

## Анализаторы цепей скалярные серии Р2М

- 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



Внесен в Госреестр СИ

Анализаторы цепей скалярные серии Р2М (далее — анализаторы Р2М) предназначены для измерений модуля коэффициента передачи (КП), модуля коэффициента отражения (КО), коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН), мощности и для формирования непрерывных гармонических сигналов. Дополнительные режимы <sup>2</sup> работы анализатора Р2М позволяют контролировать динамические характеристики, групповое время задержки, параметры устройств с преобразованием по частоте и параметры устройств в импульсном режиме.

Область применения анализаторов Р2М — исследование, настройка, испытания, контроль при производстве ВЧ- и СВЧ-устройств, используемых в радиоэлектронике, связи, радиолокации, измерительной технике.

Принцип действия анализаторов Р2М 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 Р2М включает в себя три типа приборов, различающихся по диапазону рабочих частот:

- Р2М-04А: от 10 МГц до 4 ГГц;
- Р2М-18А: от 10 МГц до 20 ГГц;
- Р2М-40: от 10 МГц до 40 ГГц.

Управление анализатором Р2М осуществляется с помощью внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением «Graphit Р2М», которое обрабатывает измеренные данные и обеспечивает отображение результатов измерений. Информационный обмен между анализатором Р2М и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу Ethernet.

Программный интерфейс анализаторов Р2М совместим со стандартами IVI-COM и SCPI, что дает возможность управлять анализатором Р2М с помощью стороннего программного обеспечения и интегрировать прибор в автоматизированные контрольно-измерительные комплексы.

Анализаторы Р2М поставляются в нескольких модификациях, каждая из которых характеризуется определенным набором опций.

<sup>1</sup> С опцией «ATA/70»

<sup>2</sup> Погрешности измерений анализаторов Р2М при работе в дополнительных режимах не нормируются

## Функции и опции прибора

### Тип выходного СВЧ-соединителя

Тип выходного СВЧ-соединителя генераторно-измерительного блока определяется опциями анализатора Р2М:

- опция «01Р» — соединитель тип III (розетка);
- опция «11Р» — соединитель тип N (розетка);
- опция «03Р» — соединитель тип IX, вар. 3 (розетка);
- опция «13Р» — соединитель тип 3,5 мм (розетка);
- опция «05Р» — соединитель тип 2,4 мм (розетка).

### Расширенный динамический диапазон — аппаратная опция «АТА/70»

На СВЧ-выходе анализатора устанавливается встроенный электромеханический ступенчатый аттенюатор 0...70 дБ с шагом 10 дБ для расширения диапазона регулировки уровня выходной мощности и диапазона измерения.

### Режим скрытого отображения — опция «СРП»

Позволяет защитить конфиденциальные данные о рабочих частотах исследуемых устройств путем скрытия отображаемой сетки частот.

### Синтезатор частот

Анализатор Р2М 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 Р2М, 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 в соответствующем разделе каталога «Контрольно-измерительная аппаратура».

### Измерение мощности

Анализатор Р2М может использоваться в качестве трехканального измерителя мощности.

### Динамические измерения

В анализаторе Р2М реализована функция измерения динамических характеристик — зависимости уровня мощности на выходе исследуемого устройства от уровня мощности на его входе.

### Измерение устройств с преобразованием частоты

Анализатор Р2М 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 Р2М, 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 Р2М 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 Р2М позволяет измерять модуль КП, модуль КО и КСВН в импульсном режиме. Минимальная длительность измеряемого радиоимпульса может меняться от 138 до 22 655 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 соответствующем разделе каталога «Контрольно-измерительная аппаратура».

### **Измерение с опорным каналом**

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

- при измерении КП устройств с малыми потерями, где флюктуации мощности на входе исследуемого устройства искажают результаты измерения;
- для компенсации температурных изменений коэффициента усиления внешнего усилителя, который может устанавливаться на выходе анализатора Р2М для увеличения мощности зондирую-щего сигнала;
- при динамических измерениях для измерения за-висимости коэффициента передачи исследуемого устройства от уровня мощности на его входе.

### **Измерение в волноводном тракте \***

Использование дополнительных аксессуаров (коаксиально-волноводных переходов и волноводных направленных ответвителей) позволяет использовать анализаторы Р2М 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 Р2М.

### **Система синхронизации**

Возможность стабилизации частоты выходного сигнала от внешнего опорного генератора частотой 1, 5, 10 МГц, возможность стабилизации частоты внешних устройств от сигнала 10 МГц внутреннего опорного генератора и гибкая система цифровой синхронизации анализатора Р2М позволяют организовать взаимодействие анализатора Р2М с внешними устройствами. Это по-зволяет использовать анализатор Р2М в различных из-

мерительных 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 Р2М «Graphit Р2М», используемое для управления анализаторами Р2М, 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.

\* Погрешности измерения параметров в волноводном тракте не регламентированы.

## Технические характеристики

	P2M-04A	P2M-18A	P2M-40
Диапазон рабочих частот	10 МГц ... 4 ГГц	10 МГц ... 20 ГГц*	10 МГц ... 40 ГГц
Диапазон установки уровня мощности выходного сигнала, дБм: без опции «ATA/70» с опцией «ATA/70»	-20...+15 -90...+15	-20...+13 -90...+13	-20...+7 -90...+7
Диапазон измерения модуля коэффициента передачи, дБ: без опции «ATA/70» с опцией «ATA/70»	-70...+35 -70...+70	-65...+35 -65...+65	-60...+30 -60...+60
Диапазон измеряемой мощности, дБм	-55...+15	-55...+13	-55...+7
Погрешность установки уровня мощности выходного сигнала, дБ: -20...+15 (+13) дБм -20...+7 дБм -55...-20 дБм	± 1 — ± 1,5	— ± 1,5 ± 2,5	— ± 1,5 ± 2,5
Погрешность измерения модуля коэффициента передачи**, дБ	±(0,02× A +0,2)	±(0,02× A +0,3)	±(0,02× A +0,3)
Погрешность измерения модуля коэффициента отражения**	±(0,09×Γ <sup>2</sup> +0,02)	±(0,014×Γ <sup>2</sup> +0,04)	±(0,014×Γ <sup>2</sup> +0,04)
Погрешность измерения KCBH*** при $K_{ctU} \leq 2,0$ , %	±(3×K <sub>ctU</sub> +1)	±(5×K <sub>ctU</sub> +3)	±(5×K <sub>ctU</sub> +3)
Погрешность измерения мощности, дБ	± 1	± 1,5	± 1,5
Дискретность установки частоты выходного сигнала, Гц	1		
Относительная погрешность установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора		± 1 × 10 <sup>-6</sup>	
Дискретность установки мощности выходного сигнала, дБ	0,1		
Диапазон измерения модуля коэффициента отражения	0...1		
Диапазон измерения KCBH	1,02...5		

\* Диапазон рабочих частот P2M-18A с опциями «01P», «11P» от 10 МГц до 18 ГГц.

\*\* A, Γ, K<sub>ctU</sub> — измеренные значения модуля коэффициента передачи, коэффициента отражения и KCBH соответственно.

\*\*\* При использовании измерительных аксессуаров до 20 ГГц погрешность составляет ± (3 × K<sub>ctU</sub> + 1) %, до 40 ГГц погрешность составляет ± (5 × K<sub>ctU</sub> + 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.