

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы электрических цепей векторные E5071C

Назначение средства измерений

Анализаторы электрических цепей векторные E5071C (далее - анализаторы) предназначены для измерений комплексных S-параметров двух и четырехполюсных устройств в коаксиальных трактах.

Анализаторы применяются в процессе разработки, ремонта и эксплуатации радиотехнических устройств, в том числе в составе автоматизированных измерительных систем.

Описание средства измерений

Принцип действия анализаторов основан на возможности отдельного измерения параметров падающей и отраженной волны сигнала с применением направленных ответвителей. В своём составе анализатор содержит генератор качающейся частоты (ГКЧ), двухканальный приёмник с двумя опорными смесителями и блок измерений S-параметров. ГКЧ формирует высокостабильный по амплитуде сигнал в полосе частот от 9 кГц до 20 ГГц (в зависимости от установленной опции).

Конструктивно анализатор выполнен в виде настольного моноблока. В анализаторе имеется встроенная система самодиагностики.

Анализатор обеспечивает измерение частотных, амплитудных и фазовых характеристик различных устройств. В анализаторе реализованы все виды векторной коррекции системных ошибок, в том числе поддерживаются модули электронной калибровки. Путём трансформации данных из частотной области во временную анализатор позволяет точно локализовать место обрыва. Анализаторы применяются в процессе разработки, ремонта и эксплуатации радиотехнических устройств, в том числе в составе автоматизированных измерительных систем, оборудованы разъёмами для подключения GPIB, LAN, USB

Анализаторы поставляются со следующими опциями, приведёнными в таблице 1.

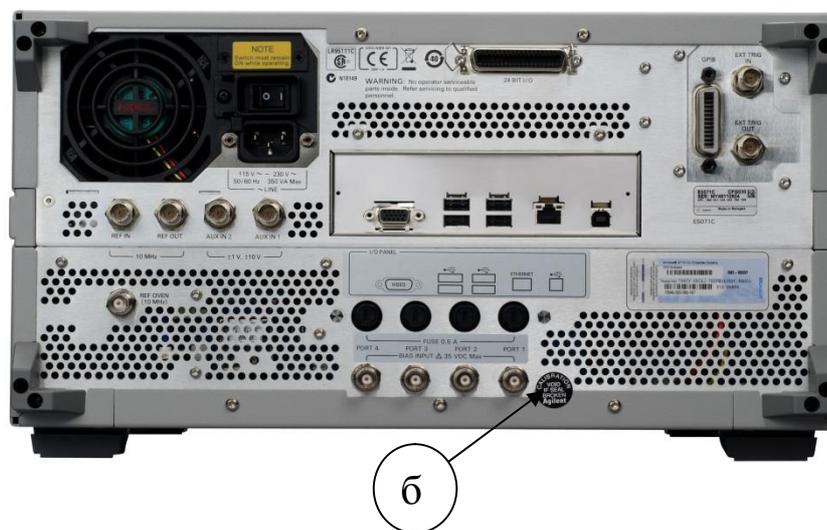
Таблица 1

Название опции	Описание опции
008	Режим измерения с независимым смещением частоты синтезатора относительно приёмника
010	Анализ во временной области
017	Извлекаемый источник хранения данных
019	Стандартный источник хранения данных
1E5	Высокостабильный источник опорной частоты
240	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 9 кГц до 4,5 ГГц без цепей подачи смещения
245	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 100 кГц до 4,5 ГГц с цепями подачи смещения
260	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 9 кГц до 6,5 ГГц без цепей подачи смещения
265	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 100 кГц до 6,5 ГГц с цепями подачи смещения
280	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 9 кГц до 8,5 ГГц без цепей подачи смещения
285	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 100 кГц до 8,5 ГГц с цепями подачи смещения

Название опции	Описание опции
2D5	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 300 кГц до 14 ГГц с цепями подачи смещения
2K5	2-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 300 кГц до 20 ГГц с цепями подачи смещения
440	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 9 кГц до 4,5 ГГц без цепей подачи смещения
445	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 100 кГц до 4,5 ГГц с цепями подачи смещения
460	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 9 кГц до 6,5 ГГц без цепей подачи смещения
465	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 100 кГц до 6,5 ГГц с цепями подачи смещения
480	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 9 кГц до 8,5 ГГц без цепей подачи смещения
485	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 100 кГц до 8,5 ГГц с цепями подачи смещения
4D5	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 300 кГц до 14 ГГц с цепями подачи смещения
4K5	4-х портовый измерительный блок с частотным диапазоном от 300 кГц до 20 ГГц с цепями подачи смещения
TDR	Расширение функции анализа во временной области
UNQ	Стандартный источник опорной частоты
E5092A	Конфигурируемый многопортовый блок с частотным диапазоном от 50 МГц до 20 ГГц
E5092A-020	Коммутация сигналов до 20 ГГц



а) Место для нанесения знака утверждения типа
Рисунок 1 – Внешний вид. Вид спереди



б – наклейка для защиты от несанкционированного доступа
Рисунок 2 – Внешний вид. Вид сзади

Программное обеспечение

Анализаторы работают под управлением программного обеспечения (ПО), предназначенного для управления, вывода результатов технического анализа и спектра сигналов на экран монитора анализатора. Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	E5071C Network Analyzers Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Не ниже В.12.03
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	-

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «низкий» по Р 50.2.077-2014.

Метрологические и технические характеристики анализаторов приведены в таблицах 3-5.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Частотный диапазон	
- опция 230/430	от 9 кГц до 3 ГГц
- опция 240/440	от 9 кГц до 4,5 ГГц
- опция 260/460	от 9 кГц до 6,5 ГГц
- опция 280/480	от 9 кГц до 8,5 ГГц
- опция 235/435	от 100 кГц до 3 ГГц
- опция 245/445	от 100 кГц до 4,5 ГГц
- опция 265/465	от 100 кГц до 6,5 ГГц

Наименование характеристики	Значение
- опция 285/485	от 100 кГц до 8,5 ГГц
- опция 2D5/4D5	от 300 кГц до 14 ГГц
- опция 2K5/4K5	от 300 кГц до 20 ГГц
Разрешающая способность установки частоты	1 Гц
Пределы относительной погрешности установки частоты	
- стандартное исполнение (опция UNQ)	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
- опция 1E5	$\pm 5 \cdot 10^{-8}$
Динамический диапазон измерения коэффициента передачи, дБ (опции 230/235/240/245/260/265/280/285/430/435/440/445/460/465/480/485)	
При ПЧ = 3 кГц в частотном диапазоне: от 9 кГц до 300 кГц включ. св. 300 кГц » 10 МГц » » 10 МГц » 6 ГГц » » 6 ГГц » 8,5 ГГц »	72 82 98 92
При ПЧ = 10 Гц в частотном диапазоне: от 9 кГц до 300 кГц включ. св. 300 кГц » 10 МГц » » 10 МГц » 6 ГГц » » 6 » 8,5 ГГц »	97 107 123 117
Динамический диапазон измерения коэффициента передачи, дБ (опции 2D5/2K5/4D5/4K5)	
При ПЧ = 3 кГц в частотном диапазоне: от 300 кГц до 1 МГц включ. св. 1 » 10 МГц » » 10 » 100 МГц » » 100 МГц » 6 ГГц » » 6 » 8,5 ГГц » » 8,5 » 10,5 ГГц » » 10,5 » 15 ГГц » » 15 » 20 ГГц »	70 82 95 98 92 80 75 71
При ПЧ = 10 Гц в частотном диапазоне: » 300 кГц » 1 МГц включ. св. 1 » 10 МГц » » 10 » 100 МГц » » 100 МГц » 6 ГГц » » 6 » 8 ГГц » » 8 » 8,5 ГГц » » 8,5 » 10,5 ГГц » » 10,5 » 15 ГГц » » 15 » 20 ГГц »	95 107 120 123 117 117 105 100 96

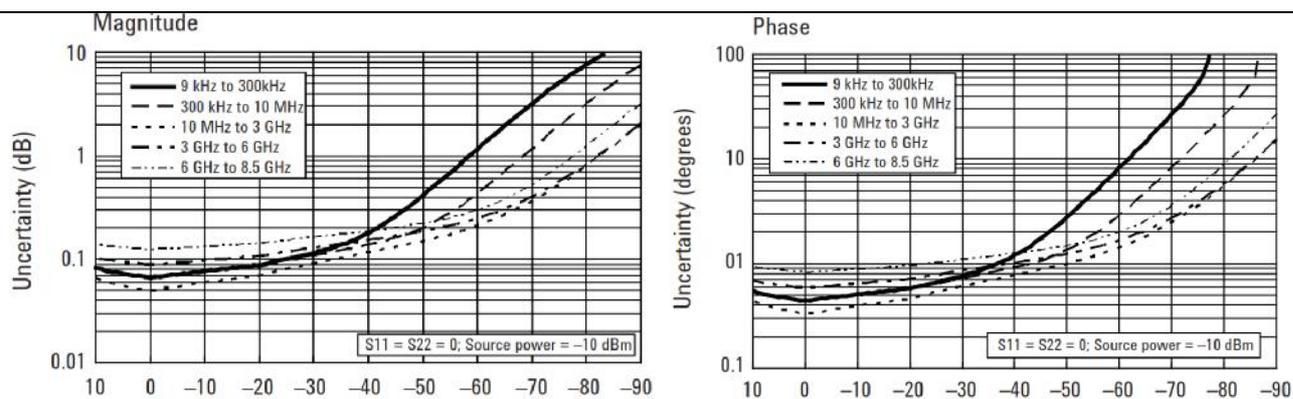
Наименование характеристики	Значение
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения коэффициента передачи в динамическом диапазоне (опции 230/235/240/245/260/265/280/285/430/435/440/445/460/465/480/485)</p>	
<p>По амплитуде, дБ 10 дБ/мВт минус 10 дБ/мВт минус 100 дБ/мВт По фазе, ...° 10 дБ/мВт минус 10 дБ/мВт минус 100 дБ/мВт</p>	<p>± 0,207 ± 0,045 ± 2,000 ± 5,03 ± 0,30 ± 15,00</p>
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности в динамическом диапазоне измерения коэффициента передачи (опции 2D5/2K5/4D5/4K5)</p>	
<p>По амплитуде, дБ 10 дБ/мВт минус 10 дБ/мВт минус 100 дБ/мВт По фазе, ...° 10 дБ/мВт минус 10 дБ/мВт минус 100 дБ/мВт</p>	<p>± 2,490 ± 0,046 ± 2,000 ± 20,6 ± 0,3 ± 15,0</p>
<p>Диапазон установки выходной мощности, дБ/мВт (опции 230/235/240/245/260/265/280/285/430/435/440/445/460/465/480/485)</p>	
<p>от 9 кГц до 5 ГГц включ. св. 5 » 6 ГГц » » 6 » 7 ГГц » » 7 » 8,5 ГГц »</p>	<p>от минус 55 до 10 от минус 55 до 9 от минус 55 до 8 от минус 55 до 7</p>
<p>Диапазон установки выходной мощности, дБ/мВт (опции 2D5/2K5/4D5/4K5)</p>	
<p>от 300 кГц до 1 МГц от 1 МГц до 6 ГГц от 6 до 8 ГГц от 8 до 10,5 ГГц от 10,5 до 15 ГГц от 15 до 20 ГГц</p>	<p>от минус 85 до 8 от минус 85 до 10 от минус 85 до 9 от минус 85 до 7 от минус 85 до 3 от минус 85 до 0</p>
<p>Разрешающая способность установки мощности, дБ</p>	<p>0,05</p>
<p>Пределы допускаемой относительной погрешности установки мощности, дБ</p>	
<p>Опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485 - весь частотный диапазон Опции 2D5/2K5/4D5/4K5 от 300 кГц до 1 МГц от 1 до 5 МГц от 5 МГц до 8,5 ГГц от 8,5 до 20 ГГц</p>	<p>± 0,65 (0 дБ/мВт, 50 МГц) ± 1,00 ± 0,65 (минус 5 дБ/мВт, 50 МГц) + 2,0; - 6,0 ± 2,0 ± 1,0 ± 2,5</p>

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности нелинейности установки мощности, дБ	
Опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485 от 9 кГц до 5 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 5 до 6 ГГц (от минус 20 до 9 дБ/мВт)	± 0,75
от 6 до 7 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 7 до 8,5 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
Опции 2D5/2K5/4D5/4K5 от 300 кГц до 1 МГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 1 МГц до 6 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 6 до 8 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 8 до 10,5 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 10,5 до 15 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
от 15 до 20 ГГц (от минус 20 до 10 дБ/мВт)	± 0,75
Максимальная входная мощность	
Все опции	10 дБ/мВт
Перекрыстные помехи, дБ	
Опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485 от 9 до 300 кГц	минус 100
от 300 кГц до 10 МГц	минус 110
от 10 МГц до 3 ГГц	минус 120
от 3 до 6 ГГц	минус 110
от 6 до 8,5 ГГц	минус 100
Опции 2D5/2K5/4D5/4K5 от 300 кГц до 1 МГц	минус 68
от 1 до 5 МГц	минус 70
от 5 до 10 МГц	минус 100
от 10 до 45 МГц	минус 110
от 45 МГц до 4 ГГц	минус 118
от 4 до 6 ГГц	минус 123
от 6 до 8,5 ГГц	минус 120
от 8,5 до 15 ГГц	минус 112
от 15 до 20 ГГц	минус 106
Уровень собственных шумов, дБ/Гц	
Опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485 от 9 до 300 кГц	минус 97
от 300 кГц до 10 МГц	минус 107
от 10 МГц до 5 ГГц	минус 123
от 5 до 6 ГГц	минус 124
от 6 до 7 ГГц	минус 119
от 7 до 8 ГГц	минус 120
от 8 до 8,5 ГГц	минус 120
Опции 2D5/2K5/4D5/4K5 от 300 кГц до 1 МГц	минус 97
от 1 до 10 МГц	минус 107
от 10 до 100 МГц	минус 120
от 100 МГц до 6 ГГц	минус 123

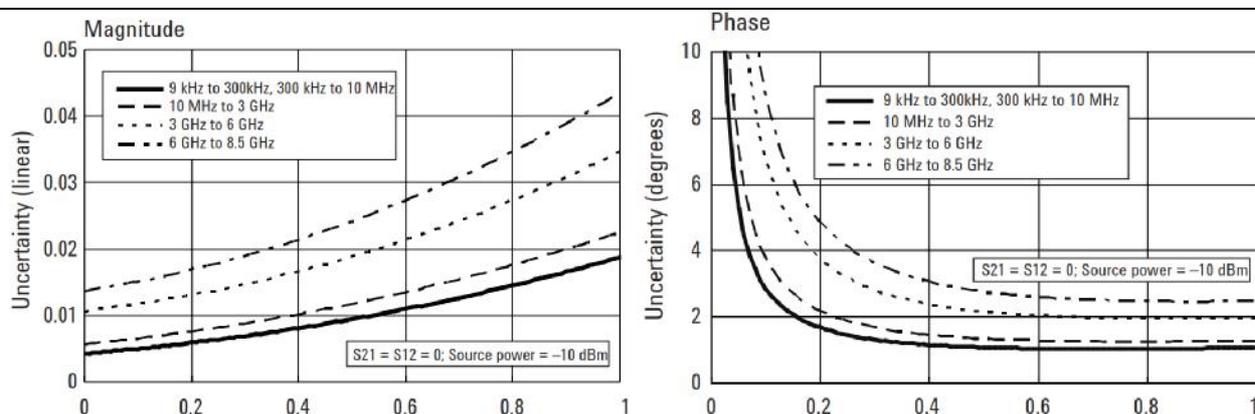
Наименование характеристики	Значение
от 6 до 8 ГГц	минус 118
от 8 до 8,5 ГГц	минус 120
от 8,5 до 10,5 ГГц	минус 108
от 10,5 до 15 ГГц	минус 107
от 15 до 20 ГГц	минус 106
Шумы трассы (амплитуда), дБ	
Опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485	
от 9 до 30 кГц (ПЧ = 3 кГц)	0,004
от 30 до 100 кГц (ПЧ = 3 кГц)	0,003
от 100 кГц до 10 МГц (ПЧ = 3 кГц)	0,003
от 10 МГц до 4,38 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,004 (отражение); 0,003 (передача)
от 4,38 до 5 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,006
от 5 до 6 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,006
от 6 до 7 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,006
от 7 до 8,5 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,006
Опции 2D5/2K5/4D5/4K5	
от 300 кГц до 1 МГц (ПЧ = 3 кГц)	0,006
от 1 до 10 МГц (ПЧ = 3 кГц)	0,003
от 10 МГц до 4,38 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,004
от 4,38 до 8,5 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,006
от 8,5 до 13,137 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,009
от 13,137 до 17 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,013
от 17 до 20 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,023
Шумы трассы (фаза), ...⁰скз	
Опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485	
от 9 до 30 кГц (ПЧ = 3 кГц)	0,035
от 30 кГц до 10 МГц (ПЧ = 3 кГц)	0,020
от 10 МГц до 4,38 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,035
от 4,38 до 5 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,050
от 5 до 6 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,050
от 6 до 7 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,050
от 7 до 8,5 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,050
Опции 2D5/2K5/4D5/4K5	
от 300 кГц до 1 МГц (ПЧ = 3 кГц)	0,040
от 1 до 10 МГц (ПЧ = 3 кГц)	0,020
от 10 МГц до 4,38 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,035
от 4,38 до 8,5 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,050
от 8,5 до 13,137 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,064
от 13,137 до 17 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,095
от 17 до 20 ГГц (ПЧ = 70 кГц)	0,165

Неисправленные характеристики, дБ (опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485) (Коррекция пользователем-выкл., системная коррекция-вкл.)					
Частотный диапазон	Направленность	Согласование источника	Согласование нагрузки	Коэффициент передачи	Коэффициент отражения
от 9 до 300 кГц	20	20	12	± 1,5	± 1,5
от 300 кГц до 3 ГГц	25	25	17	± 1,0	± 1,0
от 3 до 6 ГГц	20	20	12	± 1,0	± 1,0
от 6 до 8,5 ГГц	15	15	10	± 1,0	± 1,0
Неисправленные характеристики, дБ (опции 2D5/2K5/4D5/4K5) (Коррекция пользователем-выкл., системная коррекция-вкл.)					
Частотный диапазон	Направленность	Согласование источника	Согласование нагрузки	Коэффициент передачи	Коэффициент отражения
от 300 кГц до 1 МГц	20	20	9	± 1,0	± 1,0
от 1 МГц до 1 ГГц	25	25	17	± 1,0	± 1,0
от 1 до 3 ГГц	25	25	15	± 1,0	± 1,0
от 3 до 6 ГГц	20	20	11	± 1,0	± 1,0
от 6 до 8,5 ГГц	15	15	9	± 1,0	± 1,0
от 8,5 до 11 ГГц	15	15	8	± 1,0	± 1,0
От 11 до 20 ГГц	15	15	7	± 1,0	± 1,0
Корректированные характеристики, дБ (опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/ 440/445/460/465/480/485) (калибровочный набор 85032F (N-тип), ПЧ=10 Гц, усреднение данных отключено, температура окружающей среды 23±5 °С)					
Частотный диапазон	Направленность	Согласование источника	Согласование нагрузки	Коэффициент передачи	Коэффициент отражения
от 9 до 300 кГц	49	41	49	± 0,011	± 0,027
от 300 кГц до 10 МГц	49	41	49	± 0,011	± 0,015
от 10 МГц до 3 ГГц	46	40	46	± 0,021	± 0,018
от 3 до 6 ГГц	40	36	40	± 0,032	± 0,056
от 6 до 8,5 ГГц	38	35	37	± 0,054	± 0,088

Погрешность коэффициента передачи



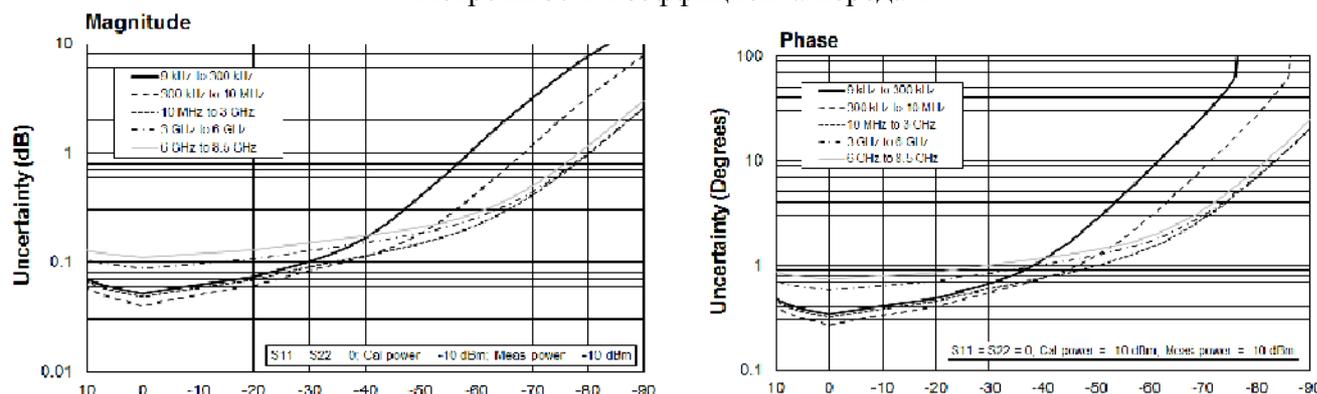
Погрешность коэффициента отражения



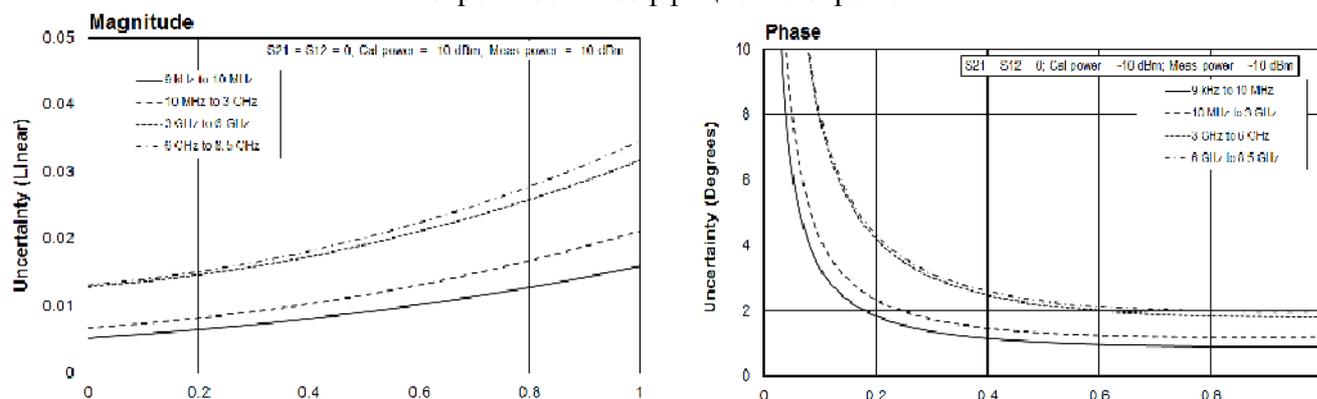
Корректированные характеристики, дБ
(опции 230/235/240/245/260/265/ 280/285/430/435/440/445/460/465/480/485)
(калибровочный набор 85033E (тип 3,5 мм), ПЧ=10 Гц, усреднение данных отключено,
температура окружающей среды 23±5 0С)

Частотный диапазон	Направленность	Согласование источника	Согласование нагрузки	Коэффициент передачи	Коэффициент отражения
от 9 до 300 кГц	46	43	46	± 0,006	± 0,026
от 300 кГц до 10 МГц	46	43	46	± 0,006	± 0,015
от 10 МГц до 3 ГГц	44	40	44	± 0,007	± 0,020
от 3 до 6 ГГц	38	37	38	± 0,009	± 0,058
от 6 до 8,5 ГГц	38	36	38	± 0,010	± 0,079

Погрешность коэффициента передачи



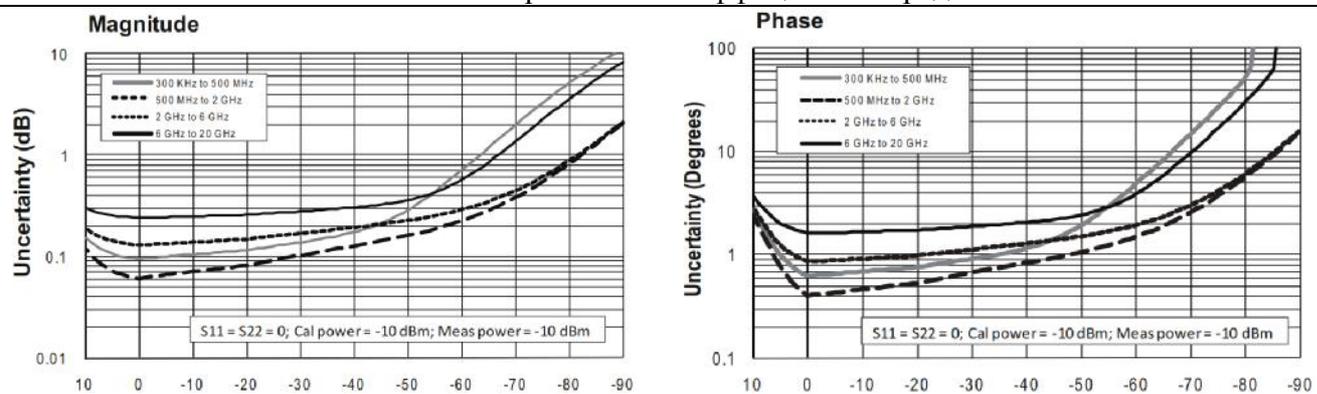
Погрешность коэффициента отражения



Корректированные характеристики, дБ (опции 2D5/2K5/4D5/4K5)
(калибровочный набор 85052D (тип 3,5 мм), ПЧ=10 Гц, усреднение данных отключено,
температура окружающей среды 23±5 °С)

Частотный диапазон	Направленность	Согласование источника	Согласование нагрузки	Коэффициент передачи	Коэффициент отражения
от 300 кГц до 0,5 ГГц	42	37	42	± 0,003	± 0,068
от 0,5 до 2 ГГц	42	37	42	± 0,003	± 0,034
от 2 до 6 ГГц	38	31	38	± 0,004	± 0,100
от 6 до 20 ГГц	36	28	36	± 0,008	± 0,208

Погрешность коэффициента передачи



Поверка

осуществляется в соответствии с документом 651-15-43 МП «Анализаторы электрических цепей векторные E5071C. Методика поверки», утвержденным первым заместителем генерального Директора – заместителем по научной работе ФГУП «ВНИИФТРИ» в декабре 2015 г.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке в виде наклейки или оттиска поверительного клейма.

Основные средства поверки:

-частотомер электронно-счётный 53132А (рег. № 26211-03) (опции 012,124): частотный диапазон до 12,5 ГГц, погрешность измерения частоты $4 \cdot 10^{-9}$;

-частотомер электронно-счётный 53152А (рег. № 61967-15): частотный диапазон до 46 ГГц, погрешность измерения частоты $5 \cdot 10^{-7}$;

-блоки измерительные ваттметров N1914А (рег. № 57386-14) с преобразователями мощности E9304А (рег. № 57387-14): диапазон частот от 9 кГц до 18 ГГц, погрешность измерения мощности $\pm 2 \%$ и N8485А (рег. № 58375-14): диапазон частот от 0,01 до 26,5 ГГц, погрешность коэффициента калибровки от 0,94 до 2,47 %;

-установка для измерения ослабления и фазового сдвига образцовая ДК1-26 (рег. № 38361-08): диапазон рабочих частот от 100 кГц до 37,5 ГГц, диапазон измеряемых ослаблений от 0 до 140 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления $\pm 0,25$ дБ;

- аттенюаторы коаксиальные ступенчатые программируемые 8496G (рег. № 61111-15): частотный диапазон от 0 до 4 ГГц, динамический диапазон 110 дБ, шаг 10 дБ, погрешность разностного ослабления от 0, до 1,8 дБ.

-набор мер коэффициентов передачи и отражения 85032F (рег. № 53567-13): частотный диапазон от 0 до 9 ГГц, тип N, 50 Ом, пределы допускаемой абсолютной погрешности фазы коэффициента отражения в диапазоне частот от 0 до 9 ГГц $\pm 0,65^\circ$;

- набор мер коэффициентов передачи и отражения 85052В (рег. № 53567-13): частотный диапазон от 0 до 26,5 ГГц, тип 3,5мм, 50 Ом, предел допускаемых значений обратных потерь, в диапазоне частот от 3 до 26,5 ГГц минус 44 дБ.

Сведения о методиках (методах) измерений

Анализаторы электрических цепей векторные E5071C. Руководство по эксплуатации.

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам электрических цепей векторным E5071C

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

Техническая документация изготовителя.

Изготовитель

Компания «Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn.Bhd.», Малайзия
Bayan Lepas Free Industrial Zone
11900, Bayan Lepas, Penang, Malaysia
<http://www.keysight.com>

Заявитель

Общество с ограниченной ответственностью «Кейсайт Технолоджиз»
Юридический адрес: 113054, г. Москва, Космодаминая наб., 52, стр. 3
Почтовый адрес: 113054, г. Москва, Космодаминая наб., 52, стр. 3
Телефон: (495) 797-39-00; Факс: (495) 797-39-00

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 область, Солнечногорский р-н, п/о Менделеево.

Телефон/факс: (495) 744-81-12.

E-mail: 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. « ____ » _____ 2015 г.