

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерения отражающей способности материалов РЛТГ.425820.013

### Назначение средства измерений

Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерения отражающей способности материалов РЛТГ.425820.013 (далее – комплекс), предназначен для измерения рассеивающих свойств материалов в свободном пространстве в СВЧ диапазоне.

### Описание средства измерений

Принцип действия комплекса основан на измерении частотных и угловых зависимостей комплексных коэффициентов отражения и передачи при подключении к измерительным портам векторного анализатора электрических цепей (ВАЦ) антенных устройств комплекса, направленных на исследуемый образец материала. При работе ВАЦ устанавливается в режим измерений параметров  $S_{21}$  или  $S_{12}$  при бистатической схеме измерений, либо  $S_{11}$  или  $S_{22}$  при моностатической схеме измерений. Измерительные порты ВАЦ при помощи кабельных сборок подключаются к входам антенн. Результатом измерений являются угловые и частотные зависимости модуля коэффициента отражения (МКО) в свободном пространстве в сферическом поле, приведенные к образцу конечных размеров, а в качестве опорных значений для их расчётов используются рассеивающие свойства плоских металлических пластин, размеры которых совпадают с размерами исследуемых образцов.

При бистатической схеме измерений ВАЦ измеряет угловую зависимость комплексного коэффициента передачи при произвольных углах наклона антенн к нормали на исследуемый образец материала. Для увеличения динамического диапазона комплекса при бистатической схеме измерений в радиочастотный тракт комплекса может подключаться маломощный усилитель. При моностатической схеме ВАЦ измеряет комплексный коэффициент отражения при угле  $0^\circ$  к нормали на образец материала.

По командам оператора, вводимым в интерфейс управления на персональном компьютере (ПК), контроллер управления и ВАЦ устанавливаются в режимы для измерений в необходимых диапазонах углов, частот и поляризаций. Контроллер управления выдает команды опорно-поворотным устройствам (ОПУ), которые устанавливают антенны в требуемое угловое положение по углу к нормали на исследуемый образец и по поляризации. ВАЦ измеряет комплексный коэффициент отражения/передачи между каналами, к которым подключены антенны.

Измеренные частотные, угловые и поляризационные зависимости комплексного коэффициента передачи или отражения передаются в ПК для дальнейшей математической обработки. На первом этапе обработки вычитается фоновый сигнал комплекса. На втором этапе сигналы, отраженные от меры или исследуемого образца, фильтруются по задержке в синтезированной временной области с использованием метода дискретного частотного синтеза. На третьем этапе производится вычисление МКО как отношения мощностей сигналов, рассеянных исследуемым образцом и мерой.

Конструктивно комплекс состоит из двух поворотных устройств для перемещения антенн PS-ARCH-3000 с контроллером RL-CTRL-PS-4, ВАЦ Rohde&Schwarz ZVA40, двух комплектов антенн A-Info LB-460-NF, П6-123, П6-127, П6-128, П6-223, П6-132, диэлектрического стола с регулировкой по высоте, комплекта плоских квадратных металлических пластин с размерами  $100 \times 100 \times 15$  мм,  $240 \times 240 \times 30$  мм и  $500 \times 500 \times 30$  мм, радиопоглощающего материала, маломощного усилителя RL-AMP-1-40, комплекта ПК HP Z1, комплекта кабелей и аксессуаров.

Поворотные устройства PS-ARCH-3000 с контроллером RL-CTRL-PS-4 предназначены для установки антенн по углу к нормали на образец и поляризации.

ВАЦ ZVA40 предназначен для измерений комплексного коэффициента передачи/отражения в тракте, включающем в себя кабели СВЧ, антенны, а также металлическую пластину и исследуемый образец в свободном пространстве.

Антенны A-Info LB-460-NF, П6-123, П6-127, П6-128, П6-223, П6-132 предназначены для излучения электромагнитного поля в направлении на исследуемый образец и приема электромагнитного поля от образца в рабочих полосах частот.

Диэлектрический регулируемый стол предназначен для установки исследуемого образца материала и металлической пластины с возможностью регулировки по высоте.

Металлические пластины используются для имитации идеального отражателя падающего излучения.

Радиопоглощающий материал предназначен для измерения комплексного коэффициента отражения/передачи свободного пространства (фонового сигнала комплекса).

Малозумящий усилитель предназначен для усиления радиочастотных сигналов в тракте в режиме измерения коэффициента передачи при бистатической схеме измерений.

Комплект ПК со специализированным программным обеспечением (ПО) предоставляет оператору интерфейс для автоматизированного управления элементами комплекса, сбора, хранения и обработки результатов измерений.

Внешний вид составных частей комплекса приведен на рисунках 1 – 6.

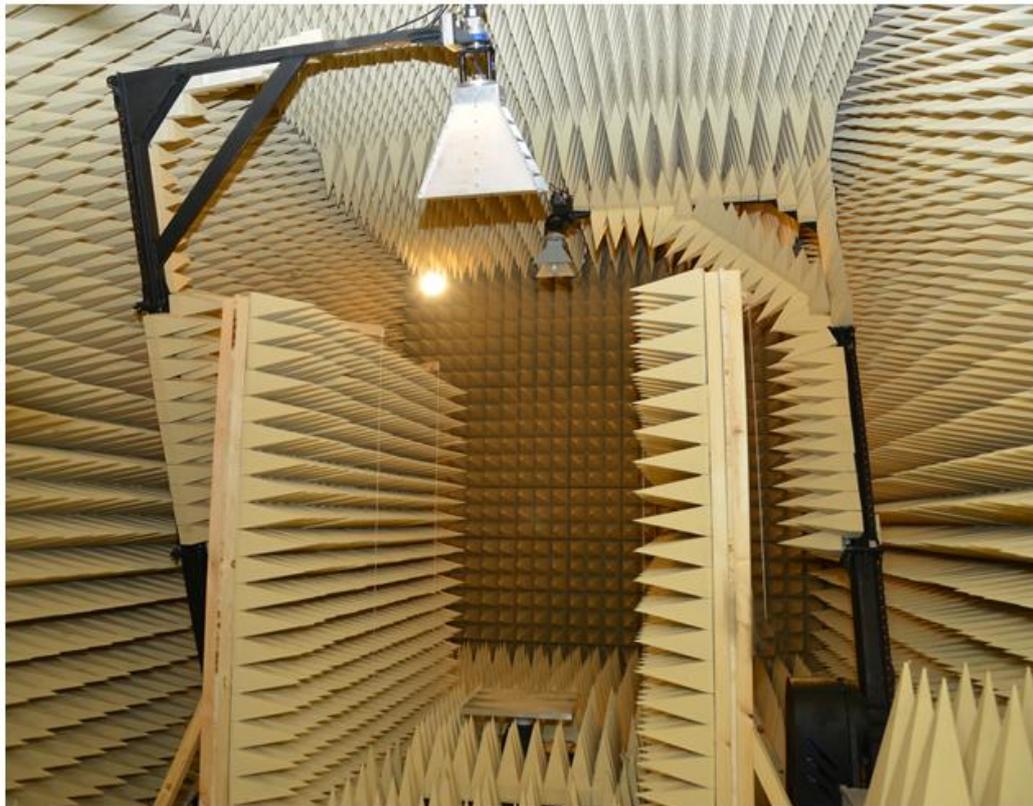


Рисунок 1 – Общий вид комплекса

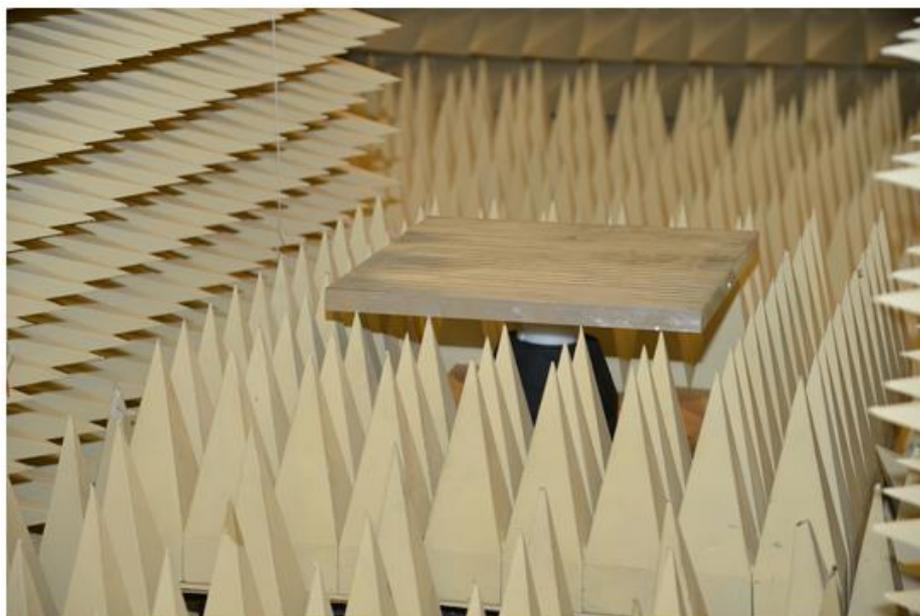


Рисунок 2 – Металлическая пластина размером 500×500×30 мм,  
установленная на диэлектрическом столе



Рисунок 3 – Контроллер RL-CTRL-PS-4 и место нанесения знака утверждения типа



Рисунок 4 – Внешний вид ВАЦ Rohde&Schwarz ZVA40



Рисунок 5 – Малошумящий усилитель RL-AMP-1-40

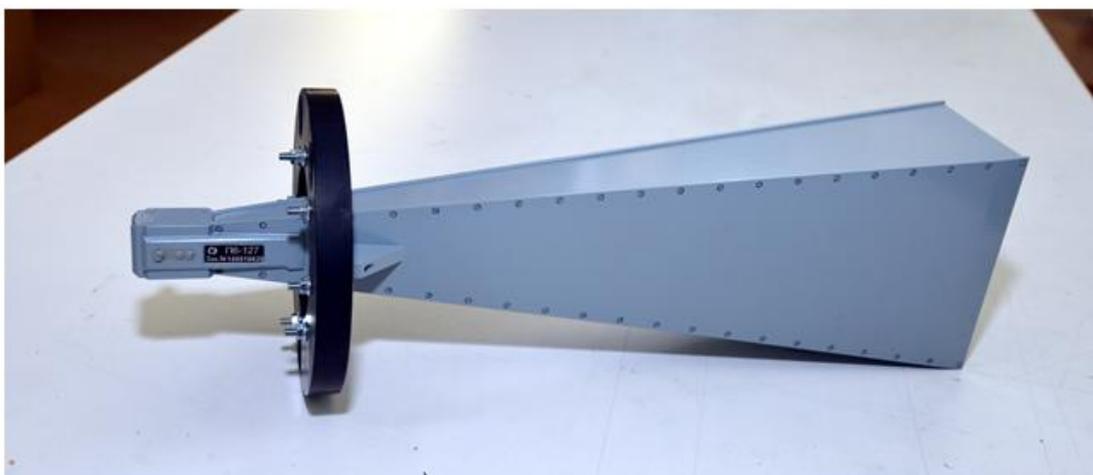


Рисунок 6 – Внешний вид антенны П6-127 из состава комплекса

Места пломбировки от несанкционированного доступа находятся на задней панели ВАЦ ZVA40 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Места пломбировки от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО) комплекса осуществляет:

- управление элементами комплекса и процессом измерений;
- обработку результатов измерений и получение значений радиотехнических характеристик исследуемого образца материала;
- представление радиотехнических характеристик в виде таблиц, графиков и диаграмм;
- хранение результатов измерений и радиотехнических характеристик.

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	
Идентификационное наименование ПО	MaterialMeasurement.exe	RCCalc.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.0.0	1.0.0
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	3CC9B42FA11A660B211024DCAB C6C29E3	4DE49DE2A72635C58FFD17EE0 FF78C09

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

### Метрологические и технические характеристики

Метрологические и технические характеристики приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Метрологические характеристики комплекса

Динамический диапазон			
Диапазон частот, ГГц	Динамический диапазон, дБ, не менее		
от 0,4 до 1,5 включ.	36		
св. 1,5 до 4 включ.	51		
св. 4 до 8 включ.	47		
св. 8 до 18 включ.	50		
св. 18 до 26 включ.	49		
св. 26 до 40 включ.	46		
Относительный уровень побочных переотражений при бистатической схеме			
Диапазон частот, ГГц	Уровень переотражений, дБ, не более		
от 0,4 до 1,5 включ.	-20		
св. 1,5 до 4 включ.	-18		
св. 4 до 8 включ.	-25		
св. 8 до 18 включ.	-36		
св. 18 до 26 включ.	-40		
св. 26 до 40 включ.	-41		
Пределы допускаемой погрешности измерений МКО			
Диапазон частот	МКО, дБ	При бистатической схеме*, дБ	При моностатической схеме, дБ
от 0,4 до 0,7 ГГц включ.	0	±0,8	±0,2
	-5	±1,4	±0,2
	-10	±2,3	±0,3
	-15	±3,7	±0,5
	-20	-	±0,9
	-25	-	±1,5
	-30	-	±2,5
св. 0,7 до 1,5 ГГц включ.	0	±0,7	±0,2
	-5	±1,2	±0,2
	-10	±2,1	±0,3
	-15	±3,4	±0,3
	-20	-	±0,5
	-25	-	±0,8
	-30	-	±1,9
св. 1,5 до 4 ГГц включ.	0	±1,1	±0,2
	-5	±1,9	±0,2
	-10	±3,1	±0,3
	-15	±4,4	±0,3
	-20	-	±0,5
	-25	-	±0,7
	-30	-	±1,0

Продолжение таблицы 2

Диапазон частот	МКО, дБ	При бистатической схеме*, дБ	При моностатической схеме, дБ
	-35	-	±1,8
	-40	-	±3,0
св. 4 до 8 ГГц включ.	0	±0,5	±0,1
	-5	±0,9	±0,2
	-10	±1,5	±0,2
	-15	±2,7	±0,3
	-20	±4,2	±0,6
	-25	-	±1,0
	-30	-	±1,7
	-35	-	±2,8
св. 8 до 18 ГГц включ.	-40	-	±4,2
	0	±0,2	±0,1
	-5	±0,3	±0,2
	-10	±0,5	±0,3
	-15	±0,8	±0,3
	-20	±1,4	±0,5
	-25	±2,3	±0,8
	-30	±3,9	±1,3
св. 18 до 26 ГГц включ.	-35	-	±2,2
	-40	-	±3,4
	0	±0,1	±0,2
	-5	±0,2	±0,2
	-10	±0,3	±0,3
	-15	±0,4	±0,4
	-20	±0,7	±0,5
	-25	±1,2	±0,7
св. 26 до 40 ГГц включ.	-30	±2,1	±1,3
	-35	±3,8	±2,1
	-40	-	±3,2
	0	±0,1	±0,1
	-5	±0,2	±0,2
	-10	±0,3	±0,3
	-15	±0,5	±0,5
	-20	±0,8	±0,9
-25	±1,4	±1,6	
-30	±2,6	±2,6	
-35	±3,9	±4,2	
Диапазон установки углов визирования антенн по отношению к нормали на образец (бистатического угла), не менее			от 0 до 70°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки углов визирования антенн по отношению к нормали на образец (бистатического угла)			±0,1°
Верхний предел изменения высоты стола для образцов, мм, не менее			100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки высоты стола для образцов, мм			±1

\*- для бистатического угла от 0 до 30°.

Таблица 3 - Технические характеристики комплекса

Наименование характеристики	Значение
Напряжение электропитания переменного тока частотой (50±2) Гц, В	от 209 до 231
Потребляемая мощность, В·А, не более	3500
Габаритные размеры комплекса (Д×Ш×В), мм, не более	7480×3700×4100
Рабочие условия эксплуатации: - диапазон рабочих температур, °С - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) - относительная влажность воздуха при температуре 20 °С, %, не более	от 15 до 25 от 86 до 106 (от 630 до 800) 80

#### Знак утверждения типа

наносится на контроллер RL-CTRL-PS-4 в виде наклейки (рисунок 3) и типографским способом на титульный лист документа «Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерения отражающей способности материалов РЛТГ.425820.013. Руководство по эксплуатации. РЛТГ.425820.013 РЭ».

#### Комплектность средства измерений

Комплект поставки комплекса приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Комплект поставки комплекса

Наименование изделия	Обозначение изделия	Количество
1 Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерения отражающей способности материалов в составе:	РЛТГ.425820.013	
1.1 Поворотное устройство	PS-ARCH-3000	2 шт.
1.2 Контроллер управления	RL-CTRL-PS-4	1 шт.
1.3 Комплект кабелей и аксессуаров	-	1 шт.
1.4 Крепежный каркас	-	1 шт.
1.5 Малошумящий усилитель	RL-AMP-1-40	2 шт.
1.6 Персональная ЭВМ	HP Z1	1 шт.
1.7 Комплект антенных фланцев		10 шт.
1.8 Антенна	LB-460-NF	2 шт.
1.9 Антенна	П6-223	2 шт.
1.10 Антенна	П6-123	2 шт.
1.11 Антенна	П6-127	2 шт.
1.12 Антенна	П6-128	2 шт.
1.13 Антенна	П6-132	2 шт.

Продолжение таблицы 4

Наименование изделия	Обозначение изделия	Количество
1.14 Диэлектрический регулируемый стол	-	1 шт.
1.15 Металлическая пластина 240×240×30 мм	-	1 шт.
1.16 Металлическая пластина 500×500×30 мм	-	1 шт.
1.17 Металлическая пластина 100×100×15 мм	-	1 шт.
1.18 Векторный анализатор цепей 10 МГц- 40 ГГц	ZVA40	1 шт.
1.19 Радиопоглощающий материал	-	4 м <sup>2</sup>
2 Программное обеспечение	-	1 диск
3 Паспорт	РЛТГ.425820.013ПС	1 кн.
4 Руководство по эксплуатации	РЛТГ.425820.013РЭ	1 кн.
5 Методика поверки	РЛТГ.425820.013МП	
6 Упаковка		10 шт.

### Поверка

осуществляется в соответствии с документом РЛТГ.425820.013МП «Инструкция. Автоматизированный измерительно-вычислительный комплекс для измерения отражающей способности материалов РЛТГ.425820.013. Методика поверки.», утвержденным ФГУП «ВНИИФТРИ» «17» августа 2017 года.

Основнѣ средствѣ поверки:

– аттенуатор ступенчатый программируемый Agilent 84908М, регистрационный номер 60239-15 в Федеральном информационном фонде.

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 руководстве по эксплуатации.

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к автоматизированному измерительно-вычислительному комплексу РЛТГ.425820.013

Техническая документация изготовителя.

### Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью «Радиолайн» (ООО «Радиолайн»)

ИНН 7718837905

Юридический (почтовый) адрес: 111123, г. Москва, ул. Плеханова, д. 4А

Тел. (495) 221-51-43

E-mail: [sales@radioRF.ru](mailto:sales@radioRF.ru)

**Заявитель**

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт химии и механики» (ФГУП «ЦНИИХМ»)

Юридический (почтовый) адрес: 115487, г. Москва, ул. Нагатинская, д. 16А

Тел. (499) 611-51-29, факс: (499) 782-23-21

E-mail: [mail@cniihm.ru](mailto:mail@cniihm.ru)

**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) 526-63-00, факс: (495) 526-63-00

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. «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 г.