

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ ФГУ  
«32 ГНИИ Минобороны России»  
С.И. Донченко  
2010 г.

<p>Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1,0-40,0 ДБЗ/ТД, FD</p>	<p>Внесен в Государственный реестр средств измерений Регистрационный № _____ Взамен № _____</p>
---	---

Изготовлен по технической документации ООО НПФ «ТРИМ СИП Измерительные системы», г. Санкт-Петербург. Заводской номер 002.

### Назначение и область применения

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1,0-40,0 ДБЗ/ТД, FD (далее по тексту – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенн и антенных систем в ближней и дальней зонах во временной и частотной областях, а также для измерений радиолокационных характеристик объектов.

Комплекс применяется при проведении испытаний антенно-фидерных устройств радиоэлектронных систем и радиолокационных характеристик объектов, используемых в области обороны и безопасности.

### Описание

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 облучении испытываемых антенн или объектов электромагнитным полем с квазиплоским амплитудно-фазовым распределением и регистрации характеристик сигналов с выходов антенн либо рассеянных объектами полей.

Конструктивно комплекс состоит из четырехкоординатного планарного сканера, позиционера, комплекта антенн-зондов, антенн-эталонов, калибровочных отражателей, передающего устройства, приемного устройства, векторного анализатора цепей, персональной электронно-вычислительной машины (ПЭВМ).

Планарный сканер предназначен для пространственного перемещения антенны-зонда в пространстве (X, Y, Z, P) вблизи раскрытия испытываемой антенны.

Позиционер предназначен для выставления плоскости измеряемой антенны в плоскость сканера, установки заданной ориентации антенн при измерениях в дальней зоне.

Комплект антенн-зондов состоит из четырех антенн с диапазоном частот (1 - 4; 4 - 12; 8 - 18; 18 - 40) ГГц. Каждая антенна-зонд представляет собой коньковый волновод, встроенный в пирамидальный рупор.

Комплект антенн-эталонов состоит из двух линзовых антенн с диапазоном частот (0,85 - 18; 18 - 40) ГГц.

Комплект калибровочных отражателей состоит из отражателей в форме металлических сфер и цилиндров, для которых возможен теоретический расчет эффективной площади рассеяния (ЭПР).

С целью уменьшения взаимных переотражений между испытываемой антенной и элементами конструкции комплекса, основание антенны-зонда и планарный сканер покрыты радиопоглощающим материалом.

При измерениях амплитудно-фазового распределения, антенна-зонд и испытываемая антенна устанавливаются в положение, соответствующее согласованной поляризации электромагнитного поля.

Генератор импульсов представляет собой формирователь сверхкоротких импульсов, совместно с антенной-зондом и предназначен для формирования импульсного электромагнитного поля вблизи апертуры испытываемой антенны. Импульсные сигналы, принимаемые испытываемой антенной, при каждом положении антенны-зонда на плоскости сканирования, поступают на вход стробоскопического осциллографа (на вход его выносного смесителя).

Стробоскопический осциллограф предназначен для измерений амплитудно-временных характеристик, поступающих с выхода испытываемой антенны сигналов, их оцифровки и передачи в ПЭВМ для дальнейшей обработки.

Векторный анализатор цепей (ВАЦ) предназначен для измерений отношений амплитуд и разностей фаз излученных и принятых сигналов. Излученный сигнал – это сигнал, подаваемый с выхода ВАЦ на вход антенны, излучаемый ею и далее принимаемый испытываемой антенной и поступающий на вход ВАЦ. Далее сигналы оцифровываются и передаются в ПЭВМ для дальнейшей обработки.

Генератор импульсов и стробоскопический осциллограф применяются при измерениях во временной области (ВО), ВАЦ – при измерениях в частотной области (ЧО).

ПЭВМ и специальное программное обеспечение, установленное на ней, предназначены для управления элементами комплекса, обработки результатов измерений и получения характеристик испытываемой антенны (характеристики объемных амплитудных и фазовых диаграмм направленности и их сечений, амплитудные и фазовые распределения электромагнитного поля в ближней зоне, коэффициент усиления), их хранения и визуального воспроизведения в виде соответствующих графиков и диаграмм.

Специальное программное обеспечение (ПО) имеет защиту от несанкционированного доступа в виде пароля пользователя и не оказывает влияния на результат измерений.

По условиям эксплуатации комплекс относится к группе 1.1 климатического исполнения УХЛ по ГОСТ РВ 20.39.304-98 и применяется при рабочих температурах от 15 до 25 °С и относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С (без предъявления требований к условиям транспортирования).

#### Основные технические характеристики.

Основные технические характеристики комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра (характеристики)	Значение параметра (характеристики)	
	ВО	ЧО
<i>Измерения в ближней зоне</i>		
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1 до 37,5	
Динамический диапазон измерений относительных уровней амплитудной диаграммы направленности, дБ, не менее	45	50
Предел допускаемого среднее квадратического отклонения результатов измерений амплитудного распределения электромагнитного поля*, дБ:		

Наименование параметра (характеристики)	Значение параметра (характеристики)	
до уровня минус 25 дБ	0,2 **	0,1
до уровня минус 40 дБ	0,8 **	0,4
до уровня минус 45 (ВО) и 50 (ЧО) дБ	1,2 **	0,7
Предел допускаемого среднее квадратического отклонения результатов измерений фазового распределения электромагнитного поля* при относительных уровнях амплитудного распределения, °:	0,6 **	0,2
до уровня минус 25 дБ	1,4 **	0,9
до уровня минус 40 дБ	2,8 **	1,5
Пределы допускаемой погрешности восстановления относительных уровней амплитудной диаграммы направленности при доверительной вероятности P=0,95*, дБ:	± 1,1	± 0,7
до уровня минус 25 дБ	± 1,8	± 1,6
до уровня минус 40 дБ	± 2,7	± 2,1
Пределы допускаемой погрешности восстановления фазовой диаграммы направленности при доверительной вероятности P=0,95 * при относительных уровнях амплитудной диаграммы направленности, °:	± 3	± 1,6
до минус 25 дБ	± 5	± 2,5
до минус 40 дБ	± 8	± 4,0
Пределы допускаемой погрешности измерений коэффициента усиления (КУ) антенны методом замещения при коэффициенте стоячей волны по напряжению (КСВН) антенн не более 1,2 и погрешности КУ эталонной антенны, дБ:	± 0,5	± 0,4
2 %	± 0,8	± 0,7
6 %	± 1,6	± 1,3
12 %		
Максимальный сектор углов восстановления диаграмм направленности антенн в азимутальной и угломестной плоскостях, не менее (при размере апертуры антенны не более 1,8 м), °	± 70	
Размер рабочей области сканирования (ширина × высота), м, не менее	3 × 3	
Пределы допускаемой погрешности измерений амплитуды сигнала стробоскопическим осциллографом, %	± 1	
Пределы допускаемой погрешности измерений временных интервалов стробоскопическим осциллографом, %	± 1	
<i>Измерения в дальней зоне</i>		
Динамический диапазон приемного устройства, дБ, не менее:		
- при количестве N усреднений сигнала	65	-
N = 16	71	-
N = 64	76	-
N = 256		
- при ширине полосы промежуточной частоты 100 Гц, выходной мощности источника сигнала минус 10 дБ [мВт], без усреднений сигнала, дБ, не менее	-	100
Энергетический потенциал комплекса в рабочем диапазоне частот без использования МШУ при 128 усреднениях		

Наименование параметра (характеристики)	Значение параметра (характеристики)	
сигнала, дБ, не менее: от 1 до 3 ГГц от 3 до 10 ГГц от 10 до 25,86 ГГц от 25,86 до 37,5 ГГц	80 66 52 40	- - - -
Доверительные границы (P=0,95) случайной составляющей погрешности измерений амплитудного спектра сигнала*** при амплитуде входного сигнала, поступающего с выхода генератора импульсов (при 128 усреднениях), дБ: 1 В 0,1 В 0,01 В	± 0,1 ± 0,4 ± 1,6	- - -
Пределы допускаемой погрешности измерений отношений уровней спектральных составляющих сигналов из-за нелинейности амплитудной характеристики приемного устройства, дБ: минус 3 дБ минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ	± 0,1 ± 0,3 ± 0,4 ± 1,5	± 0,1 ± 0,1 ± 0,2 ± 0,3
Коэффициент безэховости в рабочей зоне безэховой камеры в диапазоне частот, дБ, не более от 1 до 3 ГГц от 3 до 10 ГГц от 10 до 37,5 ГГц	**** **** ****	минус 25 минус 30 минус 40
Пределы допускаемой погрешности измерений КУ методом сравнения (КСВН антенн не более 1,5; уровень ортогональной составляющей поляризации поля излучения не более минус 20 дБ) при погрешности КУ эталонной антенны, дБ: ± 0,5 ± 0,8 ± 1	± 0,9 ± 1,1 ± 1,4	± 1 ± 1,2 ± 1,4
Пределы допускаемой погрешности измерений уровней диаграмм направленности*****, дБ: минус 3 дБ минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ	± 0,2 ± 0,4 ± 0,6 ± 2,2	± 0,1 ± 0,3 ± 0,9 ± 3,1
Пределы допускаемой погрешности измерений уровней поляризационных диаграмм*****, (в линейно поляризованном поле), дБ: минус 3 дБ минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ	± 0,2 ± 0,4 ± 0,7 ± 2,7	± 0,1 ± 0,7 ± 2,1 ± 3,3
Собственная ЭПР безэховой камеры (при выполнении процедуры компенсации фона), м <sup>2</sup> , в диапазоне частот, не более от 1 до 3 ГГц от 3 до 37,5 ГГц	- -	10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup>

Наименование параметра (характеристики)	Значение параметра (характеристики)	
Пределы допускаемой относительной погрешности ЭПР калибровочных отражателей, дБ	-	± 0,4
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений ЭПР объектов для отношения сигнал/фон, дБ:	-	± 3,4
10 дБ	-	± 1,5
20 дБ	-	± 1,2
30 дБ	-	± 1,2
Масса, кг, не более:		
планарного сканера	1100	
позиционера	900	
стробоскопического преобразователя	11	
генератора импульсов	0,5	
антенны-зонда	0,7	
ВАЦ	20	
ПЭВМ	7	
Габаритные размеры (длина x ширина x высота) мм, не более:		
планарного сканера	3300 × 3300 × 1500	
позиционера	1500 × 1500 × 1000	
приемного устройства	450 × 150 × 260	
передающего устройства	110 × 40 × 15	
антенны-зонда	400 × 100 × 100	
ВАЦ	500 × 470 × 280	
ПЭВМ	450 × 180 × 450	
Время подготовки к работе, минут, не более	60	
Время непрерывной работы, ч, не менее	12	
Параметры электропитания:		
- напряжение переменного тока, В	от 198 до 242	
- частота, Гц	от 49 до 51	
Потребляемая мощность, В·А, не более	500	
Рабочие условия эксплуатации:		
- температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25	
- относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %	до 80	
- атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7	

\* - значения характеристик нормируются для случая амплитудно-фазового распределения токов в раскрыве антенны типа «пирамидальный рупор»;

\*\* - при количестве отсчетов в сигнале не менее 1024 и усреднении не менее 128;

\*\*\* - для ВАЦ определяются величиной отношения сигнал/шум;

\*\*\*\* - определяется параметрами развертки стробоскопического преобразователя;

\*\*\*\*\* - при обеспечении условия временной селекции переотраженных сигналов для ВО, при коэффициенте безэховости минус 40 дБ для ЧО.

#### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист формуляра типографским способом, на каждую составную часть комплекса методом наклейки.

#### Комплектность

В комплект поставки входят: комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1,0-40,0 ДБЗ/ТД, FD, специализированное программное

обеспечение, одиночный комплект ЗИП, комплект эксплуатационной документации, методика поверки.

### Поверка

Поверка комплекса проводится в соответствии с документом «Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 1,0-40,0 ДБЗ/ТД, FD. Методика поверки», утвержденным руководителем ГЦИ СИ ФГУ «32 ГНИИИ Минобороны России» в сентябре 2010 г. и входящим в комплект поставки.

Средства поверки: антенна измерительная П6-23М (диапазон рабочих частот от 0,85 до 17,44 ГГц; КСВН входа антенны не более 1,7; эффективная площадь на частотах до 15 ГГц не менее 150 см<sup>2</sup>, на частотах свыше 15 ГГц - не менее 110 см<sup>2</sup>); комплект антенн измерительных рупорных П6-38 (диапазоны частот от 17,44 до 25,86 ГГц и от 25,86 до 37,5 ГГц, эффективная площадь не менее 50 см<sup>2</sup>, КСВН не более 1,2); генератор сигналов СВЧ Rohde & Schwarz SMR40 (диапазон рабочих частот от 10 МГц до 40 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала  $\pm 10^{-7}$ ); генератор импульсов точной амплитуды Г5-75 (диапазон установки амплитуды импульсов от 0,01 до 9,999 В, пределы допускаемой погрешности амплитуды импульсов  $\pm 0,01$  В, диапазон установки длительности импульсов от 50 нс до 1 с, пределы допускаемой погрешности установки длительности импульсов  $\pm(10^{-3} \tau + 15 \text{ нс})$ , где  $\tau$  - длительность импульса), частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ ).

Межповерочный интервал – 2 года.

### Нормативные и технические документы

ГОСТ РВ 20.39.304-98.

Руководство по эксплуатации изготовителя.

### Заключение

Тип комплекса автоматизированного измерительно-вычислительного ТМСА 1,0-40,0 ДБЗ/ТД, FD утвержден с техническими и метрологическими характеристиками, приведенными в настоящем описании типа, метрологически обеспечен в эксплуатации.

### Изготовитель

ООО НПП «ТРИМ СШП Измерительные системы»  
195197, г. Санкт-Петербург, Кондратьевский пр., д. 40/14, лит. А

От Заявителя:

Генеральный директор

ООО НПП «ТРИМ СШП Измерительные системы»



П.В. Миляев