

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

- C1205, C1207, C1209, C1214, C1220
- C1409, C1420
- C2209, C2409, C2220, C2420
- C4209, C4409, C4220, C4420



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ



Челябинск 2015 г.

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

C1205, C1207, C1209, C1214, C1220,
C1409, C1420,
C2209, C2409, C2220, C2420
C4209, C4409, C4220, C4420

Технические характеристики

СОДЕРЖАНИЕ

1 Описание и принцип работы.....	4
1.1 Назначение	4
1.2 Состав.....	5
1.3 Технические характеристики.....	7
1.3.1 Основные технические характеристики.....	7
1.3.2 Справочные технические характеристики.....	27
1.3.3 Функциональные возможности	32
Приложение А	42

1 Описание и принцип работы

1.1 Назначение

Полное торговое наименование, тип и обозначение прибора: Анализаторы цепей векторные С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С1409, С1420, С2209, С2409, С2220, С2420, С4209, С4409, С4220, С4420.

Анализаторы цепей векторные предназначены для измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения (элементов матрицы рассеяния) многополюсников.

Область применения – проверка, настройка и разработка различных радиотехнических устройств в условиях промышленного производства и лабораторий, в том числе в составе автоматизированных измерительных стендов.

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

1.2 Состав

Анализаторы отличаются друг от друга верхней границей диапазона рабочих частот, количеством измерительных портов, расположенных на передней панели, наличием соединителей для прямого доступа к входам измерительных и опорных приемников, а также наличием соединителей для подключения расширителей по частоте. Функциональные особенности кратко перечислены в таблице 1.1 и приложении А.

Таблица 1.1 Функциональные особенности анализаторов

Анализатор	Диапазон рабочих частот
Двухпортовые приборы	
C1205	от 100 кГц до 4,8 ГГц
C1207	от 100 кГц до 7 ГГц
C1209	от 100 кГц до 9 ГГц
C1214	от 100 кГц до 14 ГГц
C1220	от 100 кГц до 20 ГГц
Четырехпортовые приборы	
C1409	от 100 кГц до 9 ГГц
C1420	от 100 кГц до 20 ГГц
Приборы с перемычками для прямого доступа к приемникам	
C2209	от 100 кГц до 9 ГГц (2 порта)
C2409	от 100 кГц до 9 ГГц (4 порта)
C2220	от 100 кГц до 20 ГГц (2 порта)
C2420	от 100 кГц до 20 ГГц (4 порта)
Приборы с перемычками для подключения расширителей по частоте	
C4209	от 100 кГц до 9 ГГц (2 порта)
C4409	от 100 кГц до 9 ГГц (4 порта)
C4220	от 100 кГц до 20 ГГц (2 порта)
C4420	от 100 кГц до 20 ГГц (4 порта)

Анализаторы работают под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением, которое проводит обработку информации и выполняет функцию пользовательского интерфейса. Для связи с персональным компьютером используется интерфейс USB 2.0. Персональный компьютер не входит в комплект поставки.

Каждый из анализаторов имеет опцию AUX (дополнительную функциональную возможность), наличие которой определяется при заказе. При выборе указанной опции в состав прибора включается плата двухканального вольтметра постоянного тока, позволяющая измерять и отображать значения напряжений синхронно с перестройкой по частоте во время измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения.

1.3 Технические характеристики

1.3.1 Основные технические характеристики

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на ± 1 °С после выполнения полной однопортовой (только для коэффициента отражения) или полной двухпортовой калибровки при уровне выходной мощности 0 дБм.

Для получения указанных в таблице 1.2 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения следует применять прецизионные измерительные кабели, переходы и средства калибровки. При использовании принадлежностей общего применения пределы погрешности могут быть увеличены. В этом случае для определения действительных значений погрешности необходимо использовать МИ 3411-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Анализаторы цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик».

Метрологические и технические характеристики анализаторов приведены в таблице 1.2, нескорректированные параметры в таблице 1.3, эффективные (скорректированные) параметры в таблице 1.4.

Таблица 1.2 Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц:	
C1205	от 0,1 до 4800
C1207	от 0,1 до 7000
C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409 ¹⁾	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	
	$\pm 2 \times 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм:	
C1205	от минус 60 до плюс 10
C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409	от минус 60 до плюс 15
C1214, C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420	от минус 60 до плюс 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 ^{2), 3), 4)}	
	$\pm [Ed + (Er-1) \cdot S_{ii} + Es \cdot S_{ii} ^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус ⁵⁾	
	$\pm [1,0 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S_{ii} / S_{ii})]$

Продолжение таблицы 1.2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот, дБ:	
С1205:	
от 100 кГц до 1 МГц	от минус 90 до 10
свыше 1 МГц до верхней границы	от минус 133 до 10
С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409:	
от 100 кГц до 1 МГц	от минус 90 до 15
свыше 1 МГц до 8 ГГц	от минус 133 до 15
свыше 8 ГГц до верхней границы	от минус 123 до 15
С1214, С1220, С1420, С4220, С4420:	
от 100 кГц до 1 МГц	от минус 100 до 0
свыше 1 МГц до верхней границы	от минус 123 до 10
С2220, С2420:	
от 100 кГц до 1 МГц	от минус 100 до 0
свыше 1 МГц до верхней границы	от минус 120 до 10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи ^{6), 7)}	$\pm S_{ji} \cdot [(Et-1) + Es \cdot S_{ii} + El \cdot S_{ji} + Ex \cdot S_{ji} ^{-1} + L \cdot S_{ji} ^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус ⁸⁾	$\pm [0,5 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S_{ji} / S_{ji})]$

Продолжение таблицы 1.2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Уровень собственного шума приёмников в диапазоне частот, дБм/Гц, не более:	
С1205, С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409:	
от 100 кГц до 1 МГц	минус 100
свыше 1 МГц до 8 ГГц	минус 143
свыше 8 ГГц до верхней границы	минус 133
С1214, С1220, С1420, С4220, С4420:	
от 100 кГц до 1 МГц	минус 110
свыше 1 МГц до верхней границы	минус 133
С2220, С2420:	
от 100 кГц до 1 МГц	минус 110
свыше 1 МГц до верхней границы	минус 130
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициентов передачи и отражения в диапазоне частот и полосе фильтра промежуточной частоты 3 кГц, дБ, не более:	
С1205, С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409:	
от 100 кГц до 1 МГц	0,005
свыше 1 МГц до верхней границы	0,001
С1214, С1220, С1420, С2220, С2420, С4220, С4420:	
от 100 кГц до 1 МГц	0,020
свыше 1 МГц до верхней границы	0,001
Количество измерительных портов:	
С1205, С1207, С1209, С1214, С1220, С2209, С2220, С4209, С4220	2
С1409, С1420, С2409, С2420, С4409, С4420	4

Продолжение таблицы 1.2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Параметры измерительных портов:	
тип соединителей:	
C1205, C1207, C1209, C1214, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409	N, розетка
C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420	NMD 3,5 мм, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
нескорректированные параметры, дБ	приведены в таблице 1.3
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:	
C1205, C1207, C1209, C2209	40
C1214, C1220, C2220	110
C1409, C2409	75
C1420, C2420	200
C4209	75
C4409	145
C4220	145
C4420	270
Время установления рабочего режима, мин, не более	40
Время непрерывной работы, ч, не менее	16

Продолжение таблицы 1.2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более:	
C1205, C1207, C1209	425 × 235 × 96
C1409, C2209, C2409, C4209, C4409	355 × 440 × 96
C1214, C1220, C2220, C4220	430 × 440 × 140
C1420, C2420, C4420	600 × 440 × 140
Масса, кг, не более:	
C1205, C1207, C1209	5,5
C2209, C4209	7,0
C1409, C2409, C4409	10,0
C1214, C1220, C2220, C4220	14,0
C1420, C2420, C4420	22,0
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от плюс 5 до плюс 40
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 70,0 до 106,7 (от 537 до 800)
Примечания:	
1) Типичное значение верхней границы диапазона рабочих частот для C4209, C4409 составляет 9600 МГц.	
2) Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников или четырехполюсников с бесконечным ослаблением.	
3) В формуле приняты следующие обозначения:	
S_{ii} – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения исследуемого устройства (далее - ИУ) в линейном масштабе;	
$\Delta S_{ii} $ – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе;	
S_{ii} и $\Delta S_{ii} $ являются безразмерными.	

Продолжение таблицы 1.2

Наименование характеристики	Значение характеристики
-----------------------------	-------------------------

4) В формуле приняты следующие обозначения:

E_d – эффективная направленность;

E_r – эффективный трекинг отражения;

E_s – эффективное согласование источника.

Эффективные (скорректированные) параметры анализаторов приведены в таблице 1.4.

5) Погрешность фазы нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения $|S_{ii}|$ от 0,018 до 1,000 (от минус 35 до 0 дБ).

6) В формуле приняты следующие обозначения:

$|S_{ji}|$ – действительный (или измеренный) модуль коэффициента передачи в линейном масштабе;

$|S_{ii}|$ и $|S_{jj}|$ – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения входа и выхода ИУ в линейном масштабе;

$\Delta|S_{ji}|$ – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в линейном масштабе;

$|S_{ji}|$, $|S_{ii}|$, $|S_{jj}|$ и $\Delta|S_{ji}|$ являются безразмерными.

7) В формуле приняты следующие обозначения:

E_t – эффективный трекинг передачи;

E_l – эффективное согласование нагрузки;

$L = L_0 \cdot 10^{P_{ВЫХ}/10}$ – коэффициент, характеризующий нелинейность амплитудной характеристики приёмников;

$P_{ВЫХ}$ – уровень выходной мощности при измерении, дБм;

$E_x = 10^{(D + 10 \cdot \lg(\Delta f_{ПЧ.М} / \Delta f_{ПЧ.Н} - P_{ВЫХ}) / 20}$ – максимальный уровень собственного шума (изоляция);

D – нижняя граница диапазона измерений модуля коэффициента передачи, дБ;

$\Delta f_{ПЧ.М}$ – ширина полосы пропускания фильтра промежуточной частоты при измерении, Гц;

$\Delta f_{ПЧ.Н}$ – номинальная ширина полосы пропускания фильтра промежуточной частоты, равная 1 Гц.

Эффективные (скорректированные) параметры приведены в таблице 1.4. Параметры E_x и $L_0=L$ указаны для уровня выходной мощности 0 дБм и полосы фильтра промежуточной частоте 1 Гц.

8) При расчёте использовать $\Delta|S_{ji}|$ и $|S_{ji}|$ в линейном масштабе.

Таблица 1.3 Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направлен- ность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
С1205, С1207, С1209, С1409, С4209, С4409			
от 100 кГц до 1 МГц	12	12	12
св. 1 МГц до верхней границы	18	20	20
С2209, С2409			
от 100 кГц до 1 МГц	12	12	12
св. 1 МГц до верхней границы	15	15	15
С1214, С1220, С1420, С2220, С2420, С4220, С4420			
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 1.4 Эффективные (скорректированные) 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	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,15 \cdot 10^{-3}$

Таблица 1.5 Дополнительная форма представления погрешности измерений для анализаторов С1205¹⁾, С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений:	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,4$ дБ / $\pm 3^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,0$ дБ / $\pm 6^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 3,0$ дБ / $\pm 20^\circ$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи в диапазоне его значений в диапазоне частот, дБ:	
от 100 кГц до 1 МГц	
от плюс 5 до плюс 15 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 30 до плюс 5 дБ	$\pm 0,1$ дБ / $\pm 1^\circ$
от минус 50 до минус 30 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 70 до минус 50 дБ	$\pm 1,0$ дБ / $\pm 6^\circ$
свыше 1 МГц до 8 ГГц	
от плюс 5 до плюс 15 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 70 до плюс 5 дБ	$\pm 0,1$ дБ / $\pm 1^\circ$
от минус 90 до минус 70 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 110 до минус 90 дБ	$\pm 1,0$ дБ / $\pm 6^\circ$
свыше 8 ГГц до верхней границы	
от плюс 5 до плюс 15 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 60 до плюс 5 дБ	$\pm 0,1$ дБ / $\pm 1^\circ$
от минус 80 до минус 60 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 100 до минус 80 дБ	$\pm 1,0$ дБ / $\pm 6^\circ$

Продолжение таблицы 1.5

Наименование характеристики	Значение характеристики
Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от 100 кГц до 1 МГц	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,05$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,10$
свыше 1 МГц до верхней границы	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,05$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,05$

Примечание – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения во время эксплуатации.

¹⁾ – для анализатора С1205 верхняя граница диапазона измерений модуля коэффициента передачи 10 дБ.

Таблица 1.6 Дополнительная форма представления погрешности измерений для анализаторов С1214, С1220, С1420, С2220, С2420, С4220, С4420

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений в диапазоне частот:	
от 100 кГц до 10 ГГц	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,4$ дБ / $\pm 3^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,0$ дБ / $\pm 6^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 3,0$ дБ / $\pm 20^\circ$
свыше 10 ГГц до верхней границы	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,5$ дБ / $\pm 4^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,5$ дБ / $\pm 10^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 5,5$ дБ / $\pm 30^\circ$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи в диапазоне его значений в диапазоне частот, дБ:	
от 100 кГц до 1 МГц	
от минус 40 до 0 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 60 до минус 40 дБ	$\pm 0,3$ дБ / $\pm 3^\circ$
от минус 80 до минус 60 дБ	$\pm 1,1$ дБ / $\pm 7^\circ$
свыше 1 МГц до верхней границы	
от 0 до плюс 10 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 60 до 0 дБ	$\pm 0,1$ дБ / $\pm 1^\circ$
от минус 80 до минус 60 дБ	$\pm 0,2$ дБ / $\pm 2^\circ$
от минус 100 до минус 80 дБ	$\pm 1,0$ дБ / $\pm 6^\circ$
Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от 100 кГц до 1 МГц	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,05$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,20$

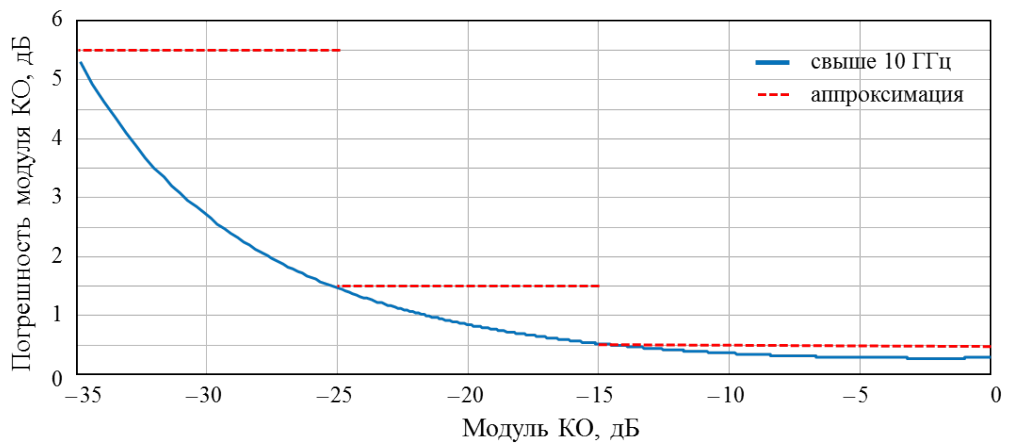
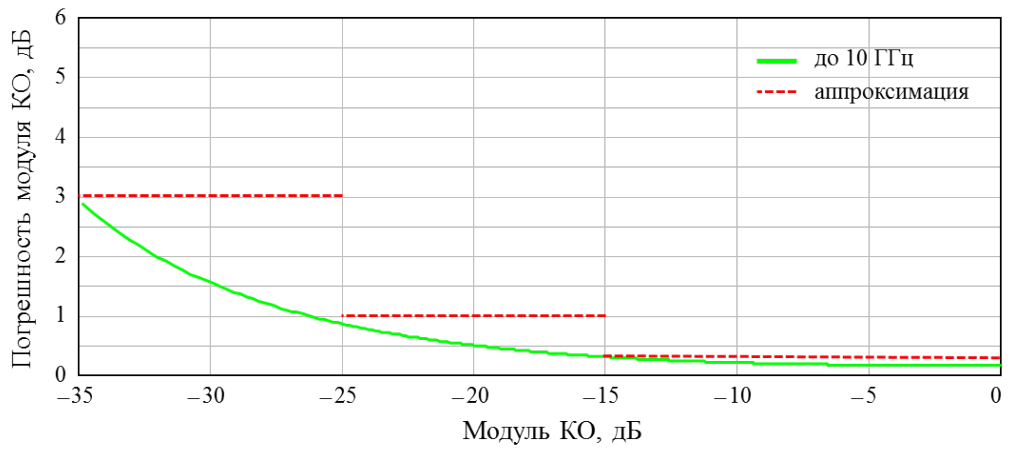
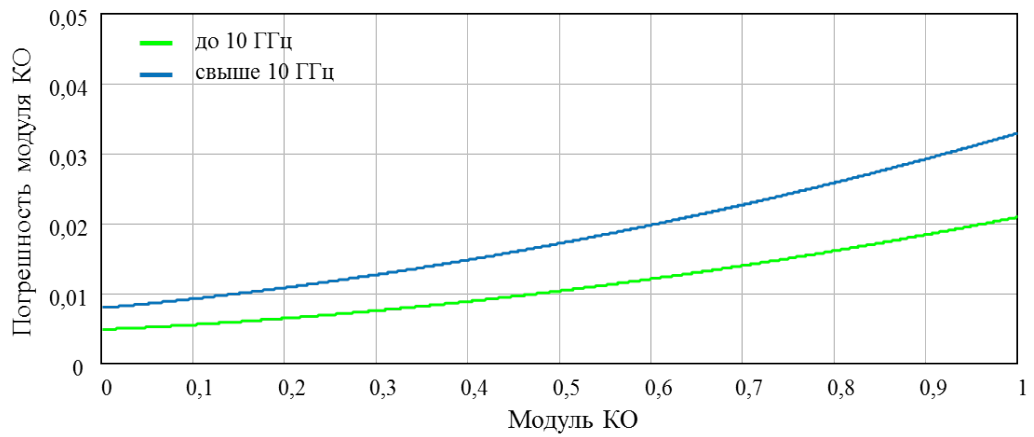
Продолжение таблицы 1.6

Наименование характеристики	Значение характеристики
свыше 1 МГц до 10 ГГц	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,05$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,05$
свыше 10 ГГц до верхней границы	
направленность, дБ, не менее:	42
согласование источника, дБ, не менее	38
согласование нагрузки, дБ, не менее	42
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,10$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,05$

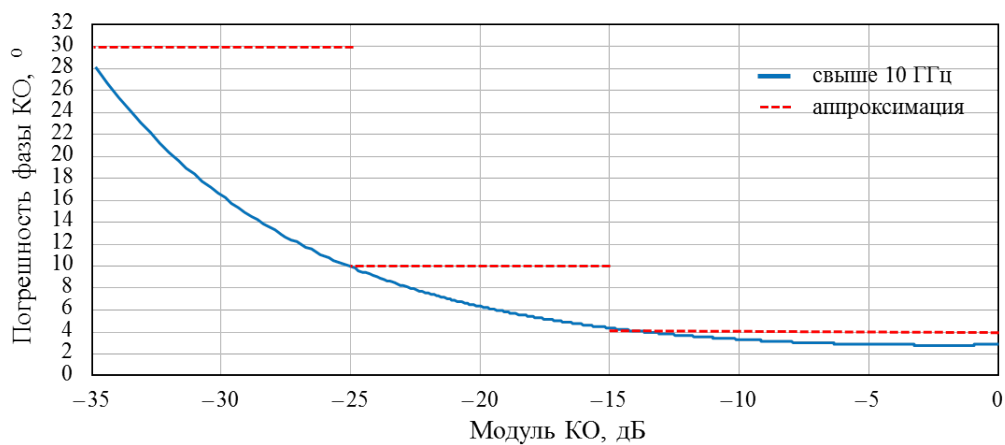
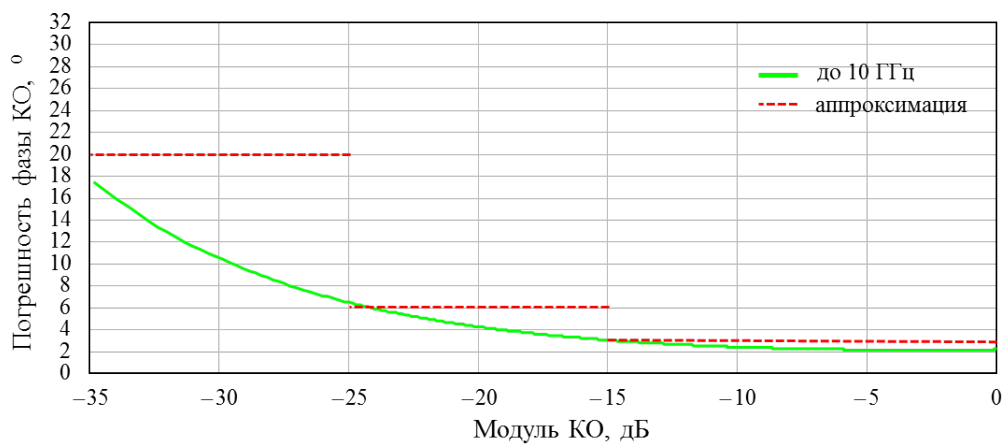
Примечание – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения во время эксплуатации.

Ниже представлена погрешность измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения в графическом виде.

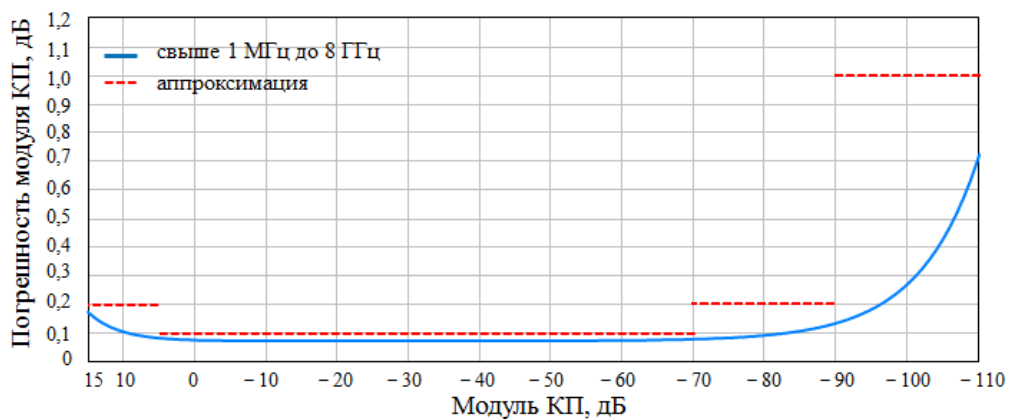
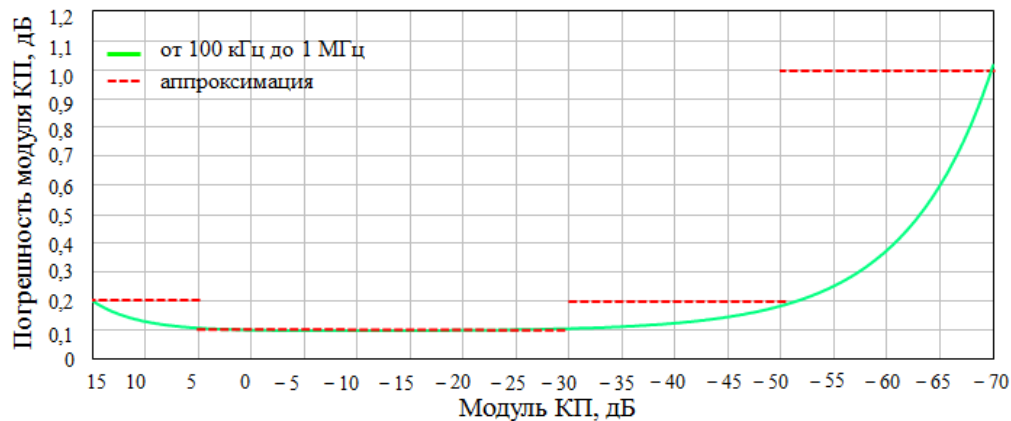
Погрешность измерений модуля коэффициента отражения



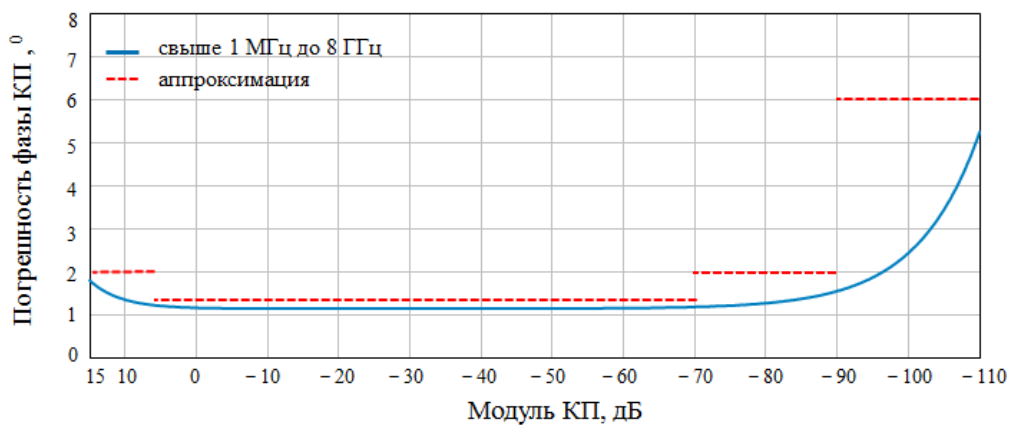
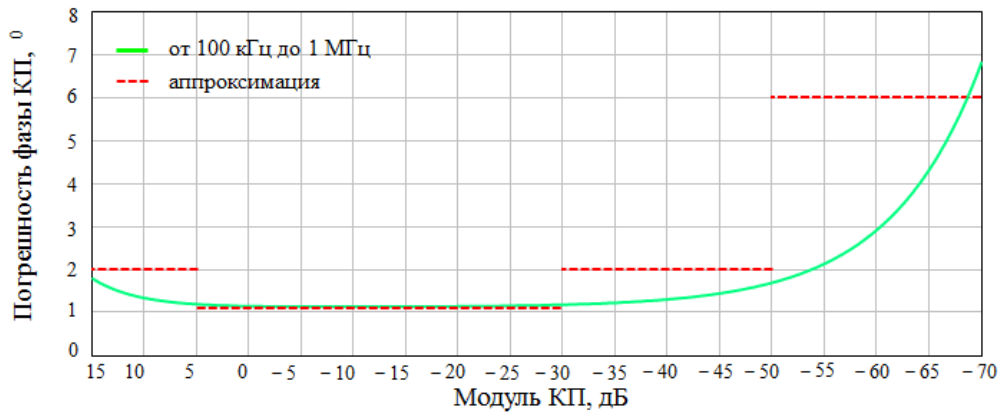
Погрешность измерений фазы коэффициента отражения



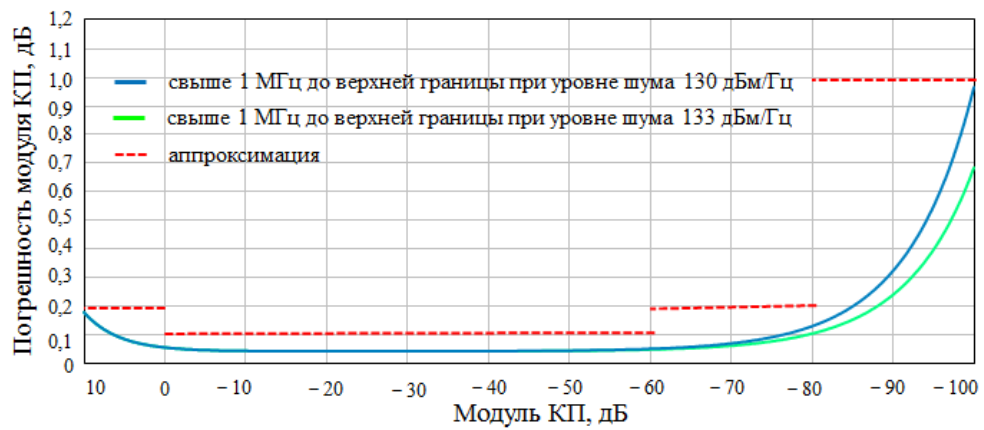
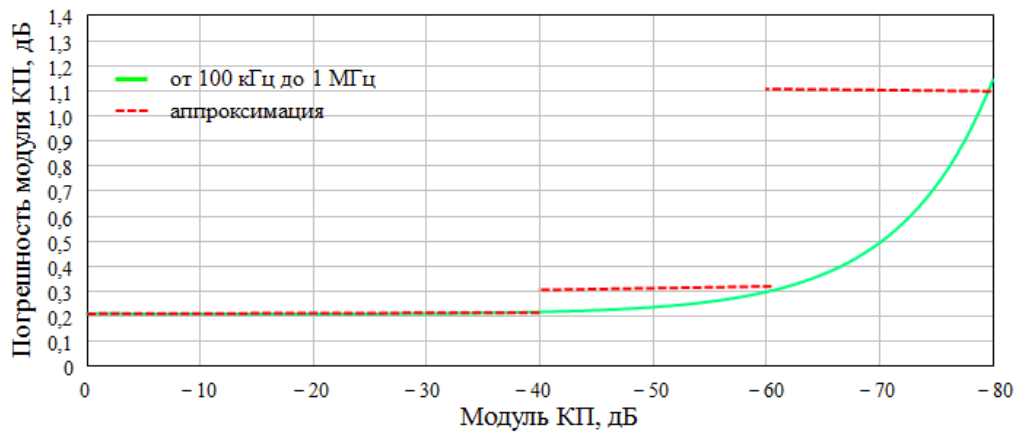
Погрешность измерений модуля коэффициента передачи согласованных устройств анализаторов С1205, С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409



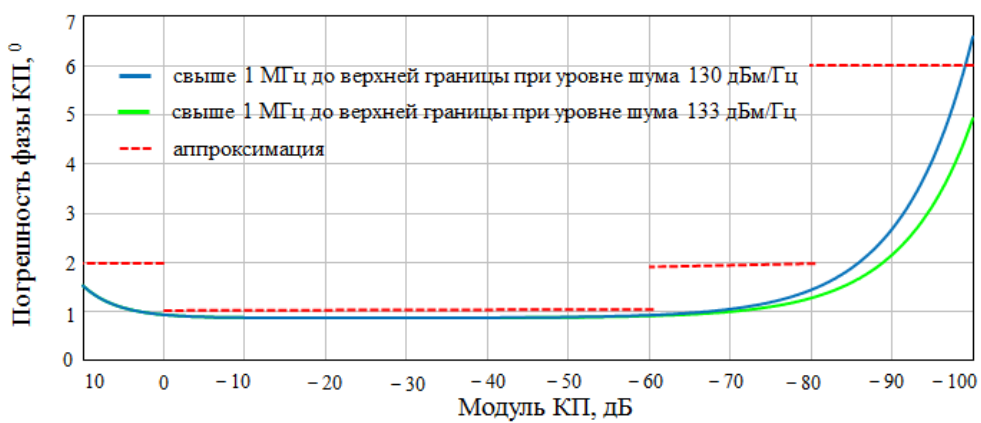
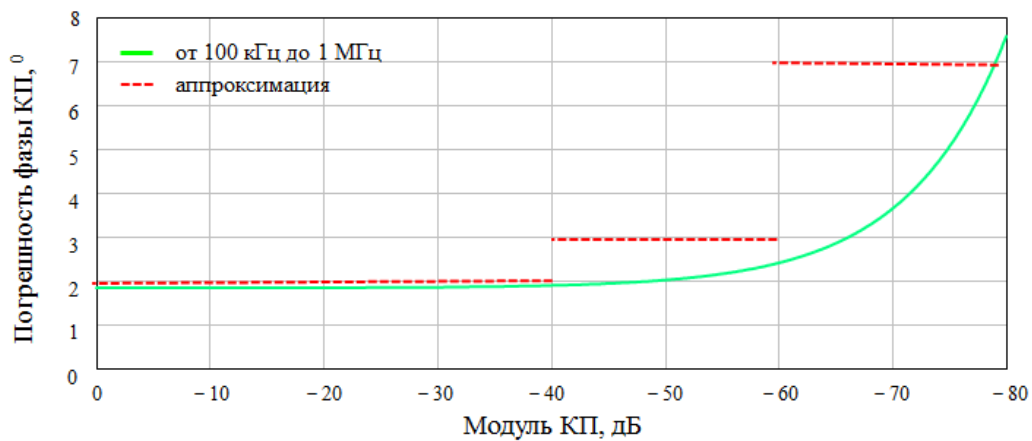
Погрешность измерений фазы коэффициента передачи согласованных устройств анализаторов С1205, С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409



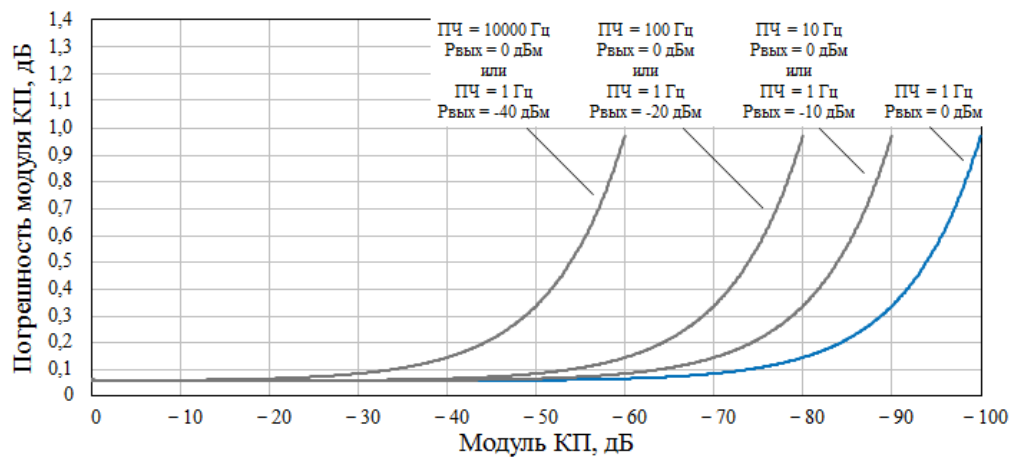
Погрешность измерений модуля коэффициента передачи согласованных устройств анализаторов С1214, С1220, С1420, С2220, С2420, С4220, С4420



Погрешность измерений фазы коэффициента передачи согласованных устройств анализаторов С1214, С1220, С1420, С2220 С2420, С4220, С4420



Погрешность измерений модуля коэффициента передачи согласованных устройств в зависимости от полосы пропускания фильтра промежуточной частоты и уровня выходной мощности



1.3.2 Справочные технические характеристики

Таблица 1.7 Типовое время сканирования анализаторов С1205, С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409

		Количество точек			
Старт 100 кГц, стоп 9,0 ГГц, фильтр ПЧ 1 МГц		51	201	401	1601
Типовое время сканирования, мс	Калибровка отключена	1,0	2,6	4,6	16,7
	2-х портовая калибровка	2,0	5,0	9,0	33,3

Таблица 1.8 Типовое время сканирования анализаторов С1214, С1220, С1420, С2220, С2420, С4220, С4420

		Количество точек			
Старт 100 кГц, стоп 20,0 ГГц, фильтр ПЧ 1 МГц		51	201	401	1601
Типовое время сканирования, мс	Калибровка отключена	2,3	4,2	6,5	20,5
	2-х портовая калибровка	4,4	8,2	12,8	40,8

Таблица 1.9 Справочные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Частота	
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 2 \times 10^{-6}$
Минимальный шаг установки частоты, Гц	1
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	
C1205, C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409	10
C1214, C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420	12
Время переключения порта источника на порт приёмника, мс, не более	10
Количество точек измерения за сканирование	от 1 до 500001
Выходная мощность	
Минимальный шаг изменения выходной мощности, дБ	0,05
Спектр выходного сигнала	
Относительный уровень гармонических составляющих спектра выходного сигнала, дБн, не более	минус 25
Относительный уровень негармонических составляющих спектра выходного сигнала, дБн, не более	минус 30
Примечание:	
1) Уровень гармонических и негармонических составляющих определяется в диапазоне частот от 1 МГц до верхней границы и при выходной мощности 0 дБм для C1205, C1207, C1209, C1409, C2209, C2409, C4209, C4409 и минус 5 дБм для C1214, C1220, C1420, C2220, C2420, C4220, C4420.	

Продолжение таблицы 1.9

Наименование характеристики	Значение характеристики
Динамический диапазон	
Динамический диапазон при полосе пропускания фильтра промежуточной частоты 1 Гц, дБ, не менее	
С1205	
от 100 кГц до 1 МГц	110
свыше 1 МГц до верхней границы	153
С1207, С1209, С1409, С2209, С2409, С4209, С4409	
от 100 кГц до 1 МГц	115
свыше 1 МГц до 8 ГГц	158
свыше 8 ГГц до верхней границы	148
С1214, С1220, С1420, С4220, С4420	
от 100 кГц до 1 МГц	120
свыше 1 МГц до верхней границы	143
С2220, С2420	
от 100 кГц до 1 МГц	120
свыше 1 МГц до верхней границы	140
Коэффициент передачи и отражения	
Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента передачи и отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более	0,02
Предельные входные сигналы	
Максимально допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	плюс 26
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	35

Продолжение таблицы 1.9

Наименование характеристики	Значение характеристики
Опорный генератор	
Вход внешнего опорного генератора «10 MHz Ref In»:	
частота опорного генератора, МГц	10
уровень мощности входного сигнала, дБм	от 0 до 4
входное сопротивление, Ω	50
тип соединителя	BNC, розетка
Выход опорного генератора «10 MHz Ref Out»:	
частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности выходного сигнала на нагрузке 50 Ω , дБм	от 1 до 5
тип соединителя	BNC, розетка
Триггер	
Вход триггера для внешнего запуска «Ext Trig In»:	
амплитуда входного сигнала (ТТЛ-совместимый), В	от 0 до 5
напряжение высокого уровня, В	от 2,7 до 5
напряжение низкого уровня, В	от 0 до 0,5
минимальная длительность, мкс	2
входное сопротивление, к Ω , не менее	10
тип соединителя	BNC, розетка
Выход триггера «Ext Trig Out»:	
напряжение высокого уровня, В	3,5
напряжение низкого уровня, В	0
максимальный выходной ток, мА	20
тип соединителя	BNC, розетка

Продолжение таблицы 1.9

Наименование характеристики	Значение характеристики
Вольтметр постоянного тока	
Входы «AUX In1» и «AUX In2»	
диапазон измерений напряжения постоянного тока, В	от минус 1 до плюс 1 от минус 10 до плюс 10
пределы допускаемой относительной погрешности измерений напряжения постоянного тока, %	±1
входное сопротивление, к Ω , не менее	10
количество каналов	2
тип соединителя	BNC, розетка
Требования к компьютеру	
операционная система	Windows 7и выше

1.3.3 Функциональные возможности

Функциональные возможности приборов разделены на следующие группы:

<u>Общие сведения</u>
<u>Управление источником сигнала</u>
<u>Возможности индикации</u>
<u>Калибровка</u>
<u>Калибровка мощности и приемников</u>
<u>Функции маркеров</u>
<u>Анализ данных</u>
<u>Измерение устройств с переносом частоты</u>
<u>Другие возможности</u>
<u>Удаленное управление</u>

Общие сведения

Измеряемые параметры	S11,S21,S12,S22 для двухпортовых приборов S11, S12, S13, S14 S21, S22, S23, S24 S31, S32, S33, S34 S41,S42,S43,S44 для четырехпортовых приборов Абсолютная мощность сигнала на входе опорного и измерительного приёмника каждого порта.
Число каналов	От 1 до 16 логических каналов. Логический канал представлен в виде отдельного окна на экране. Логический канал определяет параметры стимулирующего сигнала: частотный диапазон, число точек измерения, мощность сигнала и другие.
Число графиков	От 1 до 16 графиков данных в каждом логическом канале. Графики представляют различные характеристики исследуемого устройства, включая S-параметры, графики отклика во временной области, графики зависимости от входной мощности и другие.
Память графиков	Каждый из 16 графиков данных в логическом канале может быть запомнен для последующего сравнения с текущими данными.
Форматы графиков	Амплитуда в логарифмическом масштабе, амплитуда в линейном масштабе, фаза, фаза расширенная, групповое время запаздывания, коэффициент стоячей волны по напряжению, реальная часть, мнимая часть, диаграмма Вольперта-Смита, полярная диаграмма.

Управление источником сигнала

Типы сканирования	Сканирование частоты с фиксированной мощностью: линейное, логарифмическое, сегментное. Сканирование мощности с фиксированной частотой: линейное.
Сегментное сканирование	Разновидность сканирования частоты с возможностью задания нескольких сегментов. В каждом сегменте задаются граничные частоты, число точек, мощность источника, полоса ПЧ.
Управление мощностью	В режиме сканирования частоты с фиксированной мощностью имеется возможность задать наклон уровня мощности для компенсации ослабления во внешних кабелях на высоких частотах.
Запуск развертки	Возможность выбора вида запуска развертки: повтор, однократно, стоп. Возможность выбора источника запуска: внутренний, ручной, внешний, программный.

Возможности индикации

Виды графиков	Выбор индицируемых графиков: измеряемые данные, память данных, либо одновременная индикация данных и памяти.
Математика	Возможность модификации графика данных путем осуществления математической операции между графиком данных и памятью. Математические операции включают: сложение, вычитание, умножение, деление комплексных чисел.
Автомасштабирование	Автоматический выбор цены деления и опорного уровня, с тем, чтобы график измеряемой величины занимал по возможности большую часть экрана.
Электрическая задержка	Смещение плоскости калибровки для компенсации задержки в измерительной установке. Компенсация электрической задержки в самом исследуемом устройстве при измерении отклонения фазы от линейного закона.
Смещение фазы	Позволяет ввести смещение графика фазы в градусах.

Калибровка

Калибровка	Калибровка измерительной установки, включающей прибор, кабели и адаптеры, позволяет значительно снизить ошибки измерения. Калибровка позволяет скорректировать следующие систематические ошибки измерения, которые вызваны не идеальностью измерительной системы: амплитудная и фазовая неравномерность, конечная направленность, несогласованность порта источника и приемника, конечная развязка портов.
Виды калибровок	Приборы поддерживают различные виды калибровок, отличающиеся по сложности выполнения и по погрешности измерений: <ul style="list-style-type: none">▪ нормализация отражения и передачи;▪ полная однопортовая калибровка;▪ однонаправленная двухпортовая калибровка;▪ полная 2/3/4-портовая калибровка;▪ 2/3/4-портовая TRL калибровка.
Нормализация отражения и передачи	Наиболее простой вид калибровки. Обладает низкой точностью.
Полная однопортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении отражения однопортовых устройств. Обладает высокой точностью.
Однонаправленная двухпортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении отражения и передачи в одном направлении, например при измерении только S_{11} и S_{21} . Обладает высокой точностью при измерении отражения и средней точностью при измерении передачи.
Полная 2/3/4-портовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении полной матрицы S-параметров 2/3/4-портового устройства. Метод так же называют SOLT: Short, Open, Load, Thru. Обладает высокой точностью.

2/3/4-портовая калибровка	TRL	Вид калибровки, который используется при измерении полной матрицы S-параметров 2/3/4-портового устройства. Поддерживаются также LRL и LRM модификации данной калибровки. Обладает более высокой точностью, чем полная 2/3/4-портовая калибровка.
Механические комплекты калибровочных мер		Пользователь может выбирать из заранее определенных комплектов калибровочных мер различных производителей или создавать определения собственных калибровочных мер.
Автоматические калибровочные модули		Автоматические калибровочные модули производства ПЛАНАР делают процесс калибровки быстрее и проще, чем традиционные механические комплекты калибровочных мер.
Калибровочная мера типа скользящая нагрузка (нагрузка с подвижным поглотителем)		Использование данного типа мер позволяет значительно повысить точность калибровки на высоких частотах по сравнению с фиксированной нагрузкой.
Калибровочная мера типа «неизвестная» перемычка		Использование произвольного взаимного четырехполюсника вместо нулевой перемычки в полной 2/3/4-портовой калибровке позволяет калибровать тестовую установку для измерения устройств с не присоединяемыми разъемами.
Определение калибровочных мер		Поддерживаются определения калибровочных мер как с помощью принятой в отрасли полиномиальной модели, так и на основе данных (S-параметров).
Интерполяция при коррекции ошибок		При изменении пользователем установок источника сигнала по отношению к калибровке, таких как граничные частоты или число точек, производится пересчет калибровочных коэффициентов с использованием интерполяции или экстраполяции.

Калибровка мощности и приемников

Калибровка мощности	Служит для более точного поддержания заданного уровня мощности на входе исследуемого устройства. Требуется применения внешнего измерителя мощности, подключаемого к USB порту непосредственно, либо через переход USB/GPIB.
---------------------	---

Калибровка приемников	Калибрует усиление приемников при измерении абсолютной мощности сигнала.
-----------------------	--

Функции маркеров

Маркеры данных	До 16 маркеров на каждом графике. Маркер служит для индикации значений стимула и измеряемого значения в заданной точке графика.
----------------	---

Опорный маркер	Включает на всех маркерах режим индикации относительных данных, по отношению к опорному маркеру.
----------------	--

Маркерный поиск	Осуществляет поиск на графике: максимума, минимума, пика, целевого значения.
-----------------	--

Дополнительные возможности маркерного поиска	Ограничение диапазона поиска. Переключение между режимами однократного поиска, либо слежения.
--	---

Установка параметров с помощью маркеров	Установка начальной, конечной или центральной частоты диапазона с помощью маркеров. Установка опорного уровня графика с помощью значения маркера.
---	---

Вычисления с помощью маркеров	Осуществляет вычисление четырех различных функций: статистика, полоса пропускания, неравномерность, параметры фильтра.
-------------------------------	--

Статистика	Функция показывает среднее значение, среднеквадратическое отклонение и разность пик-пик для графика в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
------------	--

Полоса пропускания	Функция осуществляет поиск полосы пропускания по заданному уровню относительно маркера или относительно абсолютного максимума. Показывает для полосы пропускания ее значение, центр, верхнюю и нижнюю границу, добротность, потери.
--------------------	---

Неравномерность	Функция показывает усиление, наклон характеристики, неравномерность в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
Параметры фильтра	Функция показывает характеристики полосы пропускания и полосы заграждения фильтра: потери, отклонение пик-пик в полосе пропускания и значение заграждения. Полоса пропускания и полоса заграждения задаются с помощью двух пар маркеров.
Анализ данных	
Преобразование импеданса порта	Функция преобразования данных, измеренных при значении собственного волнового сопротивления порта 50Ω , в данные которые были бы получены при произвольном значении волнового сопротивления порта.
Исключение цепи	Функция, позволяющая математически исключить влияние цепи, включенной между плоскостью калибровки портов и исследуемым устройством. Цепь должна быть определена матрицей S-параметров, как файл формата Touchstone.
Встраивание цепи	Функция, позволяющая математически получить характеристики нового устройства, полученного встраиванием цепи между плоскостью калибровки портов и исследуемым устройством. Цепь должна быть определена матрицей S-параметров, как файл формата Touchstone.
Преобразование параметров устройства	Возможно преобразование измеряемых S-параметров в следующие характеристики устройства: входное сопротивление и проводимость, проходное сопротивление и проводимость, инверсия S-параметров.

Временная область	<p>Функция преобразования данных из частотной области в отклик устройства во временной области на различные виды сигналов. Вид моделируемых входных сигналов: радиоимпульс, видеоимпульс, видеоперепад. Диапазон временной области задается пользователем произвольно от нуля до максимума, который определяется установленным шагом по частоте. Используются различные формы окон для достижения компромисса между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков.</p>
Временная селекция	<p>Функция математического устранения нежелательных откликов во временной области, позволяет получить частотную характеристику устройства без влияния устройств подключения. Функция использует преобразование во временную область, вырезает заданную пользователем временную область, и использует обратное преобразование для возврата в частотную область. Возможен выбор вида фильтра временной селекции: полосовой или режекторный. Для достижения компромисса между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков предусмотрены различные формы фильтра: широкая, норма, минимум.</p>
Балансные измерения	<p>Функция балансных измерений, для S1409, S1420, преобразует небалансные S-параметры в их балансные аналоги, путём объединения произвольной пары портов в логический балансный порт. Поддерживаются четыре конфигурации измеряемых устройств с различными комбинациями балансных и небалансных портов</p>

Измерение устройств с переносом частоты

Скалярный метод измерения устройств с переносом частоты

Скалярный метод позволяет измерять скалярный коэффициент передачи смесителей и других устройств, у которых входная частота не равна выходной. Метод не требует применения внешних смесителей и других устройств. Скалярный метод использует режим смещения частоты портов, когда частота порта приёмника смещена относительно порта источника.

Векторный метод измерения устройств с переносом частоты

Векторный метод позволяет измерять модуль и фазу коэффициента передачи смесителей. Он требует применения внешнего смесителя, и единого гетеродина для внешнего и исследуемого смесителей.

Скалярная калибровка смесителей

Наиболее точный метод калибровки, используемый при измерении смесителей в режиме смещения частоты. Использует калибровочные меры XX, K3, нагрузку. Требуется применение внешнего измерителя мощности, подключаемого к USB порту непосредственно, либо через переход USB/GPIB.

Векторная калибровка смесителей

Метод калибровки, используемый при векторном измерении смесителей. Использует калибровочные меры XX, K3, нагрузку.

Автоматическая подстройка частоты смещения

В режиме смещения частоты позволяет автоматически подстраивать частоту, компенсируя погрешность установки внутреннего гетеродина в исследуемом смесителе.



Другие возможности





Управление прибором	Управление приборами осуществляется с помощью внешнего компьютера по USB интерфейсу.
Удобный графический интерфейс	Привычный интерфейс, основанный на операционной системе Windows позволяет ускорить освоение прибора пользователем.
Распечатка и сохранение графиков	Возможна распечатка графиков и данных на принтере с предварительным просмотром. Для предварительного просмотра используются три различных программы: MS Word, программа просмотра и распечатки изображений из поставки Windows, внутренняя. Все они позволяют просмотреть, сохранить на диске и распечатать графики.





Удаленное управление



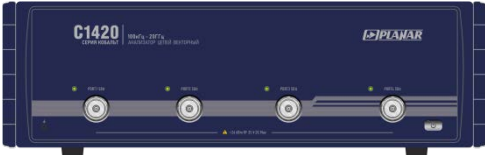

COM/DCOM	Удаленное управление приборами может осуществляться в соответствии с программной технологией COM/DCOM. Программа прибора служит в качестве COM/DCOM сервера. Пользовательская программа служит в качестве COM/DCOM клиента. COM клиент выполняется на одном компьютере с программой прибора. DCOM клиент выполняется на отдельном компьютере, соединённом сетью (LAN) с компьютером прибора.
----------	--

Приложение А
(справочное)
Обзор приборов

Анализатор	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
<p>C1205</p> 	<p>от 100 кГц до 4,8 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 2 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Временная область Напряжение</p>
<p>C1207</p> 	<p>от 100 кГц до 7 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 2 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Временная область Напряжение</p>

 <p>C1209</p>	<p>от 100 кГц до 9 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 2 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Временная область Напряжение</p>
 <p>C2209</p>	<p>от 100 кГц до 9 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 2 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Прямой доступ к приемникам Временная область Напряжение</p>
 <p>C4209</p>	<p>от 100 кГц до 9 ГГц расширение до 110 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 2 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Расширение диапазона частот Временная область Напряжение</p>
 <p>C1409</p>	<p>от 100 кГц до 9 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 4 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Балансные измерения Временная область Напряжение</p>

<p style="text-align: center;">C2409</p> 	<p>от 100 кГц до 9 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 4 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Прямой доступ к приемникам Балансные измерения Временная область Напряжение</p>
<p style="text-align: center;">C4409</p> 	<p>от 100 кГц до 9 ГГц расширение до 110 ГГц от 1 до 500 001 10 мкс 4 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 15 дБм минус 143 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Расширение диапазона частот Балансные измерения Временная область Напряжение</p>
<p style="text-align: center;">C1214</p> 	<p>от 100 кГц до 14 ГГц от 1 до 500 001 12 мкс 2 порта, тип N</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 133 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Временная область Напряжение</p>
<p style="text-align: center;">C1220</p> 	<p>от 100 кГц до 20 ГГц от 1 до 500 001 12 мкс 2 порта, NMD 3,5 мм</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 133 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Временная область Напряжение</p>

<p style="text-align: center;">C2220</p> 	<p>от 100 кГц до 20 ГГц от 1 до 500 001 12 мкс 2 порта, NMD 3,5 мм</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 133 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Прямой доступ к приемникам Временная область Напряжение</p>
<p style="text-align: center;">C4220</p> 	<p>от 100 кГц до 20 ГГц расширение до 110 ГГц от 1 до 500 001 12 мкс 2 порта, NMD 3,5 мм</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 133 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Расширение диапазона частот Временная область Напряжение</p>
<p style="text-align: center;">C1420</p> 	<p>от 100 кГц до 20 ГГц от 1 до 500 001 12 мкс 4 порта, NMD 3,5 мм</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 133 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Балансные измерения Временная область Напряжение</p>
<p style="text-align: center;">C2420</p> 	<p>от 100 кГц до 20 ГГц от 1 до 500 001 12 мкс 4 порта, NMD 3,5 мм</p>	<p>от минус 60 до 10 дБм минус 133 дБм/Гц 0,001 дБ</p>	<p>S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты</p>	<p>Прямой доступ к приемникам Балансные измерения Временная область Напряжение</p>

C4420



от 100 кГц до 20 ГГц

расширение до
110 ГГц

от 1 до 500 001

12 мкс

4 порта, NMD

3,5 мм

от минус 60 до
10 дБм
минус 133 дБм/Гц
0,001 дБ

S-параметры
Линейность
Импеданс
Преобразование частоты

Расширение диапазона частот
Балансные измерения
Временная область
Напряжение