

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы цепей векторные С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С1409, С1420, С2209, С2409, С2220, С2420, С4209, С4409, С4220, С4420

### Назначение средства измерений

Анализаторы цепей векторные С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С1409, С1420, С2209, С2409, С2220, С2420, С4209, С4409, С4220, С4420 (далее - анализаторы цепей векторные) предназначены для измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения (элементов матрицы рассеяния) многополюсников.

### Описание средства измерений

Принцип действия основан на выделении падающего, прошедшего через исследуемый многополюсник и отраженного от его входов сигналов, формировании напряжений, пропорциональных этим сигналам с помощью высокостабильного супергетеродинного приёмника, цифровой обработке и индикации измеряемых величин.

Анализаторы цепей векторные объединяют в одном корпусе генераторы испытательного и гетеродинного сигналов, аттенюаторы регулировки выходной мощности, коммутаторы (переключатели направления распространения испытательного сигнала), измерительные секции на базе резистивных мостов и (или) направленные ответвители, многоканальный приёмник, блок управления с сигнальным процессором и блок питания.

Анализаторы цепей векторные отличаются друг от друга верхней границей диапазона рабочих частот, количеством измерительных портов, расположенных на передней панели, наличием соединителей для прямого доступа к приёмнику, а также наличием соединителей для подключения расширителей по частоте, массой и габаритными размерами.

Внешний вид приведён на рисунках с 1 по 13. Маркировка включает общее для всех анализаторов цепей векторных наименование «серия Кобальт». Места для размещения наклеек приведены на рисунках 14 и 15. Место нанесения знака утверждения типа находится на наклейке, расположенной на задней панели. Функцию защиты от несанкционированного доступа выполняет гарантийная пломба.



Рисунок 1 - Внешний вид анализаторов цепей векторных С1205 (С1207, С1209)



Рисунок 2 - Внешний вид анализаторов цепей векторных С2209



Рисунок 3 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C4209



Рисунок 4 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C1409



Рисунок 5 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C2409



Рисунок 6 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C4409



Рисунок 7 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C1214



Рисунок 8 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C1220



Рисунок 9 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C2220



Рисунок 10 - Внешний вид анализаторов цепей векторных C4220



Рисунок 11 - Внешний вид анализаторов цепей векторных С1420



Рисунок 12 - Внешний вид анализаторов цепей векторных С2420



Рисунок 13 - Внешний вид анализаторов цепей векторных С4420

Место нанесения знака утверждения типа

Место пломбировки



Рисунок 14 - Места для размещения наклеек на примере задней панели анализаторов цепей векторных С1209

Место нанесения знака утверждения типа      Место пломбировки



Рисунок 15 - Места для размещения наклеек на примере задней панели анализаторов цепей векторных C1220

### Программное обеспечение

Метрологически значимой частью программного обеспечения для анализаторов цепей векторных C1205, C1207, C1209, C1214, C1220, C2209, C2220, C4209, C4220 является файл S2VNA.exe, для анализаторов цепей векторных C1409, C1420, C2409, C2420, C4409, C4420 - файл S4VNA.exe.

Идентификационные данные метрологически значимой части программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	S2VNA, S4VNA
Номер версии (идентификационный номер) ПО	16.0.0 и выше

Влияние программного обеспечения не приводит к выходу метрологических характеристик анализаторов цепей векторных за пределы допускаемых значений.

Уровень защиты программного обеспечения «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Анализаторы цепей векторные работают под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением, которое проводит обработку информации и выполняет ряд вычислительных функций. Для связи с персональным компьютером используется интерфейс USB. Персональный компьютер не входит в комплект поставки.

Для работы программного обеспечения необходимо, чтобы персональный компьютер удовлетворял следующим минимальным требованиям:

- операционная система Windows 7 и выше;
- USB 2.0.

Анализаторы цепей векторные позволяют осуществлять удалённое управление в соответствии с программной технологией COM/DCOM.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 2 - Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц:	
C1205	от 0,1 до 4800
C1207	от 0,1 до 7000

Наименование характеристики	Значение характеристики
C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409 <sup>1)</sup>	от 0,1 до 9000
C1214	от 0,1 до 14000
C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420	от 0,1 до 20000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм:	
C1205	от -60 до +10
C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409	от -60 до +15
C1214, C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420	от -60 до +10
Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности, дБ	$\pm 1,5$
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения <sup>2), 3), 4)</sup>	$\pm [Ed + (Er-1) \cdot  S_{ii}  + Es \cdot  S_{ii} ^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус <sup>5)</sup>	$\pm [1,0 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta  S_{ii}  /  S_{ii} )]$
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот, дБ:	
C1205:	
от 100 кГц до 1 МГц	от -90 до +10
свыше 1 МГц до верхней границы	от -133 до +10
C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409:	
от 100 кГц до 1 МГц	от -90 до +15
свыше 1 МГц до 8 ГГц	от -133 до +15
свыше 8 ГГц до верхней границы	от -123 до +15
C1214, C1220, C1420, C4220, C4420:	
от 100 кГц до 1 МГц	от -100 до 0
свыше 1 МГц до верхней границы	от -123 до +10
C2220, C2420:	
от 100 кГц до 1 МГц	от -100 до 0
свыше 1 МГц до верхней границы	от -120 до +10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи <sup>6), 7)</sup>	$\pm  S_{ji}  \cdot [(Et-1) + Es \cdot  S_{ii}  + El \cdot  S_{ji}  + Ex \cdot  S_{ji} ^{-1} + L \cdot  S_{ji} ^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус <sup>8)</sup>	$\pm [0,5 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta  S_{ji}  /  S_{ji} )]$
Уровень собственного шума приёмников в диапазоне частот, дБм/Гц, не более:	
C1205, C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409:	
от 100 кГц до 1 МГц	-100
свыше 1 МГц до 8 ГГц	-143
свыше 8 ГГц до верхней границы	-133
C1214, C1220, C1420, C4220, C4420:	
от 100 кГц до 1 МГц	-110
свыше 1 МГц до верхней границы	-133
C2220, C2420:	
от 100 кГц до 1 МГц	-110
свыше 1 МГц до верхней границы	-130

Наименование характеристики	Значение характеристики
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициентов передачи и отражения в диапазоне частот и полосе фильтра промежуточной частоты 3 кГц, дБ, не более:	
C1205, C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409:	
от 100 кГц до 1 МГц	0,005
свыше 1 МГц до верхней границы	0,001
C1214, C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420:	
от 100 кГц до 1 МГц	0,020
свыше 1 МГц до верхней границы	0,001
<p><b>П р и м е ч а н и я :</b></p> <p>1) Верхняя граница диапазона рабочих частот для C4209, C4409 составляет 9600 МГц. Метрологические характеристики для указанных анализаторов в диапазоне частот свыше 9000 МГц не нормируются.</p> <p>2) Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполосников или четырехполосников с бесконечным ослаблением.</p> <p>3) В формуле приняты следующие обозначения:  <math> S_{ii} </math> - действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения исследуемого устройства (далее - ИУ) в линейном масштабе;  <math>\Delta S_{ii} </math> - предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе;  <math> S_{ii} </math> и <math>\Delta S_{ii} </math> являются безразмерными.</p> <p>4) В формуле приняты следующие обозначения:  <math>E_d</math> - эффективная направленность;  <math>E_r</math> - эффективный трекинг отражения;  <math>E_s</math> - эффективное согласование источника.</p> <p>Эффективные (скорректированные) параметры анализаторов приведены в таблице 5.</p> <p>5) Погрешность фазы нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения <math> S_{ii} </math> от 0,018 до 1,000 (от -35 до 0 дБ).</p> <p>6) В формуле приняты следующие обозначения:  <math> S_{ji} </math> - действительный (или измеренный) модуль коэффициента передачи в линейном масштабе;  <math> S_{ii} </math> и <math> S_{jj} </math> - действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения входа и выхода ИУ в линейном масштабе;  <math>\Delta S_{ji} </math> - предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в линейном масштабе;  <math> S_{ji} </math>, <math> S_{ii} </math>, <math> S_{jj} </math> и <math>\Delta S_{ji} </math> являются безразмерными.</p> <p>7) В формуле приняты следующие обозначения:  <math>E_t</math> - эффективный трекинг передачи;  <math>E_l</math> - эффективное согласование нагрузки;  <math>L = L_0 \cdot 10^{P_{ВЫХ} / 10}</math> - коэффициент, характеризующий нелинейность амплитудной характеристики приёмников;  <math>P_{ВЫХ}</math> - уровень выходной мощности при измерении, дБм;  <math>E_x = 10^{(D + 10 \lg(\Delta f_{ПЧ.М} / \Delta f_{ПЧ.Н}) - P_{ВЫХ}) / 20}</math> - максимальный уровень собственного шума (изоляция);  <math>D</math> - нижняя граница диапазона измерений модуля коэффициента передачи, дБ;  <math>\Delta f_{ПЧ.М}</math> - ширина полосы пропускания фильтра промежуточной частоты при измерении, Гц;  <math>\Delta f_{ПЧ.Н}</math> - номинальная ширина полосы пропускания фильтра промежуточной частоты, равная 1 Гц.</p> <p>Эффективные (скорректированные) параметры приведены в таблице 5. Параметры <math>E_x</math> и <math>L_0=L</math> указаны для уровня выходной мощности 0 дБм и полосы фильтра промежуточной частоты 1 Гц.</p> <p>8) В формуле <math>\Delta S_{ii} </math> и <math> S_{ii} </math> приведены в линейном масштабе.</p>	

Таблица 3 - Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество измерительных портов:	
С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С2209, С2220, С4209, С4220	2
С1409, С1420, С2409, С2420, С4409, С4420	4
Параметры измерительных портов:	
тип соединителей:	
С1205, С1207, С1209, С1214, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409	N, розетка
С1220, С1420, С2220, С2420, С4220, С4420	NMD 3,5 мм, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
нескорректированные параметры, дБ, не менее	приведены в таблице 4
Подключение к компьютеру для управления:	
тип соединителя	USB B
интерфейс	USB 2.0
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 198 до 242
Потребляемая мощность, Вт, не более:	
С1205, С1207, С1209, С2209	40
С1214, С1220, С2220	110
С1409, С2409	75
С1420, С2420	200
С4209	75
С4409	145
С4220	145
С4420	270
Время установления рабочего режима, мин, не более	40
Время непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более:	
С1205, С1207, С1209	425 × 235 × 96
С1409, С2209, С2409, С4209, С4409	355 × 440 × 96
С1214, С1220, С2220, С4220	430 × 440 × 140
С1420, С2420, С4420	600 × 440 × 140
Масса, кг, не более:	
С1205, С1207, С1209	5,5
С2209, С4209	7,0
С1409, С2409, С4409	10,0
С1214, С1220, С2220, С4220	14,0
С1420, С2420, С4420	22,0
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +40
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 70,0 до 106,7

Таблица 4 - Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
C1205, C1207, C1209, C1409, C4209, C4409			
от 100 кГц до 1 МГц	12	12	12
св. 1 МГц до верхней границы	18	20	20
C2209, C2409			
от 100 кГц до 1 МГц	12	12	12
св. 1 МГц до верхней границы	15	15	15
C1214, C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420			
от 100 кГц до 1 МГц	10	10	10
св. 1 МГц до 10 ГГц	20	15	15
св. 10 ГГц до верхней границы	15	15	15

Таблица 5 - Эффективные параметры

Диапазон частот	$E_d$	$E_s$	$E_l$	$(E_r-1)$	$(E_t-1)$	$E_x$	$L_0$
C1205							
от 100 кГц до 1 МГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,012	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
св. 1 МГц до верхней границы	0,005	0,010	0,005	0,006	0,006	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409							
от 100 кГц до 1 МГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,012	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$
св. 1 МГц до 8 ГГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,006	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$
св. 8 ГГц до 9 ГГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,006	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-4}$
C1214, C1220, C1420, C4220, C4420							
от 100 кГц до 1 МГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,023	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0,0
св. 1 МГц до 10 ГГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,006	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
св. 10 ГГц до верхней границы	0,008	0,013	0,008	0,012	0,006	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
C2220, C2420							
от 100 кГц до 1 МГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,023	$1,0 \cdot 10^{-5}$	0,0
св. 1 МГц до 10 ГГц	0,005	0,010	0,005	0,006	0,006	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$
св. 10 ГГц до верхней границы	0,008	0,013	0,008	0,012	0,006	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$

### Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации РЭ 6687-125-21477812-2015 (в верхней части листа) и на наклейку, размещенную на задней панели анализаторов цепей векторных.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки анализаторов цепей векторных приведен в таблице 6.

Таблица 6 - Комплект поставки

Наименование	Количество, шт.
Анализатор цепей векторный	1
Кабель USB	1
Кабель питания	1
Программное обеспечение	1
Принадлежности	-
Руководство по эксплуатации РЭ 6687-125-21477812-2015	1

Наименование	Количество, шт.
Методика поверки РТ-МП-3531-441-2016 (РНДМ.468166.002 МП)	1
Формуляр ФО 6687-125-21477812-2015	1
<b>П р и м е ч а н и я :</b> 1 Конкретная модель анализатора цепей векторного определяется при заказе. 2 Программное обеспечение и документация поставляются на USB flash накопителе. 3 Руководство по эксплуатации содержит две части. 4 Принадлежности, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.	

### **Поверка**

осуществляется по документу РТ-МП-3531-441-2016 (РНДМ.468166.002 МП) «ГСИ. Анализаторы цепей векторные С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С1409, С1420, С2209, С2409, С2220, С2420, С4209, С4409, С4220, С4420. Методика поверки», утверждённому ФБУ «Ростест-Москва» 28 сентября 2016 г.

Основные средства поверки:

- частотомер электронно-счётный 53150А (Госреестр № 26949-10);
- преобразователи измерительные NRP-Z51 и NRP-Z55 (Госреестр № 37008-08);
- наборы мер коэффициентов передачи и отражения 85055А и 85053В (Госреестр № 53567-13);
- наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235 (Госреестр № 52112-12).

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

**Сведения о методиках (методах) измерений** приведены в эксплуатационном документе.

**Нормативные документы, устанавливающие требования к анализаторам цепей векторным С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С1409, С1420, С2209, С2409, С2220, С2420, С4209, С4409, С4220, С4420**

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.

ГОСТ Р 8.813-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 65 ГГц.

МИ 3411-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Анализаторы цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик.

### **Изготовитель**

Общество с ограниченной ответственностью «Планар» (ООО «Планар»)  
ИНН 7452009474  
454091, г. Челябинск, ул. Елькина, 32  
Телефон (факс): (351) 729-97-77, 263-26-82, 263-38-22  
E-mail: [welcome@planar.chel.ru](mailto:welcome@planar.chel.ru)  
Сайт: <http://www.planar.chel.ru>

**Заявитель**

Общество с ограниченной ответственностью «НПК ТАИР» (ООО «НПК ТАИР»)  
634041, г. Томск, пр. Кирова, д. 51а, стр.5, оф. 600  
Телефон (факс): (3822) 90-11-63  
E-mail: [tairtomsk@gmail.com](mailto:tairtomsk@gmail.com)  
Сайт: <http://www.npktair.com>

**Испытательный центр**

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Москве» (ФБУ «Ростест-Москва»)  
117418, г. Москва, ул. Нахимовский проспект, д. 31  
Тел.: (495) 668-28-10; факс: (495) 668-28-24  
Сайт: <http://www.rostest.ru>  
Аттестат аккредитации ФБУ «Ростест-Москва» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа RA.RU.310639 от 16.04.2015 г.

Заместитель

Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п. « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.