)	1,3 (8,6°)	1,3 (8,6°)
	-6	1,7 (11,9°)	1,7 (11,9°)	1,7 (11,8°)
	-10	2,5 (18,4°)	2,5 (18,3°)	2,5 (18,3°)
	-15	4,0 (30,2°)	4,0 (30,1°)	4,0 (30,0°)
-25	-3	0,8 (5,2°)	0,8 (5,2°)	0,8 (5,2°)
	-6	1,1 (7,1°)	1,1 (7,0°)	1,1 (7,0°)
	-10	1,6 (11,1°)	1,6 (11,1°)	1,6 (11,0°)
	-15	2,6 (18,7°)	2,6 (18,6°)	2,6 (18,5°)
	-20	4,1 (30,4°)	4,0 (30,3°)	4,0 (30,3°)
-30	-3	0,5 (3,3°)	0,5 (3,2°)	0,5 (3,2°)
	-6	0,7 (4,3°)	0,7 (4,3°)	0,7 (4,3°)
	-10	1,0 (6,8°)	1,0 (6,7°)	1,0 (6,7°)
	-15	1,6 (11,4°)	1,6 (11,3°)	1,6 (11,3°)
	-20	2,6 (19,1°)	2,6 (18,9°)	2,6 (18,8°)
	-25	4,1 (30,8°)	4,1 (30,6°)	4,1 (30,5°)

Продолжение таблицы 3

Коэффициент безэховости	Уровень АДН, дБ	Пределы допускаемой погрешности измерений АДН (ФДН) и поляризационных диаграмм в диапазоне частот (0,5-12) ГГц, при отношении сигнал/шум, дБ, ±		
		50	55	60 и более
-35	-3	0,4 (2,2°)	0,4 (2,2°)	0,4 (2,2°)
	-6	0,5 (2,8°)	0,5 (2,8°)	0,5 (2,8°)
	-10	0,7 (4,4°)	0,7 (4,3°)	0,7 (4,3°)
	-15	1,1 (7,3°)	1,1 (7,1°)	1,1 (7,0°)
	-20	1,7 (12,0°)	1,7 (11,8°)	1,7 (11,7°)
	-25	2,7 (19,7°)	2,7 (19,4°)	2,6 (19,2°)
	-30	4,2 (31,5°)	4,1 (31,0°)	4,1 (30,8°)
-40	-3	0,3 (1,6°)	0,3 (1,6°)	0,3 (1,5°)
	-6	0,3 (2,0°)	0,3 (1,9°)	0,3 (1,9°)
	-10	0,5 (3,0°)	0,5 (2,9°)	0,5 (2,9°)
	-15	0,7 (4,8°)	0,7 (4,7°)	0,7 (4,6°)
	-20	1,2 (7,8°)	1,1 (7,6°)	1,1 (7,4°)
	-25	1,8 (12,7°)	1,8 (12,3°)	1,7 (12,0°)
	-30	2,8 (20,5°)	2,7 (19,9°)	2,7 (19,6°)
	-35	4,3 (32,4°)	4,2 (31,6°)	4,2 (31,2°)

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Габаритные размеры четырехкоординатного Т-сканера, мм, не более:	
– длина	4500
– ширина	1500
– высота	4500
Напряжение электропитания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В	от 198 до 242
Условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
– относительная окружающая влажность воздуха при температуре +20 °С, %, не более	80
– атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель приборной стойки в виде наклейки и на титульный лист документа «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.5-12.0 ДБ 092. Руководство по эксплуатации. ТМСА 092.012. ОДБ РЭ. Книга 1» методом компьютерной графики.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность комплекса

Наименование	Обозначение	Заводской номер	Количество
1 Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный в составе:			
1.1 БЭК в комплекте с системами освещения и видеонаблюдения, фильтрами помехоподавляющими электрическими и воздушными, пожарными извещателями, информационными табло	TMCA 0.5-12.0 ДБ 092	092	1 шт.
1.2 4-х координатный Т-сканер в комплекте с контроллером осей, фазостабильными кабелями и кабель-каналами, радиопоглощающим материалом VHP -12-NRL для защиты башни сканера	-	0417021	1 к-т
1.3 4-х координатное ОПУ в комплекте с контроллером осей и необходимыми кабелями, радиопоглощающим материалом VHP -12-NRL для защиты башни ОПУ	ТМП 04П 3,8x3,8	0411030 С	1 к-т
1.4 Нижний линейный слайдер ОПУ	-	-	1 к-т
1.5 СШП приемник с необходимыми программными и аппаратными опциями	TMR 8112	-	1 к-т
1.6 СШП передатчик	TMG 020020VN01	0411169	1 шт.
1.7 Генераторный модуль в составе: - СШП передатчик TMG 020020VN01; - смеситель канала фазовой стабилизации; - направленный ответвитель; - линия задержки	-	0411170	1 к-т
1.8 Комплект радиочастотного оборудования на основе ВАЦ ZVA-24 с опциями В4 и В16	-	-	1 к-т
1.9 Комплект СШП зондов: - антенна-зонд диапазона частот (1 – 2) ГГц - антенна-зонд диапазона частот (2 – 4) ГГц - антенна-зонд диапазона частот (4 – 8) ГГц - антенна-зонд диапазона частот (8 – 12) ГГ	-	- 0411097 0411098 0411099 0411100	1 к-т
1.10 Измерительная антенна диапазона частот (0,5 – 18) ГГц	ТМА 0.5-18 И	0511101	1 шт.
1.11 Эталонная антенна П6-23М диапазона частот (0,85 – 18) ГГц	П6-23М	-	1 шт.
1.12 Комплект СШП аттенюаторов, адаптеров, кабелей связи и синхронизации	-	-	1 к-т
1.13 Персональный компьютер	-	-	1 шт.
1.14 Источник бесперебойного питания	-	-	2 шт.
2 Программное обеспечение управления комплексом при измерении в ближней и дальней зонах, обработки, регистрации, визуализации и каталогизации данных	-	-	1 к-т
3 Руководство по эксплуатации. Книги 1 - 3	TMCA 092.012.0ДБ РЭ	-	1 экз.
4 Паспорт	TMCA 092.012.0ДБ ПС	-	1 экз.
5 Методика поверки	133-18-09 МП	-	1 экз.

Проверка

осуществляется по документу 133-18-09 МП «Инструкция. Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.5-12.0 ДБ 092. Методика поверки», утвержденному ФГУП «ВНИИФТРИ» 29 ноября 2018 года.

Основные средства поверки:

– аттенюатор ступенчатый программируемый 84908М, регистрационный номер 60239-15 в Федеральном информационном фонде, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон вводимых ослаблений от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ;

– антenna измерительная П6-62, регистрационный номер 28932-05 в Федеральном информационном фонде, диапазон частот от 300 до 1000 МГц, пределы допускаемой погрешности коэффициента калибровки $\pm 1,5$ дБ;

– система лазерная координатно-измерительная Leica Absolute Tracker AT401, регистрационный номер 48561-11 в Федеральном информационном фонде, диапазон измерений расстояний от 1,5 до 60000 мм, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности объемных измерений ± 15 мкм + 6 мкм/м;

– набор мер коэффициентов передачи и отражения 85056А, регистрационный номер 53566-13 в Федеральном информационном фонде, диапазон частот от 0 до 50 ГГц;

– комплект антенный измерительный АИК 1-40Б, регистрационный номер 55403-13 в Федеральном информационном фонде, диапазон частот от 0,9 до 40 ГГц, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КУ $\pm 1,8$ дБ для П6-123, $\pm 1,2$ дБ для П6-140-х.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекса с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

Сведения о методиках (методах) измерений приведены в эксплуатационном документе.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексу автоматизированному измерительно-вычислительному ТМСА 0.5-12.0 ДБ 092

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

Изготовитель

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

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

Телефон: (812) 327-44-56

Факс: (812) 540-03-15

Web-сайт: www.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 область, Солнечногорский район, п/о Менделеево

Юридический адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский район, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ

Телефон (факс): (495) 526-63-00

Web-сайт: www.vniiftri.ru

E-mail: office@vniiftri.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018 г.

Заместитель
Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

A.B. Кулешов

М.п. « ____ » _____ 2019 г.