

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный
ТМСА 1.0-40.0 Д 053

Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-40.0 Д 053 (далее – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенн.

Описание средства измерений

Принцип действия комплекса 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).

Конструктивно комплекс состоит из СШП приемного устройства, СШП передающего устройства, опорно-поворотного устройства (ОПУ) с контроллером, комплекты эталонных и вспомогательных антенн, устройства позиционирования вспомогательной антенны, малошумящих усилителей (МШУ), комплекта кабелей связи и синхронизации, компенсационного канала, приборной стойки с источником бесперебойного питания, комплекта устройств управления и обработки (рабочее место оператора).

СШП приемное устройство TMR 8140 является приемником СШП импульсных сигналов и предназначено для измерений их амплитуд и временных задержек. Устройство имеет два цифровых входа, к которым подключаются выносные смесители (измерительный и компенсационного канала).

СШП передающее устройство TMG 020020VN01 предназначено для формирования СШП импульсов, подаваемых на вход излучающей антенны. Устройство имеет два независимых выхода, обеспечивающих работу в верхней и нижней частях диапазона рабочих частот комплекса.

Прецизионное четырехкоординатное ОПУ ТМП 04В 010 в комплекте с контроллером осей ТМС 3131, вращающимися сочленениями RJ-20, кабелями управления и питания предназначено для позиционирования испытываемых антенн в автоматизированном режиме.

Комплект вспомогательных антенн в составе антенны измерительной рупорной Пб-23М (в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц) и антенны ТМА 18-40 И (в диапазоне частот от 18 до 40 ГГц) предназначен для облучения испытываемой антенны электромагнитным полем. Комплект эталонных антенн в составе антенн ТМА 1-6 Э (в диапазоне частот от 1 до 6 ГГц) и ТМА 6-40 Э (в диапазоне частот от 6 до 40 ГГц) используется в качестве меры при измерениях коэффициентов усиления.

Устройство позиционирования вспомогательной антенны предназначено для установки вспомогательной антенны.

МШУ ТМУ 0220-25 (диапазон частот от 4 до 20 ГГц) и ТМУ 0245-35 (диапазон частот от 20 до 37,5 ГГц) предназначены для усиления принимаемых сигналов в соответствующих диапазонах частот.

Компенсационный канал состоит из антенны, установленной на треноге, выносного смесителя и предназначен для компенсации долговременной временной нестабильности СШП приемного устройства.

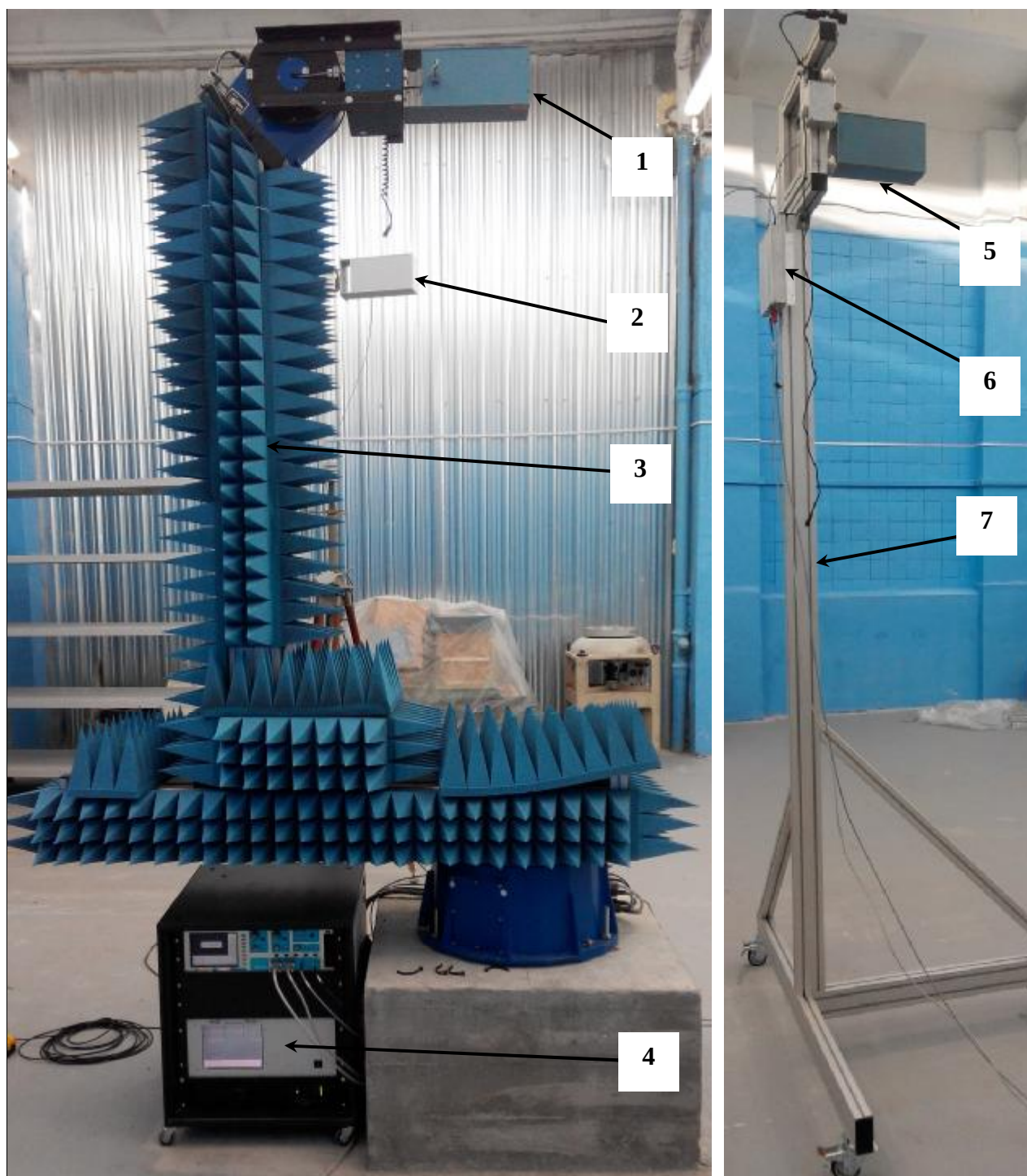
Приборная стойка с источником бесперебойного питания обеспечивает установку СШП приемного устройства, контроллера осей, а также стабильное питание элементов комплекса.

Комплект кабелей связи и синхронизации обеспечивает цифровые и аналоговые связи между элементами комплекса.

Комплект устройств управления и обработки представляет собой ПК со специализированным программным обеспечением (ПО), посредством которого осуществляется автоматизированное управление элементами комплекса, сбор, обработка, хранение и вывод результатов измерений.

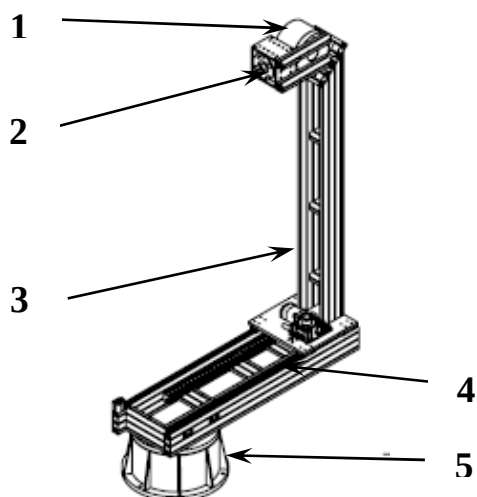
Внешний вид комплекса приведен на рисунках 1 – 7.

Место размещения знака утверждения типа и схема пломбировки от несанкционированного доступа приведены на рисунке 3.



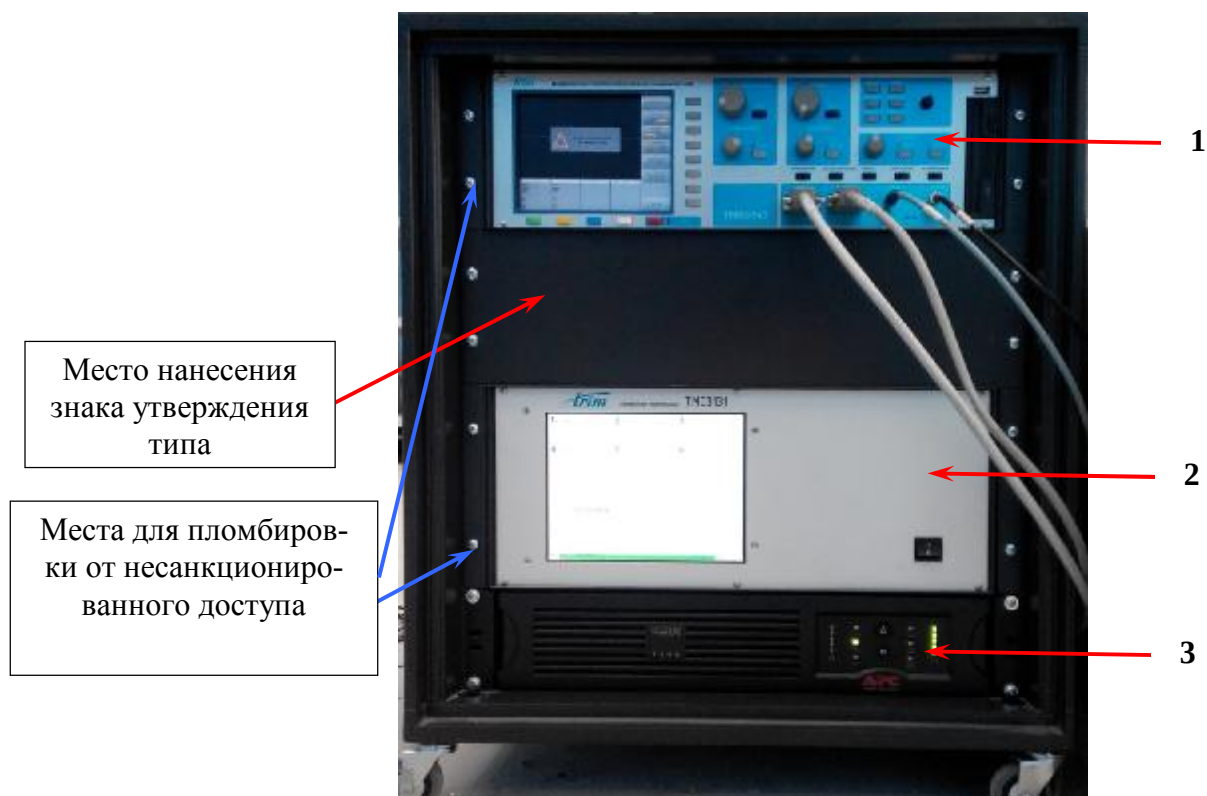
- 1 – измеряемая антенна;
- 2 – антенна компенсационного канала на треноге;
- 3 – опорно-поворотное устройство;
- 4 – приборная стойка;
- 5 – вспомогательная антенна;
- 6 – СШП передающее устройство;
- 7 – устройство позиционирования вспомогательной антенны

Рисунок 1 – Внешний вид комплекса: приемная сторона (слева) и передающая сторона (справа)



- 1 – устройство изменения угла элевации измеряемой антенны;
- 2 – устройство изменения крена измеряемой антенны;
- 3 – опора (башня);
- 4 – слайдер для совмещения фазового центра (или апертуры) антенны с осью вращения;
- 5 – азимутальное поворотное устройство

Рисунок 2 – Схематичный вид ОПУ



- 1 – СШП приемное устройство TMR 8140;
- 2 – контроллер осей TMC 3131;
- 3 – источник бесперебойного питания

Рисунок 3 – Внешний вид приборной стойки



Рисунок 4 – Внешний вид СШП передающего устройства (слева) и выносного смесителя СШП приемного устройства (справа)



Рисунок 5 – Антенна измерительная П6-23М (слева) и антенна ТМА 18-40 И (справа)



Рисунок 6 – Антенна ТМА 1-6 Э (слева) и антенна ТМА 6-40 Э (справа)



Рисунок 7 – Внешний вид МШУ

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 таблиц, графиков и диаграмм;
- хранение результатов измерений и радиотехнических характеристик испытываемой антенны.

ПО комплекса работает под управлением операционной системы Windows 7.

Идентификационные данные (признаки) метрологически значимой части ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО
Идентификационное наименование ПО	NFCalc.exe	AmrView.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.17.1	3.16.60612
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	226850203FD92EEA8EC951 2959778DB8	FAF113F3C83206EB863D696 24F5D3FC0

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

Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики комплекса приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 37,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты, %	$\pm 0,1$
Динамический диапазон стробоскопического преобразователя при количестве N усреднений сигнала, дБ, не менее: – N = 16 – N = 64 – N = 256	59 65 71
Энергетический потенциал ¹ , дБ, не менее: – низкочастотный канал в диапазоне частот от 1 до 26 ГГц – высокочастотный канал в диапазоне частот от 6 до 16 ГГц в диапазоне частот от 16 до 30 ГГц в диапазоне частот от 30 до 37,5 ГГц	$(-0,1f^2 + f + 92)$ дБ 85 дБ $(-f + 101)$ дБ $(-4f + 191)$ дБ где f - частота, ГГц
Коэффициент усиления МШУ, дБ, не менее: – ТМУ 0220-25 – ТМУ 0245-35	20 30
Диапазон изменения угла поворота ОПУ в азимутальной плоскости	от 0 до 360°
Диапазон изменения угла поворота ОПУ по элевации	от минус 45 до плюс 90°
Диапазон изменения угла поворота ОПУ по крену	от 0 до 360°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности отсчета углового положения ОПУ в азимутальной плоскости	$\pm 0,1^\circ$
Диапазон перемещения слайдера, м, не менее	от 0 до 0,5
Потребляемая мощность, В·А, не более	1500
Масса, кг, не более: – приборная стойка – прецизионное четырехкоординатное ОПУ	70 250
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), м, не более: – приборная стойка – прецизионное четырехкоординатное ОПУ (без фундамента)	$0,6 \times 0,55 \times 0,55$ $1,7 \times 0,7 \times 3,0$
Напряжение электропитания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В	220 ± 22
Рабочие условия эксплуатации: – температура окружающего воздуха, °С – относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %, не более – атмосферное давление, кПа	от 15 до 25 80 от 84 до 106,7
Примечание - ¹⁾ при 128 усреднениях сигнала	

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение характеристики в диапазоне частот, ГГц		
	от 1 до 18	от 18 до 30	от 30 до 37,5
Пределы допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов ¹ на уровне сигнала, дБ:			
– минус 3 дБ	± 0,1	± 0,3	± 0,5
– минус 5 дБ	± 0,15	± 0,35	± 0,6
– минус 10 дБ	± 0,2	± 0,4	± 0,7
– минус 15 дБ	± 0,25	± 0,5	± 0,8
– минус 20 дБ	± 0,3	± 0,6	± 0,9
– минус 25 дБ	± 0,4	± 0,7	± 1,0
– минус 30 дБ	± 0,5	± 0,8	± 1,2
– минус 35 дБ	± 0,65	± 0,9	± 1,5
– минус 40 дБ	± 0,8	± 1,0	± 2,0
– минус 45 дБ	± 1,0	± 1,2	± 2,5
Пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления (КУ) методом замещения ^{2,3} при погрешности КУ эталонной антенны, дБ:			
– ± 0,5 дБ	± 1,0	± 1,1	± 1,3
– ± 0,8 дБ	± 1,2	± 1,3	± 1,5
– ± 1,0 дБ	± 1,5	± 1,6	± 1,8
Пределы допускаемой погрешности измерений уровней амплитудных диаграмм направленности ³ , дБ:			
– для отношения сигнал/шум в частотной области 30 дБ			
минус 3 дБ	± 0,6	± 0,7	± 0,8
минус 5 дБ	± 0,9	± 1,0	± 1,1
минус 10 дБ	± 1,5	± 1,5	± 1,6
минус 15 дБ	± 2,3	± 2,3	± 2,3
минус 20 дБ	± 3,5	± 3,5	± 3,5
– для отношения сигнал/шум в частотной области 40 дБ			
минус 3 дБ	± 0,25	± 0,45	± 0,7
минус 5 дБ	± 0,4	± 0,6	± 0,8
минус 10 дБ	± 0,6	± 0,7	± 1,0
минус 15 дБ	± 0,9	± 1,0	± 1,2
минус 20 дБ	± 1,4	± 1,5	± 1,6
минус 25 дБ	± 2,2	± 2,2	± 2,3
минус 30 дБ	± 3,5	± 3,5	± 3,5
– для отношения сигнал/шум в частотной области 50 дБ			
минус 3 дБ	± 0,15	± 0,4	± 0,6
минус 5 дБ	± 0,25	± 0,5	± 0,8
минус 10 дБ	± 0,4	± 0,6	± 0,9
минус 15 дБ	± 0,5	± 0,8	± 1,0
минус 20 дБ	± 0,7	± 1,0	± 1,2
минус 25 дБ	± 1,0	± 1,2	± 1,5
минус 30 дБ	± 1,5	± 1,7	± 2,0
минус 35 дБ	± 2,3	± 2,5	± 2,8
минус 40 дБ	± 3,5	± 3,6	± 4,0
– для отношения сигнал/шум в частотной области 60 дБ			
минус 3 дБ	± 0,15	± 0,4	± 0,6
минус 5 дБ	± 0,25	± 0,5	± 0,7
минус 10 дБ	± 0,3	± 0,6	± 0,8

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение характеристики в диапазоне частот, ГГц		
	от 1 до 18	от 18 до 30	от 30 до 37,5
минус 15 дБ	± 0,4	± 0,7	± 1,0
минус 20 дБ	± 0,5	± 0,8	± 1,2
минус 25 дБ	± 0,7	± 1,0	± 1,4
минус 30 дБ	± 1,0	± 1,3	± 1,8
минус 35 дБ	± 1,5	± 1,7	± 2,1
минус 40 дБ	± 2,1	± 2,2	± 3,0
минус 45 дБ	± 3,0	± 3,2	± 4,0
Пределы допускаемой погрешности измерений уровней поляри- зационных диаграмм ^{3, 4} , дБ:			
– для отношения сигнал/шум в частотной области 30 дБ			
минус 3 дБ	± 0,6	± 0,7	± 0,8
минус 5 дБ	± 0,9	± 1,0	± 1,1
минус 10 дБ	± 1,4	± 1,4	± 1,5
минус 15 дБ	± 2,3	± 2,3	± 2,3
минус 20 дБ	± 3,5	± 3,5	± 3,5
– для отношения сигнал/шум в частотной области 40 дБ			
минус 3 дБ	± 0,3	± 0,5	± 0,7
минус 5 дБ	± 0,4	± 0,6	± 0,8
минус 10 дБ	± 0,6	± 0,8	± 1,1
минус 15 дБ	± 0,9	± 1,1	± 1,3
минус 20 дБ	± 1,5	± 1,6	± 1,8
минус 25 дБ	± 2,3	± 2,4	± 2,5
минус 30 дБ	± 3,5	± 3,6	± 3,6
– для отношения сигнал/шум в частотной области 50 дБ			
минус 3 дБ	± 0,2	± 0,4	± 0,6
минус 5 дБ	± 0,3	± 0,5	± 0,8
минус 10 дБ	± 0,4	± 0,6	± 1,0
минус 15 дБ	± 0,6	± 0,8	± 1,2
минус 20 дБ	± 0,8	± 1,1	± 1,5
минус 25 дБ	± 1,3	± 1,5	± 1,8
минус 30 дБ	± 2,0	± 2,2	± 2,5
– для отношения сигнал/шум в частотной области 60 дБ			
минус 3 дБ	± 0,2	± 0,4	± 0,6
минус 5 дБ	± 0,25	± 0,5	± 0,7
минус 10 дБ	± 0,35	± 0,6	± 0,9
минус 15 дБ	± 0,5	± 0,8	± 1,1
минус 20 дБ	± 0,7	± 1,0	± 1,3
минус 25 дБ	± 1,2	± 1,3	± 1,6
минус 30 дБ	± 1,7	± 1,8	± 2,2
Примечания:			
1) при 128 усреднениях сигнала;			
2) при КСВН антенн не более 1,5; уровне ортогональной составляющей поляри- зации поля излучения не более минус 20 дБ; отношении сигнал/шум в частотной области для выбранной спектральной составляющей более 30 дБ; выполнении условия «дальней зоны»;			
3) при выполнении условия временной селекции прямого сигнала на фоне пере- отраженных;			
4) при идеально линейной поляризации вспомогательной антенны			

Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель приборной стойки в виде наклейки и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

Комплектность средства измерений

Комплект поставки комплекса приведен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Обозначение	Количество
1 Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-40.0 Д 053 в составе:	ТМСА 1.0-40.0 Д 053	1
1.1 СШП приемное устройство	ТМР 8140	1
1.2 СШП передающее устройство	ТМГ 020020VN01	1
1.3 Прецизионное четырехкоординатное ОПУ в комплекте с: · контроллером осей · вращающимися сочленениями, · кабелями управления и питания	ТМП 04В 010 ТМС 3131 RJ-20	1
1.4 Вспомогательные антенны в комплекте с устройством позиционирования	П6-23М ТМА 18-40 И	1 к-т
1.5 Эталонные антенны	ТМА 1-6 Э ТМА 6-40 Э	1 к-т
1.6 Малошумящие усилители	ТМА 0220-25 ТМУ 0245-35	1 1
1.7 Устройство позиционирования вспомогательной антенны	-	1
1.8 Компенсационный канал	-	1
1.9 Комплект кабелей СВЧ, управления и питания	-	1
1.10 Источник бесперебойного питания	-	1
1.11 Персональный компьютер	-	1
1.12 Приборная стойка	-	1
1.13 ПО управления, обработки результатов измерений, их визуализации и каталогизации	-	1
2 Руководство по эксплуатации	ТМСА 053.040. 00Д РЭ	1
3 Паспорт	ТМСА 053.040. 00Д ПС	1
4 Методика поверки	ТМСА 053.040. 00Д МП	1

Поверка

осуществляется в соответствии с документом ТМСА 053.040. 00Д МП «Инструкция. Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-40.0 Д 053. Методика поверки», утвержденным первым заместителем генерального директора - заместителем по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ» в декабре 2015 года.

Основные средства поверки:

- генератор сигналов Agilent N5183A, регистрационный № 40965-09, диапазон частот от 0,1 МГц до 40 ГГц, диапазон установки выходной мощности от минус 20 до 7 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 2,1 \times 10^{-6}$;
- аттенюатор ступенчатый программируемый 84908М, регистрационный № 60239-15, диапазон частот от 0 до 50 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 65 дБ с шагом 5 дБ;
- анализатор цепей векторный N5224А, регистрационный № 53568-13, диапазон рабочих частот от 0,01 до 43,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1 \cdot 10^{-6}$, уровень гармонических составляющих в выходном сигнале не более минус 15 дБ, диапазон мощности выходного сигнала от минус 30 до 16 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне от минус 49,99 до 10 дБ - $\pm 0,9$ дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в диапазоне от минус 24,99 до 0 дБ - $\pm 1,63$ дБ.

Сведения о методиках (методах) измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-40.0 Д 053. Руководство по эксплуатации. ТМСА 053.040. 00Д РЭ.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексу автоматизированному измерительно-вычислительному ТМСА 1.0-40.0 Д 053

Техническая документация изготовителя.

Изготовитель

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

Юридический (почтовый) адрес: 195197, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский проспект, д.40, корп.14, литера А, офис 10Н

ИНН 7804304322

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

Испытательный центр

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

Юридический адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, рабочий поселок Менделеево, промзона ВНИИФТРИ, корпус 11.

Почтовый адрес: 141570, Московская область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево. Телефон/факс: (495) 744-81-12. E-mail: office@vniiftri.ru.

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 07.10.2013 г.

Заместитель Руководителя
Федерального агентства по техническому
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. «_____» _____ 2015 г.