

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный  
ТМСА 0.2-18 Д022

### Назначение средства измерений

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный  
ТМСА 0.2-18 Д022 (далее – комплекс) предназначен для измерений радиотехнических характеристик антенных устройств в диапазоне частот от 0,2 до 18 ГГц.

### Описание средства измерений

Функционально и конструктивно комплекс состоит из следующих элементов:

- векторного анализатора цепей (ВАЦ) E8362B, являющегося источником и приемником СВЧ сигнала и предназначенного для измерений относительных амплитуд и фаз сигналов;
- трехкоординатного прецизионного опорно-поворотного устройства (ОПУ), предназначенного для позиционирования исследуемых антенных устройств в процессе измерений;
- контроллера ОПУ, предназначенного для сопряжения ОПУ с управляющей ПЭВМ;
- радиопоглощающего материала, предназначенного для уменьшения относительного уровня побочных переотражений от ОПУ;
- комплекта антенн, предназначенного для использования в качестве вспомогательных излучающих и передающих эталонных антенн в процессе измерений;
- комплекта СВЧ кабельных сборок, предназначенных для подключения антенн к векторному анализатору цепей;
- малошумящего усилителя (МШУ), предназначенного для подключения в тракт приемной антенны при необходимости усиления сигналов в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц;
- ПЭВМ, используемой для управления комплексом и вычисления результатов измерений;
- системы видеонаблюдения, предназначенной для видеоконтроля внутреннего объема безэховой камеры (БЭК) с рабочего места оператора.

Принцип действия комплекса основан на измерении частотных и угловых зависимостей коэффициента передачи при подключении к измерительным портам 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. В качестве вспомогательных антенн используются антенны ТМА 0,2 – 1 И (в диапазоне частот от 0,2 до 1 ГГц) и ТМА 1 – 18 И (в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц), а в качестве эталонных антенн при измерении коэффициентов усиления (КУ) используются антенны ТМА 0,2 – 1 Э (в диапазоне частот от 0,2 до 1 ГГц) и П6-23М (в диапазоне частот от 0,85 до 18 ГГц) или другие типы измерительных антенн с нормированными метрологическими характеристиками. Для позиционирования исследуемых антенн при измерениях используется трехкоординатное прецизионное ОПУ. При измерениях амплитудных и фазовых диаграмм направленности (ДН) используется нижний и верхний позиционеры, при измерениях поляризационных характеристик – верхний позиционер, слайдер предназначен для совмещения фазового центра антенны с осью вращения. МШУ используется для повышения энергетического потенциала комплекса путем его включения в радиочастотный тракт приемной антенны.

Управление работой ВАЦ и ОПУ, регистрация результатов измерений и их

первичная обработка осуществляется при помощи управляющей ПЭВМ с установленным специализированным программным обеспечением (ПО).

Комплекс обеспечивает измерение:

КУ антенн методом замещения;

амплитудных и фазовых ДН антенн;

поляризационных характеристик антенн.

Внешний вид элементов комплекса приведен на рисунках 1-3.

Схема пломбировки от несанкционированного доступа и обозначение мест для размещения наклеек приведены на рисунках 3,4.



Рисунок 1 - Внешний вид ОПУ с установленной антенной П6-23М



Рисунок 2 – Внешний вид антенн из состава комплекса: ТМА 0,2 – 1 Э (ТМА 0,2 – 1 И) – слева, ТМА 1 – 18 И – справа, П6-23М – внизу

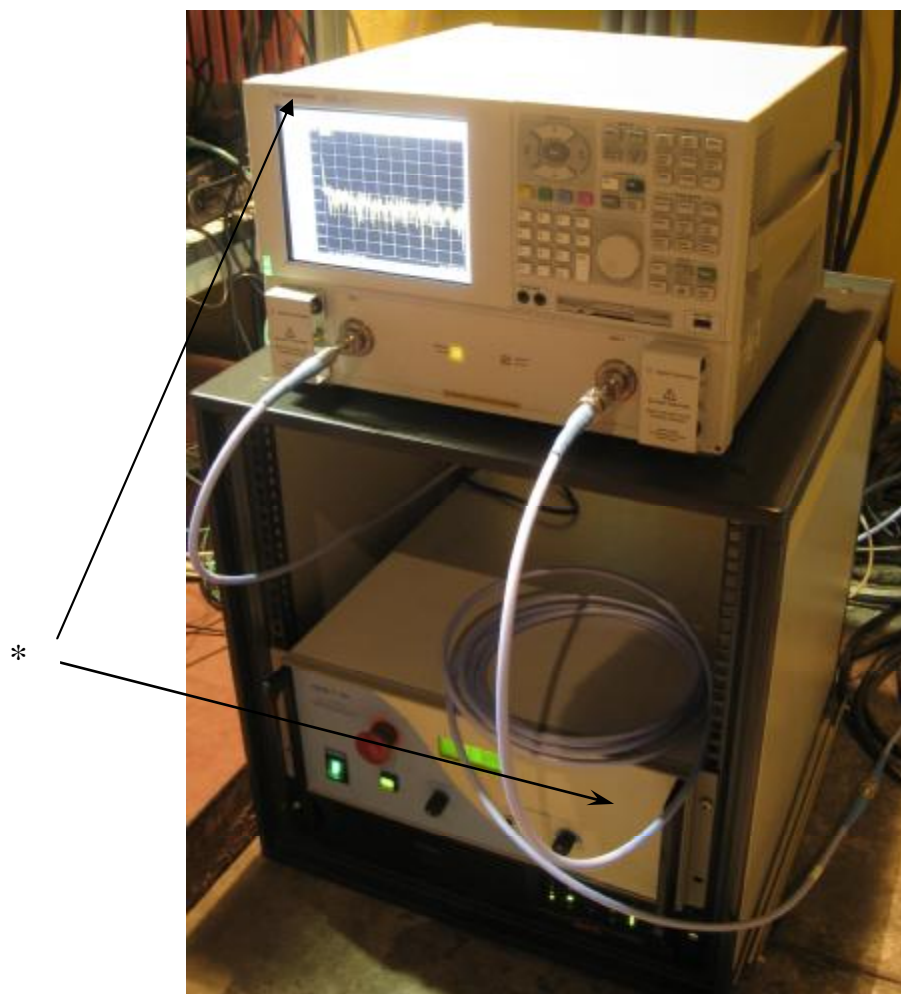


Рисунок 3 – Фотография общего вида аппаратной стойки комплекса и место для размещения наклеек (\*)

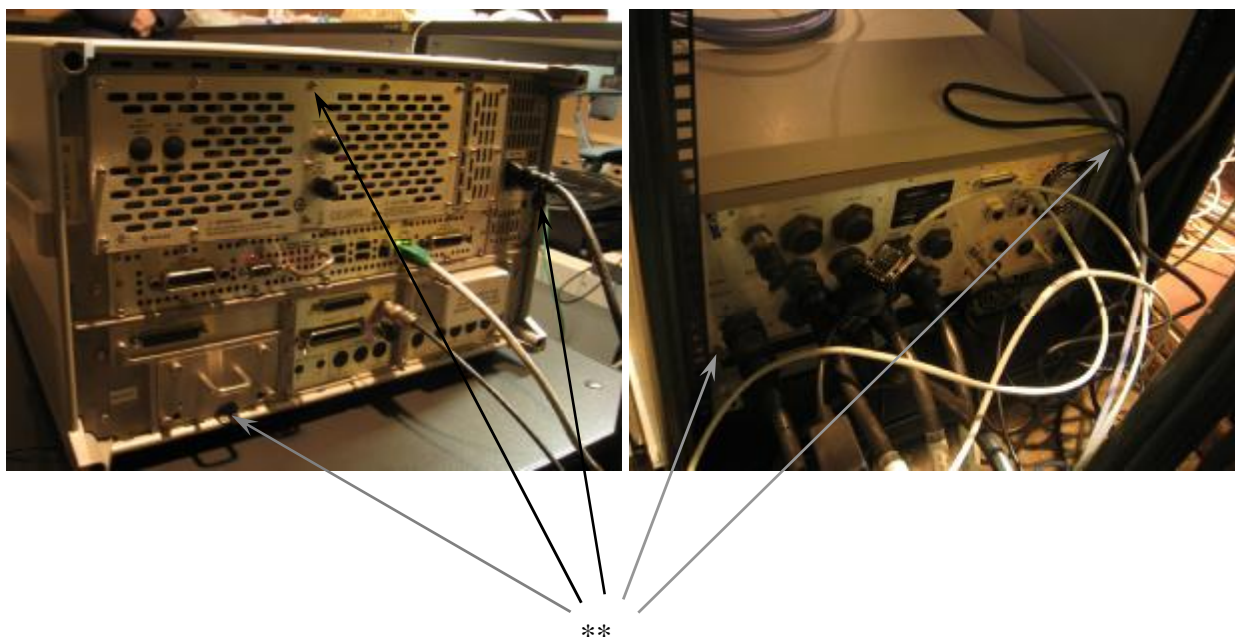


Рисунок 4 – Места для пломбировки от несанкционированного доступа (\*\*)

### Программное обеспечение

Метрологически значимая часть ПО комплекса представляет программные продукты «Программа проведения измерений в частотной области» и «Программа просмотра результатов измерений параметров антенн и РЛХ».

«Программа проведения измерений в частотной области» обеспечивает управление режимами работы ВАЦ и ОПУ и регистрацию первичных результатов измерений. «Программа просмотра результатов измерений параметров антенн и РЛХ» предназначена для визуализации результатов измерений в удобном для оператора виде, представления результатов измерений частотных характеристик антенных устройств и сечений ДН, а также систематизацию группы сечений ДН для представления ее объемного вида.

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

Таблица 1

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
«Программа проведения измерений в частотной области»	FrequencyMeas.exe	4.2.5.2011	E815F64833B8E43 E8C9C10FC96E167 D1	md5
«Программа просмотра результатов измерений параметров антенн и РЛХ»	AmrView.exe	3.14	CC88290A0A92B7 4FCD0A6E2E15BA AF42	md5

Влияние метрологически значимой части ПО на метрологические характеристики комплекса не выходит за пределы согласованного допуска.

Метрологически значимая часть ПО комплекса и измеренные данные достаточно защищены с помощью специальных средств защиты от непреднамеренных и преднамеренных изменений. Защита программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по МИ 3286-2010.

### Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики комплекса приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 0,2 до 18
Динамический диапазон измерений характеристик антенных устройств <sup>1</sup> в диапазоне частот, дБ, не менее:	
от 0,2 до 1 ГГц	95
от 1 до 4 ГГц	65
от 4 до 8 ГГц	50
от 8 до 12 ГГц	45
от 12 до 18 ГГц	40
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений амплитудных ДН и поляризационных диаграмм <sup>2</sup> на уровне, дБ:	
минус 3 дБ	$\pm 0,03$
минус 10 дБ	$\pm 0,1$
минус 20 дБ	$\pm 0,2$
минус 30 дБ	$\pm 0,3$
минус 45 дБ	$\pm 0,8$
Пределы допускаемой погрешности измерений амплитудных (фазовых) ДН <sup>3</sup> на уровне, дБ:	
при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 15 дБ	
минус 3 дБ	$\pm 2,0 (\pm 14,6^\circ)$
минус 6 дБ	$\pm 3,0 (\pm 22,5^\circ)$
минус 10 дБ	$\pm 4,0 (\pm 30,4^\circ)$
при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 20 дБ	
минус 3 дБ	$\pm 1,2 (\pm 8,5^\circ)$
минус 6 дБ	$\pm 2,0 (\pm 14,6^\circ)$
минус 10 дБ	$\pm 2,5 (\pm 18,5^\circ)$
минус 15 дБ	$\pm 4,0 (\pm 30,4^\circ)$
при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 25 дБ	
минус 3 дБ	$\pm 0,8 (\pm 5,6^\circ)$
минус 6 дБ	$\pm 1,0 (\pm 7,0^\circ)$
минус 10 дБ	$\pm 1,6 (\pm 11,5^\circ)$
минус 15 дБ	$\pm 2,5 (\pm 18,5^\circ)$
при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 30 дБ	
минус 3 дБ	$\pm 0,5 (\pm 3,4^\circ)$
минус 10 дБ	$\pm 1,0 (\pm 7,0^\circ)$
минус 15 дБ	$\pm 1,7 (\pm 12,2^\circ)$
минус 20 дБ	$\pm 2,6 (\pm 19,3^\circ)$
при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 40 дБ	

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
минус 3 дБ минус 10 дБ минус 15 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ при коэффициенте безэховости в рабочей зоне не более минус 60 дБ	$\pm 0,2 (\pm 1,4^\circ)$ $\pm 0,5 (\pm 3,4^\circ)$ $\pm 0,8 (\pm 5,6^\circ)$ $\pm 1,2 (\pm 8,5^\circ)$ $\pm 2,6 (\pm 19,3^\circ)$
минус 3 дБ минус 10 дБ минус 20 дБ минус 30 дБ минус 40 дБ минус 45 дБ	$\pm 0,1 (\pm 0,7^\circ)$ $\pm 0,2 (\pm 1,4^\circ)$ $\pm 0,3 (\pm 2,3^\circ)$ $\pm 0,6 (\pm 4,1^\circ)$ $\pm 1,5 (\pm 10,7^\circ)$ $\pm 2,2 (\pm 16,1^\circ)$
Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерений КУ методом замещения <sup>4</sup> при погрешности КУ эталонной антенны, дБ: $\pm 0,3$ дБ $\pm 0,5$ дБ $\pm 1,0$ дБ	$\pm 0,5$ $\pm 0,7$ $\pm 1,2$
Пределы допускаемой погрешности измерений КУ методом замещения при погрешности КУ эталонной антенны <sup>5</sup> , дБ: в диапазоне частот от 0,2 до 0,5 ГГц $\pm 0,3$ дБ $\pm 0,5$ дБ $\pm 1,0$ дБ в диапазоне частот от 0,5 до 1 ГГц $\pm 0,3$ дБ $\pm 0,5$ дБ $\pm 1,0$ дБ в диапазоне частот от 1 до 3 ГГц $\pm 0,3$ дБ $\pm 0,5$ дБ $\pm 1,0$ дБ в диапазоне частот от 3 до 18 ГГц $\pm 0,3$ дБ $\pm 0,5$ дБ $\pm 1,0$ дБ	$\pm 1,7$ $\pm 1,8$ $\pm 2,0$ $\pm 1,1$ $\pm 1,2$ $\pm 1,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,0$ $\pm 1,3$ $\pm 0,6$ $\pm 0,8$ $\pm 1,2$
Коэффициент усиления МШУ <sup>6</sup> , дБ, не менее	25
Диапазон изменения угла поворота ОПУ в азимутальной плоскости	от 0 до 360°
Диапазон изменения угла поворота ОПУ по крену	$\pm 180^\circ$
Пределы допускаемой погрешности отсчета углового положения ОПУ в азимутальной плоскости	$\pm 0,1^\circ$
Диапазон перемещения слайдера, м, не менее	1,45
Минимальная дискретность установки положения слайдера, м, не более	0,001
Потребляемая мощность, В·А, не более	3000
Масса, кг, не более: аппаратурной стойки ВАЦ ОПУ	70 30 800
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), м, не более:	

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
аппаратурной стойки	$0,61 \times 0,6 \times 0,6$
ВАЦ	$0,5 \times 0,42 \times 0,41$
ОПУ	$4,6 \times 1,2 \times 3,5$
Рабочие условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, % атмосферное давление, мм рт. ст.	20±5 до 80 от 720 до 780

- 1) – при использовании антенн ТМА 0.2 – 1.0 в диапазоне частот до 1 ГГц и антенны П6-23М с ТМА 1 – 18 на расстоянии 12 м, полосе пропускания фильтра промежуточной частоты (ПЧ) 10 Гц, уровне выходной мощности 0 дБм, без усреднений, без использования МШУ;
- 2) – при использовании антенн ТМА 0.2 – 1.0 в диапазоне частот до 1 ГГц и антенны П6-23М с ТМА 1 – 18 на расстоянии 12 м, полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц, уровне выходной мощности 0 дБм, без усреднений, с использованием МШУ в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц;
- 3) – при соблюдении условия дальней зоны по ГОСТ РВ 50585-96, полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц, уровне выходной мощности 0 дБм, без усреднений, с использованием МШУ в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц;
- 4) – при отличии КУ исследуемой и эталонной антенн не более 10 дБ, расстоянии между антеннами 12 м, полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц, уровне выходной мощности 0 дБм, без усреднений, с использованием МШУ в диапазоне частот от 1 до 18 ГГц;
- 5) – при соблюдении условия дальней зоны по ГОСТ РВ 50585-96, отличии КУ исследуемой и эталонной антенн не более 10 дБ, для условий, приведенных в таблице 3;
- 6) – при уровне входного сигнала не более минус 30 дБм.

Таблица 3

Диапазон частот, ГГц	от 0,2 до 0,5	от 0,5 до 1	от 1 до 3	от 3 до 18
Коэффициент беззеховости, дБ	15	20	25	30
Уровень кроссполяризации, дБ	15	20	20	20
КСВН входа	2,5	2	1,7	1,4

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на аппаратную стойку комплекса в виде наклейки и на титульный лист руководства по эксплуатации методом компьютерной графики.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки комплекса приведен в таблице 4.

Таблица 4

Наименование	Ед. изм.	Кол-во, шт.	Примечание
Радиоэлектронное оборудование в составе:	ком-т	1	
• векторный анализатор цепей E8362B			
• опция набора реконфигурируемых тестовых			от 0,01 до 20 ГГц, 2 порта

Наименование	Ед. изм.	Кол-во, шт.	Примечание
портов E8362B-014			
Трехкоординатное прецизионное ОПУ в составе:	ком-т	1	крен азимут
• верхний позиционер AL-760-1	шт.	1	
• нижний позиционер AL-1260-1	шт.	1	
• слайдер	шт.	1	
• СВЧ вращающееся сочленение	шт.	2	
Контроллер ОПУ	шт.	1	
Радиопоглощающий материал (РПМ) VHP-12-NRL для защиты ОПУ	м <sup>2</sup>	22	
Комплект антенн в составе:	ком-т	1	
• ТМА 0,2 – 1 И	шт.	1	
• ТМА 1 – 18 И	шт.	1	
• ТМА 0,2 – 1 Э	шт.	1	
• П6-23М	шт.	1	
Малошумящий усилитель	шт.	1	от 1 до 18 ГГц
Управляющая ПЭВМ	ком-т	1	
Комплект СВЧ кабельных сборок	ком-т	1	
Комплект коаксиальных адаптеров	ком-т	1	
Источник бесперебойного питания	шт.	1	
Программное обеспечение	ком-т	1	
Система видеоконтроля	ком-т	1	
Приборная стойка	шт.	1	
Руководство по эксплуатации	книга	1	
Паспорт	книга	1	
Методика поверки	книга	1	

### Поверка

осуществляется по документу «Инструкция. Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.2-18 Д022. Методика поверки. ТМСА 022.018.00Д МП», утвержденному руководителем ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России» 29.04.2012 года.

Средства поверки:

аттенюатор Agilent 8494B (рег. № 37205-08), диапазон частот от  $10^{-4}$  до 17,44 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 11 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления в диапазоне частот от  $10^{-4}$  до 12,4 ГГц  $\pm 0,6$  дБ, в диапазоне частот от 12,4 до 17,44 ГГц  $\pm 0,9$  дБ, КСВН не более 1,9;

аттенюатор Agilent 8496B (рег. № 37204-08), диапазон частот от  $10^{-4}$  до 17,44 ГГц, диапазон ослабления от 0 до 110 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления в диапазоне частот от  $10^{-4}$  до 12,4 ГГц  $\pm$  (от 0,5 до 3,3) дБ, в диапазоне частот от 12,4 до 17,44 ГГц  $\pm$  (от 0,6 до 4,4) дБ, КСВН не более 1,9;

установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-16 (рег. № 37205-08), диапазон частот от 100 кГц до 17,85 ГГц, диапазон измерений ослабления от 0 до 120 дБ, пределы допускаемой относительной погрешности измерений ослабления  $\pm 1,5$  дБ.

**Сведения о методиках (методах) измерений**

Комплекс автоматизированный измерительно-вычислительный ТМСА 0.2-18 Д022. Руководство по эксплуатации.

**Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к комплексу автоматизированному измерительно-вычислительному ТМСА 0.2-18 Д022**

ГОСТ РВ 50585-96.

Техническая документация предприятия-изготовителя.

**Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям, в том числе проведение работ по определению радиотехнических характеристик антенных устройств.

**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 11Н

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

**Испытательный центр**

Государственный центр испытаний средств измерений Федеральное бюджетное учреждение «Главный научный метрологический центр Министерства обороны Российской Федерации» (ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»), аттестат аккредитации № 30018-10 от 05.08.2011 г.

Юридический (почтовый) адрес: 141006, Московская область, г. Мытищи, ул. Комарова, 13

Телефон: (495) 583-99-23, факс: (495) 583-99-48

Заместитель Руководителя  
Федерального агентства по техническому  
регулированию и метрологии

Ф.В. Булыгин

М.п. «\_\_\_»\_\_\_\_\_2012 г.