

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074

#### Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074 (далее – комплекс), предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенн.

#### Описание средства измерений

Принцип действия комплекса при измерениях в ближней зоне основан на восстановлении характеристик испытываемой антенны в дальней зоне путем программной обработки результатов измерений амплитудно-фазового распределения электромагнитного поля в ее ближней зоне.

Принцип действия комплекса при измерениях в дальней зоне основан на измерении частотных и угловых зависимостей коэффициента передачи при подключении к измерительным портам векторного анализатора электрических цепей 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.

Конструктивно комплекс состоит из:

- четырехкоординатного Т-сканера (далее - сканера), предназначенного для пространственного перемещения антенны-зонда в системе координат (X; Y; Z; P) вблизи апертуры испытываемой антенны, где P – плоскость поляризации;
- четырехкоординатного опорно-поворотного устройства (ОПУ), предназначенного для автоматического пространственного позиционирования исследуемой антенны в системе координат (Az; El, Z, P), где Az – азимут, El – угол места (элевации), Z-слайдер;
- однокоординатного ОПУ предназначенного для установки вспомогательной антенны и обеспечивающего вращение вспомогательной антенны в плоскости поляризации (P);
- контроллера движения сканера для управления его работой;
- контроллера осей ОПУ исследуемой и вспомогательной антенн, предназначенного для управления динамикой движения ОПУ;
- ВАЦ для измерений отношений амплитуд и разности фаз опорного и зондирующего сигналов (комплексного коэффициента передачи системы «исследуемая антенна – антенна-зонд»). Зондирующий сигнал – это сигнал, подаваемый с выхода ВАЦ на вход исследуемой антенны, излучаемый ею, далее принимаемый антенной-зондом и поступающий на вход анализатора цепей. Результат измерений комплексного коэффициента передачи системы «исследуемая антенна – антенна-зонд» передается на ПЭВМ управления и обработки, где после его обработки получают значения нормируемых характеристик исследуемой антенны;
- ПЭВМ со специализированным программным обеспечением (ПО), посредством которого осуществляется автоматизированное управление элементами комплекса, сбор, обработка, хранение и вывод результатов измерений;
- комплекта антенн-зондов, предназначенных для использования в процессе измерений распределения поля в ближней зоне испытываемых антенн;
- комплекта вспомогательных антенн, предназначенных для излучения и приема сигналов в заданной полосе частот;
- комплекта эталонных антенн для реализации измерений энергетических характеристик антенн методом замещения;

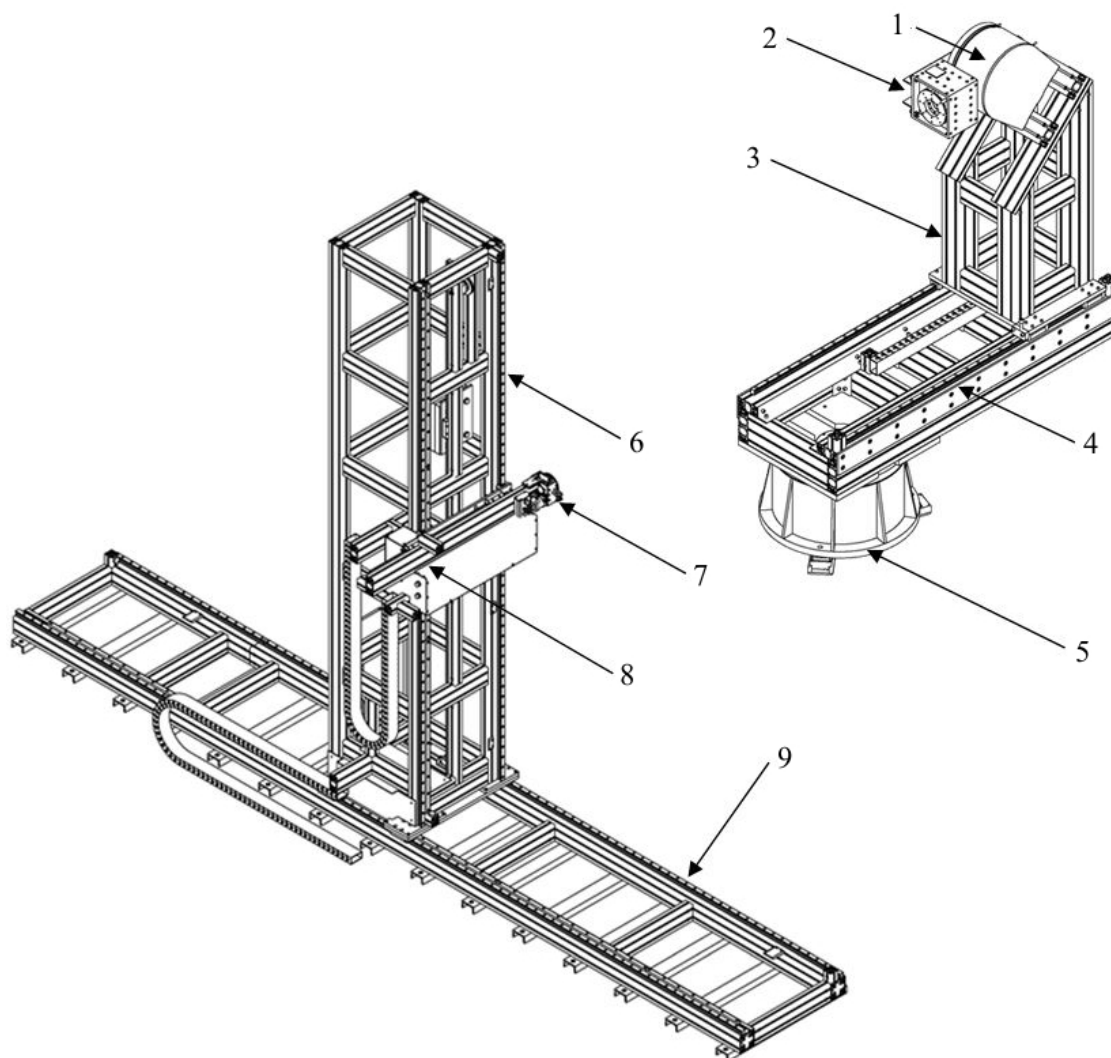
- комплекта СВЧ кабельных сборок и межканальных соединителей, предназначенных для коммутации функциональных узлов комплекса;

-источника бесперебойного питания.

Внешний вид элементов комплекса приведен на рисунках 1– 10.

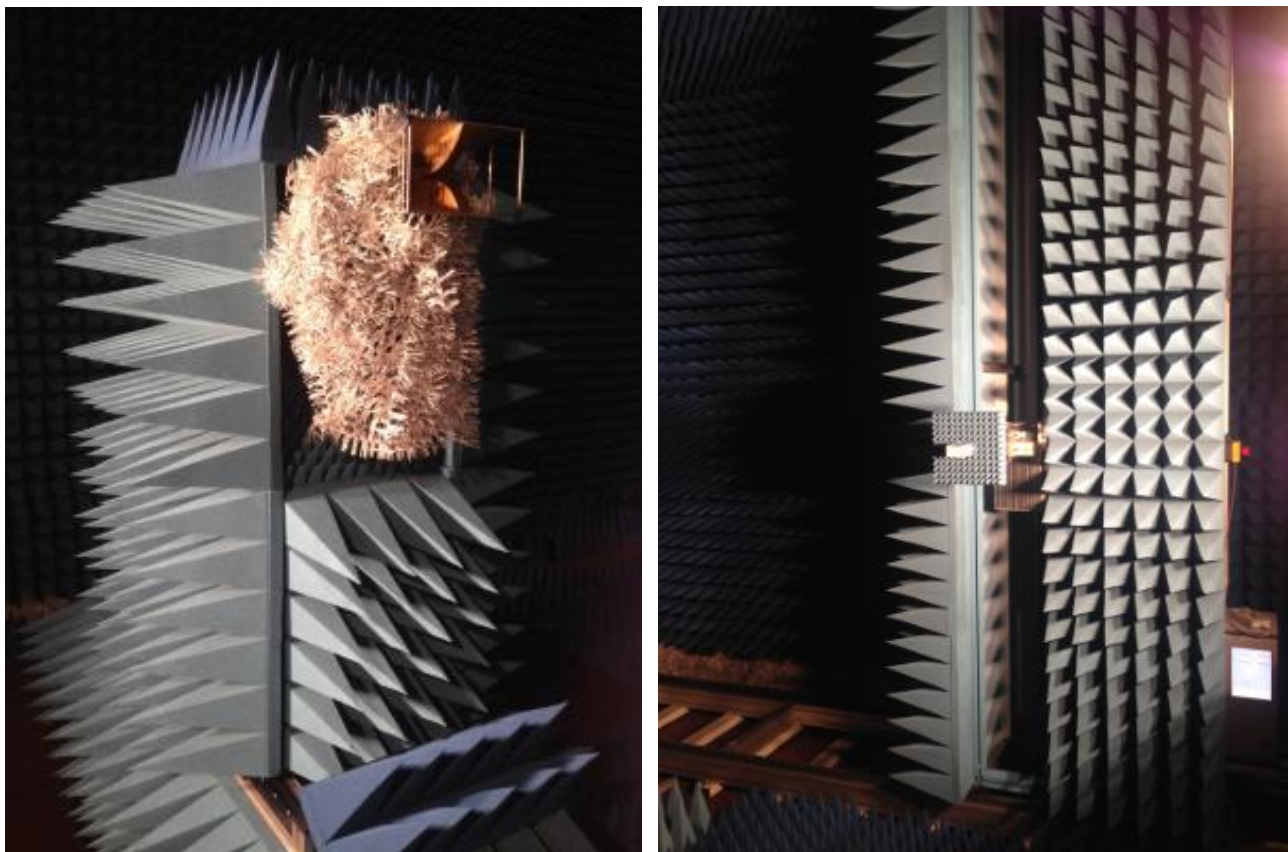
Место размещения знака утверждения типа приведено на рисунке 9.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа приведена на рисунках 8, 9.



- 1 – позиционер AL-560-1, обеспечивающий изменение угла элевации (EL)
- 2 – позиционер AL-160-1, обеспечивающий изменение угла поляризации (P) исследуемой антенны;
- 3 – вертикальная башня, обеспечивающая требуемую высоту расположения исследуемой антенны (1,7 м);
- 4 – слайдер, предназначенный для линейного перемещения исследуемой антенны в горизонтальной плоскости;
- 5 – азимутальное поворотное устройство AL-860-1;
- 6 – вертикальная башня сканера (координата Y);
- 7 – место крепления антенны-зонда;
- 8 – поперечная направляющая сканера (координата Z);
- 9 – горизонтальное основание сканера (координата X).

Рисунок 1 – Схематичный вид четырехкоординатного ОПУ и четырехкоординатного Т-сканер



(а)

(б)

Рисунок 2 – Внешний вид четырехкоординатного ОПУ (а), внешний вид четырехкоординатного Т-сканера (б)



Рисунок 3 – Внешний вид рупорной антенны ТМА 1-6 Э и вспомогательной антенны ТМА 1-6 И диапазона частот 1 – 6 ГГц

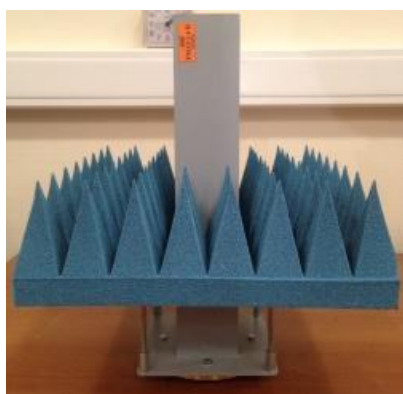


(a)

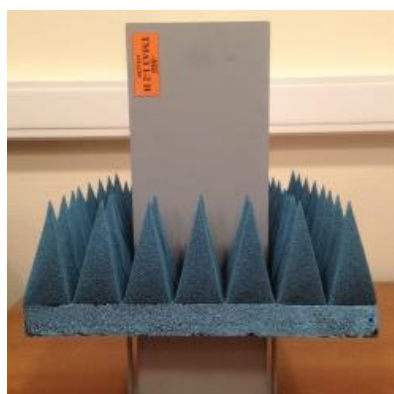


(б)

Рисунок 4 – Внешний вид рупорной антенны ТМА 6-18 Э и вспомогательной антенны ТМА 6-18 И диапазона частот 6 – 18 ГГц



(a)



(б)

Рисунок 5 – Внешний вид антенны-зонда ТМАЗ 1-2 И диапазона частот 1 – 2 ГГц (a), внешний вид антенны-зонда ТМАЗ 2-4 И диапазона частот 2 – 4 ГГц (б)



(a)



(б)

Рисунок 6 – Внешний вид антенны-зонда ТМАЗ 4-8 И диапазона частот 4 – 8 ГГц (a), внешний вид антенны-зонда ТМАЗ 8-18 И диапазона частот 8 – 18 ГГц (б)



Рисунок 7 – Внешний вид векторного анализатора электрических цепей ZVA 24

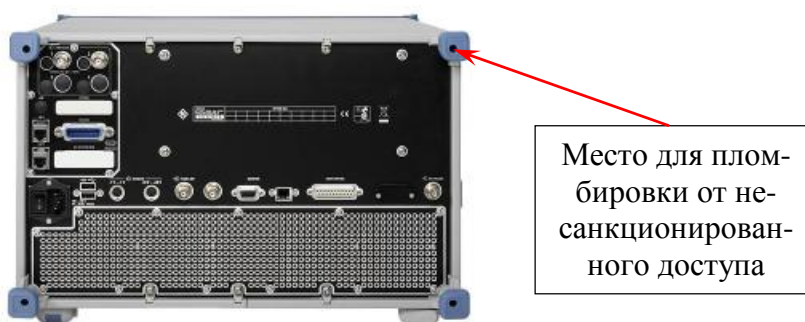
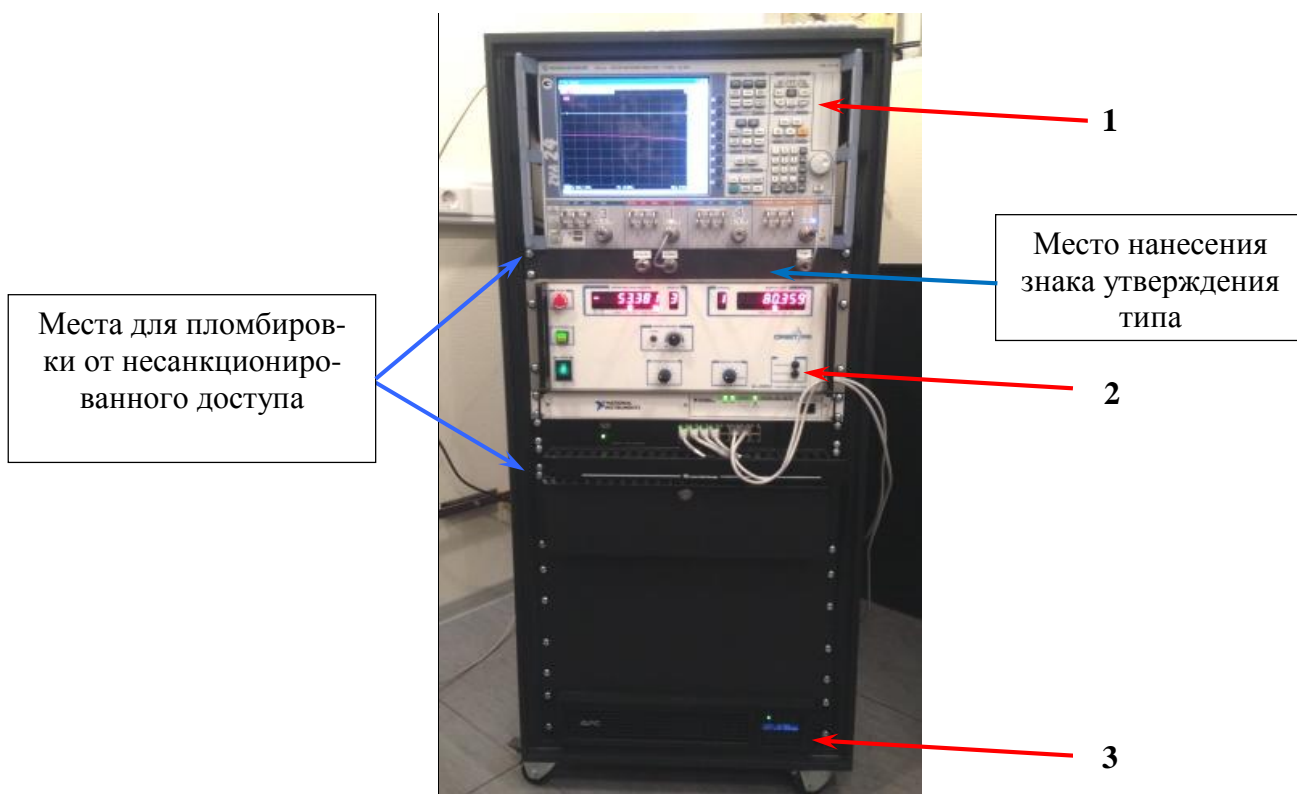


Рисунок 8 – Задняя панель векторного анализатора электрических цепей ZVA 24



- 1 – векторный анализатор электрических цепей ZVA-24
- 2 – контроллер осей AL-48062
- 3 – источник бесперебойного питания

Рисунок 9 – Внешний вид приборной стойки

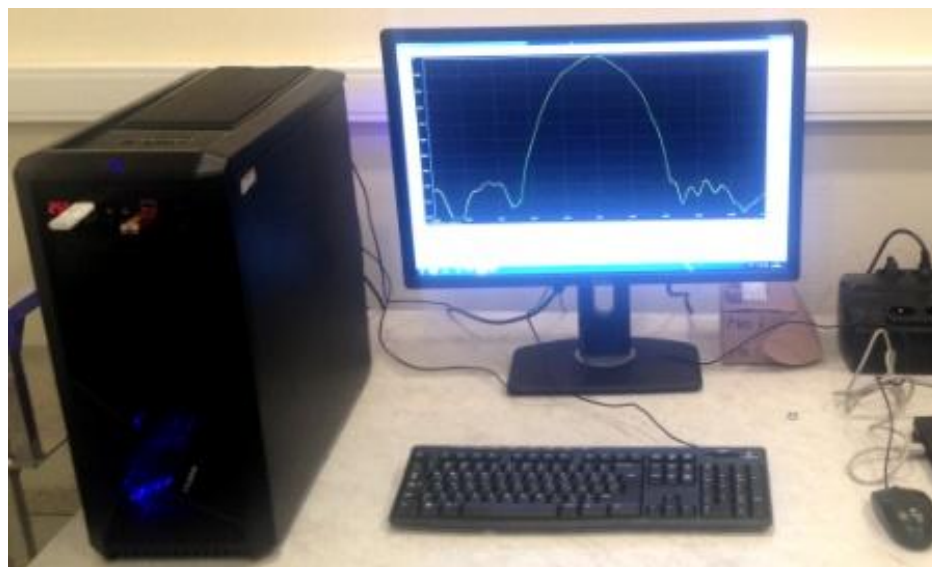


Рисунок 10 – Внешний вид рабочего места оператора с ПК

### Программное обеспечение

ПО комплекса осуществляет:

- управление элементами комплекса и процессом измерений;
- обработку результатов измерений и получение 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 комплекса работает под управлением операционной системы Windows 7, идентификационные данные комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	<i>FrequencyMeas.exe</i>	<i>NFCalc.exe</i>	<i>AmrView.exe</i>
Идентификационное наименование ПО			
Номер версии (идентификационный номер) ПО	5.0	3.20.1	3.16.60612
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	594A04973C75EC6DF EC89FECDD064F03A	90F2307A43D112207 504337B9CCA9F24	FAF113F3C83206 EB863D69624F5D 3FC0

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 таблице 2.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Измерения методом ближней зоны	
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 18
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитудного распределения электромагнитного поля до относительно уровня (при соотношении сигнал/шум на входе приемного канала векторного анализатора цепей 10 дБ и кроссполяризационной развязке антенны-зонда не менее 25 дБ), дБ: минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ минус 40 дБ минус 50 дБ	 ±0,2 ±0,2 ±0,3 ±0,7 ±1,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазового распределения электромагнитного поля при относительном уровне амплитудного распределения (при соотношении сигнал/шум на входе приемного канала векторного анализатора цепей 10 дБ): минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ минус 40 дБ минус 50 дБ	 ±4° ±4° ±4° ±6° ±8°
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней амплитудных диаграмм направленности (ДН) до уровней (при соотношении сигнал/шум на входе приемного канала векторного анализатора цепей 10 дБ, кроссполяризационной развязке антенны-зонда не менее 25 дБ, динамическом диапазоне измеренного амплитудного распределения антенны не менее 50 дБ), дБ: минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ минус 40 дБ минус 50 дБ	 ±0,3 ±0,5 ±0,8 ±1,4 ±2,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазовых ДН при относительных уровнях амплитудной диаграммы направленности: минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ минус 40 дБ минус 50 дБ	 ±4° ±5° ±6° ±8° ±10°
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления антенны методом замещения (при коэффициенте стоячей волны по напряжению испытываемой антенны не более 2, коэффициенте усиления более 15 дБ и погрешности измерений коэффициента усиления эталонной антенны), дБ: 0,5 дБ 0,8 дБ – 1,5 дБ – 2,0 дБ	 ±0,8 ±1,1 ±1,8 ±2,4

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Размер рабочей области сканирования (длина × высота), м, не менее	4,0 × 2,6
Измерения методом дальней зоны	
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 18
Диапазон ( <i>D</i> ) измерений характеристик антенных устройств <sup>1</sup> в диапазоне частот, дБ, не менее:	
на частотах от 1 до 2 ГГц	75
на частотах от 2 до 4 ГГц	68
на частотах от 4 до 8 ГГц	62
на частотах от 8 до 12 ГГц	48
на частотах от 12 до 18 ГГц	36
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений амплитудных ДН и поляризационных диаграмм, дБ, на уровне:	
минус 3 дБ	±0,05
минус 6 дБ	±0,10
минус 10 дБ	±0,15
минус 15 дБ	±0,20
минус 20 дБ	±0,25
минус 25 дБ	±0,30
минус 30 дБ	±0,35
минус 35 дБ	±0,40
минус 40 дБ	±0,45
минус 45 дБ	±0,50
минус 50 дБ	±0,55
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений коэффициента усиления (КУ) методом замещения <sup>2</sup> при погрешности КУ эталонной антенны, дБ:	
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 15 дБ:</i>	
±0,5 дБ	±1,7
±0,8 дБ	±1,8
±1,5 дБ	±2,2
±2,0 дБ	±2,5
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 20 дБ:</i>	
±0,5 дБ	±1,1
±0,8 дБ	±1,3
±1,5 дБ	±1,9
±2,0 дБ	±2,3
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 25 дБ:</i>	
±0,5 дБ	±0,9
±0,8 дБ	±1,1
±1,5 дБ	±1,8
±2,0 дБ	±2,3
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 30 дБ и ниже:</i>	
±0,5 дБ	±0,8
±0,8 дБ	±1,0
±1,5 дБ	±1,7
±2,0 дБ	±2,2



Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений амплитудных (фазовых) ДН на уровне, дБ:	
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 15 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±2,0 (±15°)
минус 6 дБ	±2,7 (±20°)
минус 10 дБ	±4,0 (±30°)
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 20 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±1,2 (±9°)
минус 6 дБ	±1,7 (±12°)
минус 10 дБ	±2,5 (±19°)
минус 15 дБ	±4,0 (±31°)
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 25 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±0,8 (±5°)
минус 6 дБ	±1,0 (±8°)
минус 10 дБ	±1,6 (±12°)
минус 15 дБ	±2,6 (±19°)
минус 20 дБ	±4,0 (±31°)
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 30 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±0,5 (±3°)
минус 6 дБ	±0,7 (±5°)
минус 10 дБ	±1,0 (±7°)
минус 15 дБ	±1,6 (±12°)
минус 20 дБ	±2,6 (±20°)
минус 25 дБ	±4,0 (±31°)
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 35 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±0,3 (±2°)
минус 6 дБ	±0,5 (±3°)
минус 10 дБ	±0,7 (±5°)
минус 15 дБ	±1,0 (±8°)
минус 20 дБ	±1,7 (±12°)
минус 25 дБ	±2,7 (±19°)
минус 30 дБ	±4,2 (±31°)
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 40 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±0,2 (±2°)
минус 6 дБ	±0,3 (±2°)
минус 10 дБ	±0,5 (±3°)
минус 15 дБ	±0,7 (±5°)
минус 20 дБ	±1,2 (±8°)
минус 25 дБ	±1,8 (±13°)
минус 30 дБ	±2,8 (±22°)
минус 35 дБ	±4,4 (±34°)
<i>при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 45 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±0,2 (±1°)
минус 6 дБ	±0,3 (±2°)
минус 10 дБ	±0,4 (±3°)
минус 15 дБ	±0,6 (±4°)
минус 20 дБ	±0,9 (±6°)

Продолжение таблицы 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
минус 25 дБ	±1,3 (±10°)
минус 30 дБ	±2,0 (±15°)
минус 35 дБ	±3,1 (±24°)
минус 40 дБ	±4,8 (±36°)
<i>при коэффициенте безэхховости в рабочей зоне не более минус 50 дБ:</i>	
минус 3 дБ	±0,2 (±1°)
минус 6 дБ	±0,2 (±2°)
минус 10 дБ	±0,3 (±2°)
минус 15 дБ	±0,5 (±3°)
минус 20 дБ	±0,7 (±5°)
минус 25 дБ	±1,0 (±7°)
минус 30 дБ	±1,6 (±12°)
минус 35 дБ	±2,5 (±18°)
минус 40 дБ	±3,8 (±29°)
минус 45 дБ	±5,6 (±43°)
Диапазон изменений угла поворота ОПУ в азимутальной плоскости	от -200 до +200°
Диапазон изменений угла поворота ОПУ в угломестной плоскости	от -35 до +70°
Диапазон изменений угла поворота ОПУ в плоскости поляризации	от -200 до +200°
Диапазон изменений угла поворота ОПУ вспомогательной антенны в плоскости поляризации	от -200 до +200°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки углового положения четырехкоординатного ОПУ	
- в азимутальной плоскости	±0,05°
- в угломестной плоскости	±0,05°
- в плоскости поляризации	±0,05°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки углового положения однокоординатного ОПУ	
- в плоскости поляризации	±0,1°
Диапазон перемещения слайдера, м, не менее	от 0 до 0,5
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более:	
- приборная стойка	800 × 555 × 1167
- четырехкоординатное ОПУ	1563 × 615 × 1860
- однокоординатное ОПУ	1020 × 870 × 1792
- четырехкоординатный Т-сканер	5000 × 3396 × 1322
Напряжение электропитания от сети переменного тока частотой (50 ± 1) Гц, В	220±22
Рабочие условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 30
– относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %, не более	80
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7
Примечания	
1) при КУ исследуемой антенны 20 дБ, полосе фильтра промежуточной частоты 0,1 кГц, уровне выходной мощности 13 дБм	
2) при КСВН антенн не более 1,5, уровне ортогональной составляющей поляризации поля излучения не более минус 20 дБ	

### Знак утверждения типа

наносится на лицевую панель приборной стойки в виде наклейки и типографским способом на титульный лист документа «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074. Руководство по эксплуатации. ТМСА 074. 018. 0ДБ РЭ».

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки комплекса приведен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Заводской номер	Количество
1 Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный в составе:	ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074	074	1
1.1 Четырехкоординатный (X, Y, Z, P) Т-сканер в комплекте с контроллером осей ТМС 3104, ПДУ, кабель-каналами и фазостабильными кабелями	ТМП 04П 4.0 x 2.6	0115074С	1
1.2 Четырехкоординатное (AZ, слайдер, EL, P) ОПУ в комплекте с СВЧ вращающимися соединителями, кабелями управления и пультом дистанционного управления ПДУ	ТМП 04В 025	0215074О1	1
1.3 Однокоординатное (P) ОПУ в комплекте с СВЧ вращающимся соединением, кабелями управления и ПДУ	ТМП 01В 020	0215074О2	1
1.4 Векторный анализатор электрических цепей	ZVA-24	-	1
1.5 Антенна-зонд диапазона частот от 1 до 2 ГГц	ТМА3 1-2 И	1014280	1
1.6 Антенна-зонд диапазона частот от 2 до 4 ГГц	ТМА3 2-4 И	1014281	1
1.7 Антенна-зонд диапазона частот от 4 до 8 ГГц	ТМА3 4-8 И	1014282	1
1.8 Антенна-зонд диапазона частот от 8 до 18 ГГц	ТМА3 8-18 И	1014283	1
1.9 Антенна рупорная диапазона частот от 1 до 6 ГГц	ТМА 1-6 Э	0315296	1
1.10 Антенна рупорная диапазона частот от 6 до 18 ГГц	ТМА 6-18 Э	0315297	1
1.11 Антенна вспомогательная диапазона частот от 1 до 6 ГГц	ТМА 1-6 И	0315294	1
1.12 Антенна вспомогательная диапазона частот от 6 до 18 ГГц	ТМА 6-18 И	0315295	1
1.13 Источник бесперебойного питания	-	-	1
2 Комплект кабелей управления, связи и синхронизации	-	-	1
3 ПК	-	-	1
4 приборная стойка	-	-	1
5 Компакт-диск с ПО	-	-	1
6 Набор инструментов	-	-	1
7 Руководство по эксплуатации	ТМСА 074.018.0ДБ РЭ	-	1
8 Паспорт	ТМСА 074.018.0ДБ ПС	-	1
9 Методика поверки	165-16-08 МП	-	1

### **Поверка**

осуществляется в соответствии с документом 165-16-08 МП «Инструкция. Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074. Методика поверки», утвержденным ФГУП «ВНИИФТРИ» «24» июля 2016 года.

Основные средства поверки:

- аттенюатор ступенчатый программируемый Agilent 84908M (рег. № 60239-15);
- антенный измерительный комплект АИК 1-40Б (рег. № 55403-13);
- система лазерная координатно-измерительная API OMNITRAC (рег. № 35813-07), диапазон измерений расстояний от 0 до 40 м, предел допускаемой погрешности измерений расстояний 25 мкм (для расстояния  $L < 10$  м),  $2,5L$  мкм (для  $L > 10$  м);
- набор мер коэффициентов передачи и отражения 85052В (рег. № 53567-13).

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

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074. Руководство по эксплуатации. ТМСА 074.018. ОДБ РЭ.

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексу автоматизированному измерительно-вычислительному ТМСА 1.0-18.0 ДБ 074**

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 7804323773

Тел. (812) 319-00-50, факс: (812) 319-10-93

### **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 обл., Солнечногорский р-н, п/о Менделеево

Телефон: (495) 526-63-63, факс: (495) 526-63-63. e-mail: [office@vniiftri.ru](mailto: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. «\_\_\_»\_\_\_\_\_2016 г.