

**«Компакт-М К201», «Компакт-М К203»,
«Компакт-М К204», «Компакт-М К206»,
«Компакт-М К209»**

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
Технические характеристики

РЭ 26.51.43.120-198-21477812-2024

Версия 25.5 28.11.2025





АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

Компакт-М К201, Компакт-М К203,
Компакт-М К204, Компакт-М К206, Компакт-М К209

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

Технические характеристики

Ноябрь 2025 г

Содержание

1 Введение	5
2 Меры безопасности при эксплуатации	6
3 Описание и принцип работы	8
3.1 Назначение	8
3.2 Состав	9
3.3 Технические характеристики	14
3.3.1 Метрологические и основные технические характеристики	14
3.3.2 Дополнительные технические характеристики	20
3.3.3 Функциональные возможности	30
3.4 Устройство и принцип работы	40
4 Подготовка к работе	42
4.1 Распаковывание и повторное упаковывание	42
4.1.1 Распаковывание	42
4.1.2 Упаковывание	43
4.2 Общие положения	45
4.3 Внешний осмотр	45
4.4 Чистка соединителей	46
4.5 Проверка присоединительных размеров	47
4.6 Подключение и отключение устройств	49
4.7 Порядок включения и выключения прибора	51
5 Порядок работы	53
5.1 Расположение органов управления	53
5.2 Передняя панель	58
5.3 Задняя панель	60
5.4 Порядок проведения измерений	63
6 Поверка	68
7 Проверка работоспособности	69
8 Техническое обслуживание	69
8.1 Общие указания	69
8.2 Порядок проведения технического обслуживания	69

Содержание

9 Текущий ремонт	71
10 Транспортирование	72
11 Хранение	72
12 Приложение А (справочное) Обзор приборов	74

1 Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения анализаторов цепей векторных (далее – анализатор или прибор).

Руководство по эксплуатации состоит из двух частей.

В первой части содержатся общие сведения об анализаторах, приведены основные и справочные технические характеристики, указаны состав, условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Во второй части приведены инструкции по установке и настройке программного обеспечения, дано описание программы, представлен порядок проведения измерений.

Перед началом эксплуатации анализаторов необходимо ознакомиться с настоящим руководством и методикой поверки для контроля метрологических характеристик.

Работа с анализаторами и их техническое обслуживание должны осуществляться квалифицированным персоналом с инженерной подготовкой, имеющим начальные навыки по работе с устройствами СВЧ и персональным компьютером.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право, не уведомляя потребителя, вносить в конструкцию и документацию анализатора изменения, не влияющие на их нормированные метрологические характеристики.

ВНИМАНИЕ!

Документ является результатом и творческого труда и интеллектуальной деятельности сотрудников предприятия-изготовителя. Не допускается использование данного документа, равно как и его части, без указания наименования документа и наименования предприятия-изготовителя.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ коммерческое использование данного документа, равно как и его части, без письменного согласия предприятия-изготовителя.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за последствия неправильной эксплуатации анализатора, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

2 Меры безопасности при эксплуатации


При эксплуатации прибора необходимо соблюдать требования: ГОСТ IEC 61010-1-2014, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».


ВНИМАНИЕ!

К работе с прибором могут быть допущены лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

ВНИМАНИЕ!

Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность кабеля питания, при подключении к сети – надежность заземления.

Заземление прибора рекомендуется производить через кабель питания, подключаемый к сетевому соединителю прибора и трехполюсной розетке сети. Дополнительно рекомендуется соединить клемму «», расположенную на задней панели прибора, с шиной защитного заземления.

До начала работы с прибором его корпус (клемма «») должен быть соединен с корпусом измеряемого устройства.

Разрыв линии защитного заземления может сделать работу с прибором опасной.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ

Производить соединение или разъединение кабеля питания при включенном приборе.

Нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

Защита от электростатического разряда

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества по ГОСТ IEC TR 61340-5-2-2021.

ВНИМАНИЕ!

Для предотвращения повреждения анализатора и персонала важно руководствоваться методами обращения со статически чувствительными устройствами, описанными в отраслевых стандартах.

Защита от электростатического разряда очень важна при подключении к прибору, либо при отключении от него измеряемого устройства. Статическое электричество может накопиться на вашем теле и при разряде повредить чувствительные элементы внутренних цепей либо прибора, либо измеряемого устройства.

ВНИМАНИЕ!

Для предотвращения повреждения оператора и анализатора чаще всего используется антистатическая браслетная система. В этом случае соблюдайте следующее:

- используйте заземленный проводящий настольный коврик под измеряемым устройством;
 - надевайте на руку заземленный антистатический браслет, подсоединенный к заземленному проводящему настольному коврику через последовательно подключенный резистор 1 МОм.
-

3 Описание и принцип работы

3.1 Назначение

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

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

Таблица 1 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209

Анализатор цепей векторный Компакт-М К201, Компакт-М К203, Компакт-М К204, Компакт-М К206, Компакт-М К209	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	95733-25

Для работы в автоматизированных измерительных стендах анализаторы цепей векторные поддерживают дистанционное управление по протоколам COM, TCP/IP Socket.

3.2 Состав

Анализаторы отличаются друг от друга верхней границей диапазона рабочих частот, количеством измерительных портов, расположенных на передней панели, наличием соединителей для прямого доступа к входам измерительных и опорных приемников, а также наличием соединителей для подключения расширителей по частоте. Функциональные особенности кратко перечислены в таблице 2 и [приложении А](#). Внешний вид анализаторов приведен в п. [Расположение органов управления](#).

Таблица 2 – Функциональные особенности

Анализатор	Диапазон рабочих частот
Двухпортовые анализаторы с волновым сопротивлением 50 Ом	
Компакт-М К201	от 9 кГц до 1,5 ГГц
Компакт-М К203	от 9 кГц до 3 ГГц
Компакт-М К204	от 9 кГц до 4,5 ГГц
Компакт-М К206	от 9 кГц до 6,5 ГГц
Компакт-М К209	от 9 кГц до 9 ГГц

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

Комплект поставки указан в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Комплект поставки Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Анализатор цепей векторный	Компакт-М (модификация Компакт-М К201 или Компакт-М К203 или Компакт-М К204 или Компакт-М К206 или Компакт-М К209) ¹	1

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Блок питания	–	1
Кабель питания	–	1
Кабель USB	–	1
USB flash накопитель, содержащий:	–	1
• Программное обеспечение	S2VNA	1
• Программные опции	– ²	опционально ³
• Руководство по эксплуатации	РЭ 26.51.43-198-21477812-2024	1
• Методику поверки	РТ-МП-336-441-2025	1
Формуляр	ФО 26.51.43-198-21477812-2024	1
Принадлежности ⁴	–	–

ПРИМЕЧАНИЯ:

- 1 Конкретная модель анализатора определяется при заказе.
- 2 Обозначение дополнительного программного обеспечения и опций см. во части II руководства по эксплуатации
- 3 Наличие программных опций определяется по отдельному заказу и подтверждается файлом лицензии и бумажным экземпляром лицензии на право пользования. Файл лицензии и установочные файлы программных опций находятся на USB flash накопителе из комплекта поставки анализатора.
- 4 Принадлежности, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.
- 5 Руководство по эксплуатации содержит две части.

Для эксплуатации анализаторов могут использоваться аксессуары, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки. Список аксессуаров приведен в таблицах далее. Указанные аксессуары

поставляются по отдельному заказу. Допускается использовать коммерчески доступные аксессуары любых производителей с параметрами, не хуже, чем у указанных в таблицах далее (см. параметры на сайте planarchel.ru) и с присоединительными размерами, указанными в п. [Проверка присоединительных размеров](#).

Аксессуары
Кабели измерительные
Переходы измерительные
Автоматические калибровочные модули
Наборы мер
Ключи тарированные

Измерительные кабели предназначены для подключения многопортовых исследуемых устройств (ИУ) к портам анализатора. Рекомендуемые кабели указаны в таблице 4.

Таблица 4 – Кабели измерительные

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Кабель измерительный	KM50	ООО "ПЛАНАР"
Общего применения		
Кабель измерительный	C50	ООО "ПЛАНАР"
<p>ПРИМЕЧАНИЕ – Количество кабелей и типы их соединителей определяются при заказе.</p>		

Для предотвращения поломки кабелей следует использовать переходы. Перечень рекомендуемых переходов указан в таблице 5.

Таблица 5 – Переходы измерительные

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Переход измерительный	ADP1A, ADP1B	ООО "ПЛАНАР" (НПК Таир)
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество переходов и типы их соединителей определяются при заказе.		

Средства калибровки предназначены для коррекции ошибок перед использованием, позволяющей существенно снизить погрешность измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения.

Для калибровки анализаторов могут использоваться автоматические калибровочные модули, наборы мер с резистивными согласованными нагрузками или с согласованными нагрузками с подвижным поглотителем, а также наборы мер с отрезками прецизионных линий передачи. Перечень рекомендуемых средств калибровки приведен в таблицах 6-10.

Таблица 6 – Автоматические калибровочные модули

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Автоматический калибровочный модуль	АСМ	ООО "ПЛАНАР"
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество и типы автоматических калибровочных модулей определяются при заказе.		

Таблица 7 – Набор мер

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Набор мер коэффициентов передачи и отражения	НМН, НМЗ,5	ООО "ПЛАНАР"

Наименование	Обозначение	Производитель
Общего применения		
Комплект мер калибровочных	N9.1, 6550F09, 6650F27	ООО "ПЛАНАР"
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество и типы наборов калибровочных мер определяются при заказе.		

Для предотвращения поломки соединителей и обеспечения максимальной повторяемости результата измерений подключение устройств рекомендуется выполнять с помощью тарированных ключей. Перечень рекомендуемых ключей приведен в таблице 8.

ВНИМАНИЕ! Затягивание соединителей следует выполнять с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента:

- от 1,1 до 1,5 Н·м для соединителей тип N

Таблица 8 – Ключи тарированные

Наименование	Обозначение	Производитель
Ключ тарированный	TW-3	НПК Таир

3.3 Технические характеристики

3.3.1 Метрологические и основные технические характеристики

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

Метрологические и технические характеристики анализатора приведены в таблицах 9 и 11 соответственно.

Метрологические и технические характеристики анализатора, указанные в таблицах 9 и 11, достигаются только с аксессуарами (кабелями KM50NMNM, KM50NM35M, наборами мер HMN, HMN35, автоматическими калибровочными модулями ACM2509(-011/-012); ACM2509(-111/-112)), указанными в описании типа на анализатор.

Таблица 9 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение
Диапазон частот, Гц	модификация Компакт-М К201	от $9 \cdot 10^3$ до $1,5 \cdot 10^9$
	модификация Компакт-М К203	от $9 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^9$
	модификация Компакт-М К204	от $9 \cdot 10^3$ до $4,5 \cdot 10^9$
	модификация Компакт-М К206	от $9 \cdot 10^3$ до $6,5 \cdot 10^9$
	модификация Компакт-М К209	от $9 \cdot 10^3$ до $9 \cdot 10^9$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала		$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности $P_{\text{вых}}$, дБ (1 мВт)		от -55 до 5

Наименование характеристики		Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности при $P_{\text{вых}} = 0$ дБ (1 мВт), дБ		$\pm 1,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности при $P_{\text{вх}} = 0$ дБ (1 мВт), дБ		$\pm 1,5$
Диапазон полос пропускания фильтра ПЧ с шагом 1/3, Гц		от 1 до $3 \cdot 10^5$
Средний уровень собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц, дБ (1 мВт), в диапазоне частот, не более	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	-90
	св. 0,3 МГц до 2 МГц включ.	-125
	св. 2 МГц до 1,5 ГГц включ.	-140
	св. 1,5 ГГц до 3 ГГц включ.	-138
	св. 3 ГГц до 4,5 ГГц включ.	-137
	св. 4,5 ГГц до 6,5 ГГц включ.	-135
	св. 6,5 ГГц до 9 ГГц включ.	-135
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи S_{21} при $S_{21} \leq 0$ дБ, $P_{\text{вых}} = 0$ дБ (1 мВт) и фильтре ПЧ 10 Гц в зависимости от частоты, дБ, не менее	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	от -60 до 0
	св. 0,3 МГц до 2 МГц включ.	от -95 до 0
	св. 2 МГц до 9 ГГц включ.	от -105 до 0

Наименование характеристики		Значение
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи S_{21} при $S_{21} > 0$ дБ, $P_{\text{вых}} = -30$ дБ (1 мВт) и фильтре ПЧ 10 Гц, дБ, не менее		от 0 до 30
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы при измерении $S_{11} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 1 кГц в диапазоне частот, дБ, не более	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	0,05
	св. 0,3 МГц до 9 ГГц включ.	0,002
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ΔS_{11} в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от диапазона частот 1,2 , отн. ед.	от 9 кГц до 0,3 МГц включ.	$\pm(0,017 + 0,004 \cdot S_{11} + 0,016 \cdot S_{11} ^2)$
	св. 0,3 МГц до 9 ГГц включ.	$\pm(0,012 + 0,004 \cdot S_{11} + 0,016 \cdot S_{11} ^2)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне от 0,017 до 1, градус		$\pm(1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{11} / S_{11}))$
Нелинейность приемников L на частоте 1 ГГц при уровне мощности на приемнике в диапазоне от -60 до 0 дБ (1 мВт), дБ		$\pm 0,08$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи T по МИ 3411-2013, дБ		$\pm 0,09$
Среднее квадратическое отклонение (СКО) шумов трассы σ при измерении S_{21} при фильтре ПЧ 10 Гц в зависимости от частоты и коэффициента передачи, дБ, не более		см. таблицу 10
Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи ΔS_{21} в зависимости от диапазона частот и коэффициентов передачи, дБ 3.4		см. таблицу 11

Наименование характеристики		Значение
Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус		$\pm(0,5+ 57 \cdot \arcsin (\Delta S_{21} /8,6))$
Опция импульсных измерений		
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи S_{21} при фильтре ПЧ 300 кГц в импульсном режиме в диапазоне частот от 3 МГц до 9 ГГц , дБ, не менее	$S_{21} \leq 0$ дБ, $P_{\text{ввых}} = 0$ дБ (1 мВт)	от -30 до 0
	$S_{21} > 0$ дБ, $P_{\text{ввых}} = -30$ дБ (1 мВт)	от 0 до 30
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы $\sigma_{\text{им}}$ при измерении S_{21} при фильтре ПЧ 300 кГц и длительности импульса 5 мкс в диапазоне частот от 3 МГц до 9 ГГц и коэффициенте передачи от -30 до 0 дБ, дБ, не более		0,15
Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности измерений в импульсном режиме, дБ, не более		$\pm(\Delta S_{21} + 2 \cdot \sigma_{\text{им}})$
<p>ПРИМЕЧАНИЯ:</p> <p>1 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения нормированы для измерения коэффициентов отражения двухполюсников или многополюсников с бесконечным ослаблением при фильтре ПЧ не более 100 Гц.</p> <p>2 При изменении температуры не более, чем ± 1 °С после калибровки по набору мер (полиномиальная модель) или автоматическому калибровочному модулю (табличные данные).</p> <p>3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи нормированы для измерения коэффициентов передачи согласованных многополюсников при $P_{\text{ввых}} = 0$ дБ (1 мВт) и фильтре ПЧ 10 Гц.</p> <p>4 Суммарная погрешность определяется по формуле ($\Delta S_{21} = T+L+2 \cdot \sigma$).</p>		

Таблица 10 – Среднее квадратическое отклонение шумов трассы (σ) при измерении S_{21} при фильтре ПЧ 10 Гц в зависимости от частоты и коэффициента передачи, дБ, не более

	Диапазон частот, Гц			σ , дБ, не более
	от $9 \cdot 10^3$ до $0,3 \cdot 10^6$ включ.	св. $0,3 \cdot 10^6$ до $2 \cdot 10^6$ включ.	св. $2 \cdot 10^6$ до $9 \cdot 10^9$ включ.	
Диапазон измерений S_{21} , дБ	от -60 до -40 включ.	от -95 до -75 включ.	от -105 до -85 включ.	0,5
	св. -40 до -20 включ.	св. -75 до -55 включ.	св. -85 до -60 включ.	0,05
	св. -20 до 0 включ.	св. -55 до 0 включ.	св. -60 до 0 включ.	0,005

Таблица 11 – Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности (ΔS_{21}) измерений модуля коэффициента передачи в зависимости от диапазона частот и значений коэффициентов передачи, дБ

	Диапазон частот, Гц			ΔS_{21} , дБ
	от $9 \cdot 10^3$ до $0,3 \cdot 10^6$ включ.	св. $0,3 \cdot 10^6$ до $2 \cdot 10^6$ включ.	св. $2 \cdot 10^6$ до $9 \cdot 10^9$ включ.	
Диапазон измерений S_{21} , дБ	от -60 до -40 включ.	от -95 до -75 включ.	от -105 до -85 включ.	$\pm 1,17$
	св. -40 до -20 включ.	св. -75 до -55 включ.	св. -85 до -60 включ.	$\pm 0,27$
	св. -20 до 0 включ.	св. -55 до 0 включ.	св. -60 до 0 включ.	$\pm 0,17$

Таблица 12 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Параметры электрического питания: <ul style="list-style-type: none"> • напряжение переменного тока, В • частота переменного тока, Гц 	от 210 до 240 50
Время прогрева, мин	30
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	297×160×44
Масса, кг, не более	2
Рабочие условия применения: <ul style="list-style-type: none"> • температура окружающей среды, °С • относительная влажность воздуха, % 	от +18 до +28 от 20 до 80

3.3.2 Дополнительные технические характеристики

Таблица 13 – Динамический диапазон

Наименование характеристики	Значение
Динамический диапазон при полосе пропускания фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБ, не менее:	
от 9 кГц до 0,3 МГц	85 (100 тип.)
от 0,3 МГц до 2 МГц	120 (125 тип.)
от 2 МГц до 1,5 ГГц	135 (137 тип.)
от 1,5 ГГц до 3 ГГц	133 (135 тип.)
от 3 ГГц до 4,5 ГГц	132 (134 тип.)
от 4,5 ГГц до верхней границы	130 (133 тип.)
ПРИМЕЧАНИЕ – При количестве точек измерений 1001, уровне выходной мощности +5 дБ (1 мВт).	

Таблица 14 – Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус

Диапазон частот	Диапазон измерений	Значение
от 9 кГц до 300 кГц	от -60 до -40 дБ	±7,05
	от -40 до -20 дБ	±1,66
	от -20 до 0 дБ	±1,12
от 300 кГц до 2 МГц	от -95 до -75 дБ	±7,05
	от -75 до -55 дБ	±1,66
	от -55 до 0 дБ	±1,12

Диапазон частот	Диапазон измерений	Значение
от 2 МГц до верхней границы	от -105 до -85 дБ	±7,05
	от -85 до -60 дБ	±1,66
	от -60 до 0 дБ	±1,12

Таблица 15 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\Delta|S_{11}|$ в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от диапазона частот, дБ

Диапазон частот	Диапазон измерений S11	Значение
от 9 кГц до 300 кГц	от -35 до -25 дБ	±2,70
	от -25 до -15 дБ	±0,76
	от -15 до 0 дБ	±0,09
от 300 кГц до верхней границы	от -35 до -25 дБ	±2,01
	от -25 до -15 дБ	±0,52
	от -15 до 0 дБ	±0,07

ПРИМЕЧАНИЯ:

- Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента отражения нормированы для измерения коэффициентов отражения двухполюсников или многополюсников с бесконечным ослаблением при фильтре ПЧ не более 100 Гц.
- При изменении температуры не более, чем ± 1 °С после калибровки по набору мер (полиномиальная модель) или автоматическому калибровочному модулю (табличные данные).

Таблица 16 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне от 0,017 до 1, градус

Диапазон измерений S11	Значение
от минус 35 до минус 25 дБ	±20
от минус 25 до минус 15 дБ	±6
от минус 15 до 0 дБ	±3

Таблица 17 – Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента передачи и отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более

Диапазон частот	Значение
от 9 кГц до 9 ГГц	0,02

Таблица 18 – Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
от 9 кГц до 300 кГц	8	10	10
от 300 кГц до верхней границы	15 (20 тип.)	15 (18 тип.)	15 (18 тип.)

Таблица 19 – Перекрестные помехи между портами, дБ

Диапазон частот	Значение
от 9 кГц до 1 МГц	-100 тип.
от 1 МГц до верхней границы	-150 тип.

ПРИМЕЧАНИЕ – Нескорректированные перекрестные помехи определяются при максимальном уровне выходной мощности.

Таблица 20 – Параметры выходов измерительных портов

Наименование характеристики	Значение
Минимальный шаг установки частоты, Гц	1
Разрешение синтезатора по частоте, Гц, не менее	0,08
Минимальный шаг изменения выходной мощности, дБ	0,05
Количество точек измерений	от 2 до 500 001
Относительный уровень гармонических составляющих спектра выходного сигнала в диапазоне частот ¹ , дБн, не более:	
от 9 кГц до 100 кГц	-15
от 100 кГц до 10 МГц	-18
от 10 МГц до верхней границы	-20
Относительный уровень негармонических составляющих спектра выходного сигнала в диапазоне частот ¹ , дБн, не более:	
от 9 кГц до 100 кГц	-15
от 100 кГц до 10 МГц	-18
от 10 МГц до верхней границы	-20
Фазовые шумы на частоте 1 ГГц на отстройке, дБн/Гц, не более:	
10 кГц	-114 тип.
100 кГц	-117 тип.
1 МГц	-131 тип.
10 МГц	-143 тип.

Наименование характеристики	Значение
ПРИМЕЧАНИЕ – Уровень гармонических и негармонических составляющих определяется в диапазоне частот анализатора при выходной мощности 0 дБ (1 мВт)	

Таблица 21 – Параметры входа измерительного порта

Наименование характеристики	Значение
Максимально допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБ (1 мВт)	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	35

Таблица 22 – Нелинейность амплитудной характеристики приёмников (компрессия), дБ

Уровень мощности на входе измерительного порта	Значение
+2 дБ (1 мВт)	0,05
+5 дБ (1 мВт)	0,1
+7 дБ (1 мВт)	0,15
+10 дБ (1 мВт)	0,3

Таблица 23 – Время измерения

Наименование характеристики	Значение
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	24 тип.
Время переключения источника между портами, мс, не более	1

Таблица 24 – Время измерений в рабочем диапазоне частот и полосе пропускания фильтра промежуточной частоты 300 кГц, мс, не более

Диапазон частот/ Полоса фильтра ПЧ	Количество точек	Без коррекции	Полная двухпортовая калибровка
от 9 кГц до 1 МГц ПЧ 300 кГц	51	8,5	16
	201	22	43
	401	40,3	79
	1601	147	291
от 1 МГц до верхней границы ПЧ 300 кГц	51	2,8	5,6
	201	7	13,7
	401	11,9	23,9
	1601	38,6	75

Таблица 25 – Измерительные порты

Наименование характеристики	Значение характеристики
Волновое сопротивление, Ом	50
Тип соединителя порта	тип N, розетка
Количество измерительных портов	2

Таблица 26 – Вход внешнего опорного генератора

Наименование характеристики	Значение характеристики
Соединитель	«Ref In/Out 10 MHz»
Тип соединителя	BNC, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала, дБ (1 мВт)	от -3 до +3
Входное сопротивление, Ом	50

Таблица 27 – Выход опорного генератора

Наименование характеристики	Значение характеристики
Соединитель	«Ref In/Out 10 MHz»
Тип соединителя	BNC, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности выходного сигнала на нагрузке 50 Ом, дБ (1 мВт)	от -1 до +3

Таблица 28 – Вход триггера

Наименование характеристики	Значение характеристики
Соединитель	«Pulse 2 In/ Out Trig In»
Тип соединителя	BNC, розетка
Напряжение низкого уровня, В	от 0 до 1,1
Напряжение высокого уровня, В	от 2,6 до 4,5
Амплитуда входного сигнала (ТТЛ-совместимый), В	от 0 до 4,5
Минимальная длительность импульса, мкс	2
Входное сопротивление, кОм, не менее	2
Полярность фронта синхронизации импульса	положительная/ отрицательная

Таблица 29 – Выход триггера

Наименование характеристики	Значение характеристики
Соединитель	«Pulse 1 Out Trig Out»
Тип соединителя	BNC, розетка
Максимальный выходной ток, мА	20
Напряжение низкого уровня, В, не более	от 0 до 0,6
Напряжение высокого уровня, В, не менее	от 3 до 3,8
Полярность фронта синхронизации импульса	положительная/ отрицательная

Таблица 30 – Внутренний импульсный генератор

Наименование характеристики	Значение характеристики
Соединитель	«Pulse 1 Out Trig Out», «Pulse 2 In/Out Trig In»
Тип соединителя	BNC, розетка
Минимальная длительность импульса, мкс	0,3
Длительность переднего фронта импульса по уровню от 10 % до 90 %, мкс	0,1
Длительность заднего фронта импульса по уровню от 10 % до 90 %, мкс	0,1
Подавление в квази-статическом режиме (глубина модуляции), дБ, не менее	60 (80 тип.)
Диапазон установки периода импульсов: для режима «Профиль импульса», с для режима «Точка в импульсе», с	от 10^{-3} до 10 от $2 \cdot 10^{-5}$ до 1

Таблица 31 – Вход импульсного модулятора

Наименование характеристики	Значение характеристики
Соединитель	«Mod Pulse In/Out»
Тип соединителя	BNC, розетка
Напряжение низкого уровня, В	от 0 до 1,1
Напряжение высокого уровня, В	от 2,6 до 4,5
Амплитуда входного сигнала (ТТЛ-совместимый), В	от 0 до 4,5

Наименование характеристики	Значение характеристики
Минимальная длительность импульса, мкс	2
Полярность фронта импульса синхронизации	положительная/ отрицательная
Входное сопротивление, кОм, не менее	2
Источник модуляции	внутренний / внешний

Таблица 32 – Требования к компьютеру

Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Интерфейс	USB 2.0 (High Speed)
Тип соединителя	USB Type-C

3.3.3 Функциональные возможности

Функциональные возможности приборов разделены на следующие группы:

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

Общие сведения	
Измеряемые параметры	S11, S21, S12, S22 Абсолютная мощность сигнала на входе опорного и измерительного приёмника каждого порта.
Число каналов	От 1 до 16 логических каналов. Логический канал представлен в виде отдельного окна на экране. Логический канал определяет параметры стимулирующего сигнала: частотный диапазон, число точек измерения, мощность сигнала и другие.
Число графиков	От 1 до 16 графиков данных в каждом логическом канале. Графики представляют

	различные характеристики исследуемого устройства, включая S-параметры, графики отклика во временной области, графики зависимости от входной мощности и другие.
Память графиков	Каждый из 16 графиков данных в логическом канале может быть запомнен для последующего сравнения с текущими данными.
Форматы графиков	Амплитуда в логарифмическом масштабе, амплитуда в линейном масштабе, фаза, фаза расширенная, групповое время запаздывания, коэффициент стоячей волны по напряжению, реальная часть, мнимая часть, диаграмма Вольперта-Смита, полярная диаграмма.
Управление источником сигнала	
Типы сканирования	Сканирование частоты с фиксированной мощностью: линейное, логарифмическое, сегментное. Сканирование мощности с фиксированной частотой: линейное.
Сегментное сканирование	Разновидность сканирования частоты с возможностью задания нескольких сегментов. В каждом сегменте задаются граничные частоты, число точек, мощность источника, полоса ПЧ.
Управление мощностью	Мощность источника регулируется в пределах от -55 до +5 дБ (1 мВт) с шагом 0,05 дБ. В режиме сканирования частоты с фиксированной мощностью имеется возможность задать наклон уровня мощности до 2 дБ/ГГц для компенсации затухания высоких частот во внешних кабелях.
Запуск развертки	Возможность выбора вида запуска развертки: повтор, однократно, стоп. Возможность выбора источника запуска: внутренний, ручной, внешний, программный.

Возможности индикации	
Виды графиков	Выбор индицируемых графиков: измеряемые данные, память данных, либо одновременная индикация данных и памяти.
Математика	Возможность модификации графика данных путем осуществления математической операции между графиком данных и памятью. Математические операции включают: сложение, вычитание, умножение, деление комплексных чисел.
Автомасштабирование	Автоматический выбор цены деления и опорного уровня, с тем, чтобы график измеряемой величины занимал по возможности большую часть экрана.
Электрическая задержка	Смещение плоскости калибровки для компенсации задержки в измерительной установке. Компенсация электрической задержки в самом исследуемом устройстве при измерении отклонения фазы от линейного закона.
Смещение фазы	Позволяет ввести смещение графика фазы в градусах.
Уменьшение погрешностей измерения	
Калибровка	Калибровка измерительной установки, включающей прибор, кабели и адаптеры, позволяет значительно снизить ошибки измерения. Калибровка позволяет скорректировать следующие систематические ошибки измерения, которые вызваны не идеальностью измерительной системы: амплитудная и фазовая неравномерность, конечная направленность, несогласованность порта источника и приемника, конечная развязка портов.

Механические комплекты калибровочных мер	Пользователь может выбирать из заранее predetermined комплектов калибровочных мер различных производителей или создавать определения собственных калибровочных мер.
Автоматические калибровочные модули	Автоматические калибровочные модули производства ООО «ПЛАНАР» делают процесс калибровки быстрее и проще, чем традиционные механические комплекты калибровочных мер.
Калибровочная мера типа скользящая нагрузка (нагрузка с подвижным поглотителем)	Использование данного типа мер позволяет значительно повысить точность калибровки на высоких частотах по сравнению с фиксированной нагрузкой.
Калибровочная мера типа «неизвестная» перемычка	Использование произвольного взаимного четырехполюсника вместо нулевой перемычки в полной 2-портовой калибровке позволяет калибровать тестовую установку для измерения устройств с не присоединяемыми соединителями.
Определение калибровочных мер	Поддерживаются определения калибровочных мер как с помощью принятой в отрасли полиномиальной модели, так и на основе данных (S-параметров).
Интерполяция при коррекции ошибок	При изменении пользователем установок источника сигнала по отношению к калибровке, таких как граничные частоты или число точек, производится пересчет калибровочных коэффициентов с использованием интерполяции или экстраполяции.
Вспомогательные калибровки	
Калибровка мощности	Служит для более точного поддержания заданного уровня мощности на входе исследуемого устройства. Требуется применения внешнего измерителя мощности, подключаемого

	к USB порту непосредственно, либо через переход USB/GPIB.
Калибровка приемников	Калибрует усиление приемников при измерении абсолютной мощности сигнала.
Функции маркеров	
Маркеры данных	До 16 маркеров на каждом графике. Маркер служит для индикации значений стимула и измеряемого значения в заданной точке графика.
Опорный маркер	Включает на всех маркерах режим индикации относительных данных, по отношению к опорному маркеру.
Маркерный поиск	Осуществляет поиск на графике: максимума, минимума, пика, целевого значения.
Дополнительные возможности маркерного поиска	Ограничение диапазона поиска. Переключение между режимами однократного поиска, либо слежения.
Установка параметров с помощью маркеров	Установка начальной, конечной или центральной частоты диапазона с помощью маркеров. Установка опорного уровня графика с помощью значения маркера.
Вычисления с помощью маркеров	Осуществляет вычисление четырех различных функций: статистика, полоса пропускания, неравномерность, параметры фильтра.
Статистика	Функция показывает среднее значение, среднеквадратическое отклонение и разность пик-пик для графика в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
Полоса пропускания	Функция осуществляет поиск полосы пропускания по заданному уровню относительно маркера или относительно абсолютного

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

<p>Временная область</p>	<p>Функция преобразования данных из частотной области в отклик устройства во временной области на различные виды сигналов. Вид моделируемых входных сигналов: радиоимпульс, видеоимпульс, видеоперепад. Диапазон временной области задается пользователем произвольно от нуля до максимума, который определяется установленным шагом по частоте. Используются различные формы окон для достижения компромисса между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков.</p>
<p>Временная селекция</p>	<p>Функция математического устранения нежелательных откликов во временной области, позволяет получить частотную характеристику устройства без влияния устройств подключения. Функция использует преобразование во временную область, вырезает заданную пользователем временную область, и использует обратное преобразование для возврата в частотную область. Возможен выбор вида фильтра временной селекции: полосовой или режекторный. Для достижения компромисса между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков предусмотрены различные формы фильтра: широкая, норма, минимум.</p>
<p>Измерение устройств с переносом частоты</p>	
<p>Скалярный метод измерения устройств с переносом частоты</p>	<p>Скалярный метод позволяет измерять скалярный коэффициент передачи смесителей и других устройств, у которых входная частота не равна выходной. Метод не требует применения внешних смесителей и других устройств. Скалярный метод использует режим смещения частоты портов, когда частота порта приёмника смещена относительно порта источника.</p>
<p>Векторный метод измерения устройств с</p>	<p>Векторный метод позволяет измерять модуль и фазу коэффициента передачи смесителей. Метод</p>

переносом частоты	требует применения внешнего смесителя, и единого гетеродина для внешнего и исследуемого смесителей.
Скалярная калибровка смесителей	Наиболее точный метод калибровки, используемый при измерении смесителей в режиме смещения частоты. Использует калибровочные меры XX, K3, нагрузку. Требует применения внешнего измерителя мощности, подключаемого к USB порту непосредственно, либо через переход USB/GPIB.
Векторная калибровка смесителей	Метод калибровки, используемый при векторном измерении смесителей. Использует калибровочные меры XX, K3, нагрузку.
Автоматическая подстройка частоты смещения	В режиме смещения частоты позволяет автоматически подстраивать частоту, компенсируя погрешность установки внутреннего гетеродина в исследуемом смесителе.
Импульсные измерения (опции PLS)	
Импульсные измерения в анализаторе	Анализатор содержит встроенный импульсный модулятор, синхронизатор и набор импульсных генераторов, реализующих различные режимы импульсных измерений. Анализатор поддерживает три режима импульсных измерений: синхронный широкополосный режим (точка в импульсе), асинхронный узкополосный режим, режим "профиль импульса". Для активации опции PLS требуется файл лицензии.
Другие возможности	
Управление прибором	Управление приборами осуществляется с помощью внешнего компьютера по USB интерфейсу.

Удобный графический интерфейс	Привычный интерфейс, основанный на операционной системе Windows, позволяет ускорить освоение измерителя пользователем.
Распечатка и сохранение графиков	Возможна распечатка графиков и данных на принтере с предварительным просмотром. Для предварительного просмотра используются три различных программы: MS Word, программа просмотра и распечатки изображений из поставки Windows, внутренняя. Это позволяет просмотреть, сохранить на диске и распечатать графики.
Удаленное управление	
COM/DCOM, TCP/IP Socket	Программное обеспечение прибора, работающее на компьютере под управлением ОС Windows, поддерживает следующие протоколы управления прибором и обмена данными с ним: COM-сервер, TCP/IP Socket-сервер. По возможностям управления протоколы одинаковы. Пользователь может выбрать любой удобный для него протокол. COM – сервер предоставляет программный интерфейс для вызова своих функций со стороны программ пользователя. TCP/IP Socket – сервер использует обмен текстовыми командами, соответствующими стандарту SCPI. SCPI является стандартом де-факто для управления измерительным оборудованием в мире на данный момент.

3.4 Устройство и принцип работы

Анализаторы состоят из измерительного блока, выполняющего функцию компаратора, и принадлежностей, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки.

Измерительный блок или компаратор обеспечивает формирование зондирующего сигнала в широком диапазоне частот и мощностей с последующим выделением падающего, прошедшего через исследуемое устройство и отражённого от его входов сигналов, формирование напряжений, пропорциональных этим сигналам с помощью приёмника с преобразованием частоты и предварительную цифровую обработку. Принцип действия основан на измерении отношения амплитуд и разности фаз сигнала источника и сигналов прошедшего или отраженного от исследуемого устройства. Окончательный расчет и отображение результатов измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения, как функцию отношений амплитуд и разности фаз от частоты источника сигнала, выполняет внешний управляющий компьютер. Связь с компьютером осуществляется через USB-интерфейс.

Измерительные кабели предназначены для подключения многопортовых исследуемых устройств к портам анализатора. Они должны обладать малой амплитудной и фазовой нестабильностью при изгибе. Для предотвращения поломки кабелей и улучшения повторяемости измерений следует использовать переходы. Средства калибровки предназначены для выполнения штатной процедуры, позволяющей устранить неидеальность измерительного тракта при определении комплексных коэффициентов передачи и отражения и существенно снизить погрешность их измерений. Для калибровки анализаторов могут использоваться автоматические калибровочные модули, наборы мер с резистивными согласованными нагрузками или с согласованными нагрузками с подвижным поглотителем, а также наборы мер с отрезками прецизионных линий передачи.

Анализатор объединяет в одном малогабаритном металлическом корпусе: генераторы испытательного и гетеродинного сигналов, аттенюаторы регулировки мощности, направленные ответвители (ОН), многоканальный приёмник, блок управления на базе сигнального процессора и блок питания.

Падающие и отраженные волны блоков ОН преобразуются смесителями (СМ) в колебания первой промежуточной частоты (ПЧ), поступают в четырехканальный приемник обработки на ПЧ, в котором после фильтрации преобразуются в цифровые коды и подаются на последующую обработку (фильтрация, измерение разности фаз, измерение амплитуды) в сигнальный процессор. Измерительные фильтры на ПЧ реализованы в цифровой форме. Каждый из портов может быть источником испытательного сигнала или приемником сигнала, прошедшего

исследуемое устройство. При этом если порт 1 является источником, то порт 2 будет приемником. Наименования «падающая и отраженная» волна справедливы для порта-источника испытательного сигнала. Сочетание узлов ОН, СМ и четырехканальный приемник обработки на ПЧ образуют четыре идентичных измерительных приемника сигнала.

Упрощенные структурные схемы двухпортовых и четырехпортовых анализаторов приведены на рисунках 1 и 2.

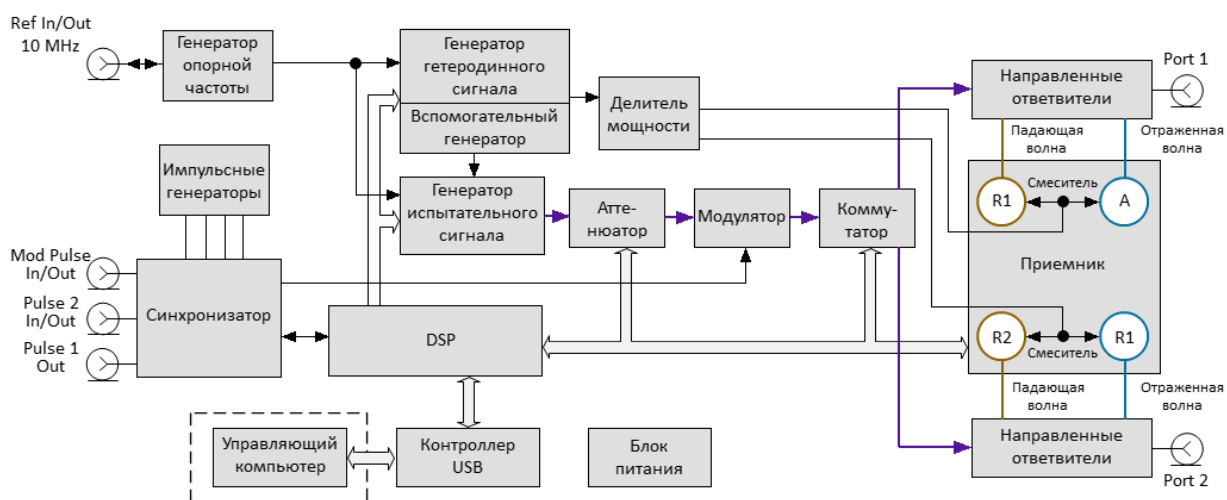


Рисунок 1 – Структурная схема анализаторов

4 Подготовка к работе

4.1 Распаковывание и повторное упаковывание

Упаковка анализатора обеспечивает защиту от климатических и механических повреждений при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении.

Для упаковывания анализатора используется индивидуальная потребительская тара.

В качестве индивидуальной потребительской тары используются коробка из гофрированного картона и пакеты из полиэтиленовой пленки.

4.1.1 Распаковывание

Распаковывание проводить в указанной последовательности:

- расположите коробку в соответствии с манипуляционными знаками;
- откройте коробку, ознакомьтесь с сопроводительной документацией, аккуратно извлеките полиэтиленовые пакеты с анализатором, блоком или кабелем питания, кабелем USB, USB flash накопителем с эксплуатационной документацией;
- снимите пакеты и проведите внешний осмотр:
 - 1 проверьте наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя;
 - 2 проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе анализатора, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
 - 3 проведите визуальный контроль целостности соединителей, расположенных на передней и задней панели;
 - 4 проверьте отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей измерительных портов;
 - 5 проверьте целостность кабеля USB и блока или кабеля питания.

ПРИМЕЧАНИЕ

После распаковывания рекомендуется картонную коробку совместно с амортизационным материалом и транспортной тарой сохранить для возможного дальнейшего использования (постановки на хранение или отправки на ремонт).

4.1.2 Упаковывание

Упаковывание должно производиться в закрытом помещении с температурой воздуха не ниже 15 °С и относительной влажностью до 80 %.

Перед упаковыванием необходимо провести внешний осмотр:

- проверьте наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя;
- если упаковывание проводится перед хранением, проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе анализатора, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
- проведите визуальный контроль целостности соединителей, расположенных на передней и задней панели;
- проверьте отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей измерительных портов;
- проверьте целостность кабеля USB и блока или кабеля питания.

Упаковывание проводить в следующей последовательности:

- поместите анализатор, блок или кабель питания, кабель USB и USB flash накопитель в полиэтиленовые пакеты соответствующего размера;
- добавьте в пакет с анализатором пакетики с мелкопористым силикагелем массой приблизительно 10 г;
- вложите блок или кабель питания, кабель USB и USB flash накопитель в коробку;
- вставьте пакет с анализатором в коробку со специальным вкладышем из пенополиэтилена, выполняющим амортизационную функцию;
- закройте анализатор вторым вкладышем из пенополиэтилена;

ПРИМЕЧАНИЕ

В качестве амортизационного материала, заполняющего пространство между стенками коробки и анализатора, может быть использован другой материал, обеспечивающий фиксацию анализатора в таре и не вызывающий коррозию.

- для заполнения пустоты в верхней части коробки, при необходимости, положите мягкий вкладыш;

- заполните необходимую сопроводительную документацию и поместите ее в полиэтиленовый пакет (прозрачный файл или мультифору);
- вложите сопроводительную документацию в коробку;
- закройте коробку крышкой и зафиксируйте крышку скотчем (клейкой лентой) с четырех сторон;
- нанесите на коробку маркировку:
 - 1 наименование предприятия-изготовителя;
 - 2 наименование и серийный номер анализатора;
 - 3 манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно!», «Беречь от влаги» и «Верх», если используется не оригинальная индивидуальная потребительская тара.

4.2 Общие положения

Если анализатор и подключаемые принадлежности находились в условиях отличных от условий эксплуатации, прежде чем включить их и приступить к работе, выдержите их в условиях эксплуатации не менее двух часов.

Распакуйте анализатор, если он находится в упаковке или транспортной таре.

Установите анализатор на рабочем месте. Площадь поверхности рабочего стола должна быть достаточной для размещения на ней анализатора и исследуемых устройств.

Установите анализатор на ровную поверхность рабочего стола так, чтобы все ножки анализатора упирались в нее, и обеспечивался свободный доступ к соединителям и выключателю питания. Устройства, подключаемые к анализатору, должны располагаться на рабочей поверхности стола или непосредственно над ней.

При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе анализатора не должны закрываться предметами.

Осмотр разрешается проводить только при отключении анализатора от сети электропитания и отсоединении кабеля питания.

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

Проведите внешний осмотр анализатора совместно с используемым комплектом принадлежностей. При необходимости, проведите чистку соединителей измерительных портов анализатора, кабелей и переходов, а также средств калибровки и выполните проверку присоединительных размеров соединителей указанных устройств.

4.3 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится для выявления видимых дефектов анализатора и подключаемых к нему устройств.

Последовательность проведения внешнего осмотра:

- при первичном осмотре проверьте наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя, отсутствие следов вскрытия корпуса анализатора, целостность кабелей питания и USB;
- проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе анализатора, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей

или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки. При обнаружении несоответствий дальнейшая работа с анализатором запрещается;

- при наличии, проведите визуальный контроль целостности устройств из комплекта принадлежностей, к которым относятся кабели, переходы и средства калибровки;
- проведите визуальный контроль целостности и чистоты соединителей измерительных портов анализатора, кабелей и переходов, а также средств калибровки. При обнаружении посторонних частиц проведите чистку их соединителей;
- проверьте отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей указанных устройств.

ВНИМАНИЕ!

При обнаружении механических повреждений соединителя какого-либо устройства дальнейшая работа с этим анализатором запрещается. Анализатор бракуется и изолируется с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других устройств.

4.4 Чистка соединителей

Чистку соединителей рекомендуется проводить до и после использования анализатора и комплекта принадлежностей.

Чистку коаксиальных соединителей тип N проводить по следующей методике:

- протрите поверхности соединителей, указанные стрелками на рисунке 2, палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте; капли спирта не должны попадать вовнутрь устройств;

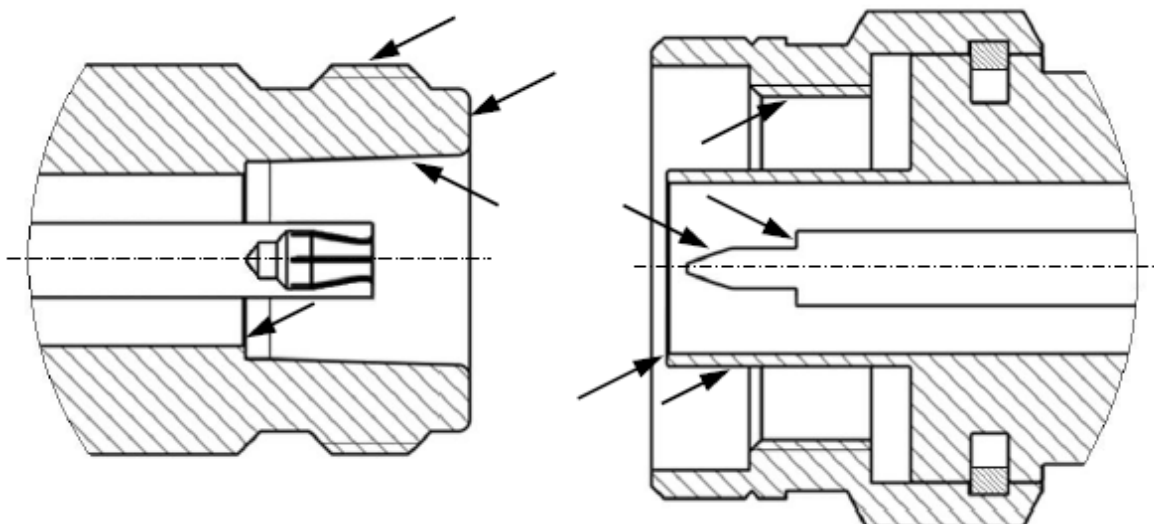


Рисунок 2 – Соединители тип N (розетка и вилка)

- проведите чистку остальных внутренних поверхностей соединителей, продув их воздухом;
- просушите соединители, убедитесь в отсутствии остатков спирта внутри соединителей;
- проведите визуальный контроль чистоты соединителей, убедитесь в отсутствии посторонних частиц;
- при необходимости повторите чистку.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять металлические предметы для чистки соединителей.

ВНИМАНИЕ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ протирать центральный проводник соединителей «розетка». Чистку проводить продувкой воздухом.

4.5 Проверка присоединительных размеров

Рекомендуется проверить при первом использовании присоединительные размеры соединителей измерительных портов анализатора, кабелей и переходов, а также средств калибровки. В дальнейшем, проверяйте присоединительные размеры регулярно.

Первая проверка соединителей позволит получить значения присоединительных размеров, которые могут быть использованы при эксплуатации анализатора для оценивания изменений размеров.

Повторная проверка соединителей рекомендуется, если:

- по результатам внешнего осмотра или по результатам выполненных измерений возникает предположение о поломке или повреждении какого-либо соединителя;
- обнаружено, что соединители устройств, использовавшихся с анализатором, повреждены или их присоединительные размеры не соответствуют нормам, установленным для данного типа соединителей;
- с момента предыдущей проверки проведено более 100 присоединений к любому из соединителей.

При проверке измеряется только размер «А» (см. рисунке 3).

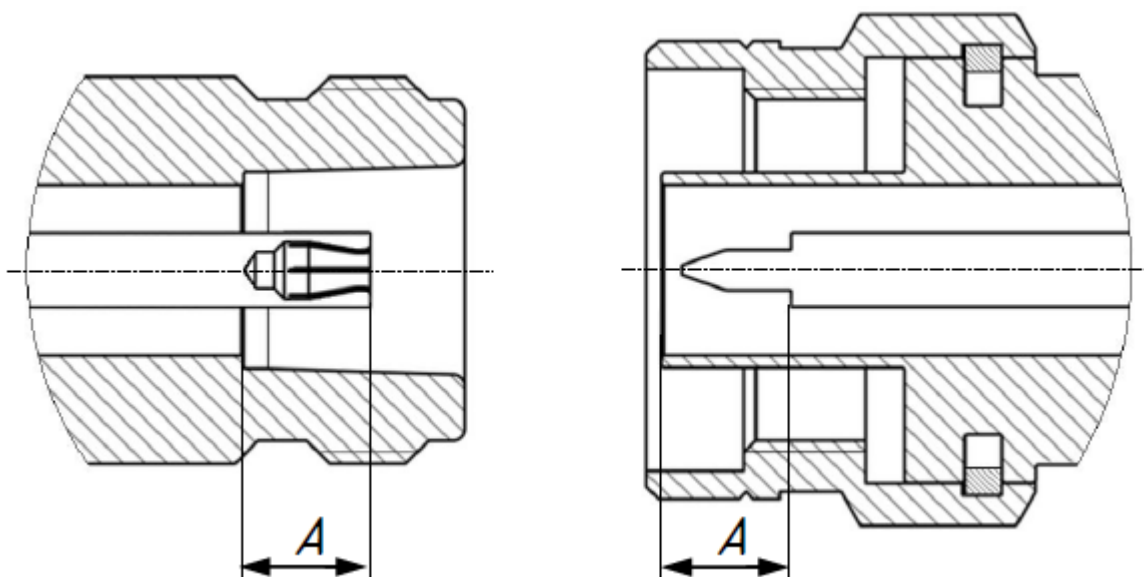


Рисунок 3 – Соединители тип N (розетка и вилка)

Проверка присоединительных размеров выполняется с применением комплекта для измерений соединителей коаксиальных (например, КИПР-11Р-11) в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на него или универсальным инструментом для измерений линейных размеров (например, микрометром, индикатором часового типа и др.).

Присоединительный размер «А» соединителей измерительных портов анализатора должен находиться в пределах:

- тип N, вилка, мм от 5,28 до 5,36
- тип N, розетка, мм от 5,18 до 5,26

ВНИМАНИЕ! Не допускается присоединять к анализатору устройства или кабели с присоединительными размерами не соответствующим указанным для типа N.

Норма на присоединительный размер «А» соединителей других устройств (кабелей, переходов, средств калибровки) должна быть указана в эксплуатационной документации на них.

ПРИМЕЧАНИЕ При обнаружении несоответствий размеров проверяемого соединителя установленным нормам необходимо выполнить ремонт. Анализатор с такими соединителями бракуют.

4.6 Подключение и отключение устройств

При эксплуатации анализатора постоянно возникает необходимость подключения различных устройств между собой: кабелей к измерительным портам анализатора, переходов к кабелям, средств калибровки к переходам или портам анализатора, а также исследуемых устройств к портам и т.д.

Подключение устройств с коаксиальными соединителями рекомендуется выполнять в следующей последовательности для обеспечения максимальной повторяемости результата измерений и предотвращения поломки:

- аккуратно совместите соединители подключаемых устройств;
- удерживая подключаемое устройство, руками накрутите гайку соединителя «вилка». При этом рабочие поверхности центральных проводников и опорные плоскости внешних проводников должны соприкоснуться, как показано на рисунке 4;
- затяните с помощью тарированного ключа (усилие затягивания зависит от типа соединителя) гайку соединителя «вилка», при этом следует удерживать подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания. Окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводите, удерживая ключ за конец ручки. Прекратите затягивание в момент излома ручки ключа.

Присоединение следует осуществлять только вращением гайки соединителя «вилка».

ЗАПРЕЩАЕТСЯ вращать корпус подключаемого устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ

Затягивание гайки соединителя «вилка» выполняйте с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента.

- от 1,1 до 1,5 Н·м – для соединителей тип N.

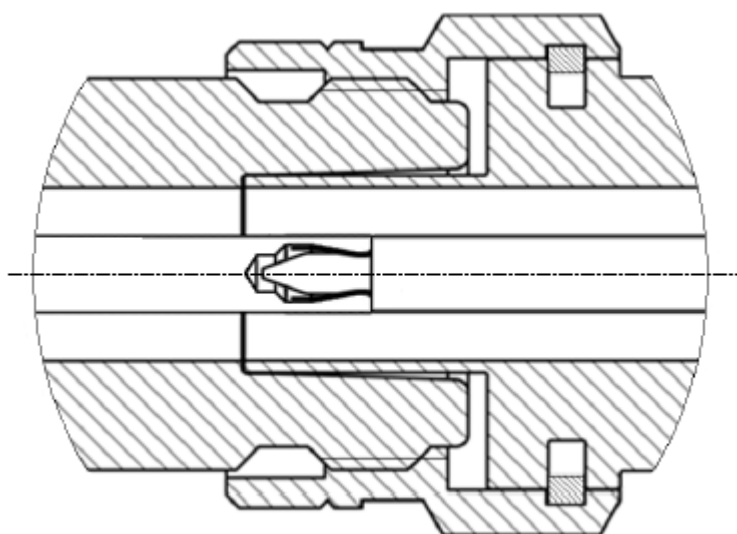


Рисунок 4 – Соединители тип N (розетка слева, вилка справа)

Отключение соединителей должно выполняться в последовательности:

- с помощью ключа, которым проводилось затягивание, ослабьте крепление гайки соединителя «вилка», при этом удерживайте отключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его корпус от проворачивания;
- удерживая отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и в подключённом состоянии, раскрутите гайку соединителя «вилка».


4.7 Порядок включения и выключения прибора

Для Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209:

ВНИМАНИЕ!

- перед включением прибора в сеть следует проверить исправность внешнего блока питания;
 - электропитание анализаторов может осуществляться от внешнего блока, обеспечивающего на соединителе питания анализатора напряжение постоянного тока от 9 В до 15 В. В качестве источника питания также можно использовать аккумуляторную батарею или бортовую сеть автомобиля через соответствующий кабель питания.
-

Включение анализатора проводить в следующей последовательности:

- включите компьютер;
 - соедините клемму «  » на задней панели анализатора с шиной защитного заземления;
 - соедините анализатор с компьютером кабелем USB из комплекта поставки;
 - подключите к сети переменного тока с помощью кабеля питания;
 - включите анализатор, нажав кнопку выключателя питания;
 - установите программное обеспечение, если оно не было ранее установлено. Процедура установки программного обеспечения описана в части II руководства по эксплуатации;
 - запустите программное обеспечение;
-

ПРИМЕЧАНИЕ

Включение или выключение питания возможно в любой момент времени. При включении питания анализатора, подключенного к компьютеру, программное обеспечение производит загрузку микропрограмм в прибор. По окончании загрузки приблизительно через 10 с анализатор готов к работе.

- выдержите анализатор в течение времени установления рабочего режима.

Выключение анализатора:

- закройте программное обеспечение;
- выключите анализатор, нажав кнопку выключателя питания;

- при необходимости разберите схему измерений;
- при необходимости отсоедините анализатор сначала от сети переменного тока, затем от компьютера, далее от шины защитного заземления.

5 Порядок работы

5.1 Расположение органов управления

Анализатор цепей векторный Компакт-М K201



Рисунок 5 – Передняя панель

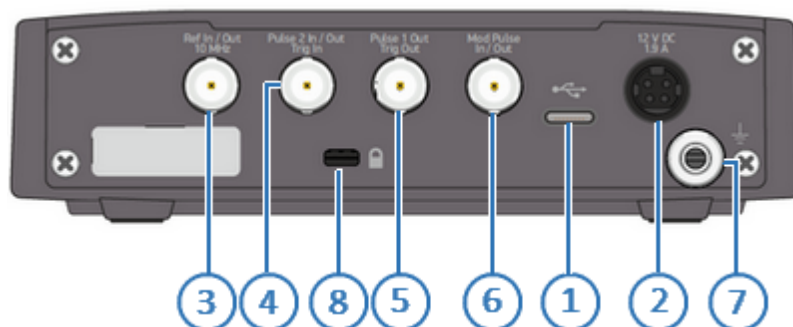


Рисунок 6 – Задняя панель

Анализатор цепей векторный Компакт-М K203



Рисунок 7 – Передняя панель



Рисунок 8 – Задняя панель

Анализатор цепей векторный Компакт-М K204



Рисунок 9 – Передняя панель



Рисунок 10 – Задняя панель

Анализатор цепей векторный Компакт-М K206



Рисунок 11 – Передняя панель



Рисунок 12 – Задняя панель

Анализатор цепей векторный Компакт-М K209



Рисунок 13 – Передняя панель



Рисунок 14 – Задняя панель

5.2 Передняя панель

1 Измерительные порты со светодиодными индикаторами



Измерительные порты служат для подключения исследуемого устройства. Измерительный порт выступает как в качестве источника испытательного радиочастотного сигнала, так и в качестве приёмника сигнала от исследуемого устройства.

При подключении к одному измерительному порту возможно измерение характеристик отражения исследуемого устройства.

При подключении к 2 измерительным портам возможно измерение всех элементов матрицы S-параметров исследуемого устройства.

Светодиодный индикатор служит для индикации измерительного порта, который является источником радиочастотного сигнала.

ВНИМАНИЕ!

Превышение максимальной входной мощности радиочастотного сигнала или максимального постоянного напряжения, указанных на передней панели, может привести к выходу анализатора из строя.

2 Выключатель питания



Выключатель питания служит для включения / выключения питания анализатора.

Включение или выключение питания возможно в любой момент времени. При включении питания анализатора, подключенного к компьютеру, программное обеспечение производит загрузку микропрограмм в прибор. По окончании загрузки анализатор готов к работе.

ВНИМАНИЕ!

При первом включении автоматически выполняется процедура установки драйвера USB. Установка драйвера подробно описана в части II руководства по эксплуатации . Процедура установки драйвера может потребоваться на некоторых компьютерах при изменении порта USB.

**Клемма заземления**

Клемма используется для заземления.

Для предотвращения повреждения от электростатического разряда следует соединить клемму заземления на корпусе анализатора с корпусом исследуемого устройства.

5.3 Задняя панель

1 Соединитель USB 2.0



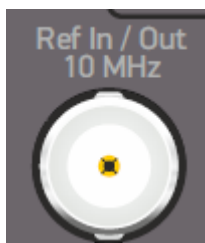
Соединитель для подключения прибора к внешнему управляющему компьютеру.

2 Соединитель для подключения внешнего блока питания



Соединитель предназначен для подключения внешнего блока, обеспечивающего на соединителе питания анализатора напряжение постоянного тока от 9 В до 15 В. В качестве источника питания также можно использовать аккумуляторную батарею или бортовую сеть автомобиля через соответствующий кабель питания.

3 Вход внешнего/внутреннего опорного генератора 10 МГц



Вход для подключения внешнего опорного генератора, обеспечивающего синхронную работу всех узлов и блоков прибора. Частота внешнего опорного генератора 10 МГц.

Выход для подключения к внутреннему опорному генератору для создания единой шкалы времени (временной синхронизации) различных устройств.

Выход может использоваться для контроля параметров сигнала внутреннего опорного генератора при проведении диагностики, технического обслуживания или ремонта. Частота внутреннего опорного генератора 10 МГц.

4 Вход синхронизации / Выход "Импульс 2"



В импульсном режиме соединителю могут быть назначены следующие сигналы:

- вход "Импульсный триггер";
- выход "Импульс 2" внутреннего генератора.

В стандартном режиме соединитель используется как вход триггера, который служит для подключения источника сигнала внешнего запуска. Синхронизация или запуск прибора возможен по различным событиям, перечисленным в программном обеспечении.

5 Выход синхронизации / Выход "Импульс 1"

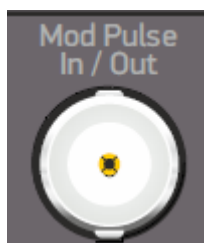


В импульсном режиме соединителю могут быть назначены следующие сигналы:

- выход "Готовность к импульсному триггеру";
- выход "Импульс 1" внутреннего генератора;
- стандартный выход триггера.

В стандартном режиме соединитель используется как выход триггера, который предназначен для организации синхронной работы с внешними устройствами. Прибор позволяет выдавать сигналы синхронизации, связанные с различными событиями, в зависимости от настроек.

6 Вход/выход импульсов модуляции



Соединитель используется только в импульсном режиме. В зависимости от выбранного импульсного режима соединитель является входом внешнего сигнала импульсной модуляции или выходом внутреннего сигнала импульсной модуляции.

7 Клемма заземления



Для обеспечения электробезопасности следует подключить клемму заземления на корпусе анализатора к шине защитного заземления.

8 Разъем для Кенсингтонского замка



Разъем предназначен для закрепления в него специального металлизированного шнура. Второй конец шнура крепится к стационарному предмету для обеспечения безопасности.

5.4 Порядок проведения измерений

Управление анализатором осуществляется программным обеспечением, установленным на внешнем или внутреннем компьютере.

Программное обеспечение имеет широкий набор функций, облегчающих процесс измерений: большое количество одновременно отображаемых графиков, развитая маркерная система для поиска нужных значений по заданному критерию, допусковый контроль, математическая и статистическая обработка, фильтрация, сохранение и восстановление измеренных данных и настройки органов управления. Реализована поддержка следующих режимов работы: управление запуском развертки, измерение и отображение напряжения постоянного тока синхронно с разверткой по частоте, преобразование импеданса, исключение или встраивание цепи и временная селекция.

Порядок проведения измерений, включая полное описание модели ошибок анализатора, установку параметров, описание сопутствующих схем измерений и калибровки, отображение результатов в различных форматах, приведены в части II руководства по эксплуатации.

ВНИМАНИЕ!

Для продления срока службы анализатора рекомендуется подключать устройства к портам анализатора, используя измерительные кабели и переходы (переходы не показаны на схемах измерений).

Затягивание соединителей следует выполнять с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента.

Основные режимы измерений

[S-параметры](#)

[Параметры устройств с переносом частоты](#)

[Анализ и фильтрация во временной области](#)

Функциональные возможности

Абсолютная мощность

Линейность амплитудной характеристики

Функциональные возможности
Импеданс
Доверительный тест
Синхронизация
Автоматизация

Все режимы измерений и функциональные возможности подробно представлены в части II руководства по эксплуатации.

На рисунках далее приведены типичные схемы измерений в соответствии с выбранным режимом.

S-параметры



1 – Измерительный кабель
2 – Исследуемое устройство

Коэффициент отражения однопортового устройства

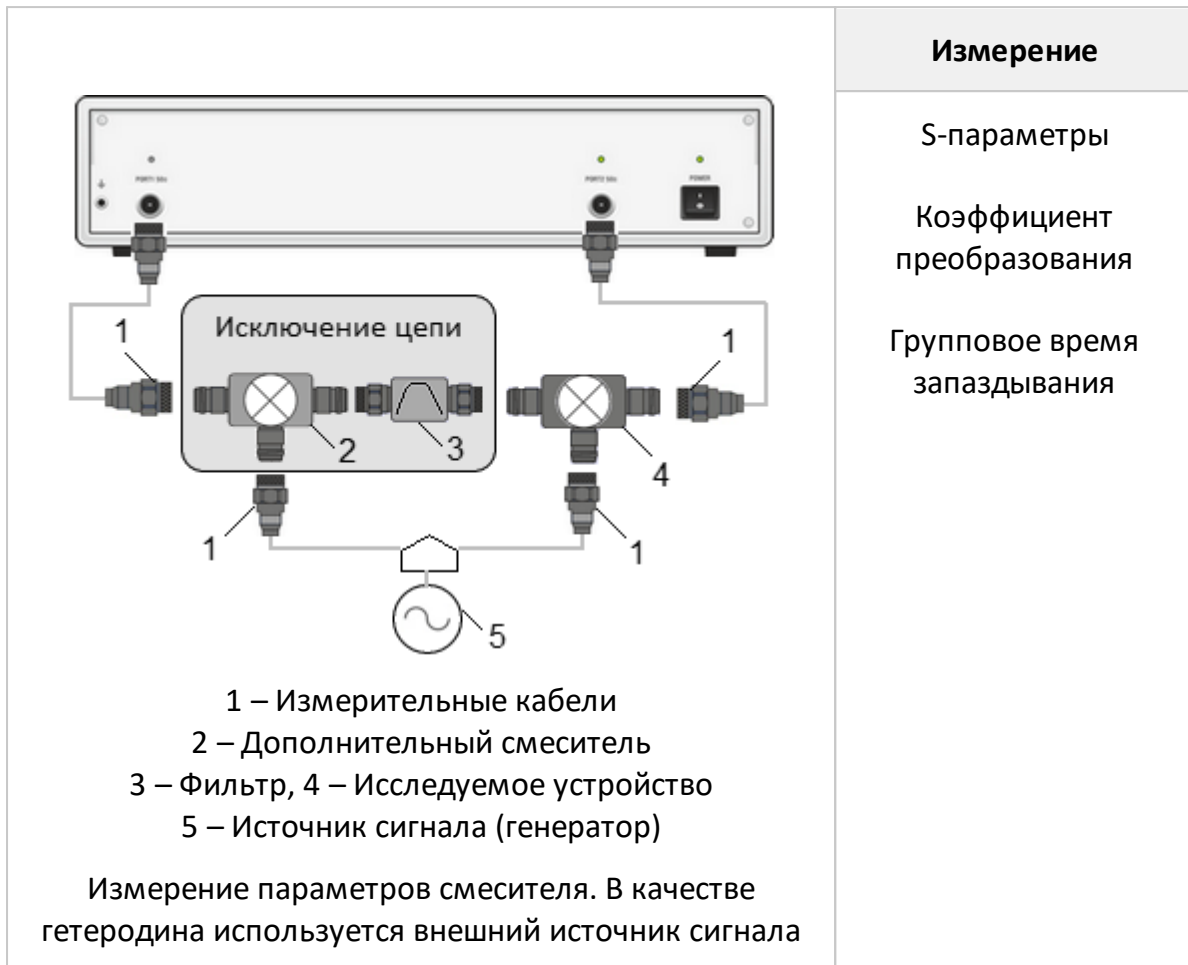


1 – Измерительный кабель
2 – Исследуемое устройство

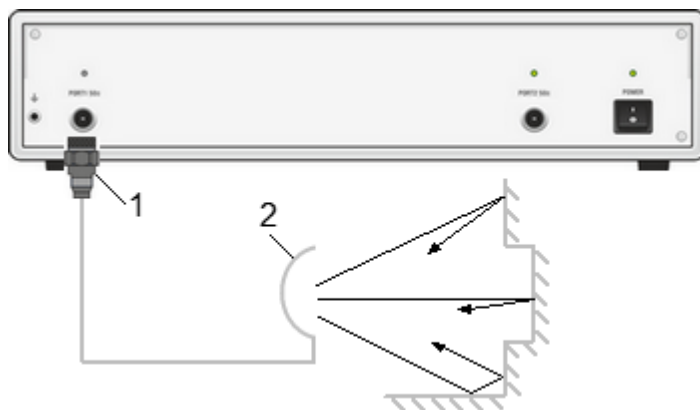
Одновременное измерение четырех элементов матрицы рассеяния двухпортового устройства за одно подключение. Изменение направления зондирования испытательного сигнала осуществляется встроенным переключателем.

Измерение
S-параметры
Формат
Ампл лог Ампл лин КСВН Фаза Фаза>180 ГВЗ Реал и Мним Поляр Вольп
Анализ
Электрическая задержка Смещение фазы Преобразование импеданса Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S) Исключение цепи Встраивание цепи Временная область
Функции
Статистика Полоса пропускания Неравномерность Параметры фильтра

Измерения с переносом частоты

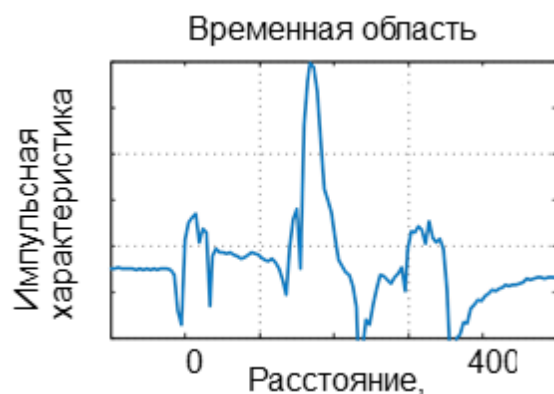
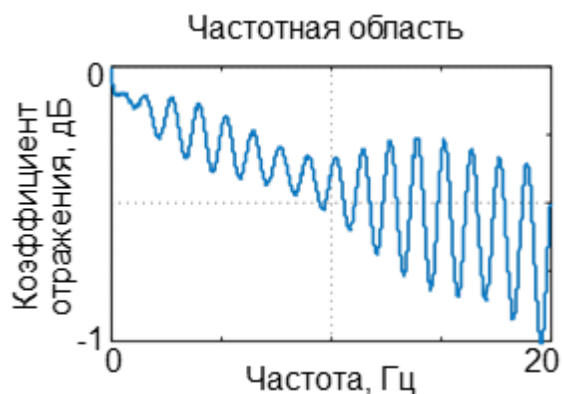


Временная область



1 – Измерительный кабель
2 – Антенна

Разделение сигналов во временной области с последующей селекцией



Расчет импульсной характеристики цепи

Измерение

Z-преобразование данных из частотной области
предварительно умноженных на функцию окна

Функции

Тип преобразования:
режим радиосигнала,
режим видеосигнала

Селекция

6 Поверка

Поверка осуществляется в соответствии с методиками:

- РТ-МП-336-441-2025 «ГСИ. Анализаторы цепей векторные Компакт-М. Методика поверки».

Методика поверки разработана с учётом требований и рекомендаций, приведённых в МИ 3411-2013.

Поверка производится аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения для анализаторов в волноводе с сечением, отличающимся от его измерительных портов, следует проводить в соответствии с МИ 3411-2013.

ВНИМАНИЕ!

Если вычисленные погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения меньше значений, приведённых в настоящем руководстве по эксплуатации в разделе «Технические характеристики», то за погрешность измерений следует принять указанную в руководстве. В обратном случае нужно использовать рассчитанные согласно МИ 3411-2013 значения погрешностей.

Для выполнения измерений состав анализаторов должен быть дополнен комплектом измерительных переходов и набором калибровочных мер (набором мер коэффициентов передачи и отражения) с соединителями в новом типе волновода.

Для выполнения поверки в полуавтоматическом режиме с возможностью протоколирования результатов измерений необходимо использовать программное обеспечение «VNA Performance Test».

Перечень операций, которые следует выполнить при поверке прибора:

- проверка внешнего вида;
- проверка присоединительных размеров;

- определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала;
- определение относительной погрешности установки уровня выходной мощности;
- определение среднего квадратического отклонения трассы;
- проверка уровня собственного шума приёмников;
- определение нескорректированных параметров;
- определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи.

Для определения погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения допускается использовать как комплексную проверку, так и поэлементную. Комплексная проверка основана на применении наборов мер, содержащих рассогласованную 25Ω линию передачи, в качестве меры отражения или полного сопротивления, и аттенюаторы 20 и 50 дБ. Поэлементная проверка выполняется в соответствии с МИ 3411-2013 и основана на методе сравнения калибровок, использование которого требует наличия эталонного средства калибровки с известными метрологическими характеристиками.

7 Проверка работоспособности

Проверка выполняется с помощью программного обеспечения «VNA Performance Test» в полуавтоматическом режиме с возможностью протоколирования результатов измерений.

8 Техническое обслуживание

Настоящий раздел устанавливает порядок и правила технического обслуживания анализатора, выполнение которых обеспечивает постоянную готовность анализатора к работе.

8.1 Общие указания

Техническое обслуживание анализатора заключается в поддержании аппаратуры в рабочем состоянии, в регулярном контроле технических характеристик путем проведения профилактических работ, контрольных проверок и профилактических проверок рабочих эталонов, входящих в состав анализатора.

8.2 Порядок проведения технического обслуживания

Перед проведением технического обслуживания следует подготовить

необходимый инструмент, принадлежности и материалы: пинцет, мягкую кисть, спирт этиловый ректификованный, ветошь, бязь, марлю.

При непосредственном использовании анализатора по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

- контрольный осмотр (КО);
- техническое обслуживание 2 (ТО–2).

Контрольный осмотр (КО) включает:

- проверка комплектности;
- внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий; исправности соединительных проводов, кабелей питания, заземления.

ТО–2 включает в себя:

- контрольный осмотр (КО);
- проверку функционирования анализатора (проводится при подготовке к использованию по назначению);
- протирку контактов электрических разъемов и высокочастотных соединителей;
- проверку правильности ведения эксплуатационной документации;
- проверку работоспособности отдельных узлов и блоков;
- профилактические работы;
- поверку (проводится для средств измерений с периодичность 1 раз в год).

При кратковременном хранении (до 1 года) проводится КО.

При длительном хранении (более 1 года) проводятся:

- техническое обслуживание 1 при хранении (ТО–1х);
- техническое обслуживание 2 при хранении (ТО–2х).

ТО–1х проводится 1 раз в год и включает в себя:

- проверку наличия анализатора на месте хранения;
- проведение внешнего осмотра состояния упаковки;
- проверку состояния учета и условий хранения;

- проверку правильности ведения эксплуатационной документации.

ТО–2х выполняется 1 раз в 5 лет и включает в себя:

- все операции ТО–1х;
- поверку;
- упаковку анализатора;
- проверку состояния эксплуатационной документации;
- отметку о выполненных работах в формуляре.

Профилактика и контроль электрических контактов

Проверка по этому пункту включает следующие операции:

- проверку технической прочности, заделки разъемов, сетевых вилок, наконечников на всех кабелях и шнурах, тестирование проводимости соответствующих контактов, разъемов, кабелей;
- проверку качества разъемных соединений (состояние резьбы, возможность и удобство завинчивания в резьбовых разъемах).

Контактные поверхности высокочастотных соединителей протирают в соответствии с п. [Чистка соединителей](#).

В случае неудовлетворительных результатов проверок принять соответствующие меры по ремонту, заделке, затяжке соединителей и контактных устройств.

Необходимо соблюдать меры защиты полупроводниковых элементов от статического электричества.

Профилактические работы выполняют с минимально необходимой разборкой узлов, трактов, расстыковкой соединителей.

9 Текущий ремонт

При поломке анализатора допускается только текущий фирменный ремонт, либо ремонт, который осуществляют предприятия, имеющие соответствующую лицензию. Метод ремонта – обезличенный.

ВНИМАНИЕ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

Текущий ремонт	Ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности анализатора и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.
Обезличенный метод	Метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру анализатора.

10 Транспортирование

Погрузка и выгрузка упакованного анализатора должна проводиться аккуратно, исключая удары и повреждения упаковки. При транспортировании анализатор следует устанавливать согласно нанесенным на упаковке знакам. Не допускается кантование анализатора.

Допускается транспортирование анализатора в упаковке предприятия-изготовителя всеми видами закрытого транспорта с условиями транспортирования по ГОСТ 22261–94 для группы 3:

- температура окружающего воздуха от минус 50 °С до 70 °С;
- относительная влажность воздуха при 30 °С не более 95 %;

Анализаторы разрешается транспортировать в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические повреждения или нарушить целостность упаковки в пути следования. При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли.

Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки, не должны содержать паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

Анализаторы, транспортируемые воздушным транспортом, должны располагаться в упаковке в отапливаемых герметизированных отсеках.

11 Хранение




Анализаторы до введения в эксплуатацию должны храниться в упаковке предприятия – изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % (при температуре плюс 25 °С).



Хранение анализатора без упаковки следует производить при температуре

окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 °С и относительной влажности до 80 % (при температуре плюс 25 °С).

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно – активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150–69.

12 Приложение А (справочное) Обзор приборов

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
Компакт-М K201 	от 9 кГц до 1,5 ГГц от 2 до 500 001 24 мкс 2 порта, тип N (50 Ом)	от -55 до +5 дБ (1 мВт) -142 дБм/Гц 137 дБ (при 10 Гц) 0,002 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты	Временная область Импульсные измерения (опция PLS)
Компакт-М K203 	от 9 кГц до 3 ГГц от 2 до 500 001 24 мкс 2 порта, тип N (50 Ом)	от -55 до +5 дБ (1 мВт) -142 дБм/Гц 137 дБ (при 10 Гц) 0,002 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты	Временная область Импульсные измерения (опция PLS)
Компакт-М K204 	от 9 кГц до 4,5 ГГц от 2 до 500 001 24 мкс 2 порта, тип N (50 Ом)	от -55 до +5 дБ (1 мВт) -140 дБм/Гц 135 дБ (при 10 Гц) 0,002 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты	Временная область Импульсные измерения (опция PLS)

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
<p data-bbox="300 435 544 464">Компакт-М K206</p> 	<p data-bbox="703 427 972 456">от 9 кГц до 6,5 ГГц</p> <p data-bbox="719 491 956 520">от 2 до 500 001</p> <p data-bbox="781 555 893 584">24 мкс</p> <p data-bbox="674 619 1001 647">2 порта, тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1084 427 1406 456">от -55 до +5 дБ (1 мВт)</p> <p data-bbox="1155 491 1335 520">-140 дБм/Гц</p> <p data-bbox="1115 555 1375 584">135 дБ (при 10 Гц)</p> <p data-bbox="1187 619 1303 647">0,002 дБ</p>	<p data-bbox="1518 427 1706 456">S-параметры</p> <p data-bbox="1525 491 1700 520">Линейность</p> <p data-bbox="1536 555 1688 584">Импеданс</p> <p data-bbox="1491 619 1733 679">Преобразование частоты</p>	<p data-bbox="1818 435 1980 496">Временная область</p> <p data-bbox="1805 560 1993 675">Импульсные измерения (опция PLS)</p>
<p data-bbox="300 727 544 756">Компакт-М K209</p> 	<p data-bbox="703 719 972 748">от 9 кГц до 9 ГГц</p> <p data-bbox="719 783 956 812">от 2 до 500 001</p> <p data-bbox="781 847 893 876">24 мкс</p> <p data-bbox="674 908 1001 936">2 порта, тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1084 719 1406 748">от -55 до +5 дБ (1 мВт)</p> <p data-bbox="1155 783 1335 812">-140 дБм/Гц</p> <p data-bbox="1115 847 1375 876">135 дБ (при 10 Гц)</p> <p data-bbox="1187 908 1303 936">0,002 дБ</p>	<p data-bbox="1518 719 1706 748">S-параметры</p> <p data-bbox="1525 783 1700 812">Линейность</p> <p data-bbox="1536 847 1688 876">Импеданс</p> <p data-bbox="1491 908 1733 968">Преобразование частоты</p>	<p data-bbox="1818 727 1980 788">Временная область</p> <p data-bbox="1805 855 1993 970">Импульсные измерения (опция PLS)</p>