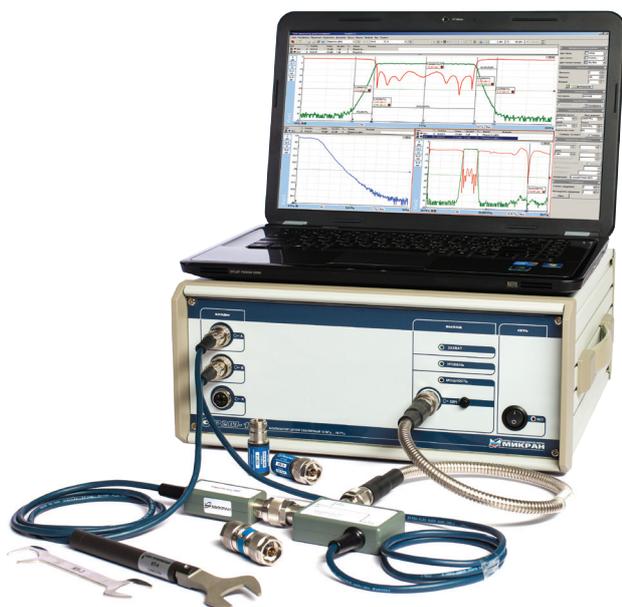


## АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ СКАЛЯРНЫЕ СЕРИИ P2M



ВНЕСЕН В ГОСРЕЕСТР СИ

### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Анализаторы цепей скалярные серии P2M (далее – анализаторы P2M) предназначены для измерений модуля коэффициента передачи (КП), модуля коэффициента отражения (КО), КСВН, мощности и для формирования непрерывных гармонических сигналов.

Дополнительные режимы<sup>2</sup> работы анализатора P2M позволяют контролировать динамические характеристики, групповое время задержки, параметры устройств с преобразованием по частоте и параметры устройств в импульсном режиме.

Область применения анализаторов P2M – исследование, настройка, испытания, контроль при производстве ВЧ и СВЧ устройств, используемых в радиоэлектронике, связи, радиолокации, измерительной технике.

Принцип действия анализаторов P2M основан на выделении высокочастотных электромагнитных волн (падающей, прошедшей через исследуемое устройство и отраженной от его входов), преобразовании их в низкочастотные напряжения, пропорциональные мощности этих волн, измерении напряжений и расчете модуля КП, модуля КО и КСВН. Выделение и преобразование электромагнитных волн в низкочастотное напряжение производится с помощью детекторных головок и датчиков КСВ.

Серия анализаторов P2M включает в себя три типа анализаторов, различающихся по диапазону рабочих частот:

### ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Широкий диапазон частот от 10 МГц до 4/20/40 ГГц
- Широкий диапазон регулировки мощности выходного сигнала от -90 дБм<sup>1</sup> до +15 дБм
- Высокая стабильность частоты и мощности выходного сигнала
- Возможность работы в нескольких коаксиальных трактах
- Одновременная работа с тремя измерительными каналами
- Возможность измерения модуля КП, КО и КСВН, группового времени задержки, динамических характеристик, параметров устройств с преобразованием по частоте, устройств в импульсном режиме, измерения с опорным каналом

- P2M-04A: от 10 МГц до 4 ГГц;
- P2M-18A: от 10 МГц до 20 ГГц;
- P2M-40: от 10 МГц до 40 ГГц.

Управление анализатором P2M осуществляется с помощью внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Graphit P2M», которое обрабатывает измеренные данные и обеспечивает отображение результатов измерений. Информационный обмен между анализатором P2M и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу Ethernet.

Программный интерфейс анализаторов P2M, совместим со стандартом IVI-COM, что дает возможность управлять анализатором P2M с помощью стороннего программного обеспечения.

Анализаторы P2M поставляются в нескольких модификациях, каждая из которых характеризуется определенным набором опций.

### ФУНКЦИИ И ОПЦИИ ПРИБОРА

#### ТИП ВЫХОДНОГО СВЧ СОЕДИНИТЕЛЯ

Тип выходного СВЧ соединителя генераторно-измерительного блока определяется опциями анализатора P2M (по ГОСТ РВ 51914-2002):

- опция «01P» – соединитель тип III (розетка);
- опция «11P» – соединитель тип N (розетка);
- опция «03P» – соединитель тип IX, вар.3 (розетка);

<sup>1</sup> С опцией «АТА/70»

<sup>2</sup> Погрешности измерений анализаторов P2M при работе в дополнительных режимах не нормируется



- опция «13P» – соединитель тип 3,5 мм (розетка);
- опция «05P» – соединитель тип 2,4 мм (розетка).

### РАСШИРЕННЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ДИАПАЗОН (ОПЦИЯ «АТА/70»)

Опция «АТА/70» – аппаратная опция. На выход анализатора устанавливается встроенный электромеханический ступенчатый аттенуатор 0...70 дБ с шагом 10 дБ для расширения диапазона регулировки уровня выходной мощности и диапазона измерения модуля КП.

### СИНТЕЗАТОР ЧАСТОТ

Анализатор P2M может использоваться как синтезатор частот, формирующий стабилизированный по частоте и мощности непрерывный гармонический сигнал с низким уровнем фазовых шумов в широком диапазоне частот и мощностей в следующих режимах:

- фиксированная частота и мощность;
- сканирование по частоте с фиксированным шагом;
- сканирование по списку частот;
- сканирование по мощности с фиксированным шагом;
- сканирование по списку мощностей.

Кроме того, с помощью внешнего импульсного модулятора и синхрогенератора, встроенного в анализатор P2M, возможно формирование сигнала с импульсной модуляцией с длительностью импульса от 20 нс до 4 с, периодом от 30 нс до 4 с и длительностью фронта/среза огибающей радиоимпульса менее 10 нс. В качестве внешнего импульсного модулятора рекомендуется использовать импульсные модуляторы серии МИ1, более подробная информация по которым представлена разделе «Контрольно-измерительная аппаратура СВЧ».

### ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ

Анализатор P2M может использоваться в качестве трехканального измерителя мощности.

### ДИНАМИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В анализаторе P2M реализована функция измерения динамических характеристик – зависимости уровня мощности на выходе исследуемого устройства от уровня мощности на его входе.

### ИЗМЕРЕНИЕ УСТРОЙСТВ С ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ ПО ЧАСТОТЕ

Анализатор P2M позволяет выполнять измерение модуля КП устройств с преобразованием по частоте: конверторов, смесителей, умножителей

и делителей частоты. Для измерения смесителей необходим внешний источник сигнала гетеродина, в качестве которого рекомендуется использовать второй анализатор P2M, синтезатор частот серии Г7М или портативный генератор сигналов серии PLG. Измерения смесителей могут выполняться с фиксированной частотой гетеродина или с синхронной перестройкой частоты гетеродина и сигнала.

### ИЗМЕРЕНИЕ ГРУППОВОГО ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ

В анализаторе P2M реализована функция измерения группового времени задержки, характеризующего линейность фазо-частотной характеристики исследуемого устройства. Используемая для определения группового времени задержки связь логарифма модуля амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики преобразованием Гильберта позволяет измерять групповое время задержки только для минимально фазовых цепей, «нули» и «полюса» которых лежат внутри единичного круга Z-плоскости.

### ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ

Анализатор P2M позволяет измерять модуль КП, модуль КО и КСВН в импульсном режиме. Минимальная длительность измеряемого радиоимпульса может меняться от 138 до 22655 мкс в зависимости от степени усреднения. Вариант выборки импульса – точка в импульсе. В зависимости от типа исследуемого устройства возможно два варианта формирования импульсного сигнала:

- управление включением/выключением мощности исследуемого устройства;
- формирование импульсного модулированного зондирующего сигнала с помощью внешнего импульсного модулятора.

Источник модулирующего сигнала может быть как внутренним, так и внешним. В качестве внешнего импульсного модулятора рекомендуется использовать импульсные модуляторы серии МИ1, более подробная информация по которым представлена в разделе «Контрольно-измерительная аппаратура СВЧ» стр. I-7.

### ИЗМЕРЕНИЕ С ОПОРНЫМ КАНАЛОМ

Измерения с опорным каналом позволяют улучшить качество измерений за счет отслеживания флуктуаций мощности, вызванных температурной нестабильностью мощности и рассогласованием измерительного тракта. Как правило, измерения с опорным каналом используются:

- при измерении КП устройств с малыми потерями, где флуктуации мощности на входе исследуемого устройства искажают результаты измерения;
- для компенсации температурных изменений

коэффициента усиления внешнего усилителя, который может устанавливаться на выходе анализатора P2M для увеличения мощности зондирующего сигнала;

- при динамических измерениях для измерения зависимости коэффициента передачи исследуемого устройства от уровня мощности на его входе.

### ИЗМЕНЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЗОНДИРОВАНИЯ

Применение совместно с анализатором P2M внешних переключателей серии ПЭМ1, ПЭМ2 позволяет менять направление зондирования при измерении параметров двух— и трехпортовых устройств. Данная возможность уменьшает время выполнения измерений, исключая необходимость дополнительной пересборки схемы измерений. Что особенно актуально при измерении параметров невзаимных устройств (вентилей, циркуляторов и т.д.).

Более подробная информация по переключателям серии ПЭМ1, ПЭМ2 представлена в соответствующем разделе каталога «Контрольно-измерительная аппаратура СВЧ».

### ИЗМЕРЕНИЕ В ВОЛНОВОДНОМ ТРАКТЕ<sup>3</sup>

Использование дополнительных аксессуаров (коаксиально-волноводных переходов и волноводных направленных ответвителей) позволяет использовать анализаторы P2M для измерения параметров устройств в волноводном тракте.

### КОРРЕКЦИЯ МОЩНОСТИ

Функция коррекции мощности позволяет устанавливать заданный уровень мощности непосредственно на входе исследуемого устройства, компенсируя потери (или усиление), вносимые элементами СВЧ тракта, соединяющими исследуемое устройство с СВЧ выходом анализатора P2M.

### СИСТЕМА СИНХРОНИЗАЦИИ

Возможность стабилизации частоты выходного сигнала от внешнего опорного генератора частотой 1, 5, 10 и 100 МГц, возможность стабилизации частоты внешних устройств от сигнала 10 МГц внутреннего опорного генератора и гибкая система цифровой синхронизации анализатора P2M позволяют организовать взаимодействие анализатора P2M с внешними устройствами. Это позволяет использовать анализатор P2M в различных измерительных схемах без разработки дополнительного программного обеспечения, например:

- измерение параметров смесителей;
- измерение параметров устройств в импульсном режиме;
- импульсная модуляция в режиме синтезатора частот.

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Программное обеспечение «Программный комплекс P2M «Graphit P2M», используемое для управления анализаторами P2M, обладает следующими достоинствами:

- удобный пользовательский интерфейс;
- гибкая система создания отчетов;
- возможность сохранения/загрузки профилей для измерительных схем;
- редактор формул для выполнения сложных математических операций;
- неограниченное количество измерительных трасс и трасс памяти;
- настраиваемая система маркеров.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

<b>Диапазон рабочих частот</b>	
P2M-04A	10 МГц ... 4 ГГц
P2M-18A <sup>1</sup>	10 МГц ... 20 ГГц
P2M-40	10 МГц ... 40 ГГц
<b>Дискретность установки частоты выходного сигнала</b>	1 Гц
<b>Относительная погрешность установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора</b>	$\pm 1 \times 10^{-6}$
<b>Диапазон установки уровня мощности выходного сигнала</b>	
<b>Без опции «АТА/70»</b>	
P2M-04A	-20 ... +15 дБм
P2M-18A	-20 ... +13 дБм
P2M-40	-20 ... +7 дБм
<b>С опцией «АТА/70»</b>	
P2M-04A	-90 ... +15 дБм
P2M-18A	-90 ... +13 дБм
P2M-40	-90 ... +7 дБм
<b>Дискретность установки мощности выходного сигнала</b>	0,1 дБ
<b>Погрешность установки уровня мощности выходного сигнала</b>	
<b>P2M-04A (P2M-18A)</b>	
-20 ... +15 (+13) дБм	$\pm 1$ дБ
-55 ... -20 дБм	$\pm 1,5$ дБ
<b>P2M-40</b>	
-20 ... +7 дБм	$\pm 1,5$ дБ
-55 ... -20 дБм	$\pm 2,5$ дБ
<b>Диапазон измерения модуля коэффициента передачи</b>	
<b>Без опции «АТА/70»</b>	
P2M-04A	-70 ... +35 дБм
P2M-18A	-65 ... +35 дБм
P2M-40	-60 ... +30 дБм
<b>С опцией «АТА/70»</b>	
P2M-04A	-70 ... +70 дБм
P2M-18A	-65 ... +65 дБм
P2M-40	-60 ... +60 дБм



<b>Диапазон измерения модуля коэффициента отражения</b>	0 ... 1
<b>Диапазон измерения КСВН</b>	1,02 ... 5
<b>Диапазон измерения мощности</b>	
P2M-04A	-55 ... +15 дБм
P2M-18A	-55 ... +13 дБм
P2M-40	-55 ... +7 дБм
<b>Погрешность измерения модуля коэффициента передачи<sup>2</sup></b>	
P2M-04A, P2M-18A	$\pm(0,02 \times  A  + 0,2)$ дБ
P2M-40	$\pm(0,02 \times  A  + 0,3)$ дБ
<b>Погрешность измерения модуля коэффициента отражения<sup>2</sup></b>	
P2M-04A, P2M-18A	$\pm(0,09 \times \Gamma^2 + 0,02)$
P2M-40	$\pm(0,014 \times \Gamma^2 + 0,04)$
<b>Погрешность измерения КСВН<sup>2</sup> при <math>K_{сгн} \leq 2,0</math></b>	
P2M-04A, P2M-18A	$\pm(3 \times K_{сгн} + 1)$ %
P2M-40 <sup>3</sup>	$\pm(5 \times K_{сгн} + 3)$ %
<b>Погрешность измерения мощности</b>	
P2M-04A, P2M-18A	$\pm 1$ дБ
P2M-40	$\pm 1,5$ дБ
Примечание: <sup>1</sup> – Диапазон рабочих частот P2M-18A с опциями «01P», «11P» от 10 МГц до 18 ГГц. <sup>2</sup> – А, Г, $K_{сгн}$ – измеренные значения модуля коэффициента передачи, коэффициента отражения и КСВН соответственно. <sup>3</sup> – При использовании измерительных аксессуаров до 20 ГГц погрешность составляет $\pm(3 \times K_{сгн} + 1)$ %, до 40 ГГц погрешность составляет $\pm(5 \times K_{сгн} + 1)$ %.	

### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АКСЕССУАРЫ

Для работы в разных сечениях коаксиального тракта с метрической и дюймовой типами резьбы анализатор P2M может комплектоваться различными измерительными аксессуарами (головки детекторные, датчики КСВ, нагрузки комбинированные, кабели СВЧ, переходы коаксиальные), количество и типы которых определяются при заказе.

#### ГОЛОВКИ ДЕТЕКТОРНЫЕ СЕРИИ Д42

Головки детекторные серии Д42 (далее – детекторы Д42) используются в анализаторах P2M для измерения мощности и выделения электромагнитной волны, прошедшей через исследуемое устройство при измерении модуля коэффициента передачи.

Детектор Д42 представляет собой широкополосный амплитудный детектор, построенный по двухдиодной схеме. СВЧ соединители изготовлены из износостойких материалов, обеспечивающих ресурс не менее 3000 сочленений.

Каждый детектор Д42 проходит индивидуальную калибровку при производстве, которая позволяет обеспечить высокую точность измерения абсолютного уровня мощности во всем диапазоне работы.



### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

<b>Диапазон рабочих частот</b>	
Д42-18-01, Д42-18-11	10 МГц ... 18 ГГц
Д42-20-03, Д42-20-13	10 МГц ... 20 ГГц
Д42-50-05	10 МГц ... 40 ГГц
<b>Диапазон измеряемой мощности<sup>1</sup></b>	
Д42-18-01, Д42-18-11	-55 ... +15 дБм
Д42-20-03, Д42-20-13	-55 ... +13 дБм
Д42-50-05	-55 ... +7 дБм
<b>Неравномерность АЧХ<sup>2</sup></b>	
Д42-18-01, Д42-18-11	$\pm 0,3$ дБ до 12 ГГц
	$\pm 0,5$ дБ до 18 ГГц
Д42-20-03, Д42-20-13	$\pm 0,3$ дБ до 12 ГГц
	$\pm 0,5$ дБ до 20 ГГц
Д42-50-05	$\pm 0,5$ дБ до 20 ГГц
	$\pm 2,0$ дБ до 40 ГГц
<b>Волновое сопротивление СВЧ соединителя</b>	50 Ом
<b>КСВН входа</b>	
Д42-18-01, Д42-18-11	1,2
Д42-20-03, Д42-20-13	1,2
Д42-50-05	1,5
<b>Максимальная входная мощность</b>	+23 дБм
<b>Тип соединителя СВЧ по ГОСТ РВ 51914-2002</b>	
Д42-18-01	тип III (вилка)
Д42-18-11	тип N (вилка)
Д42-20-03	тип IX вар. 3 (вилка)
Д42-20-13	тип 3,5 мм (вилка)
Д42-50-05	тип 2,4 мм (вилка)
Примечание: <sup>1</sup> – Диапазон измеряемой мощности, в комплекте с анализаторами P2M. <sup>2</sup> - Неравномерность без учета данных калибровки.	



## ДАТЧИКИ КСВ СЕРИИ ДК1, ДК4



Датчики КСВ серии ДК1, ДК4 используются в анализаторах P2M для выделения электромагнитной волны, отраженной от порта исследуемого устройства при измерении модуля коэффициента отражения и КСВН.

СВЧ соединители датчиков КСВ изготовлены из износостойких материалов, обеспечивающих ресурс не менее 3000 сочленений.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Диапазон рабочих частот	
ДК1-04-01P-01P, ДК1-04-11P-11P	10 МГц ... 4 ГГц
ДК4-18-01P-01P, ДК4-18-11P-11P	10 МГц ... 18 ГГц
ДК4-20-03P-03P, ДК4-20-13P-13P	10 МГц ... 20 ГГц
ДК4-50-05P-05P	10 МГц ... 40 ГГц
Направленность	
ДК1-04-01P-01P, ДК1-04-11P-11P	32 дБ
ДК4-18-01P-01P, ДК4-18-11P-11P	35 дБ
ДК4-20-03P-03P, ДК4-20-13P-13P	35 дБ
ДК4-50-05P-05P	35 дБ до 10 ГГц 30 дБ до 40 ГГц
Волновое сопротивление СВЧ соединителей	
	50 Ом
КСВН СВЧ соединителей	
ДК1-04-01P-01P, ДК1-04-11P-11P	1,2
ДК4-18-01P-01P, ДК4-18-11P-11P	1,2
ДК4-20-03P-03P, ДК4-20-13P-13P	1,2
ДК4-50-05P-05P	1,2 до 10 ГГц 1,5 до 40 ГГц
Максимальная входная мощность	
	+27 дБм
Номинальное значение вносимых потерь	
	6 дБ
Тип соединителя СВЧ по ГОСТ РВ 51914-2002	
ДК1-04-01P-01P ДК4-18-01P-01P	тип III (розетка)
ДК1-04-11P-11P ДК4-18-11P-11P	тип N (розетка)
ДК4-20-03P-03P	тип IX вар. 3 (розетка)
ДК4-20-13P-13P	тип 3,5 мм (розетка)
ДК4-50-05P-05P	тип 2,4 мм (розетка)