

Контрольно-измерительные приборы СВЧ



Приборы



ЭСТ

МИКРАН

СОДЕРЖАНИЕ

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ СВЧ

Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения серии Р2М	4
Измеритель комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4М-18.	12
Измерители коэффициента шума серии Х5М	19
Анализатор спектра серии СК4М	23
Синтезаторы частот Г7М	27
Измеритель мощности СВЧ серии М3М	32

ЭЛЕМЕНТЫ СВЧ ТРАКТА

Детекторные головки	36
Датчики КСВН	37
Коаксиальные переходы в тракте 7/3,04 мм	38
Коаксиальные переходы в тракте 3,5/1,52 мм	39
Коаксиальные переходы с тракта 3,5/1,52 мм на тракт 7/3,04 мм	40
Генераторы шума	41
Коаксиально-волноводные переходы	42
Коаксиальные нагрузки согласованные	43
Коаксиальные нагрузки холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ)	44
Направленный ответвитель	45
СВЧ детекторы	46
Классификация элементов	47

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОДУЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ

СЕРИИ P2M

МОДЕЛЬ 2008 г

**Производство, настройка
и тестирование активных
и пассивных СВЧ
устройств: смесителей,
усилителей, умножителей,
фильтров, диплексеров,
аттенюаторов,
делителей мощности,
кабельных
сборок
и т.д.**



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

- Частотный диапазон:
 - P2M-04 от 0,01 до 4 ГГц
 - P2M-18 от 0,01 до 18 ГГц
 - P2M-40 от 0,01 до 40 ГГц
 - P2M-50*от 0,01 до 50 ГГц
- Режимы измерений:
 - модуль коэффициента передачи
 - модуль коэффициента отражения, КСВН
 - динамических характеристик
 - параметров устройств с преобразованием по частоте
 - параметров устройств в импульсном режиме
 - расстояние до обрыва
 - групповое время задержки
- Трехканальный измеритель мощности СВЧ
- Высокостабильный синтезированный СВЧ генератор с шагом по частоте 1 Гц, стабилизированный системой АРМ
- Интерфейс с ПК Ethernet UTP 10/100
- Программное обеспечение:
 - GraphIt Micran
 - COM драйвер
 - WEB-сервер

* - находится в стадии разработки

АРХИТЕКТУРА ПРИБОРА

Измерители серии Р2М построены по архитектуре виртуальных приборов и включают в себя аппаратную и программную части. Аппаратная часть прибора выполняет набор базовых функций, определяющих режимы измерений. Программная часть обеспечивает реализацию выбранного пользователем режима измерений, управление прибором и отображение результатов измерений. Данная архитектура позволяет гибко увеличивать функциональность прибора за счёт внедрения программных опций. Открытый программный интерфейс, совместимый со стандартом IVI-COM, дает возможность пользователю управлять прибором сторонним программным обеспечением (LabVIEW, MS Excel и т.д.). Адаптивная система синхронизации позволяет обеспечить совместную работу приборов серии Р2М с другими приборами в составе измерительного комплекса.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

- Динамическое создание трасс и измерительных каналов
- Интерполяционный алгоритм калибровки
- Большое количество ячеек памяти трасс
- Расширенные возможности маркеров – численное отображение измеряемых величин, поиск экстремумов, связанные измерения, математический интерпретатор формул
- Профили измерений
- Менеджер отчётов с возможностью сохранения файлов в формате HTML или RTF, печать на принтере
- Сохранение и загрузка трасс в формате TouchStone (S2P)
- Расширенные возможности системы синхронизации
- Возможность подключения дополнительных программных модулей
- IVI-COM совместимый драйвер

ОПЦИИ

В приборы серии Р2М могут быть установлены следующие аппаратные опции:

- Шаговый аттенюатор – увеличивает диапазон установки уровня мощности на выходе СВЧ
- Амплитудная модуляция – амплитудная модуляция уровня выходной мощности СВЧ
- Импульсная модуляция – импульсная модуляция уровня выходной мощности СВЧ
- Синтезатор частот - малый уровень фазовых шумов, термостатированный опорный генератор с повышенной стабильностью частоты.

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Комплектность прибора определяется при заказе. В комплект поставки могут входить различные модели измерительных блоков, детекторов, датчиков КСВ, коаксиальных кабельных сборок и переходов, нагрузок, делителей мощности. Подробную информацию по аксессуарам смотрите в разделе «ЭСТ» данного каталога.

СЕРТИФИКАЦИЯ

Приборы Р2М-04 и Р2М-18 прошли испытания с целью утверждения типа и внесены в Государственный реестр средств измерений и специальный раздел Государственного реестра средств измерений. Первичная поверка осуществляется на базе ООО «НПФ «МИКРАН» при участии ЦСМ.

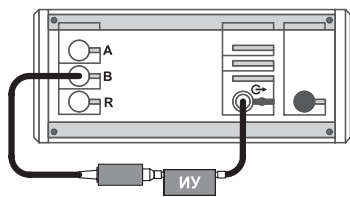
Периодическая поверка может проводиться в аккредитованных метрологических центрах Российской Федерации.



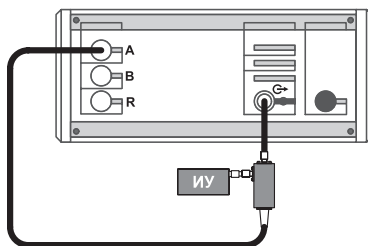
РЕЖИМЫ РАБОТЫ

К базовым схемам измерения прибора серии P2M относятся схемы измерения модуля коэффициента передачи (КП) и коэффициента отражения (КО).

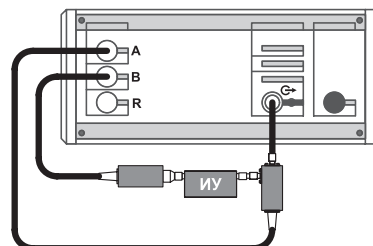
БАЗОВЫЕ СХЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ



Измерение модуля КП



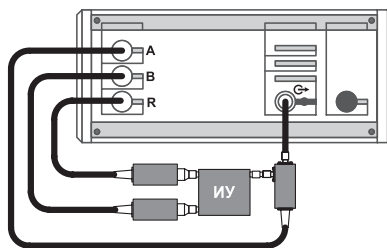
Измерение модуля КО, КСВН



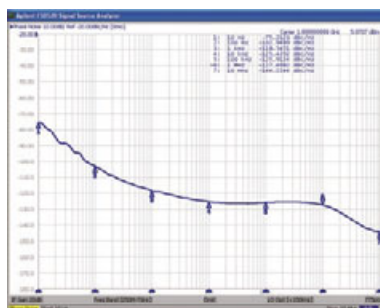
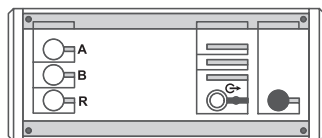
Измерение модуля КП и КО

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБОРА

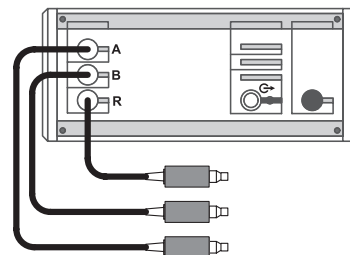
Программное обеспечение позволяет выбирать режимы отображения результатов измерений независимо для трех измерительных входов. Таким образом, можно реализовать одновременное измерение параметров трехпортовых устройств, таких как делители мощности или дуплексеры.

Измерение параметров трехпортовых устройств
ИУ – исследуемое устройство

Возможности прибора позволяют управлять аппаратными базовыми функциями по отдельности.

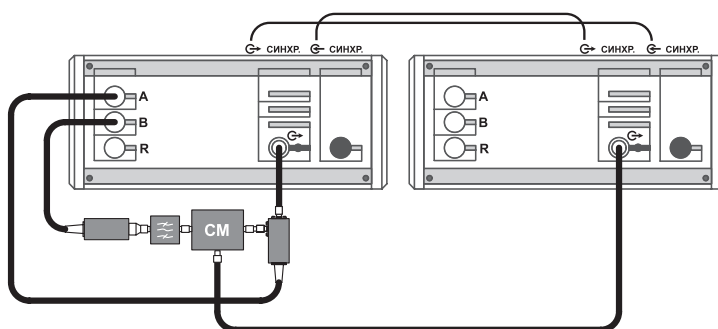


Синтезатор частот



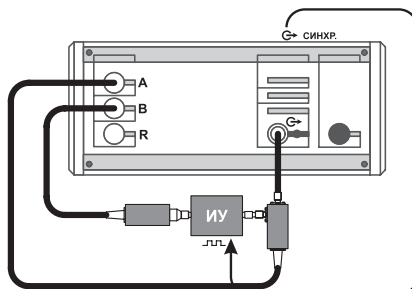
Измеритель мощности СВЧ

Гибкая архитектура и наличие системы АРМ позволяют перейти от измерений в частотной области к измерению динамических характеристик. В данном режиме можно измерить точку сжатия коэффициента передачи по заданному уровню на фиксированной частоте или в диапазоне частот. Построение измерительных комплексов с использованием адаптивной системы синхронизации позволяет реализовать дополнительные схемы измерений, одной из которых является схема измерений параметров смесителей с синхронной перестройкой частоты зондирующего сигнала и гетеродина (с фиксированной ПЧ).



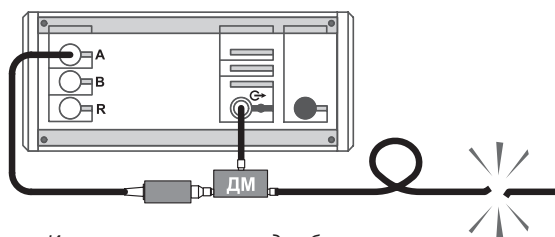
Измерение параметров смесителей (с фиксированной ПЧ)
СМ – смеситель

Встроенный цифровой генератор импульсов позволяет управлять внешними устройствами, работающими в импульсном режиме, и синхронно с включением исследуемого устройства производить измерения его частотных или динамических характеристик.



Измерение параметров исследуемого устройства в импульсном режиме

Программное обеспечение дает возможность использовать математические программные модули, которые позволяют вычислять параметры, не измеряющиеся данным видом приборов непосредственно. Например, косвенным методом можно определить расстояние до обрыва. В данном случае распределение минимумов и максимумов напряжений в тракте зависит от расстояния до неоднородностей и частоты зондирующего сигнала, что позволяет расчётным путем определить наличие неоднородностей в линии и расстояние до них.



Измерение расстояния до обрыва
ДМ – делитель мощности

Для минимально-фазовых цепей, используя преобразование Гильберта, можно перейти от измеренного коэффициента модуля передачи к групповому времени задержки (ГВЗ). Для устройств, (например: ПАВ фильтры, направленные ответвители, фазовращатели), в которых не выполняется данное условие, а также где присутствует неопределенность связи амплитудной и фазовой характеристик, результат измерений будет иметь большую погрешность.

РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В режиме без модуляции (DC) производится измерение параметров зондирующего сигнала с постоянной амплитудой. На широкополосном амплитудном детекторе выделяется огибающая суммы зондирующего сигнала и мешающих факторов. К основным мешающим факторам, уменьшающим динамический диапазон и увеличивающим погрешность измерений, относятся: дрейф, обусловленный изменением параметров измерительного канала во времени и температуре; широкополосные тепловые шумы и паразитные составляющие спектра сигнала на входе детектора. Данный режим не позволяет устранить влияние мешающих факторов, но обеспечивает максимальную скорость работы прибора. Для устранения мешающих факторов в режиме без модуляции, постоянных в течение времени измерений, предусмотрены два дополнительных режима: компенсация (zeroing) и автокомпенсация (autozeroing). В режиме компенсации производится устранение влияния мешающих факторов по требованию пользователя, а в режиме автокомпенсации – автоматически, синхронно с разверткой по частоте.

В режиме с модуляцией (AC) производится импульсная модуляция зондирующего сигнала в каждой частотной точке исследуемого диапазона. Данный режим позволяет максимально снизить влияние мешающих факторов, воздействующих на тракт, как постоянных, так и изменяющихся во времени и в процессе развертки по частоте.

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ МОДУЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ

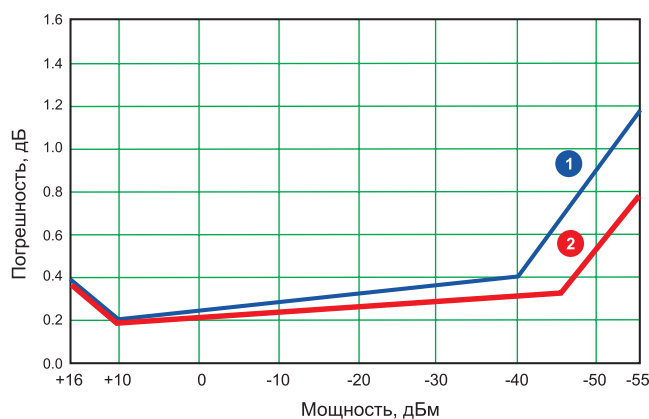
В результирующую погрешность измерений вносят вклад следующие составляющие:

- частотная зависимость параметров элементов измерительного тракта
- инструментальная погрешность измерительного тракта
- погрешность рассогласования
- нестабильность уровня мощности зондирующего сигнала
- влияние гармоник источника зондирующего сигнала

Для устранения частотной зависимости параметров элементов измерительного тракта: неравномерности уровня выходной мощности источника зондирующего сигнала, частотной характеристики детектора, кабельных сборок и переходов, используется калибровка «на проход».

Инструментальная погрешность измерительного тракта определяется следующими составляющими:

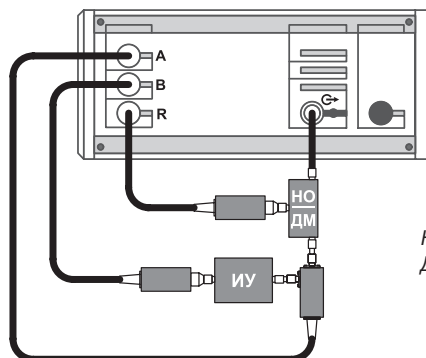
- дрейф, обусловленный изменением параметров схемы во времени и температуре;
- широкополосные тепловые шумы на входе детектора;
- погрешность определения калибровочных коэффициентов детектора.



Инструментальная погрешность измерительного тракта

1. Режим без модуляции;
2. Режим с модуляцией и без модуляции с автокомпенсацией.

При подключении устройств, входящих в измерительный тракт, возникает погрешность рассогласования, обусловленная несоответствием их импедансов волновому (характеристическому) сопротивлению линии передачи.



НО – направленный ответвитель
ДМ – делитель мощности

Схема измерений модуля КП и КО с опорным каналом

Для уменьшения погрешности измерения параметров устройств с малыми потерями, за счёт нестабильности уровня мощности зондирующего сигнала, рекомендуется использовать схему с опорным каналом. Высокий уровень гармоник вносит существенную погрешность в результат измерений. Гармоники зондирующего сигнала, проходя через полосу пропускания исследуемого устройства, детектируются на широкополосном детекторе и приводят к появлению ложных откликов, искажающих результат измерений. Приборы серии P2M включают в себя источник зондирующего сигнала с малым уровнем побочных составляющих спектра, что позволяет минимизировать данную погрешность.

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ МОДУЛЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ, КСВН

В результирующую погрешность измерений вносят вклад следующие составляющие:

- частотная зависимость параметров элементов измерительного тракта
- инструментальная погрешность измерительного тракта
- погрешность, обусловленная рассогласованием измерительного порта датчика КСВ
- погрешность, связанная с конечной направленностью датчика КСВ
- влияние гармоник источника зондирующего сигнала.

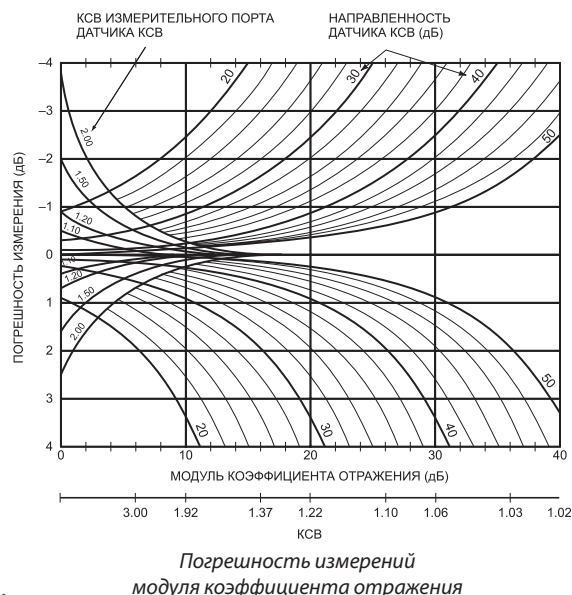
Частотная зависимость параметров элементов измерительного тракта, инструментальная погрешность измерительного тракта и влияние гармоник зондирующего сигнала аналогичны погрешностям, возникающим при измерении модуля коэффициента передачи. Для устранения частотной зависимости параметров элементов измерительного тракта: неравномерности уровня выходной мощности источника зондирующего сигнала, частотной характеристики датчика КСВ, кабельных сборок и переходов, используется калибровка «XX + K3».

Погрешность, обусловленная рассогласованием, возникает из-за переотражений сигнала от измерительного порта. Основной вклад данная погрешность вносит при измерении устройств с большим значением коэффициента отражения (КСВН).

Погрешность, связанная с конечной направленностью датчика КСВ, определяется относительным уровнем напряжения на выходе датчика КСВ при подключении к измерительному порту согласованной нагрузки. Основной вклад данная погрешность вносит при измерении устройств с малым значением коэффициента отражения (КСВН).

Использование переходов, для подключения исследуемых устройств к датчику КСВ, существенно увеличивает результирующую погрешность.

Результирующая погрешность, связанная с рассогласованием измерительного порта и направленностью датчика КСВ, имеет следующую зависимость.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование	P2M-04	P2M-18	P2M-40	P2M-50
Диапазон рабочих частот синтезатора	10 – 4000* МГц	10 – 20000 МГц	10 – 40000 МГц	10 – 50000 МГц
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора	$\pm 5 \text{ млн}^{-1} *$	$\pm 1 \text{ млн}^{-1} *$	$\pm 1 \text{ млн}^{-1}$	$\pm 1 \text{ млн}^{-1}$
опция «Синтезатор частот»	$\pm 0,02 \text{ млн}^{-1}$	$\pm 0,02 \text{ млн}^{-1}$	$\pm 0,02 \text{ млн}^{-1}$	$\pm 0,02 \text{ млн}^{-1}$
Диапазон установки уровня мощности на вых. СВЧ	-13 до +7* дБм	-10 до +10* дБм	-20 до +7 дБм	-20 до +7 дБм
типичное значение	-20 до +16 дБм	-20 до +13 дБм		
опция «Шаговый аттенюатор»	-90 до +15 дБм	-90 до +10 дБм	-90 до +3 дБм	-80 до +3 дБм
Пределы допускаемой основной погрешности установки мощности	$\pm 1,0^* \text{ дБ}$	$\pm 1,0^* \text{ дБ}$	$\pm 1,0 \text{ дБ}$	$\pm 1,0 \text{ дБ}$
типичное значение	$\pm 0,5 \text{ дБ}$	$\pm 0,5 \text{ дБ}$		
Нестабильность уровня выходной мощности в течение 15 минут после установления рабочего режима при отклонении температуры окружающей среды не более $\pm 1^\circ \text{C}$	$\pm 0,02 \text{ дБ}$	$\pm 0,04 \text{ дБ}^*$	$\pm 0,05 \text{ дБ}$	$\pm 0,05 \text{ дБ}$
Миним. шаг изменения уровня мощности		0,1 дБ*		
типичное значение		0,01		
Количество измерительных входов		три (A, B, R)		
Время измерения одной частотной точки		от 0,25 до 30 мс		
Диапазон измерений КСВН	1,05 – 5,00*	1,04 – 5,00*		
от 0,01 до 12 ГГц			1,04 – 5,00	1,04 – 5,00
от 12 до 20 ГГц			1,05 – 5,00	1,05 – 5,00
от 20 до 40 ГГц			1,07 – 5,00	1,07 – 5,00
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН	$\pm(3 \cdot K_{\text{cmU}} + 1), \%$	$\pm(3 \cdot K_{\text{cmU}} + 1), \%$	$\pm 4 \cdot K_{\text{cmU}} \%$	$\pm 4 \cdot K_{\text{cmU}} \%$
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения	$\pm(0,025 + 0,10 \cdot f^2)^*$			
от 0,01 до 12 ГГц			$\pm(0,020 + 0,08 \cdot f^2)$	$\pm(0,020 + 0,08 \cdot f^2)$
от 12 до 20 ГГц			$\pm(0,024 + 0,10 \cdot f^2)$	$\pm(0,024 + 0,10 \cdot f^2)$
от 20 до 40 ГГц			$\pm(0,034 + 0,18 \cdot f^2)$	$\pm(0,034 + 0,18 \cdot f^2)$
Диапазон измер. модуля коэффициента передачи		-50 до +20 дБ*		
типичное значение				
режим без модуляции		-50 до +40 дБ		
режим с модуляцией		-65 до +40 дБ		
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи	$\pm(0,03 \cdot A + 0,2) \text{ дБ}^*$	$\pm(0,02 \cdot A + 0,2) \text{ дБ}^*$		
от 0,01 до 12 ГГц			$\pm(0,01 \cdot A + 0,15) \text{ дБ}$	$\pm(0,01 \cdot A + 0,15) \text{ дБ}$
от 12 до 20 ГГц			$\pm(0,01 \cdot A + 0,2) \text{ дБ}$	$\pm(0,01 \cdot A + 0,2) \text{ дБ}$
от 20 до 40 ГГц			$\pm(0,01 \cdot A + 0,4) \text{ дБ}$	$\pm(0,02 \cdot A + 0,4) \text{ дБ}$
Диапазон измерений абсолютной мощности СВЧ		-40 до +10 дБм*		
типичное значение**		-55 до +20 дБм		
Предел допускаемой относит. погрешности измерений абсолютной мощности СВЧ		$\pm 1 \text{ дБ}^*$		
типичное значение		$\pm 0,5 \text{ дБ}$		
Тип соединителей выхода «СВЧ» по ГОСТ РВ 51914-2002	тип N, розетка тип III, розетка	тип SMA, розетка* тип IX (в) 1, розетка тип IX (в) 3, розетка тип 3,5, розетка тип N, розетка тип III, розетка	тип I, розетка тип K (2,92 мм), розетка***	тип I, розетка
Импульсы синхронизации		ТТЛ уровень		
длительность		от 1 до 255 мкс		
фронт		передний или задний		
Мин. длительность импульса цифрового генератора		50 нс		
Длительность включения исследуемого устройства в импульсном режиме измерений	50 мкс (при усреднении 1), 100 мкс (при усреднении 2), 150 мкс (при усреднении 3) 200 мкс (при усреднении 4), 250 мкс (при усреднении 5), 300 мкс (при усреднении 6)			

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Отображаемые единицы измерения	дБм, дБ, мВт, безразмерные
Виды калибровки	«на проход», «XX + K3»
Количество измеряемых точек	от 1 до 5001
Количество окон отображения	от 1 до 9
Сохранение отчётов	формат RTF, HTML
Сохранение и загрузка трасс	формат TouchStone (S2P)
Масштаб отображения	от 0,1 дБ/дел до 10 дБ/дел, «Автомасштаб»
Усреднение по кадрам	до 99
Статистическая обработка	Да
Интерпретатор формул	Да

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ

Фиксированная частота (НГ)	Режим работы
Синтезированное сканирование с фиксир. шагом, по списку частотных точек	
Генератор качающейся частоты (ГКЧ)	
Минимальный шаг перестройки по частоте синтезатора	1 Гц*
Максимальное время перестройки с частоты на частоту	1 мс*
типичное значение	
в режиме синтезированного сканирования	0,1 мс
в режиме ГКЧ	10 мкс
Частота внутреннего опорного кварцевого генератора	10 МГц
Уровень спектральной плотности мощности шумов при отстройке от несущей 1 ГГц на 1/10/100 кГц	-90/-95/-110 дБн/Гц
опция «Синтезатор частот»	-115/-125/-125 дБн/Гц
Уровень побочных колебаний относительно уровня выходного сигнала в диапазоне частот, не более:	
от 10 МГц до 50 МГц	минус 40 дБн
от 50 МГц до 180 МГц	минус 50 дБн
от 180 МГц до 4000 МГц	минус 60 дБн
от 4000 МГц до 20000 МГц	минус 50 дБн
от 20000 МГц до 50000 МГц	минус 50 дБн
Уровень паразитных регулярных составляющих относительно уровня выходного сигнала при отстройке от несущей 1 ГГц не более 1 МГц	минус 70 дБ

ОПЦИЯ «ИМПУЛЬСНАЯ МОДУЛЯЦИЯ»

Подавление СВЧ сигнала в выключенном состоянии	80 дБ
Время нарастания/спада	не более 100 нс
Точность установки мощности относительно уровня в режиме НГ	не более 1 дБ
Паразитное прохождение видеосигнала	не более 350 мВ
Выброс за фронтом импульса	не более 15 %
Внутренний источник импульсной модуляции	
минимальная длительность радиоимпульса	500 нс
максимальная длительность радиоимпульса	10 с
шаг изменения длительности радиоимпульса	20 нс
минимальный период повторения радиоимпульсов	1 мкс
максимальный период повторения радиоимпульсов	10 с
шаг изменения периода повторения радиоимпульсов	20 нс
Внешний источник импульсной модуляции	
минимальная длительность радиоимпульса	500 нс
минимальный период повторения радиоимпульсов	1 мкс
задержка радиоимпульса относительно внешнего входа	не более 140 нс
внешний сигнал модуляции	1 В на нагрузку 50 Ом соответствует включению мощности

ОПЦИЯ «АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ»

Максимальная глубина модуляции	линейная / логарифмическая	90 % / 20 дБ
Минимальный шаг изменения глубины модуляции	линейная / логарифмическая	0,1 % / 0,01 дБ
Точность установки глубины модуляции при частоте модуляции 1 кГц		не более 4 %
Частота модуляции (полоса 3 дБ, глубина модуляции 30 %)		от 0 до 100 кГц
Искажения (частота модуляции 1 кГц, глубина 30 %)		не более 2 %
Внутренний источник амплитудной модуляции		
форма сигнала		синус
диапазон частот модулирующего сигнала		от 0,1 Гц до 1 МГц
шаг изменения модулирующего сигнала		0,001 Гц
Внешний источник амплитудной модуляции (внешний сигнал модуляции)		± 1 В

ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ

Интерфейс с ПК	Ethernet, UTP 10/100			
Температура окружающей среды	+5 °C до +40 °C*			
Относительная влажность воздуха при 25 °C	не более 90%*			
Атмосферное давление	от 537 до 800 мм. рт. ст.*			
Напряжение питания сети	220±22 В, 50 Гц*			
	P2M-04	P2M-18	P2M-40	P2M-50
Габаритные размеры, мм	158×257×316*	170×380×380*	170×380×380	170×380×380
Масса измерительного блока	7 кг*	10 кг*	12 кг	12 кг

Примечания:

Г, А, КстU – измеряемые значения модуля коэффициента отражения, передачи и КСВН соответственно

Диапазоны и пределы допускаемых погрешностей измерений для P2M-18 нормируются в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц

* – сертифицированные метрологические характеристики

** – измеряется в режиме с компенсацией

*** – не стандартизованный тип соединителя

ИЗМЕРИТЕЛЬ КОМПЛЕКСНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ И ОТРАЖЕНИЯ

P4M-18

Векторный Анализатор Цепей предназначен для частотно-панорамного измерения комплексных S -параметров линейных однопортовых и двухпортовых цепей, а также других характеристик нелинейных цепей. P4M-18 применяется в процессе разработки, производства и эксплуатации радиотехнических устройств, в том числе в составе автоматизированных измерительных комплексов.



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

- Диапазон рабочих частот от 10 МГц до 20 ГГц
- Динамический диапазон системы более 110 дБ
- Векторные калибровки с механическими эталонами или электронным калибратором
- Измерение полной матрицы S -параметров
- Измерение параметров частотно-преобразующих устройств
- Измерение интермодуляционных составляющих
- Возможность сканирования как по частоте, так и по мощности зондирующего сигнала
- Импульсные измерения
- Математическое встраивание и исключение цепей
- Анализ и фильтрация во временной области
- Антенные измерения
- Конфигурируемый измерительный блок для гибкой настройки условий измерений
- Многофункциональное программное обеспечение GraphIt Micran

АРХИТЕКТУРА ВАЦ

Прибор относится к классу виртуальных инструментов, состоит из измерительного блока, подключаемого к компьютеру, и программного обеспечения, обеспечивающего функциональные возможности прибора. В измерительном блоке Р4М использованы последние достижения СВЧ приборостроения и множество современных и высококачественных компонентов.

Двухпортовая реверсивная конфигурация с четырьмя приемниками, которая обеспечивает:

- многие виды векторных коррекций;
- измерения в волноводах и на пластине с использованием соответствующих переходов и зондов.

Синтезаторы частот с низкими уровнями фазовых шумов и паразитных спектральных составляющих.

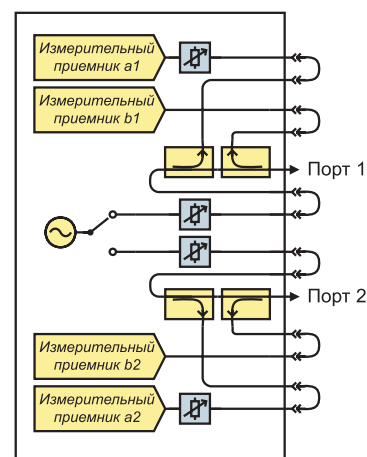
Раздельное управление зондирующим сигналом и гетеродином используется для измерений параметров частотно-преобразующих устройств и интермодуляционных составляющих активных устройств. Разделение опорного и отражённого сигналов сверхширокополосными направленными ответвителями.

Смесители, работающие на первой гармонике обеспечивают большой динамический диапазон. Перемычки конфигурируемого блока обеспечивают прямой доступ к входам измерительных и опорных приёмников для повышения чувствительности или дополнительного ослабления. Вместо перемычки зондирующего сигнала может быть включен дополнительный усилитель мощности.

Высокоскоростные АЦП приёмников обеспечивают широкополосную обработку импульсных радиосигналов.

Встраиваемые дополнительные усилители и аттенюаторы расширяют диапазоны мощности зондирующих и измеряемых сигналов.

Система синхронизации и совместимость с промышленным стандартом LXI делают возможной совместную работу Р4М с другими приборами, выпускаемыми НПФ Микран и другими производителями.



КАЛИБРОВКА АНАЛИЗАТОРА И КОРРЕКЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Погрешности измерений обусловлены шумами, помехами и неидеальностью аппаратуры. Борьба с шумами и помехами осуществляется всеми возможными способами: конструктивно, схемотехнически и алгоритмически. Значительная часть неидеальностей аппаратуры постоянна во времени и проявляется в виде систематических ошибок в результатах измерений. Для компенсации систематических ошибок используются известные модели, параметры которых вычисляются в процессе калибровок.

Предусмотрены следующие виды калибровок:

- нормировка частотной неравномерности;
- однопортовая калибровка;
- двухпортовая калибровка в прямом или обратном направлениях;
- полная двухпортовая калибровка в обоих направлениях.

В процессе калибровки к Р4М необходимо подключать устройства с известными параметрами (калибровочные эталоны). В Р4М предусмотрено использование следующих видов калибровочных наборов:

- базовый набор (SOLT), позволяющий калиброваться на проход и на отражение от нагрузок холостого хода, короткозамкнутых и согласованных;
- TRL-набор, позволяющий калиброваться на проход, отражение и длинную линию;
- электронный калибратор.

Вследствие недостаточного качества изготовления или износа мер их параметры могут несколько отличаться от паспортных, и это ещё один и довольно значительный источник ошибок. О точности измерений в Р4М можно говорить только в сочетании с тем или иным набором калибровочных эталонов. Для проверки измерительного блока Р4М и калибровочного набора служит процедура поверки средства измерения, использующая специальный поверочный набор.



ОБРАБОТКА И ОТОБРАЖЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Трасса – последовательность измеренных, рассчитанных или запомненных точек данных, соединённых линиями. Существуют следующие типы трасс:

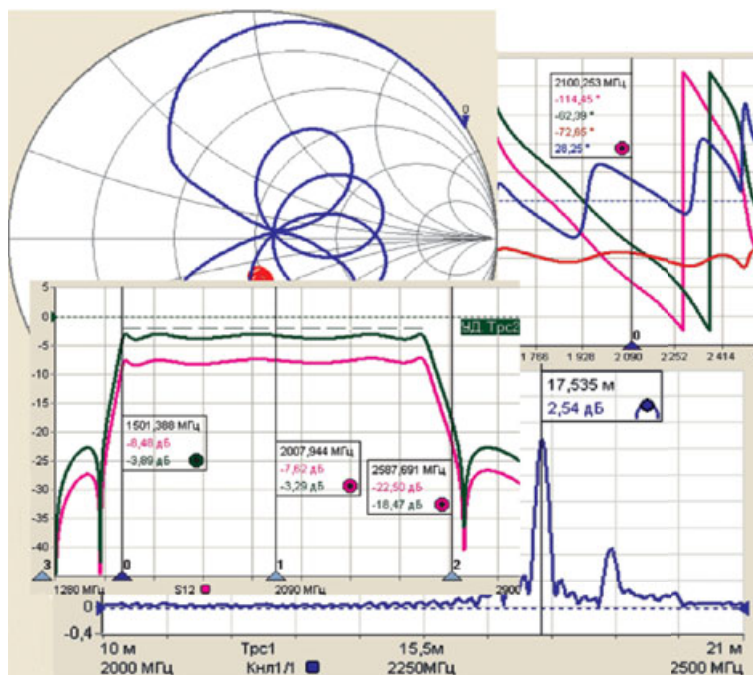
- *измерительная трасса*, отображающая измеряемые величины;
- *трасса памяти*, отображающая ранее запомненную измерительную трассу;
- *математическая трасса*, отображающая результат поточечной арифметической операции над трассами – сложение, вычитание, среднее, умножение или деление.

Комплексные величины, составляющие трассу, могут отображаться в следующих форматах:

- амплитуда в линейном или логарифмическом масштабах
- фаза полная, по модулю $\pm 180^\circ$ или ГВЗ
- мнимая или действительная части
- полярная диаграмма
- диаграмма Вольперта-Смита

Функции над трассами позволяют сглаживать графики, накапливать минимумы или максимумы, отображать доверительные интервалы и др.

Особого внимания заслуживает функция преобразования частотной характеристики во временную область, где можно измерять параметры импульсной или переходной характеристик цепи. Во временной области можно подавить мешающие или выделить полезные отклики цепи, затем выполнить обратное преобразование в частотную область и получить свободную



от помех характеристику. Например, можно подавить отклики от переходов или присоединителей и исключить их влияние на измерение исследуемого устройства.

Если известны S-параметры мешающей цепи, то устранить её влияние можно, воспользовавшись функцией «исключение цепи». Этот способ незаменим, если мешающая цепь близко расположена к исследуемому устройству и неразличима во временной области.

Функция «встраивание цепи» наоборот вносит влияние несуществующей при измерении цепи. Это может быть полезно при настройке устройства, которое будет включено в блок, содержащий некоторые корректирующие цепи или нагрузки.

В производстве существенную помощь в настройке изделий окажут ограничительные линии, задающие и автоматически контролируемые допустимые для трасс пределы.

Маркеры способны не только отображать численные значения точек графиков, но и находить эти точки по заданному критерию. В качестве критерия могут быть заданы: поиск экстремума или заданного уровня в одной трассе или разности уровней нескольких трасс. Символьные арифметические выражения в маркерах позволяют вычислять полосу пропускания, коэффициент прямоугольности, добротность и др., а также выполнять статистическую обработку.

СОМ-автоматизация позволяет программам пользователя подключиться к приложению Graphit, работающему с измерительным блоком Р4М, и считать результаты измерения. Например, по нажатию кнопки в Microsoft Excel запускается макрос, считывающий значения из маркеров и добавляющий строку в протокол измерений серии изделий.

Разобраться в постоянно расширяющемся множестве функций программного обеспечения помогают встроенная справочная система и разнообразные мастера (помощники), «сопровождающие» в процессе калибровки, создания отчёта и других операциях.

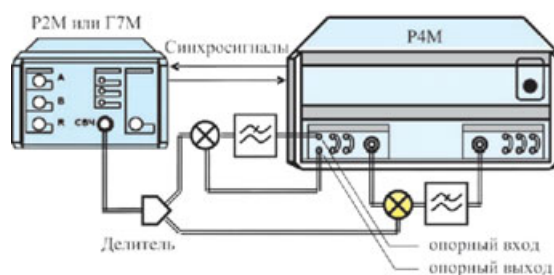
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

При измерении устройств с переносом частоты выполняется раздельное управление частотами зондирующего сигнала и гетеродина. Для управления внешним генератором Р4М формирует синхроимпульсы при перестройке на следующую частотную точку, а также может ожидать ответный синхроимпульс, свидетельствующий о захвате ФАПЧ генератора.

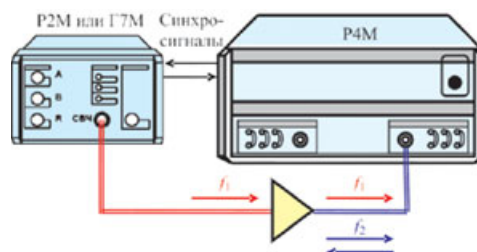
Измерение гармоник и интермодуляционных искажений также использует раздельное управление частотами зондирующего сигнала и гетеродина.

Импульсные измерения устройств, работающих в импульсном режиме, могут выполняться за серию импульсов или в течение одного импульса. Для синхронизации с фазой импульсов Р4М может воспринимать внешние синхроимпульсы или формировать собственные стробы заданной длительности и скважности. Зондирующий сигнал может быть постоянной мощности или модулироваться внутренним модулятором.

При измерении «горячих» S-параметров исследуемое устройство тестируется в штатном режиме работы, например, при усилении некоторого сигнала. На рисунке приведён пример измерения отражения от выхода усилителя. Частота зондирования f_2 несколько отличается от частоты работы усилителя f_1 , так чтобы сигнал частоты f_1 оказался вне полосы пропускания приёмника.



Измерение групповой задержки в смесителе



Измерение «горячего» S_{22} усилителя

НАБОРЫ КАЛИБРОВОЧНЫХ ЭТАЛОНОВ

Для обеспечения высокого качества, повторяемости и воспроизводимости измерений в комплект поставки измерителя включен набор калибровочных мер, включающий в себя согласованные нагрузки, КЗ, ХХ и различные переходы в тракте 3,5/1,52 мм прецизионного класса.

В базовый набор калибровочных мер входят:

Название	Тип соединителя по ГОСТ РВ 51914-2002	Количество в наборе
Нагрузка короткозамкнутая	тип IX, вилка	1
Нагрузка короткозамкнутая	тип IX, розетка	1
Нагрузка холостходная	тип IX, вилка	1
Нагрузка холостходная	тип IX, розетка	1
Нагрузка согласованная	тип IX, вилка	2
Нагрузка согласованная	тип IX, розетка	2
Переход коаксиальный	3,5 мм усиленный (NMD), розетка * – тип IX, вилка	2
Переход коаксиальный	3,5 мм усиленный, розетка* – тип IX, розетка	2
Переход коаксиальный	тип IX, вилка – тип IX, розетка	1
Переход коаксиальный	тип IX, вилка – тип IX, вилка	1
Переход коаксиальный	тип IX, розетка – тип IX, розетка	1

* нет в ГОСТ РВ 51914-2002, предназначены для сочленения с соединителями типа 3,5 мм, усиленный, вилка, установленных на кабельных сборках, входящих в комплект поставки.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЯ

Характеристики, приведенные ниже, выполняются при следующих условиях: температура окружающей среды $25 \pm 5^\circ\text{C}$; через 90 минут после включения прибора.

Сопротивление портов	50 Ом (номинальное значение)
Тип соединителя измерительного порта	Специализированный для ВАЦ усиленный соединитель 3,5 мм, вилка
Количество измерительных портов	2
Диапазон частот	от 10 до 20000 МГц
Точность установки частоты	2×10^{-6}
Минимальный шаг по частоте	1 Гц
Полоса измерительного фильтра промежуточной частоты	от 1 Гц до 1 МГц (шаг 1/3/10)
Динамический диапазон системы при полосе измерительного фильтра 10 Гц в диапазоне частот	
10 МГц ... 100 МГц	> 80 дБ
100 МГц ... 500 МГц	> 110 дБ
500 МГц ... 1 ГГц	> 115 дБ
1 ГГц ... 10 ГГц	> 120 дБ
10 ГГц ... 20 ГГц	> 110 дБ

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ (ПОСЛЕ ПОЛНОЙ ДВУХПОРТОВОЙ КАЛИБРОВКИ)

	в диапазоне частот	
Направленность	0,5...10 ГГц	не хуже 44 дБ
	10...20 ГГц	не хуже 40 дБ
Согласование источника	0,5...10 ГГц	не хуже 37 дБ
	10...20 ГГц	не хуже 30 дБ
Согласование нагрузки	0,5...10 ГГц	не хуже 37 дБ
	10...20 ГГц	не хуже 35 дБ
Частотная неравномерность коэффициента отражения (трэкинг отражения)	0,5...10 ГГц	< 0,05 дБ
	10...20 ГГц	< 0,1 дБ
Частотная неравномерность коэффициента передачи (трэкинг передачи)	0,5...10 ГГц	< 0,15 дБ
	10...20 ГГц	< 0,2 дБ
Изоляция между портами	0,5...10 ГГц	> 120 дБ
	10...20 ГГц	> 110 дБ

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПЕРЕДАЧИ *)

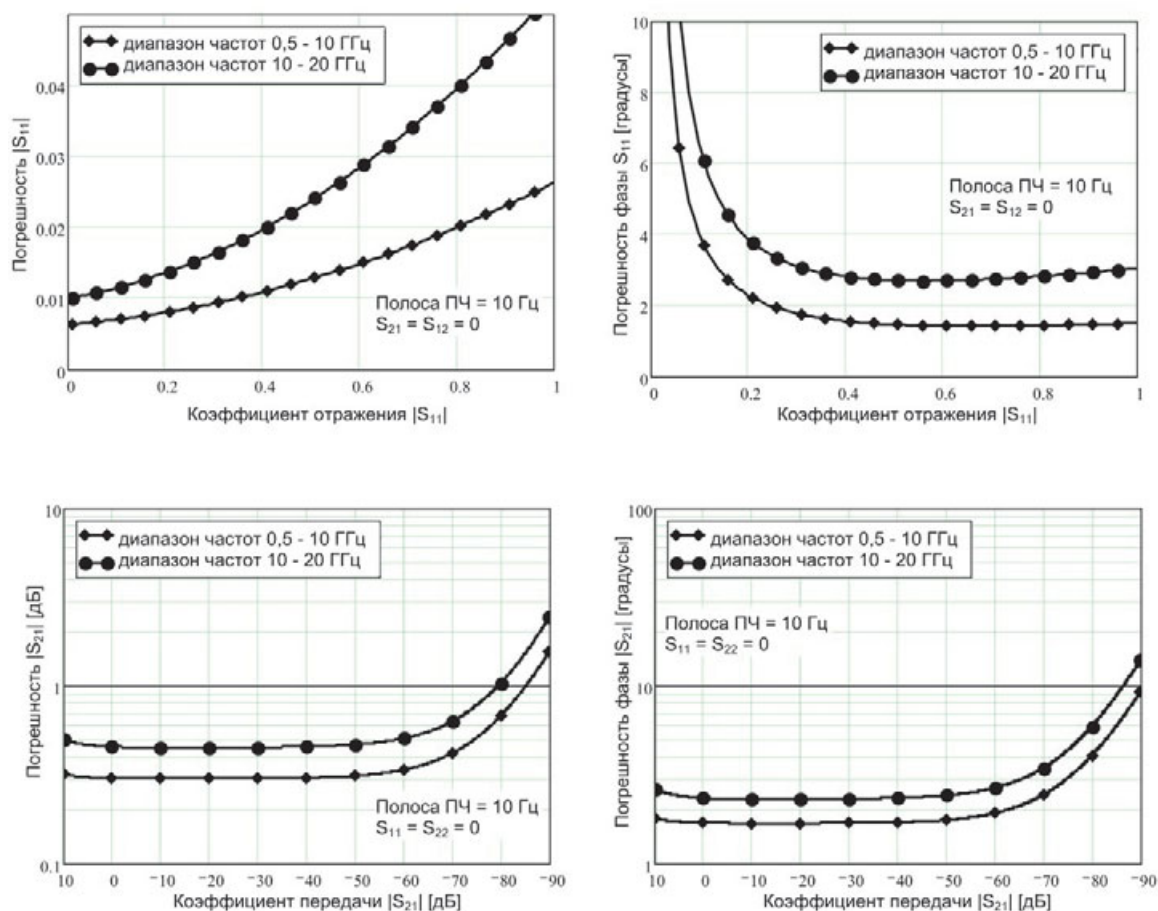
в диапазоне частот	в диапазоне уровней	модуль	фаза
0,5...10 ГГц	-90...-80 дБ	< 2 дБ	< 10°
	-80...-60 дБ	< 0,7 дБ	< 5°
	-60...+10 дБ	< 0,4 дБ	< 2°
10...20 ГГц	-90...-80 дБ	< 3 дБ	< 11°
	-80...-60 дБ	< 2 дБ	< 7°
	-60...+10 дБ	< 0,6 дБ	< 3°

ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖЕНИЯ **)

в диапазоне частот	в диапазоне уровней	модуль	фаза
0,5...10 ГГц	0,018...0,06	< 0,007	< 22°
	0,06...0,18	< 0,008	< 7°
	0,18...0	< 0,03	< 3°
10...20 ГГц	0,018...0,06	< 0,012	< 35°
	0,06...0,18	< 0,015	< 12°
	0,18...0	< 0,06	< 5°

* Условия измерения: номинальный уровень выходной мощности -10 дБм, полоса измерительного фильтра 10 Гц, КСВН входа/выхода измеряемого устройства < 1.1:1.0

** Условия измерения: номинальный уровень выходной мощности -10 дБм, полоса измерительного фильтра 10 Гц, $S_{21}=S_{12}=0$



ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПОРТА В РЕЖИМЕ ВЫХОДА

КСВН порта в режиме выхода	в диапазоне частот	
	0,01 ... 10 ГГц	< 2:1
	10 ... 20 ГГц	< 2,3:1
Диапазон установки уровня выходной мощности (стабилизация АРМ)	в диапазоне частот	
	0,01 ... 10 ГГц	-30...+5 дБм
	10...20 ГГц	-30...+0 дБм
Точность установки уровня выходной мощности	< ±1 дБ	
Шаг установки уровня выходной мощности	0,01 дБ	
Уровень гармоник в спектре выходного сигнала при максимальном гарантированном уровне выходной мощности	2-я и 3-я гармоники	
	0,01...0,1 ГГц	не хуже -20 дБн
	0,1...20 ГГц	не хуже -50 дБн
	¼ и ½ субгармоники	
	0,01...2 ГГц	отсутствуют
	2...20 ГГц	не хуже -70 дБн
	Негармонические ПСС при $R_{вых} = -10$ дБм	
	0,01...20 ГГц	не хуже -80 дБн
Уровень спектральной плотности мощности фазовых шумов на несущей 1 ГГц	отстройка от несущей	
	1 кГц	-90 дБн/Гц
	10 кГц	-95 дБн/Гц
	100 кГц	-110 дБн/Гц

ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПОРТА В РЕЖИМЕ ВХОДА

КСВН порта в режиме входа	в диапазоне частот		
	0,01 ... 10 ГГц	< 2:1	
	10 ... 20 ГГц	< 2,3:1	
Точка сжатия коэффициента передачи измерительного приемника на 0,1 дБ по входу	в диапазоне частот	на входе порта	на входе приемника
	10 МГц ... 100 МГц	> + 15 дБм	> -10 дБм
	100 МГц ... 500 МГц	> + 15 дБм	> -10 дБм
	500 МГц ... 20 ГГц	> + 10 дБм	> -10 дБм
Максимальный уровень входной мощности	+27 дБм		
Уровень постоянного напряжения на входе	± 10 В		
Уровень собственного шума при полосе измерительного фильтра 10 Гц	в диапазоне частот	на входе порта	на входе приемника
	10 МГц ... 100 МГц	< -65 дБм	< -130 дБм
	100 МГц ... 500 МГц	< -95 дБм	< -130 дБм
	500 МГц ... 1 ГГц	< -105 дБм	< -130 дБм
	1 ГГц ... 10 ГГц	< -110 дБм	< -130 дБм
	10 ГГц ... 20 ГГц	< -100 дБм	< -120 дБм

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ

Для расширения возможностей измерений прибор обладает конфигурируемым измерительным блоком, разъемы которого выведены на переднюю панель.

ГЕНЕРАТОР (Выход)	Выход внутреннего источника сигнала
ГЕНЕРАТОР (Вход)	Вход внешнего источника сигнала
ОПОРН (Выход)	Выход опорного сигнала с внутреннего направленного ответвителя
ОПОРН (Вход)	Вход приемника опорного сигнала
ИЗМ (Выход)	Выход измеренного сигнала с внутреннего направленного ответвителя
ИЗМ (Вход)	Вход приемника измеренного сигнала

В конфигурации для измерения параметров антенн на заднюю панель прибора выведены разъемы прямого доступа к промежуточной частоте измерительных приемников.

ПЧ а1 (Выход)	Выход промежуточной частоты приемника опорного сигнала порта 1
ПЧ а1 (Вход)	Вход промежуточной частоты приемника опорного сигнала порта 1
ПЧ б1 (Выход)	Выход промежуточной частоты приемника измеренного сигнала порта 1
ПЧ б1 (Вход)	Вход промежуточной частоты приемника измеренного сигнала порта 1
ПЧ а2 (Выход)	Выход промежуточной частоты приемника опорного сигнала порта 1
ПЧ а2 (Вход)	Вход промежуточной частоты приемника опорного сигнала порта 1
ПЧ б2 (Выход)	Выход промежуточной частоты приемника измеренного сигнала порта 1
ПЧ б2 (Вход)	Вход промежуточной частоты приемника измеренного сигнала порта 1

Для управления измерителем и использования его в составе автоматизированного измерительно-го комплекса на заднюю панель прибора выведены следующие разъемы.

Ethernet	Вход/Выход	RJ-45, розетка, 8 контактов	Интерфейс Ethernet 10/100 для подключения к ПК и ЛВС
СИНХР	Вход	BNC, розетка	Вход внешнего синхросигнала
СИНХР	Выход	BNC, розетка	Выход сигнала внутреннего синхрогенератора
СИНХР ДОП	Вход/Выход	Micro-D	Дополнительный интерфейс синхронизации
10 МГц	Вход	BNC, розетка, ном. 10 МГц, ном. 0...+10 дБм	Вход внешнего опорного генератора 10 МГц
10 МГц	Выход	BNC, розетка, ном. 10 МГц, ном. +3 дБм	Выход внутреннего опорного генератора 10 МГц

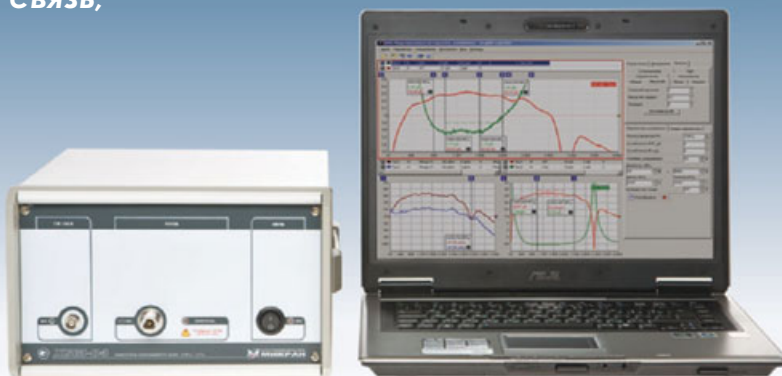
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО БЛОКА

Масса	Не более 25 кг
Габаритные размеры	210 × 500 × 520 мм
Напряжение питающей сети	220±22 В, 50±1 Гц
Потребляемая мощность	не более 150 Вт
Рабочие условия эксплуатации	
температура окружающей среды	от +5 до +40°C
влажность воздуха при температуре +25 °C	не более 90%

ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА

СЕРИИ X5M

Предназначены для измерения коэффициента шума (КШ) и коэффициента передачи (КП) приемно-усилительных устройств, согласованных с трактом с волновым сопротивлением 50 Ом. Область применения измерителя - радиоэлектроника, связь, приборостроение.

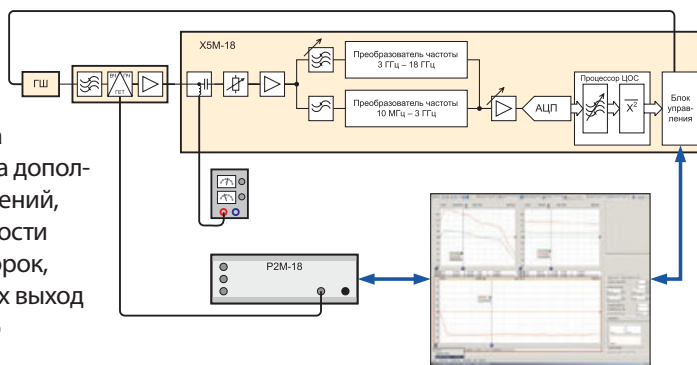


ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

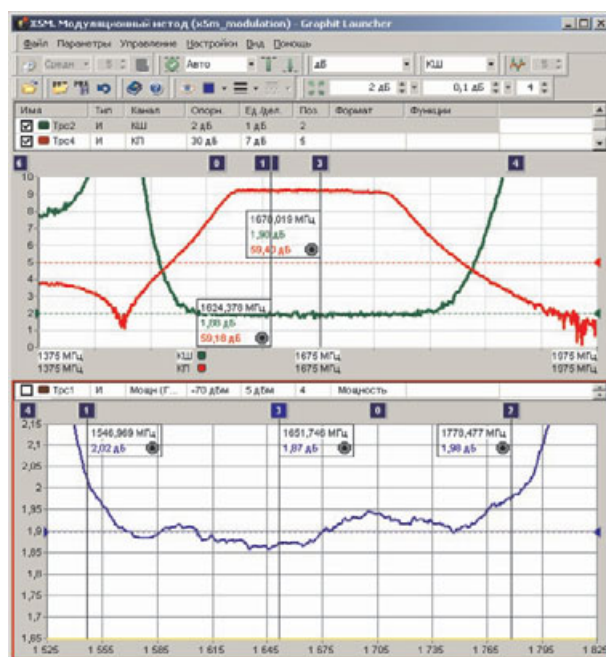
- Диапазон входных частот приборов
 - X5M-04: от 10 МГц до 4 ГГц
 - X5M-18: от 10 МГц до 18 ГГц
- Высокая точность измерений
- Воспроизводимость измерений
- Встроенный входной аттенюатор
- Встроенный преселектор (X5M-18)
- Многофункциональное программное обеспечение GraphIt Micran
- Интерфейс с персональным компьютером Ethernet 10/100

ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Измерители коэффициента шума (ИКШ) серии X5M под управлением ПО Graphit являются современным инструментом для анализа характеристик приемных и усилительных устройств. При измерении параметров усилителей исследуются шумовые параметры четырехполюсников без преобразования частоты сигнала. Процессу измерения предшествует калибровка: процедура определения характеристик приемного тракта ИКШ, необходимая для точного расчета коэффициента усиления и коэффициента шума измеряемого устройства. Возможна дополнительная коррекция результатов измерений, используя в расчетах частотные зависимости коэффициентов передачи кабельных сборок, аттенюаторов и переходов, соединяющих выход генератора шума, измеряемое устройство и вход измерителя.



В режиме измерения параметров преобразователей частоты производится определение шумовых характеристик различных приемно-усилительных объектов, усиливающих сигналы и преобразующие их в сигналы промежуточной частоты, лежащие в пределах входных частот ИКШ. При этом диапазон рабочих частот используемого генератора шума должен соответствовать диапазону входных частот приемного устройства. Измерение проводится аналогично тому, как это делается при измерении параметров усилителей, с той разницей, что калибровка проводится в диапазоне входных частот измерителя, а измерение в диапазоне входных частот исследуемого устройства. При измерении автоматически учитываются отличия ИОШТ генератора шума на частотах



измерения и калибровки. При измерении параметров преобразователей частоты с фиксированным гетеродином пользователь указывает диапазон выходных частот измеряемого устройства, частоту гетеродина и тип преобразования (верхний или нижний гетеродин). Прибор осуществляет сканирование в указанном диапазоне частот и отображает на экране персонального компьютера графики зависимостей КП и КШ от входной и промежуточной частоты. Для измерения параметров приемных устройств с постоянной ПЧ, программное обеспечение может управлять внешним гетеродином измеряемого устройства (в качестве которых могут выступать генераторы серии Г7М или приборы серии Р2М), при этом передача команд управления осуществляется через интерфейс Ethernet, а синхронизация измерений и перестройки генератора через специальные разъемы на задней панели измерителя и генератора.

Для расширения диапазона входных частот прибора есть возможность включения в схему измерения внешних конверторов. При этом также допускается использование устройств с фиксированным или перестраиваемым гетеродином.

Измеритель может работать в автоматическом и ручном режимах. В первом случае измерения происходят непрерывно и прибор сам управляет генератором шума. Второй режим предназначен для более точных измерений шумовой температуры устройств, используя низкотемпературные генераторы шума.

Отображение коэффициента усиления и коэффициента шума возможно в линейном и логарифмическом масштабах. Шумовая температура отображается в градусах Кельвина. Кроме перечисленных параметров прибор измеряет мощность сигнала на входе измерителя при выключенном и включенном генераторе шума, то есть может быть использован в качестве анализатора спектра..

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование	Сертифицированные	Типичные значения
Диапазон рабочих частот X5M-04 X5M-18	от 15 МГц до 4 ГГц	от 10 МГц до 4 ГГц от 10 МГц до 18 ГГц
Дискретность установки частоты		1 Гц
Пределы относительной погрешности установки частоты		$< 20 \times 10^{-6}$
Ширина полосы пропускания по уровню – 3 дБ	300 кГц, 3 МГц	100 кГц, 300 кГц, 1 МГц, 3 МГц
Погрешность установки ширины полосы пропускания	$< 5 \%$	$< 2 \%$
Коэффициент шума: диапазон измерений инструментальная погрешность*	от 0 до 24 дБ	от 0 до 35 дБ
X5M-04 в диапазоне ≤ 3250 МГц в диапазоне > 3250 МГц X5M-18	$< \pm 0,25$ дБ $< \pm 0,4$ дБ	$< \pm 0,15$ дБ во всем диапазоне рабочих частот
Коэффициент передачи: диапазон измерений инструментальная погрешность	от – 20 до + 30 дБ** $< \pm 0,15$ дБ	от – 20 до + 45** $< \pm 0,1$ дБ
Собственный коэффициент шума X5M-04 в базовой конфигурации с входным аттенюатором с входным аттенюатором и адаптером питания	< 14 дБ	< 7 дБ < 8 дБ < 9 дБ
Собственный коэффициент шума X5M-18 в базовой конфигурации с адаптером питания		< 8 дБ < 10 дБ
Тип входного соединителя (по ГОСТ РВ 51914-2002) X5M-04 X5M-18		тип III, розетка тип III, розетка или тип IX, розетка
Сопротивление входа		50 Ом (номинальное значение)
КСВН входа X5M-04 в базовой конфигурации с входным аттенюатором с входным аттенюатором и адаптером питания	$< 1,8:1,0$	$< 1,4:1,0$ $< 1,4:1,0$ $< 1,6:1,0$
КСВН входа X5M-18 в базовой конфигурации с адаптером питания		$< 1,6:1,0$ $< 1,8:1,0$
Максимальная рабочая мощность на входе***		> -20 дБм
Максимальная допустимая мощность на входе		> 20 дБм

Примечания:

* При использовании модуляционного метода измерений для устройств, имеющих КСВН выхода не более 1,6 и коэффициент передачи не менее 23 дБ. Без учета погрешности калибровки ГШ и погрешности из-за рассогласования.

** Без использования входного аттенюатора и аттенюатора тракта ПЧ. При использовании ГШ с ИОШТ=15 дБ.

*** Для синусоидального сигнала при максимальном ослаблении аттенюатора тракта ПЧ, при минимальном ослаблении входного аттенюатора.

ВЫХОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕРАТОРАМИ ШУМА

ГШ1 (на передней панели)	
Назначение	питание полупроводникового генератора шума
Тип соединителя	BNC, розетка
Выходное напряжение	вкл. $(+28 \pm 0,1)$ В (100 мА макс.) выкл. < 1 В
ГШ2 (на задней панели)	
Назначение	управление внешним блоком питания генератора шума
Тип соединителя	BNC, розетка
Выходное напряжение	уровни ТТЛ вкл. лог. «0» или «1», устанавливается программно выкл. лог. «1» или «0», устанавливается программно

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ НА ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЯ

Ethernet	Вход/Выход	RJ-45, розетка, 8 контактов	интерфейс Ethernet 10/100 для подключения к ПК и ЛВС
СИНХР	Вход	BNC, розетка	Вход внешнего синхросигнала
СИНХР	Выход	BNC, розетка	Выход сигнала внутреннего синхрогенератора
Программатор	Вход/Выход	DB-9, вилка	интерфейс RS-232 для обновления микропрограмм внутренних узлов прибора
ОГ	Вход	BNC, розетка, ном. 10 МГц ном. 0...+10 дБм	Вход внешнего опорного генератора
ОГ	Выход	BNC, розетка, ном. 10 МГц ном. +3 дБм	Выход внутреннего опорного генератора
ПЧ	Вход	SMA, розетка	Вход промежуточной частоты 70 МГц
ПЧ	Выход	SMA, розетка	Выход промежуточной частоты 70 МГц

ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ

Наименование	X5M-04	X5M-18
Масса, кг, не более	9	16
Габаритные размеры, мм, не более (высота × ширина × длина)	160×260×380	160×380×380
Напряжение питающей сети, В	220 ± 22	
Частота питающей сети, Гц	50 ± 1	
Потребляемая мощность, ВА, не более	35	80
Температура окружающей среды, °С	от +5 до +40	
Влажность воздуха при температуре +25 °С, %, не более	90	

СЕРТИФИКАЦИЯ

Партия приборов X5M-04 прошла испытания для целей утверждения типа и внесена в Государственный реестр средств измерений. Первичная и периодическая поверка может проводиться в аккредитованных метрологических центрах Российской Федерации.



АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА

Прибор предназначен для измерения уровней и частот гармонических составляющих спектра периодических сигналов, а также спектральной плотности мощности стационарных случайных процессов. Прибор может использоваться при производстве и обслуживании различной радио и СВЧ аппаратуры.

СЕРИИ СК4М



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

- Диапазон рабочих частот от 100 Гц до 3,4/20 ГГц
- Диапазон отображения уровней сигналов от -164 дБм до +30 дБм
- Селективные и БПФ фильтры от 1 Гц до 30 МГц
- Полностью цифровой тракт промежуточной частоты
- Малые фазовые шумы
- Встроенный входной аттенюатор и преселектор
- Автоматизация косвенных измерений по спектру
- Многофункциональное программное обеспечение GraphIt Micran
- Интерфейс с компьютером Ethernet 10/100

ВИДЫ И РЕЖИМЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы спектра серии СК4М позволяют измерять самые разные параметры сигналов, начиная от частот и уровней отдельных гармонических составляющих и заканчивая измерением параметров сигналов современных систем передачи данных. Применение высокодинамичного линейного тракта, выполненного по супергетеродинной схеме с синтезированными гетеродинами, в сочетании с мощным блоком цифровой обработки сигнала промежуточной частоты позволяет решать широкий круг задач, возникающих при производстве и эксплуатации современных радиоэлектронных устройств.

Наряду с последовательным анализом спектра, при использовании обычных селективных фильтров, доступен параллельный анализ спектра с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ) в полосе частот до 3 МГц (до 30 МГц при наличии опции СФ30). Сочетание сканирования по частоте и возможность выбора типа фильтра (обычный или БПФ) позволяет выбрать оптимальное соотношение скорости измерения, чувствительности и точности.

Для анализа сигналов современных цифровых систем передачи данных (СПД) и любых других не постоянных во времени сигналов предусмотрены различные инструменты, работающие в режиме реального времени или по запомненному сигналу. Режим регистрации позволяет произвести запись оцифрованного сигнала (в полосе 3 МГц или 30 МГц) в память прибора, передать в ПК и произвести разнообразную обработку этих данных, используя ПО Micran Graphit или любое стороннее ПО. Например, отображение спектрограммы (зависимость спектра от времени), вычисленной из этих данных, позволяет обнаруживать недопустимое поведение спектра сигнала. Использование цифровых демодуляторов делает возможным демодуляцию сигналов и измерение параметров качества различных современных СПД. Запуск регистрации возможен по различным источникам: по внешнему синхроимпульсу, по датчику превышения заданного уровня мощности на СВЧ или ПЧ, по форме спектра сигнала в полосе одновременного анализа.

Многофункциональное ПО Micran Graphit позволяет избавить пользователя от выполнения многих рутинных измерений и вычислений. Значительное сокращение времени анализа параметров сигналов и поиска неисправностей возможно благодаря автоматическим вычислениям различных параметров: характеристики интермодуляционных искажений третьего порядка и гармонических искажений, занимаемая полоса частот, побочные излучения, фазовые шумы, мощность в канале, мощность в пакете и многие другие. Большинство из этих вычислений реализуется в основном режиме работы АС с отображением текущего спектра. Концепция построения АС в виде виртуального прибора позволяет расширять эту функциональность прибора только путем добавления новых возможностей в ПО Graphit.

Анализаторы спектра предоставляют полный набор возможностей по измерению коэффициента шума, а при установленном опциональном малошумящем предусилителе не уступают по точности измерения приборам серии X5M.

ОПЦИИ

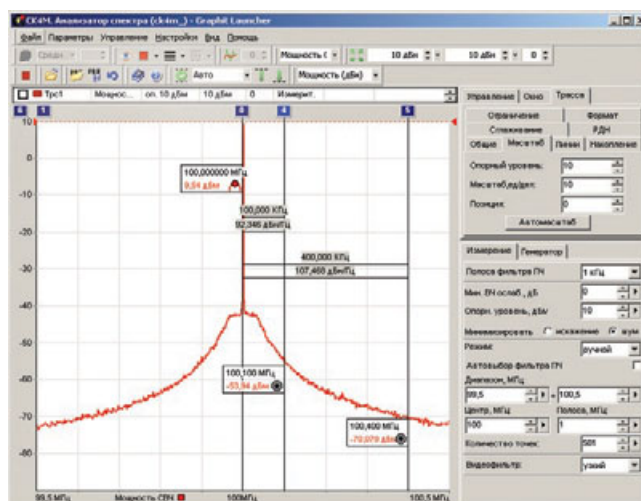
Опция ОС – встроенный термостатированный опорный генератор с повышенной стабильностью частоты.

Опция СФ30 – модификация тракта промежуточной частоты, расширяющая набор селективных фильтров до 30 МГц. При наличии этой опции появляется возможность параллельного анализа сигналов с шириной спектра до 30 МГц.

Опция МШУ – встроенный, отключаемый предусилитель, улучшающий чувствительность анализатора до – 164 дБм в полосе 1 Гц. Значительно уменьшает погрешность измерения коэффициента шума устройств с низким коэффициентом усиления: собственный коэффициент шума анализатора с включенным предусилителем менее 10 дБ, с выключенным – 30 дБ.

Опция РК – встроенный разделительный конденсатор на входе анализатора, позволяющий защитить входные цепи прибора от постоянного тока напряжением до 20 В. Разделительный конденсатор ограничивает диапазон рабочих частот анализатора: при выключенном конденсаторе нижняя граница диапазона равна 100 Гц, при включенном – повышается до 10 МГц.

Опция АП – встроенный адаптер питания на входе измерителя. Позволяет работать с усилителями и конверторами, получающими питание через центральный проводник коаксиального тракта. Максимальное напряжение питания до ± 20 В, ток до 500 мА.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Частотные параметры и характеристики	
Диапазон рабочих частот СК4М-03 открытый вход закрытый вход (опция РК)	от 100 Гц до 3,4 ГГц от 10 МГц до 3,4 ГГц
Диапазон рабочих частот СК4М-18 открытый вход закрытый вход (опция РК)	от 100 Гц до 20 ГГц от 10 МГц до 20 ГГц
Точность установки частоты	1×10^{-7}
Точность установки частоты (опция ОС)	2×10^{-8}
Характеристики установки полосы обзора	
Полоса обзора СК4М-03 СК4М-18	0 Гц, от 100 Гц до 3,4 ГГц 0 Гц, от 100 Гц до 20 ГГц
Погрешность установки полос обзора, не более	$\pm 1 \%$
Спектральная чистота	
Остаточная ЧМ на частоте 1 ГГц	$< 1 \text{ Гц/сек}$
Уровень фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройке 100 Гц / 1 кГц / 10 кГц / 100 кГц / 1 МГц / 10 МГц	- 90 / - 100 / - 115 / - 120 / - 140 / - 150 дБн
Время обзора (полоса обзора 0 Гц)	от 1 мкс до 16000 с
Время обзора (полоса обзора > 100 Гц)	от 200 мс до 16000 с
Селективные фильтры	
Полосы пропускания по уровню минус 3 дБ	1 ... 3 МГц (опция СФ30: до 30 МГц), с шагом 1:3:10
Пределы допускаемой относительной погрешности номинальных полос пропускания, не более	$\pm 5 \%$ (до 3 МГц)
Коэффициент прямоугольности по уровням - 60 дБ и - 3 дБ	не более 5:1 (до 3 МГц)
Полосы пропускания видеофильтра	0,1 Гц ... 3 МГц (30 МГц опция), с шагом 1:3:10
Амплитудные параметры и характеристики	
Диапазон измерения уровней сигналов	от среднего уровня собственных шумов до +30 дБм
Максимальный уровень входного сигнала постоянное напряжение синусоидальный сигнал (вх. атт = 0 дБ) синусоидальный сигнал (вх. атт > 10 дБ)	0 В (± 20 В при закрытом входе) +20 дБм +30 дБм
Линейность	
Точка сжатия коэффициента передачи на 1 дБ входного смесителя (вх. атт. = 0 дБ)	+ 5 дБм тип.
Точка сжатия на 1 дБ предусилителя по входу (опция МШУ)	- 20 дБм тип.
Уровень второй гармоники при уровне входного сигнала - 20 дБм (вх. атт. = 0 дБ) частота входного сигнала < 3,4 ГГц частота входного сигнала > 3,4 ГГц	- 60 дБн тип. - 100 дБн тип.
Уровень второй гармоники при уровне входного сигнала - 45 дБм (вх. атт. = 0 дБ) с включенным предусилителем (опция МШУ) частота входного сигнала > 10 МГц	- 45 дБн тип.
Точка пересечения по интермодуляции 3-го порядка по входу (вх. атт. = 0 дБ)	+ 15 дБм тип.
Точка пересечения по интермодуляции 3-го порядка по входу (вх. атт. = 0 дБ) с включенным предусилителем (опция МШУ)	- 20 дБм тип.
Средний уровень собственных шумов приведенный к полосе 1 Гц в диапазоне от 10 МГц до 3,4 ГГц в диапазоне от 3,4 ГГц до 20 ГГц	< - 148 дБм < - 144 дБм
Средний уровень собственных шумов приведенный к полосе 1 Гц с включенным предусилителем (опция МШУ) в диапазоне от 10 МГц до 3,4 ГГц в диапазоне от 3,4 ГГц до 20 ГГц	< - 166 дБм < - 164 дБм
Паразитные сигналы	
Собственные комбинационные помехи	< - 100 дБм
Относит. уровень помех, обусловленный комбинац. искажениями	< - 80 дБн



Уровень	
Диапазон ослабления входного аттенюатора шаг 10 дБ	0 ... 70 дБ
Основная погрешность измерения уровня синусоидального сигнала в диапазоне от 10 МГц до 3,4 ГГц	$< \pm 1$ дБ
в диапазоне от 3,4 ГГц до 20 ГГц	$< \pm 3$ дБ
Основная погрешность измерения отношения уровней синусоидальных сигналов в диапазоне от 10 МГц до 3,4 ГГц	$< \pm 0,5$ дБ
в диапазоне от 3,4 ГГц до 20 ГГц	$< \pm 2,5$ дБ
СВЧ вход	
Тип входного соединителя (по ГОСТ РВ 51914-2002)	
СК4М-03	тип III, розетка
СК4М-18	тип III, розетка или тип IX, розетка
Сопротивление входа	50 Ом (номинальное значение)
КСВН входа	
СК4М-03	$< 1,8:1,0$
СК4М-18	$< 2:1,0$

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ РАЗЪЕМЫ НА ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ ИЗМЕРИТЕЛЯ

Ethernet	Вход/Выход	RJ-45, розетка, 8 контактов	Интерфейс Ethernet 10/100 для подключения к ПК и ЛВС
СИНХР	Вход	BNC, розетка	Вход внешнего синхросигнала
СИНХР	Выход	BNC, розетка	Выход сигнала внутреннего синхрогенератора
ДОП СИНХР	Вход/Выход	2 разъема Micro-D, вилка, 25 конт., шаг 1,27 мм	Дополнительный интерфейс синхронизации
Программатор	Вход/Выход	DB-9, вилка	Интерфейс RS-232 для обновления микропрограмм внутренних узлов прибора
ОГ	Вход	BNC, розетка, ном. 10 МГц ном. 0...+10 дБм	Вход внешнего опорного генератора
ОГ	Выход	BNC, розетка, ном. 10 МГц ном. +3 дБм	Выход внутреннего опорного генератора
ПЧ	Вход	SMA, розетка	Вход промежуточной частоты 70 МГц
ПЧ	Выход	SMA, розетка	Выход промежуточной частоты 70 МГц
МAB	Выход	BNC, розетка	Многофункциональный аналоговый выход
ГШ +28 В	Выход	BNC, розетка	Питание полупроводникового генератора шума (+28 В)
ГШ 2	Выход	BNC, розетка	Управление внешним блоком питания генератора шума
Адаптер питания	Вход	BNC, розетка	Разъем подключения внешнего источника питания (опция АП)

ОБЩИЕ ПАРАМЕТРЫ

Наименование	СК4М-03	СК4М-18
Масса, кг, не более	9	16
Габаритные размеры, мм	160×260×380	160×380×380
Напряжение питающей сети, В	220 ± 22	
Частота питающей сети, Гц	50 ± 1	
Потребляемая мощность, ВА, не более	35	80
Температура окружающей среды, °С	+5 ... +40	
влажность воздуха при температуре +25 °С, %, не более	90	

СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТ

Предназначены для формирования высококачественных модулированных сигналов и непрерывно генерируемых квазигармонических сигналов. Применяются в лабораторных условиях при разработке и производстве радиотехнических систем, поверке и калибровке измерительных приборов, в качестве генераторов качающейся частоты.

Г7М



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

- Диапазон частот от 10 МГц до 50 ГГц
- Прецизионная точность установки частоты и мощности
- Высокая скорость перестройки
- Малый уровень фазовых шумов
- Модуляция АМ, ЧМ, ФМ, ИМ
- Управление по интерфейсу Ethernet 10/100

ОСОБЕННОСТИ

Синтезаторы частот Г7М построены на основе комбинированного метода синтеза частоты. Комбинация многопетлевой системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с элементами прямого аналогового синтеза и цифрового вычислительного синтеза (ЦВС), ряда схемотехнических решений и современной элементной базы позволила обеспечить перекрытие диапазона частот от 10 МГц до 50 ГГц с шагом 0,01 Гц и достичь уровня фазовых шумов на частоте 10 ГГц минус 105 дБн/ Гц на отстройке 10 кГц. Весь диапазон частот синтезатора формируется путем последовательного масштабирования основного диапазона частот от 1 до 2 ГГц при помощи делителей и умножителей частоты. Коэффициент масштабирования N, определяющий диапазон частот, используется при определении ряда технических характеристик синтезатора.

Использование в качестве управляемых генераторов системы ФАПЧ микрополосковых ГУНов позволило обеспечить высокую скорость перестройки частоты синтезатора – 200 мкс между любыми точками. Внутренняя система АРМ позволяет менять уровень мощности выходного сигнала в диапазоне от минус 25 до +15 дБм с шагом 0,01 дБ.

В синтезаторе реализовано три режима сканирования по частоте: аналоговый, синтезированный шаговый и синтезированный по списку. Аналоговый режим сканирования по частоте является менее точным, но более быстрым чем синтезированный режим.

Режим комплексного сканирования позволяет осуществлять сканирование по частоте и мощности одновременно. Запуск сканирования производится как автоматически, так и по внешнему сигналу. Управление синтезатором осуществляется по интерфейсу Ethernet, что позволяет гибко и удобно его использовать как отдельно, так и в составе специализированных измерительных комплексов. Синтезатор доступен в различных модификациях от простейшей базовой модели до модели укомплектованной всеми опциями.

Диапазон частот	Коэффициент масштабирования N
10 ... 125 МГц	1
125 ... 250 МГц	0,125
250 ... 500 МГц	0,25
500 МГц ... 1 ГГц	0,5
1 ... 2 ГГц	1
2 ... 4 ГГц	2
4 ... 8 ГГц	4
8 ... 16 ГГц	8
16 ... 32 ГГц	16
32 ... 50 ГГц	32

ОПЦИИ

ОС	Встроенный термостатированный опорный генератор с повышенной стабильностью частоты
ФШ	Пониженный уровень фазовых шумов
АТ	Встроенный ступенчатый аттенюатор
УМ	Угловая модуляция, включает в себя частотную модуляцию (ЧМ) и фазовую модуляцию (ФМ)
АМ	Амплитудная модуляция
ИМ	Импульсная модуляция
ПМ	Повышенная мощность выходного сигнала
НЧ	Минимальная частота 100 кГц

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование параметра	Значение	
	Стандарт	Опция НЧ
Диапазон рабочих частот		
Г7М-04	от 10 МГц до 4 ГГц	от 100 кГц до 4 ГГц
Г7М-20	от 10 МГц до 20 ГГц	от 100 кГц до 20 ГГц
Г7М-40	от 10 МГц до 40 ГГц	от 100 кГц до 40 ГГц
Г7М-50	от 10 МГц до 50 ГГц	от 100 кГц до 50 ГГц
Минимальный шаг перестройки по частоте	0,01 Гц	
Скорость перестройки частоты		
В аналоговом режиме сканирования	N×25 МГц/мс (макс)	
В синтезированном режиме сканирования	200 мкс любая точка	
Долговременная нестабильность частоты внутреннего опорного генератора	Стандарт ± 1·10 ⁻⁶ /год	Опция ОС ± 0,3·10 ⁻⁶ /год
Температурная нестабильность частоты внутреннего опорного генератора в диапазоне рабочих температур	Стандарт ± 2,5·10 ⁻⁶	Опция ОС ± 2·10 ⁻⁸
Внешний опорный генератор		
Частота	5 МГц, 10 МГц	
Мощность на нагрузке 50 Ом	от -5 до 10 дБм	
Диапазон захвата частоты	± 1·10 ⁻⁶	
Выход опорного генератора		
Частота	10 МГц	
Мощность на нагрузке 50 Ом	± 2 дБм	
Сканирование по частоте		
Режимы сканирования	Аналоговый Синтезированный шаговый Синтезированный по списку	
Диапазон сканирования	Во всем диапазоне частот	
Время сканирования	от 200 мкс до 100 с	
Количество точек	от 2 до 75000	
Режимы запуска сканирования	автоматический, однократный по команде пользователя, внешний, по таймеру	
Максимальный уровень мощности выходного сигнала	Стандарт	Опция ПМ
Г7М-04	от -25 до 15 дБм	от -20 до 20 дБм
Г7М-20	от -20 до 13 дБм	от -10 до 20 дБм
Г7М-40	от 0,01 до 4 ГГц	от -25 до 12 дБм
	от 4 до 20 ГГц	от -20 до 10 дБм
	от 20 до 40 ГГц	от -20 до 7 дБм
Г7М-50	от 0,01 до 4 ГГц	от -25 до 12 дБм
	от 4 до 20 ГГц	от -20 до 10 дБм
	от 20 до 50 ГГц	от -20 до 7 дБм
Минимальный шаг изменения уровня мощности выходного сигнала	0,01 дБ	
Шаговый аттенюатор (Опция АТ)		
Ослабление	от 0 до 90 дБ с шагом 10 дБ	
Вносимые потери: от 0,01 до 4 ГГц	1 дБ	
от 4 до 20 ГГц	2 дБ	
от 20 до 50 ГГц	4 дБ	
Скорость переключения уровня мощности выходного сигнала	2 мс	
Неравномерность стабилизированного уровня мощности выходного сигнала при выходной мощности 0 дБм		
Г7М-04	± 0,25 дБ	
Г7М-20	± 0,3 дБ	
Г7М-40, Г7М-50	± 0,5 дБ	
Температурная нестабильность уровня мощности выходного сигнала	0,01 дБ/°С	
КСВН выхода «СВЧ»	не более 2,0	
Режимы регулировки мощности	Внутренняя АРМ, АРМ выключена	

Сканирование по мощности				
Режимы сканирования	Шаговый По списку			
Диапазон сканирования	Во всем диапазоне мощности			
Время сканирования	от 200 мкс до 100 с			
Количество точек	от 2 до 75000			
Режимы запуска сканирования	автоматический, однократный по команде пользователя, внешний, по таймеру			
Уровень спектральной плотности мощности фазовых шумов (СПМШ) при отстройке от несущей, дБн/Гц	Диапазон частот			
	от 10 до 125 МГц	от 1 до 2 ГГц		
		Стандарт	Опция ФШ	
	10 Гц	-100	-50	-75
	100 Гц	-110	-75	-100
	1 кГц	-120	-90	-115
	10 кГц	-130	-95	-125
	100 кГц	-135	-110	-125
	1 МГц	-140	-115	-125
	10МГц	-143	-137	-143
Значения уровня СПМШ в других диапазонах могут быть вычислены путем добавления 20logN к значению в диапазоне 1-2 ГГц				
Широкополосный шум при максимальном уровне выходной мощности на отстройке более 10 МГц от несущей в диапазоне				
от 0,01 до 10 ГГц	-143 дБн/Гц			
от 10 до 20 ГГц	-133 дБн/Гц			
от 20 до 50 ГГц	-128 дБн/Гц			
Уровень гармонических составляющих в диапазоне частот относительно уровня несущей при мощности выходного сигнала + 10 дБм	Стандарт	Опция ПМ		
от 10 до 50 МГц	-40 дБн	-30 дБн		
от 50 до 180 МГц	-50 дБн			
от 180 МГц до 4 ГГц	-60 дБн			
от 4 до 50 ГГц	-50 дБн			
Уровень субгармонических составляющих в диапазоне частот относительно уровня несущей при максимальной мощности выходного сигнала	-50 дБн			
Уровень паразитных регулярных составляющих относительно уровня несущей в диапазоне частот				
от 0,01 до 0,125 ГГц	-55 дБн			
от 1 до 2 ГГц	-75 дБн			
другие диапазоны	+20logN к значению в диапазоне 1-2 ГГц			
Амплитудная модуляция (Опция АМ)	Линейная	Логарифмическая		
Максимальная глубина модуляции	90 %	20 дБ		
Минимальный шаг изменения глубины модуляции	0,1 %	0,01 дБ		
Точность установки глубины модуляции при частоте модуляции 1 кГц	не более ±4%			
Частота модуляции (полоса по уровню 3 дБ, глубина модуляции 30 %)	от 0 до 100 кГц			
Искажения (частота модуляции 1 кГц, глубина 30 %)	не более 2 %			
Внешний сигнал модуляции	пиковое значение ± 1 В для отображаемой глубины			
Импульсная модуляция (Опция ИМ) только при выключенной АРМ				
Подавление в паузе в диапазоне частот	80 дБ			
Время нарастания, не более	50 нс			
Время спада, не более	50 нс			
Минимальная длительность импульса, не менее	500 нс			
Частота повторения импульсов	от 0 до 1 МГц			
Точность установки мощности относительно уровня в режиме НГ	не более 1 дБ			
Паразитное прохождение видеосигнала, не более	350 мВ			
Выброс за фронтом импульса, не более	15 %			
Задержка радиоимпульса относительно внешнего входа, не более	140 нс			
Внешний сигнал модуляции	1 В на нагрузку 50 Ом соответствует включению мощности			

Частотная модуляция (Опция УМ)	
Максимальная девиация	$N \times 10$ МГц
Разрешающая способность	0,1 % девиации
Полоса пропускания канала модуляции при девиации 100 кГц по уровню 3 дБ	от 0 до 7 МГц
Погрешность установки девиации при частоте модуляции 1 кГц	не более 2% установленной девиации +20 Гц
Смещение несущей	не более 2 % установленной девиации + $N \times 5$ Гц
Искажения при частоте модуляции 1 кГц и девиации $N \times 100$ кГц	не более 2 %
Внешний сигнал модуляции	пиковое значение ± 1 В для отображаемой девиации
Фазовая модуляция (Опция УМ)	
Максимальная девиация	$N \times 5$ рад
Полоса пропускания канала модуляции по уровню 3 дБ	от 0 до 1 МГц
Разрешающая способность	0,1 % девиации
Погрешность установки девиации при частоте модуляции 1 кГц	не более 0,5 % +0,01 рад
Искажения при частоте модуляции 1 кГц	не более 0,2%
Внешний сигнал модуляции	пиковое значение ± 1 В для отображаемой девиации
Внутренний источник аналоговой модуляции	
Форма сигнала	Синус
Диапазон частот	от 100 мГц до 1 МГц с шагом 1 мГц

ИЗМЕРИТЕЛЬ МОЩНОСТИ СВЧ

Измерение мощности СВЧ сигналов в коаксиальном тракте. Область применения – исследование, настройка и испытания СВЧ узлов, используемых в радиоэлектронике, связи, приборостроении и измерительной технике. Измеритель предназначен для работы в лабораторных, цеховых и полевых условиях.

СЕРИИ МЗМ



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

- Рабочий диапазон частот
 - МЗМ-18 от 0,01 до 18 ГГц
 - МЗМ-40 от 0,01 до 40 ГГц
 - МЗМ-50 от 0,01 до 50 ГГц
- Динамический диапазон измерения мощности от -60 до +20 дБм
- Погрешность измерения 10%
- Встроенная клавиатура и дисплей
- Управление от ПК через интерфейс USB 2.0
- Автономное питание
- Прочный корпус

В основу положен принцип преобразования мощности синусоидального СВЧ сигнала на диодном амплитудном детекторе в напряжение постоянного тока, что обеспечивает большой динамический диапазон измерений и высокое быстродействие.

Калибровочные коэффициенты, сохраненные в энергонезависимой памяти измерителя, позволяют скорректировать нелинейность амплитудной и частотной характеристик в диапазоне рабочих температур и минимизировать погрешность измерений.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение для ПК, входящее в комплект поставки, предназначено для дистанционного управления прибором, проведения измерений с возможностью протоколирования и статистической обработки результатов измерения.

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ

Измерители мощности СВЧ серии МЗМ являются малогабаритными портативными приборами с автономным питанием, что позволяет использовать их как в лабораторных, так и в полевых условиях. Наличие встроенного USB-интерфейса дает возможность дистанционного управления приборами и измерений в автоматическом режиме с сохранением результата.

В приборах серии МЗМ реализованы следующие режимы измерений:

- режим измерений абсолютной мощности СВЧ сигнала – в данном режиме отображается абсолютное значение мощности СВЧ сигнала. Измеренное значение может отображаться в единицах измерения «Вт» и «дБм»;
- режим измерений относительной мощности СВЧ сигнала – в данном режиме отображается значение мощности СВЧ сигнала относительно сохраненного уровня мощности в памяти прибора или введенного вручную. Измеренное значение может отображаться в единицах измерения «%» или «дБ».

Дополнительно на индикаторе измерителя может отображаться максимальное и минимальное значение результатов измерений.

Динамический диапазон измеряемой мощности может быть расширен за счёт использования внешних аттенюаторов или усилителей. Для автоматической компенсации результата измерений на значение коэффициента передачи внешнего устройства предусмотрена функция «Компенсация ослабления».

Функция звукового оповещения при проведении контрольных измерений позволяет регистрировать выход измеряемой мощности из интервала заданного пользователем.

Для сохранения результатов измерений в приборе предусмотрено 10 ячеек памяти. Запомненные значения могут быть использованы в качестве опорного уровня в режиме измерений относительной мощности СВЧ сигнала.

Для сохранения настроек параметров измерителя мощности и быстрого переключения между ними в приборе предусмотрено 10 профилей измерения.

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входит: измеритель мощности серии МЗМ, зарядное устройство, кабель USB, компакт - диск с программным обеспечением, эксплуатационная документация. Дополнительно в комплект поставки могут входить внешние аттенюаторы, переходы, кабельные сборки. Подробную информацию по аксессуарам смотрите в разделе «ЭСТ» данного каталога.

СЕРТИФИКАЦИЯ

Прибор МЗМ-18 прошел испытания с целью утверждения типа и внесен в Государственный реестр средств измерений.

Первичная поверка осуществляется на базе ООО «НПФ «МИКРАН» при участии ЦСМ.

Периодическая поверка может проводиться в аккредитованных метрологических центрах Российской Федерации.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон рабочих частот	
МЗМ-18	от 0,01 до 18,00 ГГц*
МЗМ-40	от 0,01 до 40,00 ГГц
МЗМ-50	от 0,01 до 50,00 ГГц
Диапазон измерений мощности	от 10^{-4} до 10 мВт (от минус 40 до +10 дБм)*
типичное значение	от 10^{-6} до 100 мВт (от минус 60 до +20 дБм)
Пределы допускаемой основной погрешности измерений:	
относительная	$\pm 20,0\%$ ($\pm 0,8$ дБ)*
типичное значение	$\pm 10,0\%$ ($\pm 0,4$ дБ)
СКО случайной составляющей погрешности	$\pm 2,5$ нВт*
типичное значение	$\pm 0,2$ нВт
погрешность рассогласования	$\pm 2 \cdot \Gamma_{\text{ист}} \cdot \Gamma_{\text{вх}} \cdot 100\%$
Пределы дополнительной относительной погрешности измерений при отклонении температуры окружающей среды от температуры 25 °С на каждые 10 °С	
типичное значение	$\pm 15\%$ ($\pm 0,6$ дБ)* $\pm 2,5\%$ ($\pm 0,1$ дБ)
КСВН входа СВЧ в диапазоне частот, не более:	
от 0,01 до 12,00 ГГц	1,4*
типичное значение	1,2
от 12,00 до 18,00 ГГц	1,5*
типичное значение	1,2
от 18,00 до 40,00 ГГц	1,5
от 40,00 до 50,00 ГГц	1,8
Тип входного соединителя по ГОСТ РВ 51914-2002	
МЗМ-18	тип III, вилка*
МЗМ-40	тип K, вилка (2,92 мм)**
МЗМ-50	тип I, вилка
Волновое сопротивление	50 Ом
Время установления рабочего режима, после включения прибора	10 с*
Продолжительность непрерывной работы:	
от аккумулятора с подсветкой	не менее 8 ч*
от аккумулятора без подсветки	не менее 16 ч*
Электропитание от зарядного устройства:	
входное напряжение частотой 50 Гц	(220 $\pm$ 22) В*
выходное напряжение постоянного тока	(6,0 $\pm$ 0,3) В*
ток заряда	не более 500 мА*
время заряда	не более 3 ч*
Электропитание от USB:	
ток заряда	не более 125 мА*
время заряда	не более 8 ч*
Габаритные размеры:	
длина	177,0 мм*
ширина	48,0 мм*
Высота	32,5 мм*
Масса	0,35 кг*
Условия эксплуатации:	
температура окружающей среды	от + 5 °С до + 40 °С*
относительная влажность воздуха при 30 °С	не более 90 %*
атмосферное давление	от 537 до 800 мм рт. ст.*
Показатели надежности:	
средняя наработка на отказ, не менее	10000 ч*
средний срок службы измерителя	5 лет*

Примечания:

1 $| \Gamma_{\text{ист}} |$ и $| \Gamma_{\text{вх}} |$ — модули коэффициентов отражения выхода источника сигнала и входа СВЧ измерителя соответственно.

2 «*» — сертифицированные метрологические характеристики

3 «**» — не стандартизованный тип соединителя

ЭЛЕМЕНТЫ СВЧ ТРАКТА

Предназначены для лабораторных измерений, калибровки скалярных и векторных анализаторов цепей разработаны согласованные нагрузки, нагрузки короткого замыкания и холостого хода.

ЭСТ



ОПИСАНИЕ

Разработаны и производятся СВЧ устройства в диапазоне частот до 50 ГГц с метрическими и дюймовыми соединителями. В трактах 7/3,04, 3,5/1,52, 2,92/1,27, 2,4/1,04 изготавливается серия детекторных головок и датчиков КСВН, предназначенных для измерителей P2M. С 2008 года освоен выпуск коаксиальных переходов в трактах 7/3,04, 3,5/1,52 и с тракта 7/3,04 на тракт 3,5/1,52.

ДЕТЕКТОРНЫЕ ГОЛОВКИ



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначены для формирования низкочастотных сигналов пропорциональных уровню мощности сигналов СВЧ. Детекторные головки применяются в комплекте с измерителями серии Р2М для измерения модуля коэффициентов передачи, усиления, ослабления и для измерения мощности. За счет применения особой конструкции и современной элементной базы, особенностями детекторных головок являются широкий диапазон частот (до 50 ГГц), широкий диапазон измеряемых мощностей (от +20 до -60 дБм), малая неравномерность АЧХ, низкое значение КСВН входа. Встроенный температурный датчик улучшает температурную стабильность при измерениях. Детекторные головки доступны двух типов: однодиодные и двухдиодные. Двухдиодные детекторные головки имеют более широкий динамический диапазон за счёт применения балансной схемы. Для работы с измерителями серии Р2М, в комплекте с каждой детекторной головкой поставляется компакт-диск с калибровочными данными.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Диапазон мощности, дБм*	Частотный диапазон, ГГц	КСВН, не более	Неравномерность АЧХ, дБ	Тип тракта	Тип соединителя
ДЗ-04-01 ДЗ-04-11	от -55 до +16	0,01 – 4	1,15	±0,3	7/3,04	Тип III, вилка
Д32-04-01 Д32-04-11	от -60 до +20	0,01 – 4	1,15	±0,3	7/3,04	Тип N, вилка
Д4-18-01 Д4-18-11	от -55 до +16	0,01 – 18	1,15 до 12 ГГц	±0,3	7/3,04	Тип III, вилка
Д42-18-01 Д42-18-11	от -60 до +20	0,01 – 18	1,2 до 18 ГГц	±0,5	7/3,04	Тип N, вилка
Д4-20-03 Д4-20-13	от -55 до +16	0,01 – 26,5	1,15 до 12 ГГц	±0,3	3,5/1,52	Тип IX, вар 3 вилка
Д42-20-03 Д42-20-13	от -60 до +20	0,01 – 26,5	1,2 до 26,5 ГГц	±0,5	3,5/1,52	Тип 3,5 вилка
Д4-40-14 Д42-40-14	от -55 до +16 от -60 до +20	0,01 – 40	1,15 до 12 ГГц 1,2 до 20 ГГц 1,42 до 40 ГГц	±0,3 ±0,5 ±2,0	2,92/1,27	Тип K, вилка
Д4-40-05 Д42-40-05	от -55 до +16 от -60 до +20	0,01 – 50	1,15 до 12 ГГц 1,2 до 20 ГГц 1,42 до 50 ГГц	±0,3 ±0,5 ±2,0	2,4/1,04	Тип I, вилка

* – диапазон мощности определяется тангенциальной чувствительностью диода, и максимальной входной мощностью в режиме НГ.

ДАТЧИКИ КСВН



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Датчики КСВН предназначены для формирования сигналов пропорциональных коэффициенту отражения исследуемого устройства в сечении измерительного соединителя. Сигнал пропорциональный коэффициенту отражения формируется за счет сравнения в мостовой схеме отраженного сигнала от внутренней эталонной нагрузки с сигналом, отраженным от исследуемого устройства. Сформированный сигнал детектируется на встроенном детекторе и передается для дальнейшей обработки. Датчики КСВН интегрировали в себе такие широкополосные устройства, как мост с высокой направленностью, высокочувствительный детектор и прецизионную нагрузку. Данные изделия применяются в комплекте с измерителями модуля коэффициента передачи и отражения серии Р2М.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Измерительный соединитель	Входной соединитель	Тракт	Частотный диапазон, ГГц	Направленность, дБ	Предел допустимой погрешности коэффициента отражения
ДК1-04-01Р ДК1-04-11Р	Tun III розетка Tun N розетка	Tun N розетка Tun N розетка	7/3,04	0,01 – 4	35	$\pm(0,025 + 0,1 \times \Gamma^2)$
ДК3-04-01Р ДК3-04-11Р ДК3-04-01 ДК3-04-11	Tun III розетка Tun N розетка Tun III вилка Tun N вилка	Tun N розетка Tun N розетка Tun N розетка Tun N розетка	7/3,04	0,01 – 4	40	$\pm(0,01 + 0,08 \times \Gamma^2)$
ДК3-18-01Р ДК3-18-11Р ДК3-18-01 ДК3-18-11	Tun III розетка Tun N розетка Tun III вилка Tun N вилка	Tun N розетка Tun N розетка Tun N розетка Tun N розетка	7/3,04	0,01 – 18	35	$\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$
ДК2-20-03Р ДК2-20-13Р ДК2-20-03 ДК2-20-13	Tun IX вариант 3 розетка Tun 3,5 розетка Tun IX вариант 3 вилка Tun 3,5 вилка	Tun 3,5 розетка Tun 3,5 розетка Tun 3,5 розетка Tun 3,5 розетка	3,5/1,52	0,01 – 20	35	$\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$
ДК2-40-14Р ДК2-40-14	Tun K розетка Tun K вилка	Tun K розетка Tun K розетка	2,92/1,27	0,01 – 12 12 – 20 20 – 40	35 32 30	$\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$ $\pm(0,025 + 0,12 \times \Gamma^2)$ $\pm(0,030 + 0,18 \times \Gamma^2)$
ДК2-50-05Р ДК2-50-05	Tun I розетка Tun I вилка	Tun I розетка Tun I розетка	2,4/1,04	0,01 – 12 12 – 25 25 – 50	35 32 30	$\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$ $\pm(0,025 + 0,12 \times \Gamma^2)$ $\pm(0,030 + 0,18 \times \Gamma^2)$

Предел допустимой погрешности коэффициента отражения описан формулой, состоящей из 3-х элементов. Например: $\pm(0,018 + 0,08 \times \Gamma^2)$. Где:

1-й элемент (0,018) – направленность датчика КСВН (35дБ), выраженная через коэффициент отражения;

2-й элемент (0,08) – КСВН (1,17) измерит. соединителя датчика, выраженный через коэффициент отражения;

3-й элемент (Γ) – измеренный коэффициент отражения исследуемого устройства.

КОАКСИАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ТРАКТЕ 7/3,04 ММ



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Коаксиальные переходы в тракте 7/3,04 мм серии ПК1 с воздушным диэлектриком и серии ПК2 с диэлектрической шайбой предназначены для использования с тестовым и измерительным оборудованием СВЧ. Переходы представлены в вариантах: «вилка-вилка», «розетка-розетка» и «вилка-розетка» (серии ПК2) с дюймовой либо метрической резьбой. Корпуса переходов изготовлены из нержавеющей стали. Центральные проводники изготовлены из латуни и закаленной бериллиевой бронзы, покрыты износостойким золотом. Диэлектрическая шайба изготовлена из прочного термостойкого пластика. Данная конструкция обеспечивает высокую повторяемость параметров, низкое отражение и малые вносимые потери. Переходы с метрическими соединителями с одной стороны и с дюймовыми соединителями с другой стороны позволяют соединять зарубежную аппаратуру с отечественной. Переходы типа «вилка-розетка» можно устанавливать для предотвращения поломки на соединители дорогой аппаратуры.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Тип перехода	КСВН			Вносимые потери			Рис.
		0 – 4 ГГц	4 – 12 ГГц	12 – 18 ГГц	0 – 4 ГГц	4 – 12 ГГц	12 – 18 ГГц	
ПК1-18-01-01 ПК1-18-01-11 ПК1-18-11-11	вилка-вилка	1,07	1,1	1,15	0,2	0,25	0,3	1
ПК1-18-01P-01P ПК1-18-01P-11P ПК1-18-11P-11P	розетка-розетка	1,07	1,1	1,15	0,2	0,25	0,3	2
ПК2-18-01-01 ПК2-18-01-11 ПК2-18-11-11	вилка-вилка	1,1	1,15	1,2	0,4	0,55	0,6	1
ПК2-18-01P-01P ПК2-18-01P-11P ПК2-18-11P-11P	розетка-розетка	1,1	1,15	1,2	0,4	0,55	0,6	2
ПК2-18-01-01P ПК2-18-01-11P ПК2-18-11-01P ПК2-18-11-11P	вилка-розетка	1,1	1,15	1,2	0,4	0,55	0,6	3

Соединители: тип III, тип N по ГОСТ РВ 51914-2002

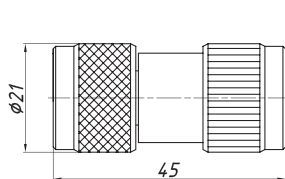


Рисунок 1.

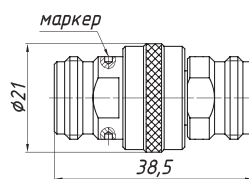


Рисунок 2.

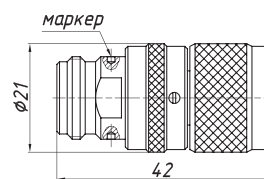


Рисунок 3.

Сетчатое рифление на гайке соответствует резьбе М16х1-6Н.
Прямое рифление на гайке соответствует резьбе 5/8"-24UNF-2B.
Наличие маркера на корпусе соответствует резьбе 5/8"-24UNF-2A.

КОАКСИАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ТРАКТЕ 3,5/1,52 ММ



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Коаксиальные переходы в тракте 3,5/1,52 мм имеют минимальные вносимые потери и отражение в диапазоне рабочих частот до 20 ГГц. Данная серия переходов выполнена с одинаковыми электрическими длинами трактов, как в переходах «вилка-вилка», «розетка-розетка», так и в переходах «вилка-розетка», что позволяет использовать эти переходы для калибровки приборов и проведения прецизионных измерений. Корпуса переходов изготовлены из латуни, центральные проводники изготовлены из латуни и бериллиевой бронзы. Все элементы покрыты износостойким золотом, гайки на соединителях типа «вилка» изготовлены из нержавеющей стали. Диэлектрическая шайба изготовлена из прочного термостойкого пластика, что обеспечивает высокую повторяемость и стабильность параметров.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Тип перехода	КСВН			Вносимые потери, дБ			Рис.
		0-4ГГц	4-12ГГц	12-20ГГц	0-4ГГц	4-12ГГц	12-20ГГц	
ПК2-20-01-01 ПК2-20-01-11 ПК2-20-11-11	вилка-вилка	1,05	1,1	1,15	0,2	0,25	0,3	1
ПК2-20-01P-01P ПК2-20-01P-11P ПК2-20-11P-11P	розетка-розетка	1,05	1,1	1,15	0,2	0,25	0,3	2
ПК2-20-01-01P ПК2-20-01-11P ПК2-20-11-01P ПК2-20-11-11P	вилка-розетка	1,05	1,1	1,15	0,2	0,25	0,3	3

Соединители: тип IX вариант 3, тип 3,5 по ГОСТ РВ 51914-2002

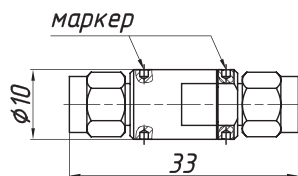


Рисунок 1.

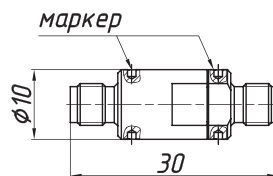


Рисунок 2.

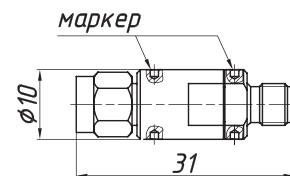
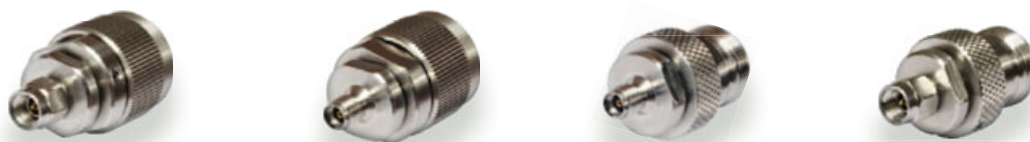


Рисунок 3.

Наличие маркера на корпусе соответствует резьбе 1/4"-36UNS-2A или 1/4"-36UNS-2B
Отсутствие маркера на корпусе соответствует резьбе M6x0,75-6g или M6x0,75-6H.

КОАКСИАЛЬНЫЕ ПЕРЕХОДЫ С ТРАКТА 3,5/1,52 ММ НА ТРАКТ 7/3,04 ММ



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Переходы с тракта 3,5/1,52 мм на тракт 7/3,04 мм выполнены с минимальной длиной тракта за счет применения специального трансформатора без ухудшения электрических и механических характеристик. Преимущество данной серии переходов в возможности соединить устройства в разных трактах с разными резьбами. Корпуса переходов изготовлены из нержавеющей стали. Центральные проводники изготовлены из латуни и закаленной бериллиевой бронзы, покрыты износостойким золотом. Диэлектрическая шайба изготовлена из прочного термостойкого пластика, что обеспечивает высокую повторяемость и стабильность параметров.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Тип перехода	КСВН			Вносимые потери, дБ			Рис.
		0-4ГГц	4-12ГГц	12-18ГГц	0-4ГГц	4-12ГГц	12-18ГГц	
ПК2-18-01Р-03Р ПК2-18-01Р-13Р ПК2-18-11Р-03Р ПК2-18-11Р-13Р	вилка-вилка	1,1	1,15	1,25	0,4	0,6	0,8	1
ПК2-18-01-03 ПК2-18-01-13 ПК2-18-11-03 ПК2-18-11-13	вилка-розетка	1,1	1,15	1,25	0,4	0,6	0,8	2
ПК2-18-01Р-03 ПК2-18-01Р-13 ПК2-18-11Р-03 ПК2-18-11Р-13	розетка-розетка	1,1	1,15	1,25	0,4	0,6	0,8	3
ПК2-18-01-03Р ПК2-18-01-13Р ПК2-18-11-03Р ПК2-18-11-13Р	розетка-вилка	1,1	1,15	1,25	0,4	0,6	0,8	4

Соединители: тип IX вариант 3, тип 3,5, тип III, тип N по ГОСТ РВ 51914-2002

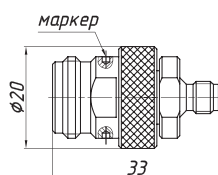


Рисунок 1.

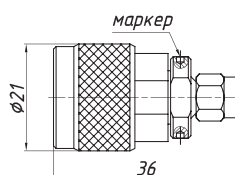


Рисунок 2.

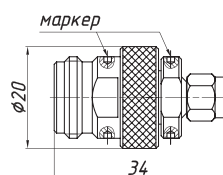


Рисунок 3.

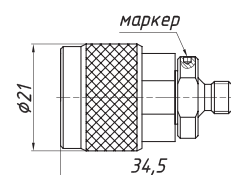


Рисунок 4.

Сетчатое рифление на гайке соответствует резьбе М16х1-6Н.

Прямое рифление на гайке соответствует резьбе 5/8"-24UNF-2B.

Наличие маркера на корпусе соответствует резьбе 1/4"-36UNS-2A, 1/4"-36UNS-2B, 5/8"-24UNF-2A.

Отсутствие маркера на корпусе соответствует резьбе М6х0,75-6g, М6х0,75-6H, М16х1-6g.

ГЕНЕРАТОРЫ ШУМА



ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

Предназначены для использования в качестве меры перепада спектральной плотности шумовой мощности в диапазоне частот от 0,01 до 4 и до 18 ГГц при работе с измерителями коэффициента шума.

- Волновое сопротивление выхода 50 Ом
- Температурная стабильность ИОШТ 0,01 дБ/°С
- Напряжение питания 28 ± 1 В
- Потребляемый ток < 30 мА
- Тип разъема питания BNC, розетка
- Диапазон рабочих температур от 0 до 50 °С
- Габаритные размеры 150 мм x 28 мм x 23 мм
- Масса 0,15 кг

Источником шумового напряжения в ГШМ1 является бескорпусный лавинно-пролетный диод (ЛПД), установленный в модуль гибридной интегральной схемы, которая, в свою очередь, соединена с прецизионным СВЧ переходом с помощью перехода-аттенюатора. Малый КСВ, стабильность характеристик и высокая надежность обеспечивается конструкцией перехода, в котором применяется износостойкая нержавеющая сталь, закаленная бериллиевая бронза и прочный термостойкий пластик. Кроме этого, питание ЛПД осуществляется через встроенный стабилизатор тока, обеспечивающий стабильность уровня СПМШ вне зависимости от стабильности напряжения питания генератора шума.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Модель	Диапазон частот	ИОШТ	КСВ выхода	Типы выходных соединителей по ГОСТ РВ 51914-2002
ГШМ1-04А-01 ГШМ1-04А-11	0,01...4 ГГц	6 ± 1 дБ	$< 1,2:1,0$	тип III, вилка тип N, вилка
ГШМ1-04В-01 ГШМ1-04В-11	0,01...4 ГГц	15 ± 1 дБ	$< 1,2:1,0$	тип III, вилка тип N, вилка
ГШМ1-18А-01 ГШМ1-18А-11 ГШМ1-18А-03 ГШМ1-18А-13	0,01...18 ГГц	6 ± 1 дБ	$< 1,25:1,0$	тип III, вилка тип N, вилка тип IX вариант 3, вилка тип 3,5 мм, вилка
ГШМ1-18В-01 ГШМ1-18В-11 ГШМ1-18В-03 ГШМ1-18В-13	0,01...18 ГГц	15 ± 1 дБ	$< 1,25:1,0$	тип III, вилка тип N, вилка тип IX вариант 3, вилка тип 3,5 мм, вилка

КОАКСИАЛЬНО-ВОЛНОВОДНЫЕ ПЕРЕХОДЫ



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Коаксиально-волноводные переходы позволяют произвести соединение между устройством в волноводном тракте и устройством в коаксиальном тракте с минимальными вносимыми потерями и отражением.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон частот	8,15 – 12,05 ГГц
КСВН	1,25 максимум
Коаксиальные соединители	тип IX вариант 3, тип 3,5, тип III, тип N по ГОСТ РВ 51914-2002
Тип волноводов:	
отечественный	23×10мм
зарубежный	WR-90

* Уточнение опций, тип фланцев и габаритных размеров производится при заказе.

КОАКСИАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ СОГЛАСОВАННЫЕ



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Прецизионные нагрузки в трактах 3,5/1,52 мм и 7/3,04 мм предназначены для использования в лабораторных измерениях, либо в качестве калибровочных стандартов для скалярных и векторных анализаторов цепей. Нагрузки серии НС1 выполнены в тракте 7/3,04 мм до 18 ГГц, нагрузки серии НС2 выполнены в тракте 3,5/1,52 мм до 20 ГГц. Оба типа нагрузок с соединителями «вилка» и «розетка». Нагрузки выполнены на основе коаксиального резистора. Корпуса соединителей нагрузок изготовлены из латуни, центральные проводники изготовлены из латуни и бериллиевой бронзы. Все необходимые элементы покрыты износостойким золотом, гайки на соединителях типа «вилка» изготовлены из нержавеющей стали.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Соединитель	Диапазон частот, ГГц	КСВН, max	Рис.
НС1-18-01	вилка	0 – 4	1,05	1
НС1-18-11		4 – 18	1,08	
НС1-18-01Р	розетка	0 – 4	1,05	2
НС1-18-11Р		4 – 18	1,08	
НС2-20-03	вилка	0 – 12	1,05	3
НС2-20-13		12 – 20	1,10	
НС2-20-03Р	розетка	0 – 12	1,05	4
НС2-20-13Р		12 – 20	1,10	

Соединители: тип IX вариант 3, тип 3,5, тип III, тип N по ГОСТ РВ 51914-2002

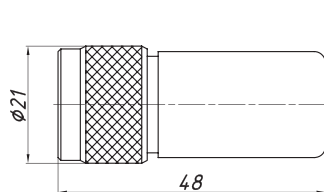


Рисунок 1.

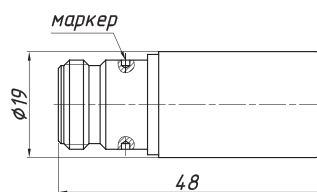


Рисунок 2.



Рисунок 3.

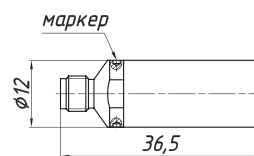


Рисунок 4.

КОАКСИАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ ХОЛОСТОГО ХОДА (ХХ) И КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ (КЗ)



ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Нагрузки КЗ предназначены для создания в коаксиальном тракте полного отражения сигнала в широком диапазоне частот. Экранированные нагрузки ХХ отличаются от КЗ разностью сигнала по фазе на 180°. Данные нагрузки применяются для калибровки скалярных и векторных анализаторов цепей в тракте 3,5/1,52 мм в диапазоне частот до 20 ГГц. Корпуса нагрузок изготовлены из латуни, центральные проводники изготовлены из латуни и бериллиевой бронзы, все необходимые элементы покрыты износостойким золотом. В качестве изолятора в нагрузке ХХ применяется прочный термостойкий пластик специальной формы, что позволяет уменьшить паразитные краевые емкости при хорошей механической прочности и стабильности параметров.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Соединитель	Тип нагрузки	Погрешность фазы	Тип резьбы	Рис.
НКЗ-20-03	вилка	КЗ	$\pm 4,0^\circ$	M6x0,75-6H	1
НКЗ-20-13	вилка	КЗ	$\pm 4,0^\circ$	1/4"-36UNS-2B	
НКЗ-20-03P	розетка	КЗ	$\pm 4,0^\circ$	M6x0,75-6g	2
НКЗ-20-13P	розетка	КЗ	$\pm 4,0^\circ$	1/4"-36UNS-2A	
НХЗ-20-03	вилка	ХХ	$\pm 4,0^\circ$	M6x0,75-6H	1
НХЗ-20-13	вилка	ХХ	$\pm 4,0^\circ$	1/4"-36UNS-2B	
НХЗ-20-03P	розетка	ХХ	$\pm 4,0^\circ$	M6x0,75-6g	2
НХЗ-20-13P	розетка	ХХ	$\pm 4,0^\circ$	1/4"-36UNS-2A	

Соединители: тип IX вариант 3, тип 3,5 по ГОСТ РВ 51914-2002

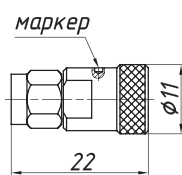


Рисунок 1.

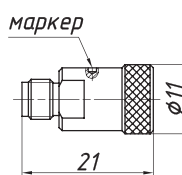


Рисунок 2.

НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ

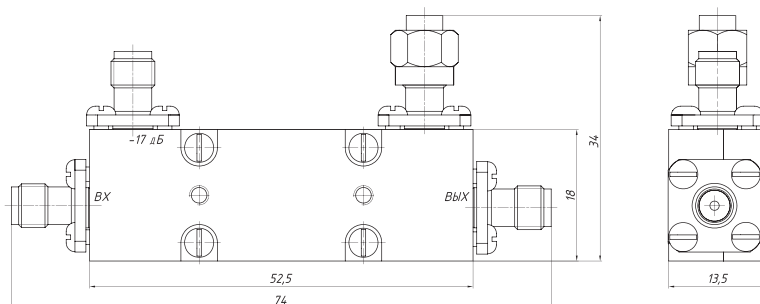


ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Основное назначение НО - разделять сигналы. Данные направленные ответвители выполнены на основе смещенной связанной полосковой линии и применяются в системах АРМ для контроля уровня мощности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Диапазон частот	4 – 20 ГГц
Направленность, не менее	16 дБ
Ответвление	$17 \pm 1,0$ дБ
Частотная неравномерность ответвления	$\pm 0,5$ дБ
Вносимые потери, не более	1 дБ
КСВН портов, не более	1,25
Соединители	тип IX вариант 1, тип SMA по ГОСТ РВ 51914-2002



СВЧ ДЕТЕКТОРЫ



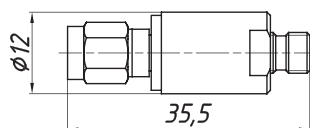
ОПИСАНИЕ И НАЗНАЧЕНИЕ

Предназначены для детектирования немодулированных СВЧ сигналов в широком диапазоне частот. Данные детекторы применяются в различных областях СВЧ техники, например в системах АРМ высокоточных генераторов СВЧ. За счет применения специальной конструкции и современных комплектующих, данные детекторы имеют малые габаритные размеры, широкий диапазон рабочих частот, малую неравномерность АЧХ, хороший КСВ входа. В стандартном исполнении полярность выходного сигнала отрицательная. По индивидуальному заказу возможно изменение полярности.

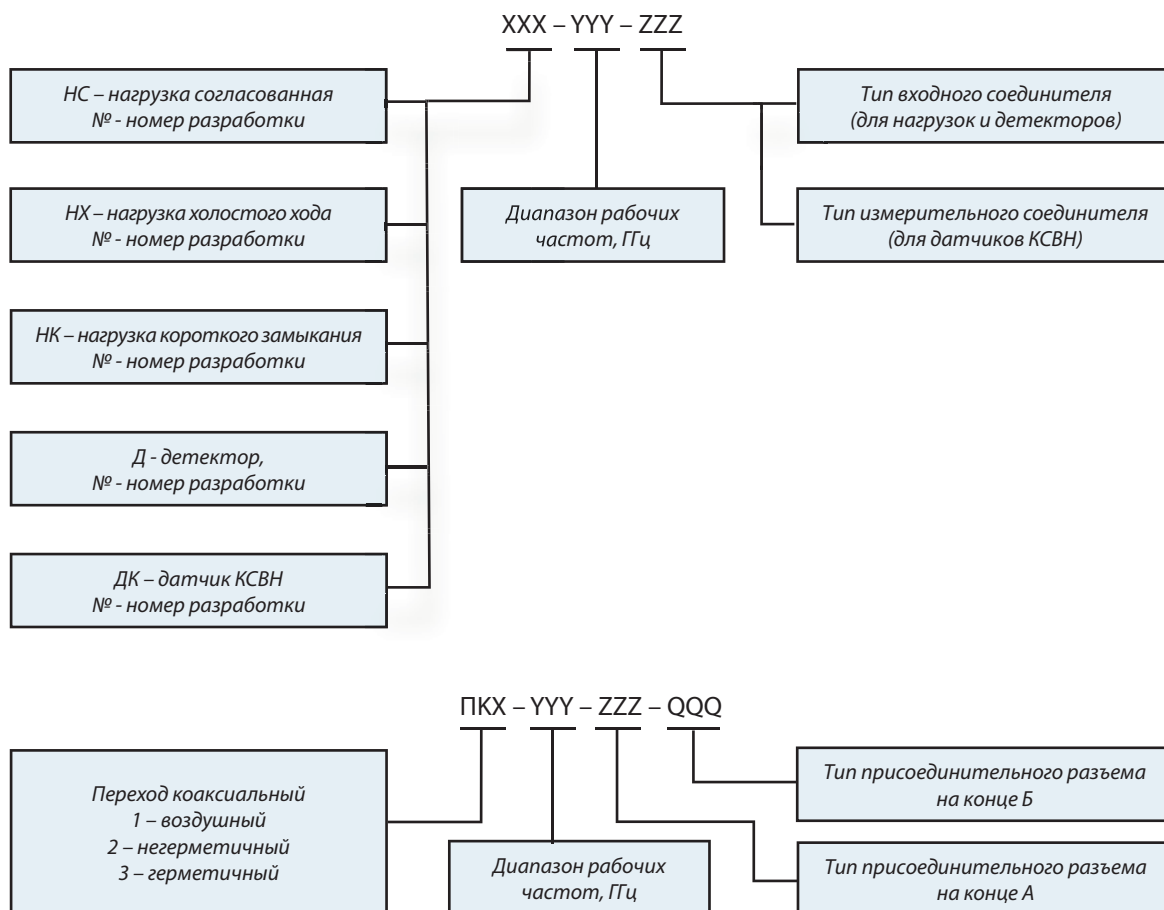
ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ

Модель	Тип резьбы входного соединителя	Соединители		Диапазон частот, Гц	Неравномерность АЧХ, дБ	КСВ, max	Выходная емкость, пФ	Р _{вых} , дБм
		вход	выход					
Д5-20-03	M6x0,75-6H	тип IX, вар 3 вилка	тип IX, вар 1 розетка	до 18	±1,0	1,25	30	+ 16
Д5-20-13	1/4"-36UNS-2B	тип 3,5 вилка	тип IX, вар 1 розетка	до 20	±1,5	1,25	30	+ 16
Д5-40-14	1/4"-36UNS-2B	тип К вилка	тип IX, вар 1 розетка	до 20 до 26,5 до 40	±1,0 ±1,5 ±3,0	1,25 1,3 1,3	30	+ 16

Соединители: тип IX вариант 1,3; тип 3,5 по ГОСТ РВ 51914-2002



КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ



01 – тип III, Вилка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 01Р – тип III, Розетка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 02 – тип IX, Вариант 1, Вилка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 02Р – тип IX, Вариант 1, Розетка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 03 – тип IX, Вариант 3, Вилка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 03Р – тип IX, Вариант 3, Розетка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 04 – тип 2,92М, Вилка, Резьба М6х0,75-6Н (тракт 2,92/1,27мм)
 04Р – тип 2,92М, Розетка, Резьба М6х0,75-6g (тракт 2,92/1,27мм)
 11 – тип N, Вилка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 11Р – тип N, Розетка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 12 – тип SMA, Вилка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 12Р – тип SMA, Розетка, по ГОСТ РВ 51914-2002
 13 – тип 3,5 мм, Вилка по ГОСТ РВ 51914-2002
 13Р – тип 3,5 мм, Розетка по ГОСТ РВ 51914-2002
 14 – тип 2,92, Вилка, (тракт 2,92/1,27мм)
 14Р – тип 2,92, Розетка, (тракт 2,92/1,27мм)

634045, Россия, г. Томск, ул. Вершинина, д. 47,
ООО «Научно-производственная фирма «МИКРАН»,

Телефон: +7 (3822) 42-18-77, 41-46-35.

Факс: +7 (3822) 42-36-15,

e-mail: pribor@micran.ru

Представительство НПФ «МИКРАН»:

125557, г. Москва, ул. Малая Грузинская, д.52/1, офис 42.1

Телефон: +7 (495) 660-3-650

Факс: +7 (495) 253-07-35

e-mail: msk@micran.ru

Для получения актуальной информации
об условиях поставки обращайтесь
по указанным телефонам
и электронным адресам.

Микран оставляет за собой право коррекции
обнаруженных ошибок, изменения
информации, содержащейся в каталоге,
без предварительного уведомления.