

**SN9000-6, SN9000-8, SN9000-10, SN9000-12,
SN9000-14, SN9000-16**

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
Технические характеристики

РЭ 26.51.43-159-21477812-2020

Версия 24.5 16.09.2024





АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ

SN9000-6, SN9000-8

SN9000-10, SN9000-12

SN9000-14, SN9000-16

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 1

Технические характеристики

Сентябрь 2024 г

Содержание

1 Введение	5
2 Требования безопасности	6
3 Описание и принцип работы	8
3.1 Назначение	8
3.2 Состав	9
3.3 Технические характеристики	15
3.3.1 Основные технические характеристики	15
3.3.2 Справочные технические характеристики	20
3.3.3 Функциональные возможности	27
3.4 Устройство и принцип работы	39
4 Подготовка к работе	42
4.1 Общие положения	42
4.2 Распаковывание и повторное упаковывание	42
4.2.1 Распаковывание	43
4.2.2 Упаковывание	43
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	52
5.1 Расположение органов управления	52
5.1.1 Передняя панель	58
5.1.2 Задняя панель	60
5.2 Порядок проведения измерений	63
6 Поверка	72
7 Проверка работоспособности	74
8 Техническое обслуживание	74
8.1 Общие указания	74
8.2 Порядок проведения технического обслуживания	74

Содержание

9 Текущий ремонт	76
10 Хранение	77
11 Транспортирование	77
12 Приложение А (справочное) Обзор приборов	78

1 Введение

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

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 Требования безопасности

При эксплуатации прибора необходимо соблюдать требования: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

При работе с прибором необходимо соблюдать общие меры безопасности, относящиеся к аппаратуре, работающей от электросети ~ 220 В, 50 Гц.

Прибор относится к 1 классу защиты от поражения электрическим током по ГОСТ Р 51350–99 со шнуром соединительным (кабелем питания) с заземляющим проводом.

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

	Разрыв линии защитного заземления может сделать работу с прибором опасной.
ВНИМАНИЕ!	ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить соединение или разъединение кабеля питания при включенном измерителе.
	ЗАПРЕЩАЕТСЯ нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

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

Защита от электростатического разряда

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

ВНИМАНИЕ!

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. Для предотвращения повреждения необходимо соблюдать следующее:

- всегда использовать заземленный проводящий настольный коврик под измеряемым устройством;
 - всегда надевать 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

Анализаторы цепей векторные SN9000-6, SN9000-8, SN9000-10, SN9000-12, SN9000-14, SN9000-16	
Регистрационный номер Государственного реестра	91596-24
Свидетельство об утверждении типа	—

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

3.2 Состав

Анализаторы отличаются друг от друга верхней границей диапазона рабочих частот, количеством измерительных портов. Функциональные особенности анализаторов кратко перечислены в таблице [ниже](#) и [приложении А](#). Внешний вид анализаторов приведен в п. [Расположение органов управления](#).

Таблица 2 – Функциональные особенности

Анализатор	Количество портов	Диапазон рабочих частот
SN9000-6	6	от 300 кГц до 9 ГГц
SN9000-8	8	от 300 кГц до 9 ГГц
SN9000-10	10	от 300 кГц до 9 ГГц
SN9000-12	12	от 300 кГц до 9 ГГц
SN9000-14	14	от 300 кГц до 9 ГГц
SN9000-16	16	от 300 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 таблице 3.

Таблица 3 – Комплект поставки

Наименование	Количество, шт
Анализатор цепей векторный	1
Блок питания	1
USB кабель	1
Формуляр	1

Наименование	Количество, шт
USB flash накопитель, содержащий: • программное обеспечение • руководство по эксплуатации • методику поверки	1
Руководство по эксплуатации	1
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Конкретная модель анализатора определяется при заказе. 2 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 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	TESTPRO2	Radiall
Кабель измерительный	NTC195	Flexco Microwave
Кабель измерительный	CC	Soontai
Общего применения		
Кабель измерительный	C50	ООО "ПЛАНАР"
Кабель измерительный	KC18A, KCФ26	НПФ Микран
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество кабелей и типы их соединителей определяются при заказе.		

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

Таблица 5 – Переходы измерительные

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Переход измерительный	05S121, 05K121, P5S121, P5K121, 09S121, 09K121, 09KR121	Rosenberger
Переход измерительный	ADP1A, ADP1B	ООО "ПЛАНАР" (НПК Таир)
Переход измерительный	ПК2, ПКН2	НПФ Микран
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество переходов и типы их соединителей определяются при заказе.		

Средства калибровки предназначены для выполнения коррекции ошибок перед использованием анализатора, 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 6-9, требования к параметрам нагрузок из состава наборов мер перечислены в таблице 8.

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	ZV-Z270, ZV-Z224	Rohde & Schwarz
Общего применения		
Набор мер коэффициентов передачи и отражения	85032F, 85054B 85036B, 85056A	Keysight Technologies
Набор мер коэффициентов передачи и отражения	НКММ	НПФ Микран

Наименование	Обозначение	Производитель
Комплект мер калибровочных	№9.1	ООО "ПЛАНАР"
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество и типы наборов калибровочных мер определяются при заказе.		

Таблица 8 – Рекомендуемые параметры нагрузок из состава набора мер

Наименование характеристики	Значение
Модуль коэффициента отражения нагрузок согласованных, не более	0,050
Абсолютная погрешность определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне частот от 0 до 9 ГГц	$\pm 0,005$
Модуль коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода, не менее	0,970
Абсолютная погрешность определения действительных значений фазы коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода в диапазоне частот от 0 до 9 ГГц, градус	$\pm 1,0$

Для предотвращения поломки соединителей подключение устройств рекомендуется выполнять с помощью тарированных ключей. Перечень рекомендуемых ключей приведен в таблице 9.

ВНИМАНИЕ!

Затягивание гаек 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 9 – Ключи тарированные

Наименование	Обозначение	Производитель
Ключ тарированный	КТ	НПФ Микран
Ключ тарированный	ANO TW	Anoison
Ключ тарированный	TW-3	НПК ТАИР
Ключ тарированный	B19T135	Arance
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество и типы ключей определяются при заказе.		

3.3 Технические характеристики

3.3.1 Основные технические характеристики

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексных коэффициентов 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).

Применяйте прецизионные аксессуары для получения пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, указанных в таблице 10. При использовании аксессуаров общего применения пределы погрешности могут быть увеличены. В этом случае для определения действительных значений погрешности необходимо использовать МИ 3411-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Анализаторы цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик».

Метрологические и технические характеристики анализаторов приведены в таблицах 10 и 11.

Таблица 10 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 0,3 до 9000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБ (1 мВт): от 300 кГц до 6 ГГц от 6 ГГц до 9 ГГц	от минус 45 до 10 от минус 45 до 2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки и измерения уровня мощности 0 дБ (1 мВт), дБ	$\pm 1,5$
Диапазон полос пропускания с шагом 1/3, Гц	от 1 до $3 \cdot 10^5$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Средний уровень собственного шума приемников в полосе пропускания 10 Гц, дБ (1 мВт), не более	-125
Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ в полосе пропускания 1 кГц, в диапазоне частот, дБ, не более	0,004
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения S_{11} в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от вида калибровки ¹, отн.ед.: калибровка по набору мер ² (полиномиальная модель) калибровка по автоматическому калибровочному модулю мер ² (действительные значения)	$\pm[0,017 + 0,005 \cdot S_{11} + 0,017 \cdot S_{11} ^2]$ $\pm[0,012 + 0,003 \cdot S_{11} + 0,008 \cdot S_{11} ^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне S_{11} от 0,017 до 1, градус	$\pm[1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{11} / S_{11})]$
Нелинейность приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней от -60 до 0 дБ, дБ	$\pm 0,08$
КСВН входа в режиме приёма, не более	1,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи S_{21} из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013, дБ	$\pm 0,09$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля	$\pm(T+L)$

Наименование характеристики	Значение характеристики
коэффициента передачи S21 в диапазоне от -60 до 0 дБ и диапазоне частот от 5 МГц до 9 ГГц ^{2,3} , дБ	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи S21, градус	±1,5
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников или четырехполюсников с бесконечным ослаблением. 2 При изменении температуры не более, чем ±1 °С после калибровки. 3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента передачи нормированы для измерения коэффициентов передачи согласованных многополюсников при выходной мощности 0 дБ (1 мВт) и полосе пропускания 10 Гц.	

Таблица 11 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество измерительных портов:	
SN9000-6	6
SN9000-8	8
SN9000-10	10
SN9000-12	12
SN9000-14	14
SN9000-16	16
Параметры измерительных портов: тип соединителей по ГОСТ РВ 51914-2002 волновое сопротивление, Ом Подключение к компьютеру для управления: тип соединителя интерфейс	тип N, розетка 50 USB B USB 2.0
Параметры электрического питания: напряжение переменного тока, В частота переменного тока, Гц	от 210 до 240 50
Потребляемая мощность, Вт, не более: SN9000-6	50

Наименование характеристики	Значение характеристики
SN9000-8	60
SN9000-10	65
SN9000-12	75
SN9000-14	80
SN9000-16	85
Время прогрева, мин, не более	40
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более:	436 × 425 × 96
Масса, кг, не более: SN9000-6 SN9000-8 SN9000-10 SN9000-12 SN9000-14 SN9000-16	12,8 12,9 13,8 13,9 14,9 15,0
Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность воздуха, %	от 15 до 30 от 40 до 90

3.3.2 Справочные технические характеристики

Таблица 12 – Справочные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Время непрерывной работы, ч, не менее	16
Частота	
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Минимальный шаг установки частоты, Гц	1
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	24
Время переключения порта источника на порт приёмника, мкс, не более	200
Время измерений в рабочем диапазоне частот, полосе пропускания фильтра промежуточной частоты 300 кГц, мс, не более:	
нескорректированный порт:	
при количестве точек 51	4
при количестве точек 201	9
при количестве точек 401	14
при количестве точек 1601	40,1
выполненной двухпортовой калибровки:	
при количестве точек 51	8
при количестве точек 201	17
при количестве точек 401	28

Наименование характеристики	Значение характеристики
при количестве точек 1601	68,9
Количество точек измерения за сканирование	от 2 до 200 001
Выходная мощность	
Минимальный шаг изменения выходной мощности, дБ	0,05
Спектр выходного сигнала	
Относительный уровень гармонических составляющих спектра выходного сигнала в диапазоне частот, дБн, не более ¹ :	
от 300 кГц до 1 ГГц	минус 8
от 1 ГГц до 9 ГГц	минус 15
Относительный уровень негармонических составляющих спектра выходного сигнала, дБн, не более ¹	минус 15 (минус 22 тип.)
Полоса измерительного фильтра	
Полоса пропускания фильтра промежуточной частоты (с коэффициентом 1/1,5/2/3/5/7), Гц	от 1 до $3 \cdot 10^5$
Динамический диапазон	
Динамический диапазон при полосе пропускания фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБ, не менее:	
от 300 кГц до 6 ГГц	135 (140 тип.)
от 6 ГГц до 9 ГГц	127 (130 тип.)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Коэффициент передачи и отражения	
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения	от 0 до 1
Диапазон измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне частот, дБ: от 300 кГц до 6 ГГц от 6 ГГц до 9 ГГц	от минус 125 до 10 от минус 125 до 2
Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента передачи и отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более: от 300 кГц до 6 ГГц от 6 ГГц до 9 ГГц	0,02 0,04
Предельные входные сигналы	
Максимально допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБ (1 мВт)	26
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	35
Компрессия приёмников	
Компрессия приемников, дБ: в диапазоне частот от 300 кГц до 6 ГГц при входной мощности на порту 10 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 6 ГГц до 7 ГГц при входной мощности на порту 7 дБ (1 мВт) в диапазоне частот от 7 ГГц до 8 ГГц при входной мощности на порту 5 дБ (1 мВт)	0,2 0,2 0,2

Наименование характеристики	Значение характеристики
в диапазоне частот от 8 ГГц до 9 ГГц при входной мощности на порту 2 дБ (1 мВт)	0,05
Опорный генератор	
Вход внешнего опорного генератора «Ref IN 10 MHz»:	
частота опорного генератора, МГц	10
уровень мощности входного сигнала, дБ (1мВт)	от минус 3 до 3
входное сопротивление, Ω	50
тип соединителя	BNC, розетка
Выход опорного генератора «Ref OUT 10 MHz»:	
частота опорного генератора, МГц	10
уровень мощности выходного сигнала на нагрузке 50 Ω , дБ (1 мВт)	от минус 1 до 3
тип соединителя	BNC, розетка
Триггер	
Вход триггера для внешнего запуска «Trig 2»:	
амплитуда входного сигнала (ТТЛ-совместимый), В	от 0 до 5
напряжение высокого уровня, В	от 2,6 до 5
напряжение низкого уровня, В	от 0 до 1,1
минимальная длительность, мкс	2

Наименование характеристики	Значение характеристики
входное сопротивление, к Ω , не менее	10
тип синхроимпульса	высокий уровень/низкий уровень
тип соединителя	BNC, розетка
Выход триггера «Trig 1»:	
напряжение высокого уровня, В	от 3 до 3,8
напряжение низкого уровня, В	от 0 до 0,6
максимальный выходной ток, мА	20
тип синхроимпульса	высокий уровень/низкий уровень
тип соединителя	BNC, розетка
Требования к компьютеру	
Операционная система	Windows 10 и выше
ПРИМЕЧАНИЕ – Уровень гармонических и негармонических составляющих определяется в диапазоне частот от 1 МГц до верхней границы и при выходной мощности 0 дБ (1 мВт).	

Таблица 13 – Нескорректированные параметры

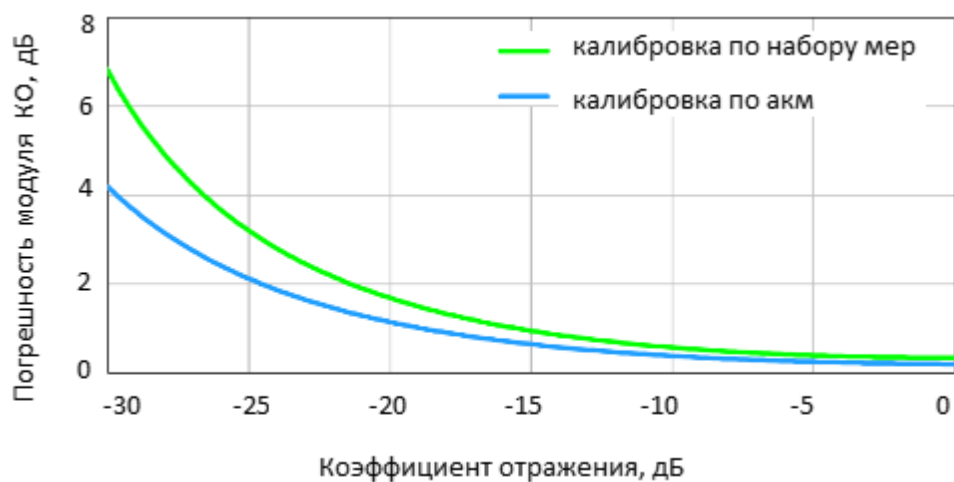
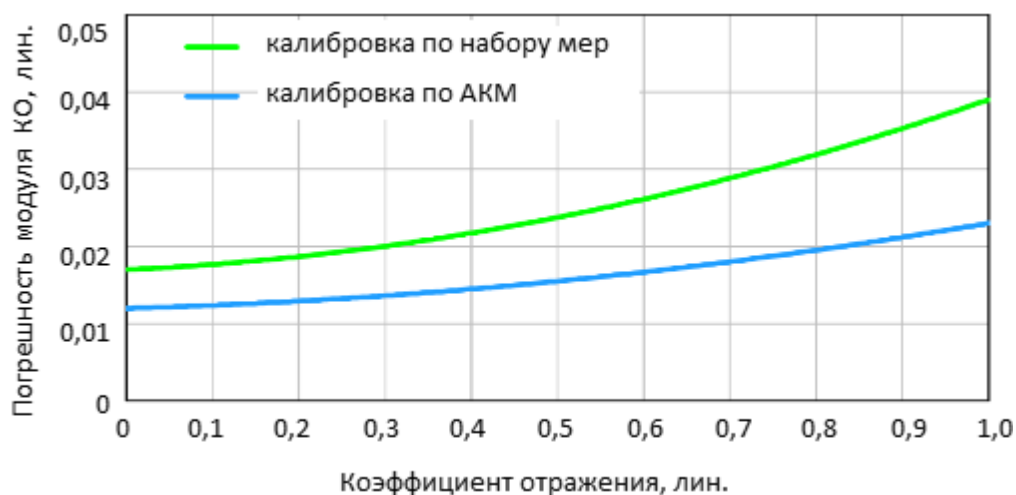
Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ	Согласование нагрузки, дБ
от 300 кГц до 6 ГГц	15	15	15
от 6 ГГц до 9 ГГц	10	15	15

Таблица 14 – Дополнительная форма представления погрешности измерений для анализаторов

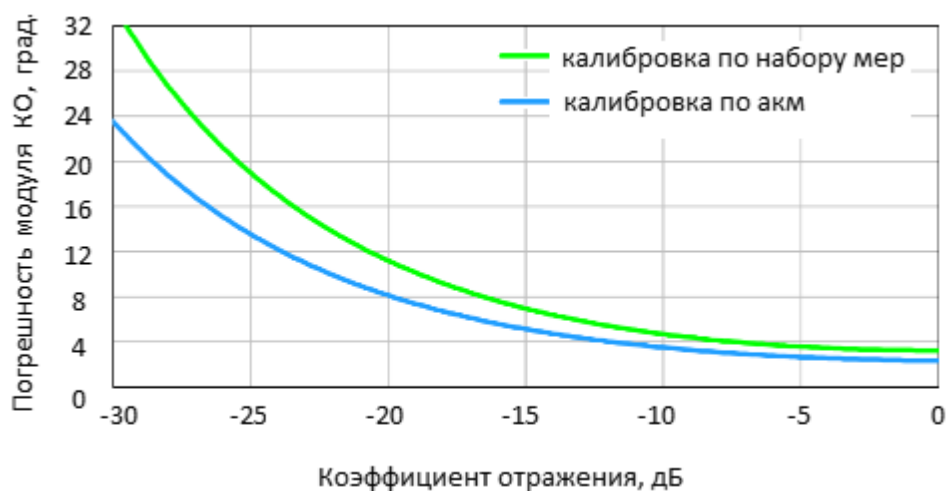
Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений: калибровка по набору мер (полиномиальная модель): от минус 15 до 0 дБ от минус 25 до минус 15 дБ от минус 30 до минус 25 дБ калибровка по автоматическому калибровочному модулю мер (действительные значения): от минус 15 до 0 дБ от минус 25 до минус 15 дБ от минус 30 до минус 25 дБ	$\pm 0,9$ дБ / $\pm 7^\circ$ $\pm 3,0$ дБ / $\pm 18^\circ$ $\pm 7,0$ дБ / $\pm 34^\circ$ $\pm 0,6$ дБ / $\pm 5^\circ$ $\pm 2,0$ дБ / $\pm 13^\circ$ $\pm 4,0$ дБ / $\pm 24^\circ$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи в диапазоне его значений в диапазоне частот от 5 МГц до 9 ГГц: от минус 60 до минус 0 дБ	$\pm 0,17$ дБ / $\pm 1,5^\circ$
ПРИМЕЧАНИЕ – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения во время эксплуатации.	

Далее представлена погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения в графическом виде.

Погрешность измерений модуля коэффициента отражения



Погрешность измерений фазы коэффициента отражения



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 (опция MXR-SN)
Другие возможности
Удаленное управление

Общие сведения	
Измеряемые параметры	• S_{ii}, где i принимает значение от 1 до 6/8/10/12/14/16 (в зависимости от модели анализатора). • S_{ij}, $i \neq j$, i и j принимают значения от 1 до 6/8/10/12/14/16 (в зависимости от модели анализатора). Абсолютная мощность падающих, отраженных или переданных через исследуемое устройство сигналов.

Число каналов	От 1 до 32 каналов. Каждый канал представлен на экране в виде отдельного окна канала. Каждый канал имеет индивидуальные настройки стимулирующего сигнала: частотный диапазон, количество точек измерения, мощность сигнала и другие.
Число графиков	От 1 до 64 графиков данных в каждом окне канала. Графики представляют различные характеристики исследуемого устройства, включая S-параметры, абсолютную мощность падающих, отраженных или переданных через исследуемое устройство сигналов, графики отклика во временной области, графики зависимости от входной мощности и другие.
Память графиков	Для каждого из 64 графиков данных может быть создано до 10 связанных графиков памяти 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	
Сканирование по частоте	Линейное, логарифмическое, сегментное сканирование в частотном диапазоне с фиксированной мощностью.
Сегментное сканирование	Сканирование по частоте с возможностью задания нескольких сегментов. В каждом сегменте задаются граничные частоты, число точек, мощность источника, полоса ПЧ.
Сканирование по мощности	Линейное сканирование по диапазону мощности при фиксированной частоте стимулирующего сигнала.

Развертка по времени	Линейная развертка по времени при фиксированных значениях частоты и мощности.
Точки сканирования	От 2 до 200 001.
Управление мощностью	Для сканирования по частоте: • одновременная регулировка уровня всех портов; • индивидуальный уровень для каждого порта; • наклон уровня мощности от частоты (компенсация ослабления во внешних кабелях на высоких частотах); • индивидуальный уровень для каждого сегмента при сегментном сканировании. Для сканирования по мощности с фиксированной частотой — установка диапазона сканирования.
Триггер	Запуск цикла сканирования синхронно с заданными событиями. Источник триггера: внутренний, ручной, внешний, программный. Запуск развертки в каждом канале: повторно, однократно, стоп.
Выход триггера	Синхронизация внешних устройств с заданными событиями в цикле измерения. По заданным событиям, например, по окончании развертки на разъем "Trig 1" выдается логический сигнал заданной полярности.
Возможности индикации	
Виды индицируемых графиков	Измеряемые данные, память данных, либо одновременная индикация данных и памяти.
Математика	Модификация графика данных посредством математической операции между комплексными данными измерений и памяти. Доступные математические операции: сложение, вычитание, умножение, деление.

Авто масштабирование	Автоматический выбор цены деления и опорного уровня для наиболее наглядного отображения графика.
Автовыбор опорного уровня	Автоматический выбор опорного уровня в прямоугольных координатах. Вертикальное положение графика на экране изменяется так, чтобы опорный уровень пересекал график посередине.
Слежение за опорным уровнем	Автоматический выбор опорного уровня в прямоугольных координатах после каждого сканирования. Вертикальное положение графика при каждом сканировании выбирается так, чтобы опорный уровень проходил по установленному значению: максимальному, минимальному, среднему, либо по значению активного маркера.
Электрическая задержка	Линейная коррекция фазы в соответствии с заданной электрической задержкой. Задается независимо для каждого графика. Применяется, например, для компенсации электрической задержки в самом исследуемом устройстве при измерении отклонения фазы от линейного закона.
Смещение фазы	Смещение графика фазы на указанное значение в градусах.
Повышение точности измерений	
Калибровка	Калибровка для анализаторов подобна процедуре установки нуля для некоторых типов измерительных приборов. Калибровка измерительной установки, включающей анализатор, кабели и адаптеры, значительно увеличивает точность измерений. Калибровка позволяет вычислить и скорректировать систематические ошибки измерения, вызванные несовершенством измерительной установки: амплитудная и фазовая неравномерность, конечная направленность, несогласованность

	порта источника и приемника, конечная развязка портов.
Виды калибровок	Доступны следующие виды калибровок, отличающиеся по сложности выполнения и по погрешности измерений: • нормализация отражения и передачи; • полная однопортовая калибровка (SOL); • однонаправленная двухпортовая калибровка (OP); • полная n-портовая калибровка (SOLT)
Нормализация отражения и передачи	Самый простой вид калибровки. Обладает низкой точностью.
Полная однопортовая калибровка (SOL)	Вид калибровки, используемый при однопортовом измерении отражения. Общепринятое название SOL по используемым мерам (Short, Open, Load). Обладает высокой точностью.
Однонаправленная двухпортовая калибровка	Вид калибровки, используемый при измерении отражения и передачи в одном направлении, например, только для измерения S_{ii} и S_{ij} . Обладает высокой точностью при измерении отражения и средней точностью при измерении передачи.
Полная n-портовая калибровка (SOLT)	Вид калибровки, используемый при измерении полной матрицы S-параметров n-портового устройства. Общепринятое название SOLT (Short, Open, Load, Thru). Обладает высокой точностью.
Комплекты механических калибровочных мер	В программном обеспечении анализатора можно выбрать один из заранее определенных комплектов калибровочных мер различных производителей. Возможно также создать определения собственных калибровочных мер и составить из мер пользовательские комплекты.

Автоматические калибровочные модули (АКМ)	Модули автоматической калибровки производства ООО "ПЛАНАР" позволяют выполнить полную SOLT калибровку за одно подключение. Калибровка с использованием АКМ проще и быстрее калибровки выполняемой комплектом механических мер. Использование АКМ обеспечивает высокую точность калибровки.
Калибровочная мера «скользящая нагрузка»	Для повышения точности калибровки на высоких частотах в SOLT калибровках вместо меры «фиксированная нагрузка» может быть использована мера "скользящая нагрузка" (нагрузка с подвижным поглотителем).
Калибровочная мера «неизвестная перемычка»	При измерении устройств с неприсоединяемыми разъемами, для SOLT калибровки измерительной установки, вместо нулевой перемычки может быть использован произвольный взаимный четырехполюсник.
Определение калибровочных мер	Поддерживаются стандартные определения: • с помощью полиномиальной модели; • на основе данных (S-параметры).
Интерполяция при коррекции ошибок	При изменении граничных частот стимулирующего сигнала или количества точек измерения, по сравнению с настройками калибровки, применяется пересчет калибровочных коэффициентов с использованием интерполяции или экстраполяции (экстраполяция не рекомендуется).
Функция удлинения портов	Компенсация задержки в измерительной установке путем перемещения плоскости калибровки в сторону клемм исследуемого устройства. Выполняется индивидуально для каждого порта.

Дополнительные методы калибровки	
Калибровка мощности	Обеспечивает стабильность заданного уровня мощности на входе исследуемого устройства. Для калибровки требуется подключение внешнего USB-измерителя мощности. Поддерживаются наиболее распространенные высокочастотные измерители мощности третьих фирм.
Калибровка приемников	Калибруется усиление приемников для увеличения точности измерения абсолютной мощности сигнала.
Функции маркеров	
Маркеры данных	До 64 маркеров на каждом графике. Маркер указывает значение стимула и результат измерения в заданной точке графика.
Опорный маркер	Включает на всех маркерах режим индикации относительных данных, по отношению к опорному маркеру.
Маркерный поиск	Поиск на графике: максимума, минимума, пика, целевого значения.
Дополнительные возможности маркерного поиска	Ограничение пользователем 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	Вычисление четырех функций: статистика, полоса пропускания, неравномерность, параметры фильтра.
Статистика	Расчет и отображение среднего значения, среднеквадратического отклонения и разности

	пик-пик для графика в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
Полоса пропускания	Поиск полосы пропускания по заданному уровню относительно маркера или относительно абсолютного максимума. Показывает для полосы пропускания ее значение, центр, верхнюю и нижнюю границу, добротность Q , вносимые потери.
Неравномерность	Показывает усиление, наклон характеристики, неравномерность в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
Параметры фильтра	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.
Анализ данных	
Преобразование импеданса порта	Функция преобразует значения S -параметров, измеренных при номинальном импедансе порта анализатора, в значения, которые были бы получены при произвольном значении импеданса порта.
Исключение цепи	Функция, математически исключаящая влияние цепи, включенной между плоскостью калибровки портов и исследуемым устройством. Цепь определяется матрицей S -параметров, описанной в файле формата Touchstone.
Встраивание цепи	Функция математически моделирует S -параметры нового устройства, полученного виртуальным встраиванием цепи между плоскостью калибровки портов и исследуемым устройством. Цепь определяется матрицей S -параметров, описанной в файле формата Touchstone.

Преобразование S-параметров устройства	Функция математически преобразует измеряемые S-параметры в следующие характеристики исследуемого устройства: входное сопротивление и проводимость, проходное сопротивление и проводимость, инверсия S-параметров.
Временная область (опция SN-TD)	Функция математически имитирует традиционную рефлектометрию во временной области. Для этого на основе измеренных в частотной области данных с помощью Chirp-Z преобразования моделируется отклик исследуемого устройства на различные виды сигналов во временной области. Вид моделируемых стимулирующих 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. Доступность этой функции зависит от модели анализатора.
Временная селекция (опция SN-TD)	Функция математически удаляет нежелательные отклики во временной области, что позволяет получить частотную характеристику устройства без влияния устройств подключения. Функция использует преобразование во временную область, вырезает фильтром заданную часть временной области, и используя обратное преобразование возвращает результат селекции в частотную область. Применяются полосовой или режекторный фильтры временной селекции. Выбор формы фильтра (широкая, норма, минимум) позволяет найти компромисс между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков.

Измерения балансных цепей	Небалансно-балансные преобразования математически моделируют измерение S-параметров балансных цепей на основе результатов небалансных измерений, выполняемых путём объединения пары портов в логический балансный порт. Дифференциальное согласование математически моделирует изменение S-параметров при виртуальном добавлении согласующей цепи к балансному порту, созданному небалансно-балансным преобразованием. Преобразование опорного импеданса балансного порта математически изменяет S-параметры, измеренные при опорном импедансе Z_0, в S-параметры соответствующие заданному произвольному импедансу Z_n.
Измерение устройств с переносом частоты (опция MXR-SN)	
Скалярный метод измерения устройств с переносом частоты	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.
Векторный метод измерения устройств с переносом частоты	Векторный метод позволяет измерять модуль и фазу коэффициента передачи смесителей. Метод 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. Калибровка выполняется с применением механических мер или АКМ. Требуется применение внешнего

	измерителя мощности, подключаемого к USB порту.
Векторная калибровка смесителей	Метод калибровки, используемый при векторном измерении смесителей. Калибровка выполняется с применением механических мер или АКМ.
Автоматическая подстройка частоты смещения	В режиме смещения частоты позволяет автоматически подстраивать частоту, компенсируя погрешность установки внутреннего гетеродина в исследуемом смесителе.
Другие возможности	
Удобный графический интерфейс	Привычный интерфейс, основанный на операционной системе Windows, позволяет ускорить освоение измерителя пользователем.
Печать и сохранение графиков	Возможна распечатка графиков и данных на принтере с предварительным просмотром. Для предварительного просмотра используются три различных программы: MS Word, установленная по умолчанию в Windows программа просмотра изображений, встроенный в приложение SNVNA мастер печати. Все они позволяют просмотреть, сохранить на диске и распечатать графики.
Поддержка ОС Linux	Пользователь может скачать с сайта производителя специальную версию программного обеспечения анализатора, предназначенную для выполнения на компьютерах архитектуры x86 под управлением ОС Linux. ВНИМАНИЕ! Может потребоваться тестирование для определения совместимости с конкретной версией ОС Linux.
Удаленное управление	

SCPI	Дистанционное управление с помощью команд SCPI (Standard Command for Programmable Instruments). Протокол SCPI основан на обмене текстовыми сообщениями: команды посылаются анализатору, в ответ, если предусмотрено командой, возвращаются данные. Протокол SCPI доступен как в ОС Windows, так и в ОС Linux. Для доставки команд SCPI анализатор использует два сетевых протокола на выбор: • протокол HiSLIP (High-Speed LAN Instrument Protocol) это специализированный протокол для измерительных инструментов. В случае использования протокола HiSLIP, рекомендуется использовать стандартную библиотеку VISA. Библиотека VISA – это бесплатный и широко используемый программный интерфейс ввода-вывода в области тестирования и измерений; • протокол TCP/IP Socket может поддерживаться библиотекой VISA или напрямую программируется на любом языке или в любой среде, которая поддерживает TCP/IP Socket.
------	---

3.4 Устройство и принцип работы

Анализаторы состоят из измерительного блока, выполняющего функцию компаратора, и персонального компьютера (ПК не входит в комплект поставки).

Измерительный блок, или компаратор, обеспечивает:

- формирование зондирующего сигнала в широком диапазоне частот и мощностей;
- выделение падающего, прошедшего через исследуемое устройство, и отражённого от его входов сигналов;
- аналоговую обработку с помощью приёмника с преобразованием частоты, в результате которой формируются напряжения, пропорциональные падающему и отраженному сигналам;
- 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.

Анализатор объединяет в одном корпусе:

- генераторы испытательного и гетеродинного сигналов;
- аттенюаторы регулировки мощности;
- делители мощности;
- коммутатор;
- направленные ответвители (измерительные мосты);
- многоканальный приёмник;
- блок цифровой обработки и управления;
- блок питания.

Упрощенная структурная схема анализаторов приведена на рисунке 1.

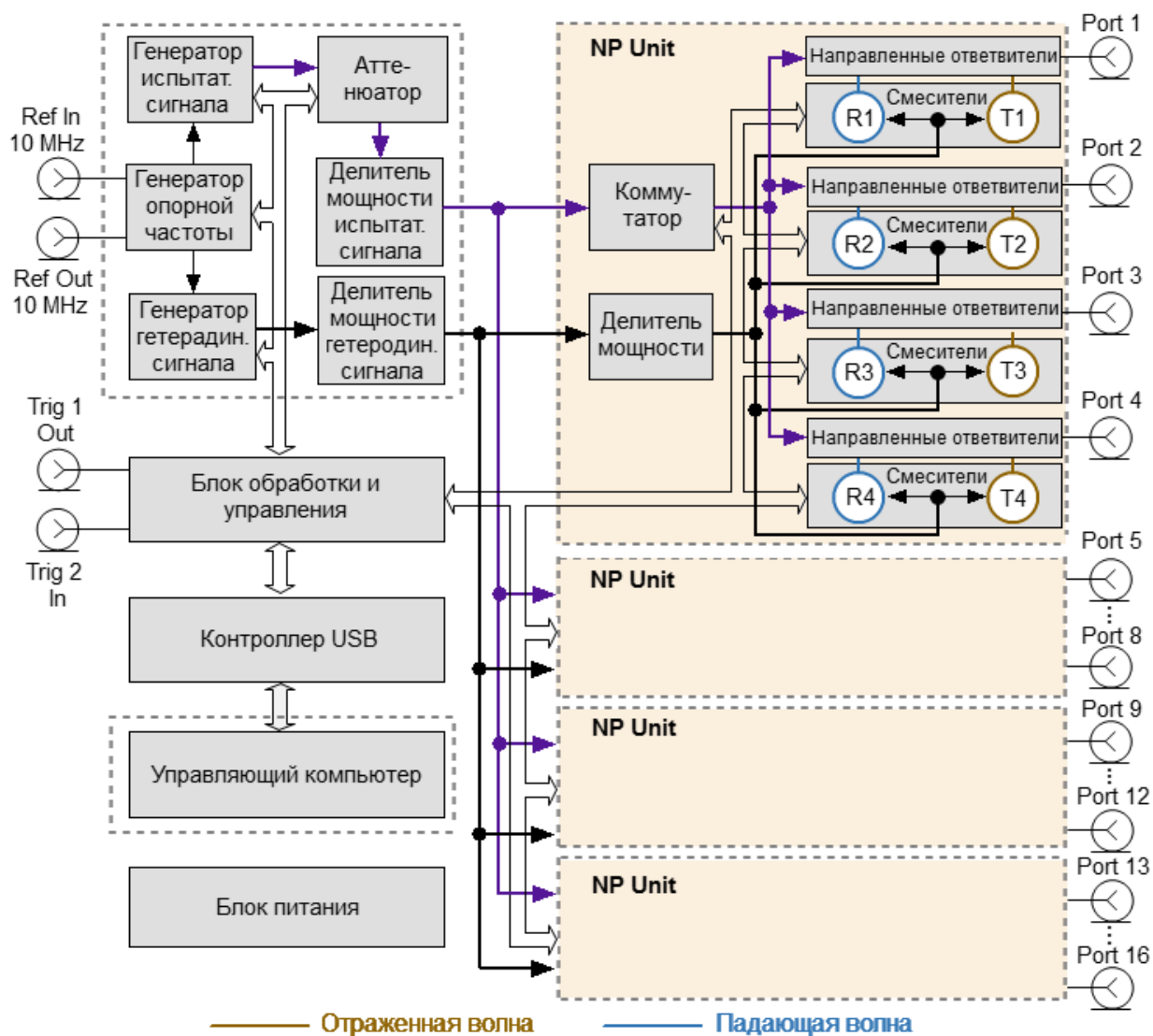
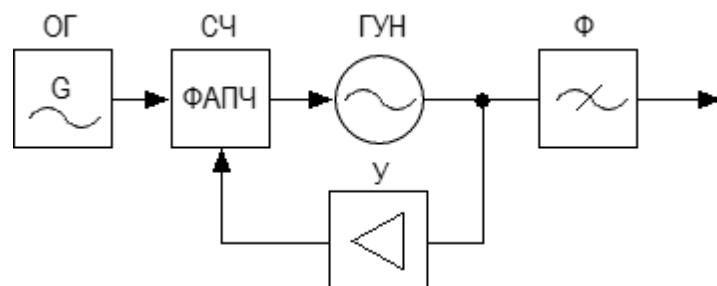


Рисунок 1 – Структурная схема анализатора



ОГ — опорный генератор; СЧ — синтезатор частот;

ФАПЧ — фазовая автоподстройка частоты;

ГУН - генератор, управляемый напряжением;

У — усилитель; Ф — фильтр

Рисунок 2 – Структурная схема формирования сигнала

Генератор испытательного сигнала включает в себя широкополосный ГУН. Управление частотой ГУНа осуществляется с помощью схемы ФАПЧ, которая построена на базе синтезатора частот. Перекрытие диапазона рабочих частот осуществляется посредством умножения или деления базового диапазона ГУН с последующей фильтрацией побочных составляющих спектра выходного сигнала. Генератор гетеродинного сигнала, необходимый для работы приемника, имеет аналогичный принцип формирования частоты. Для формирования опорного сигнала, для генераторов испытательного и гетеродинного сигналов, используется опорный генератор с фазовой автоподстройкой по частоте от внутреннего или внешнего опорного генератора 10 МГц. Опорный генератор изображен на структурной схеме, как вспомогательный.

Управление уровнем мощности испытательного сигнала осуществляется программируемым аттенуатором, входящим в систему автоматической регулировки мощности в качестве выходного исполнительного элемента. Ослабление аттенуатора устанавливается в зависимости от рабочей мощности измеряемого устройства и динамического диапазона анализатора.

Для изменения направления зондирования, необходимого для определения параметров многопортовых ИУ за одно подключение, в схеме предусмотрен коммутатор испытательного сигнала. Коммутатор позволяет последовательно во времени подавать сигнал на один из портов анализатора. Любой порт может работать в качестве источника или приемника сигнала.

Выделение измерительных сигналов осуществляется с помощью направленных ответвителей. Эти сигналы, соответствующие падающей и отражённой (или прошедшей через исследуемое устройство) волне, поступают в супергетеродинный многоканальный приемник, в котором осуществляется их перенос на промежуточную частоту и фильтрация. После фильтрации сигналы ПЧ поступают на АЦП, где преобразуются в цифровую форму. Дальнейшая обработка сигналов (фильтрация, измерение разности фаз, измерение амплитуды) производится в блоке цифровой обработки и управления. Измерительные фильтры на промежуточной частоте являются цифровыми и имеют полосу пропускания как указано в п. [Справочные технические характеристики](#). Многоканальный приемник может иметь от 12 до 32 идентичных каналов приема (по 2 канала на один порт). Один из каналов (опорный) обрабатывает сигнал падающей волны, второй (измерительный) – сигнал, прошедший через исследуемое устройство или отраженный от его входов. Опорный канал приема или опорный приемник обозначается буквой R с индексом, соответствующим номеру порта. Измерительный канал приема или измерительный приемник обозначается латинскими буквами T с индексом.

4 Подготовка к работе

4.1 Общие положения

Если анализатор и подключаемые аксессуары 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 используемыми аксессуарами. При необходимости, проведите чистку соединителей измерительных портов анализатора, кабелей и переходов, а также средств калибровки и выполните проверку присоединительных размеров соединителей указанных устройств.

4.2 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.

4.2.1 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).

4.2.2 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 зафиксировать крышку скотчем (клеякой 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.

4.3 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 3, палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте; капли спирта не должны попадать вовнутрь устройств;

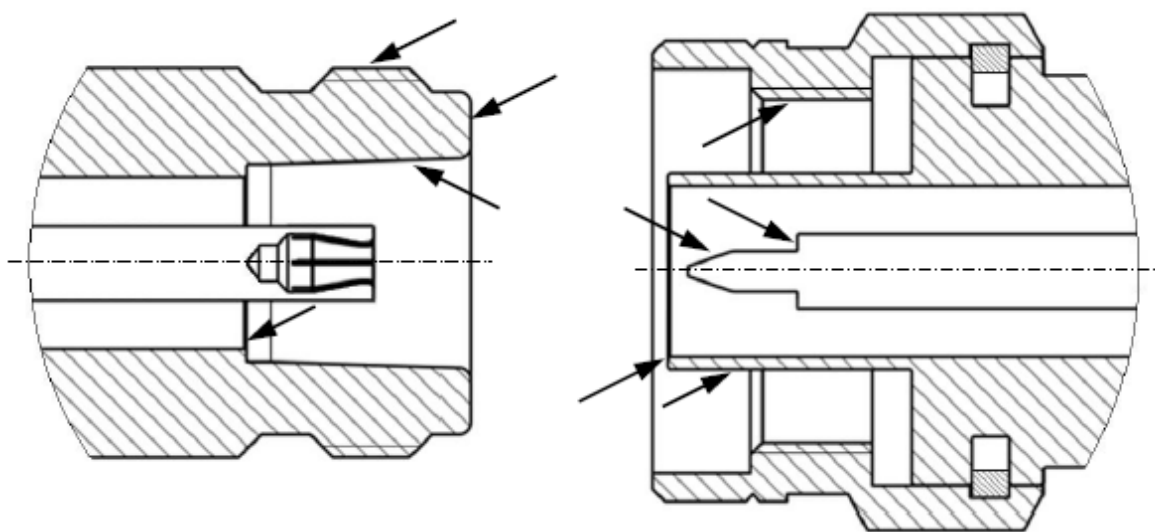


Рисунок 3 – Соединители тип N (розетка и вилка)

- 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 4).

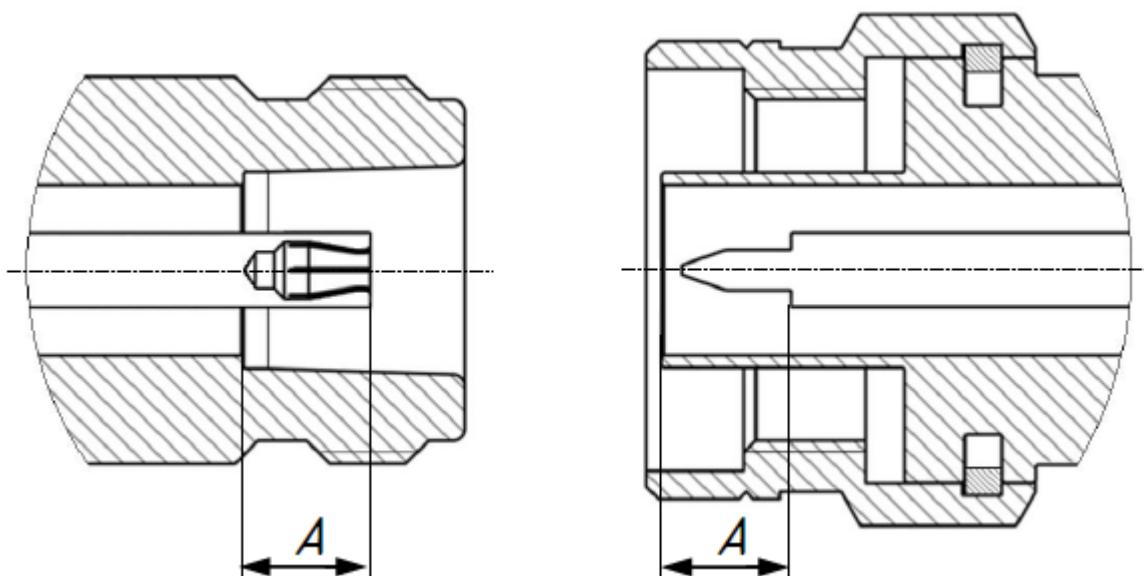


Рисунок 4 – Соединители тип N (розетка и вилка)

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 соприкасаться, как показано на рисунке 5;
- 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.
-

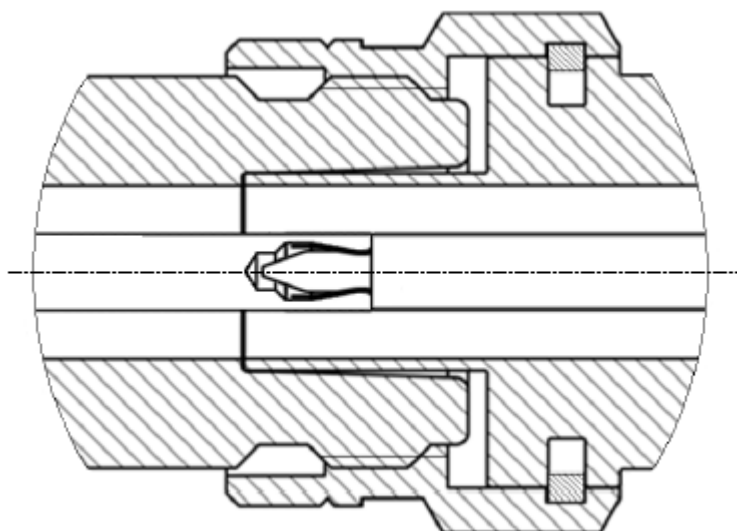


Рисунок 5 – Соединители тип N (розетка слева, вилка справа)

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

Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность кабеля питания.

ВНИМАНИЕ!

Электропитание измерителя должно осуществляться от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением от 210 до 240 В.

Включение анализатора проводить в следующей последовательности:

- присоедините компьютер к шине защитного заземления;
 - 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 анализатор готов к работе.

- выдержите анализатор перед началом работы в течение 40 минут.

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 SN9000-6

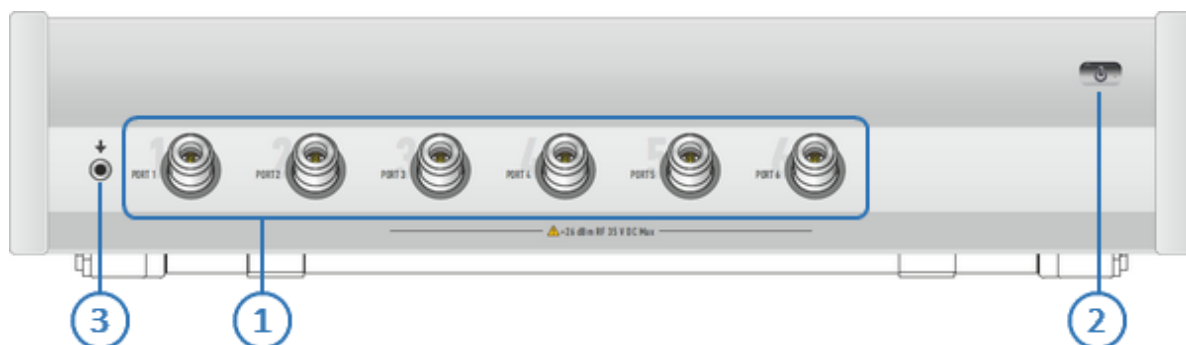


Рисунок 6 – Передняя панель

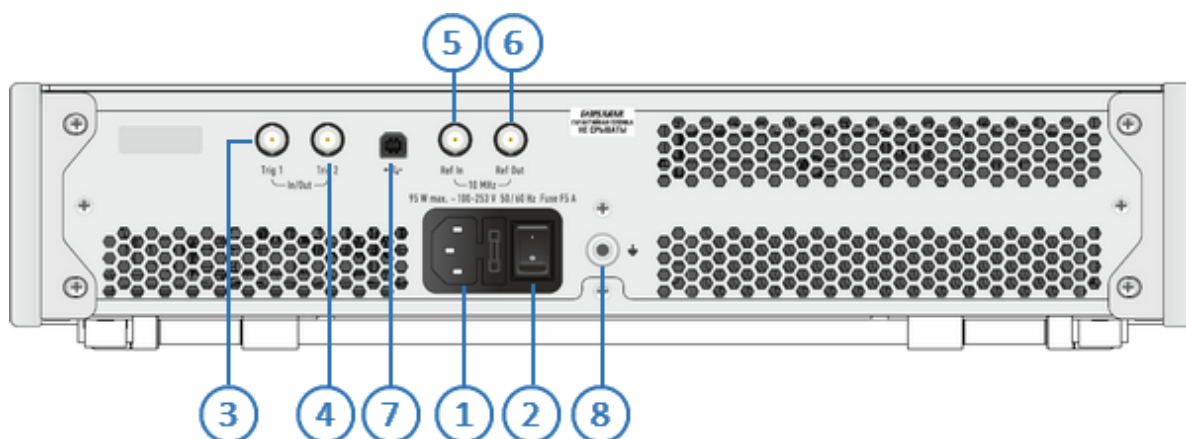


Рисунок 7 — Задняя панель

Анализатор цепей векторный SN9000-8



Рисунок 8— Передняя панель

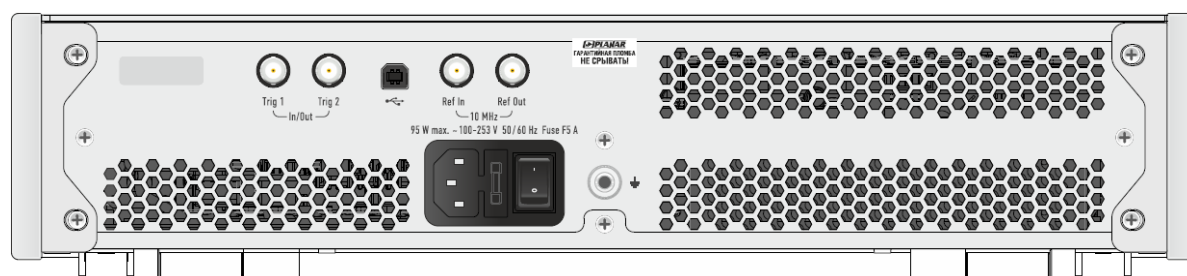


Рисунок 9- Задняя панель

Анализатор цепей векторный SN9000-10



Рисунок 10– Передняя панель

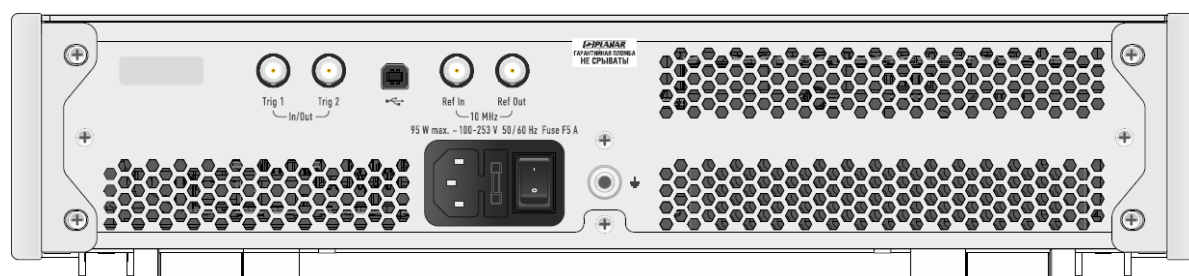


Рисунок 11– Задняя панель

Анализатор цепей векторный SN9000-12

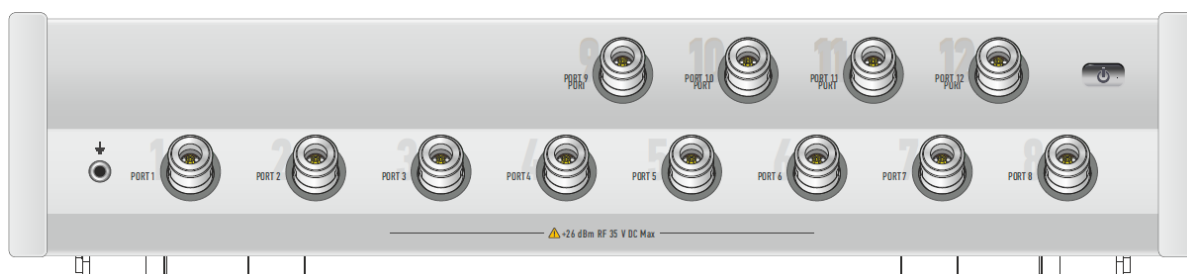


Рисунок 12– Передняя панель

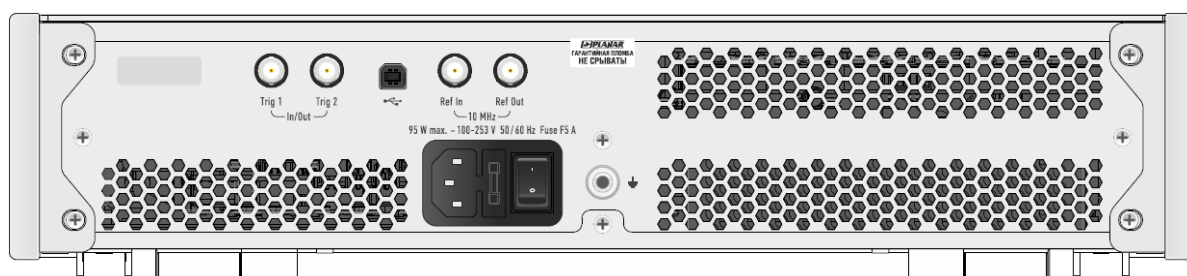


Рисунок 13– Задняя панель

Анализатор цепей векторный SN9000-14



Рисунок 14— Передняя панель

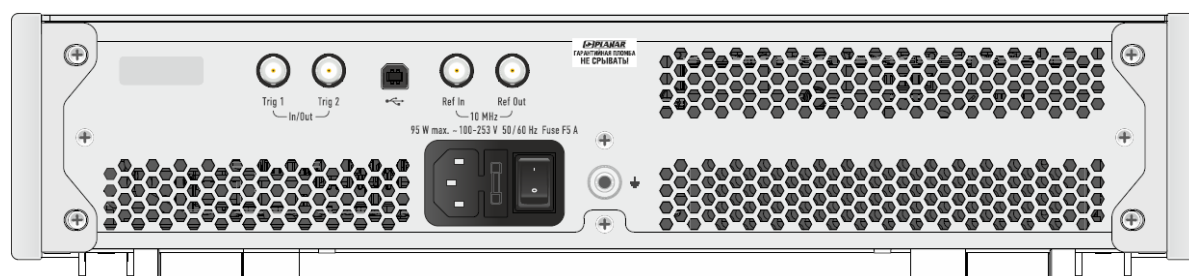


Рисунок 15— Задняя панель

Анализатор цепей векторный SN9000-16

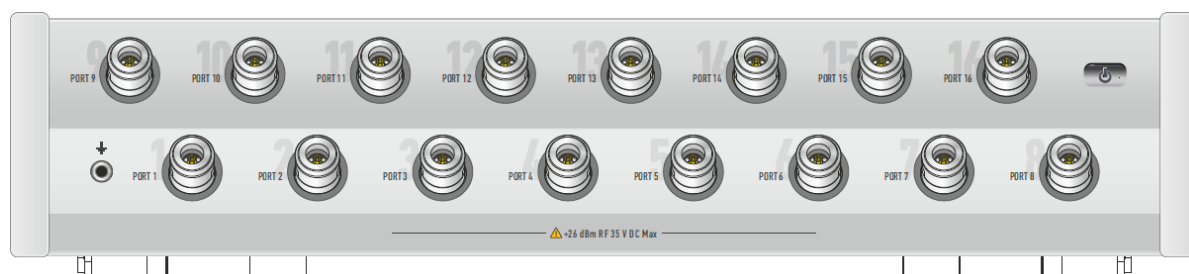


Рисунок 16– Передняя панель

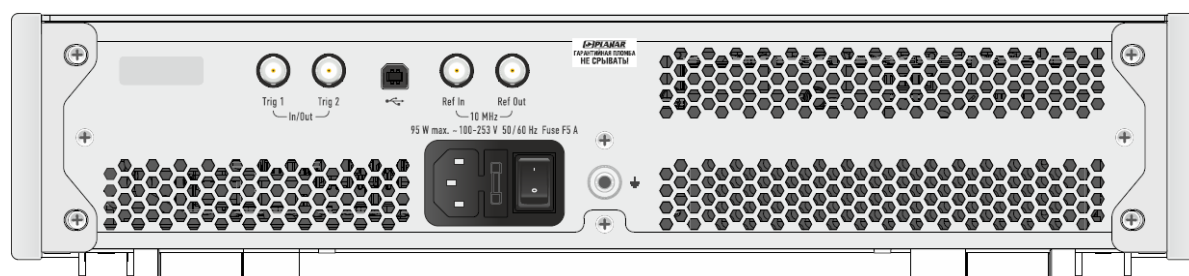


Рисунок 17– Задняя панель

5.1.1 Передняя панель

1

Измерительные порты со светодиодными индикаторами



Измерительные порты Port 1, Port2, ... Port N (количество портов зависит от модели анализатора) служат для подключения исследуемого устройства. Все модели SN9000 имеют разъемы типа N.

Измерительный порт выступает как в качестве источника испытательного радиочастотного сигнала, так и в качестве приёмника сигнала от исследуемого устройства. Стимулирующий сигнал может одновременно поступать только на один порт. Для индикации измерительного порта, который является источником радиочастотного сигнала, каждый измерительный порт имеет индикатор.

При подключении к одному измерительному порту возможно измерение характеристик отражения исследуемого устройства (например, S11 или S55).

При подключении ко всем измерительным портам возможно измерение всех элементов матрицы S-параметров исследуемого устройства.

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.

5.1.2 Задняя панель

①

Соединитель для подключения кабеля питания



Соединитель для подключения к промышленной электросети ~ 220 В, 50 Гц.

ВНИМАНИЕ!

В экстренных ситуациях, с целью предотвращения поражения электрическим током или для других аналогичных целей следует выдернуть кабель питания из сетевой розетки или из розетки на задней панели прибора.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить соединение или разъединение кабеля питания при включенном анализаторе.

②

Выключатель питания



Выключатель питания служит для включения / выключения питания измерителя.

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

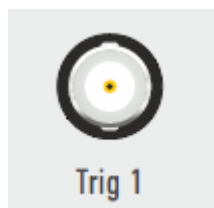
③

Вход синхронизации



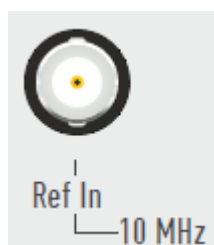
Вход Trig 2 служит для подключения источника сигнала внешнего запуска. Синхронизация или запуск прибора возможен по различным событиям, перечисленным в программном обеспечении.

4 Выход синхронизации



Выход Trig 1 предназначен для организации синхронной работы с внешними устройствами. Прибор позволяет выдавать сигналы синхронизации, связанные с различными событиями, в зависимости от настроек.

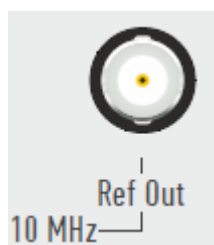
5 Вход внутреннего опорного генератора 10 МГц



Вход Ref In служит для подключения внешнего опорного генератора, обеспечивающего синхронную работу всех узлов и блоков прибора.

Частота внешнего опорного генератора 10 МГц.

6 Выход внешнего опорного генератора 10 МГц



Выход Ref Out служит 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.

7

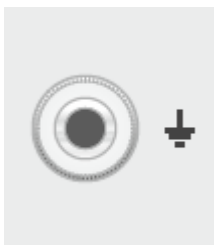
Соединитель USB 2.0



Соединитель для подключения прибора к внешнему управляющему компьютеру.

8

Клемма заземления



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

5.2 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.

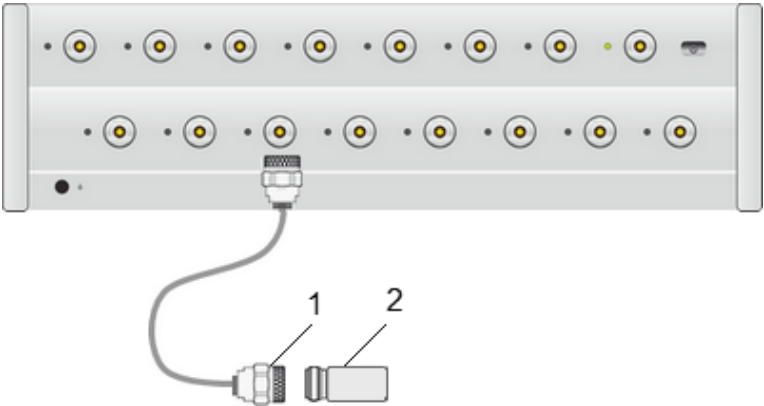
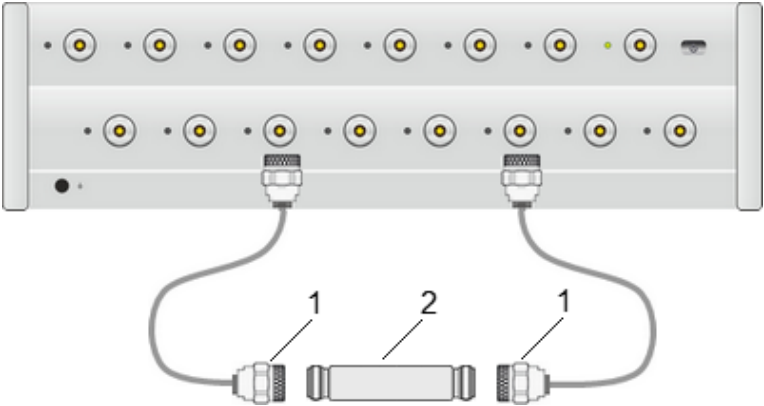
Основные режимы измерений
S-параметры
Балансные измерения
Анализ и фильтрация во временной области (опция TD-SN)
Параметры устройств с переносом частоты (опция MXR-SN)

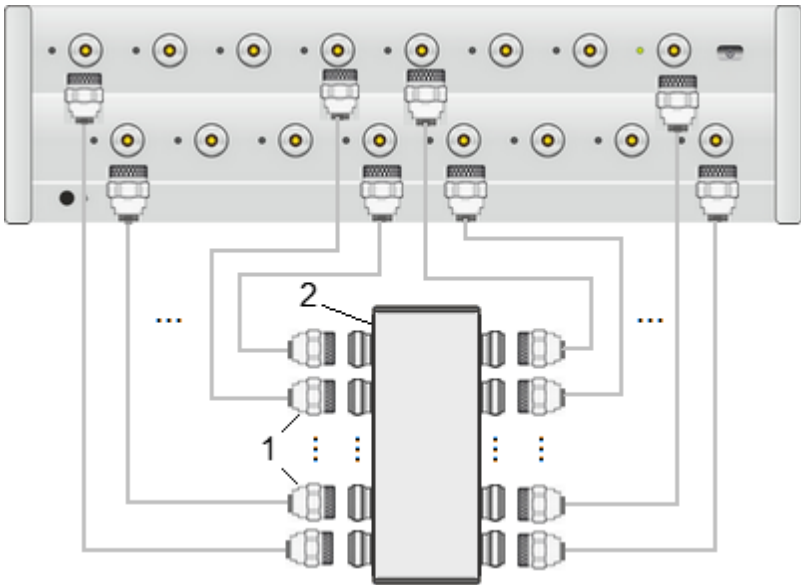
Функциональные возможности
Абсолютная мощность
Линейность амплитудной характеристики
Импеданс
Доверительный тест
Синхронизация
Автоматизация

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.

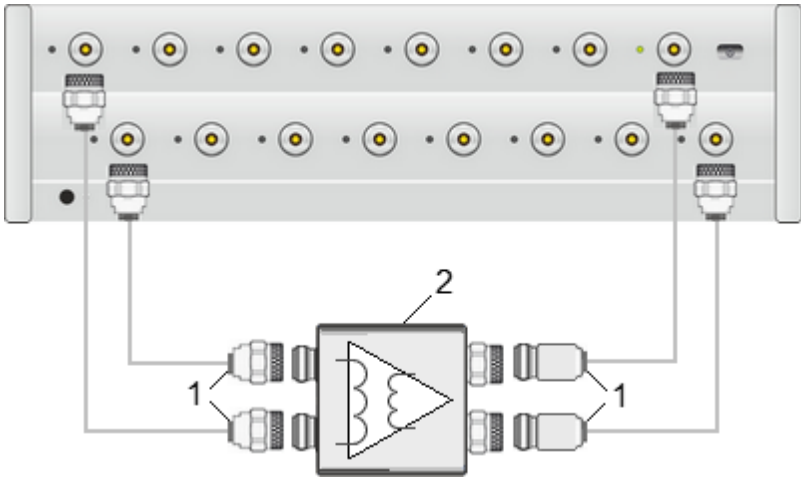
S-параметры

 1 – Измерительный кабель 2 – Исследуемое устройство Коэффициент отражения однопортового устройства	Измерение
 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.	S-параметры Формат Ампл лог Ампл лин КСВН Фаза Фаза>180 Задержка Реал и Мним Поляр Вольп
	Анализ
	Электрическая задержка Смещение фазы Преобразование импеданса

 1 – Измерительный кабель 2 – Исследуемое устройство Одновременное измерение $N \cdot N$ элементов матрицы рассеяния N-портового устройства за одно подключение, где $N \geq 3$	Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S) Исключение цепи Встраивание цепи Временная область (опция TD-SN) Функции Статистика Полоса пропускания Неравномерность Параметры фильтра
---	---

Балансные измерения

Измерение
S-параметры
S-параметры в дифференциальном режиме
Коэффициент ослабления синфазной составляющей
Дисбаланс



1 – Измерительный кабель
2 – Исследуемое устройство

Измерение параметров усилителя в дифференциальном режиме

Типы балансных цепей

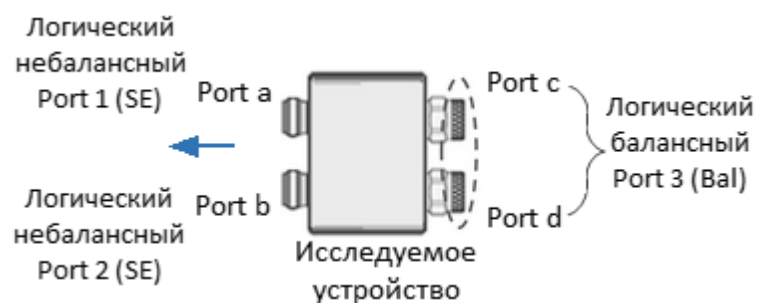
Небалансно-балансное устройство (SE-Bal)



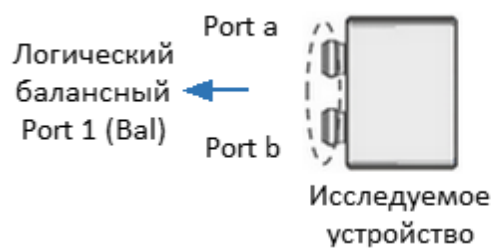
Балансно-балансное устройство (Bal-Bal)



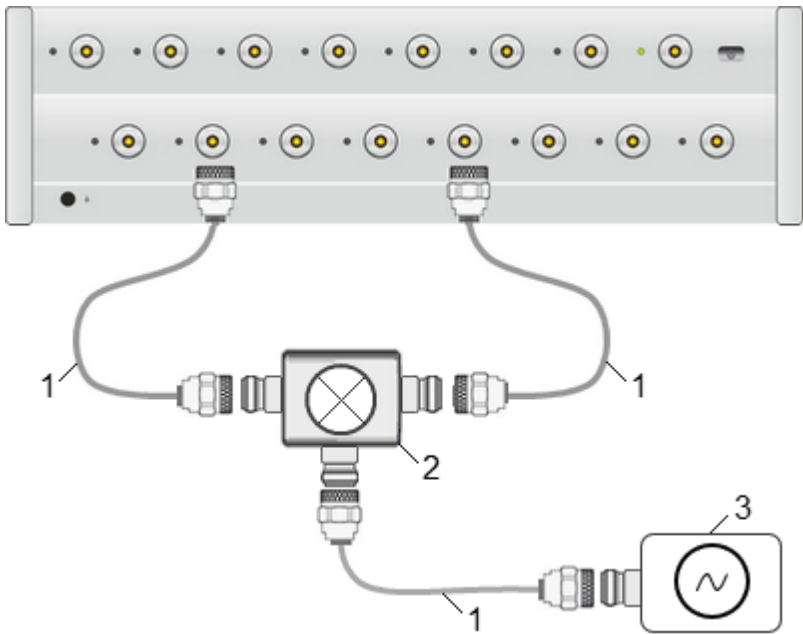
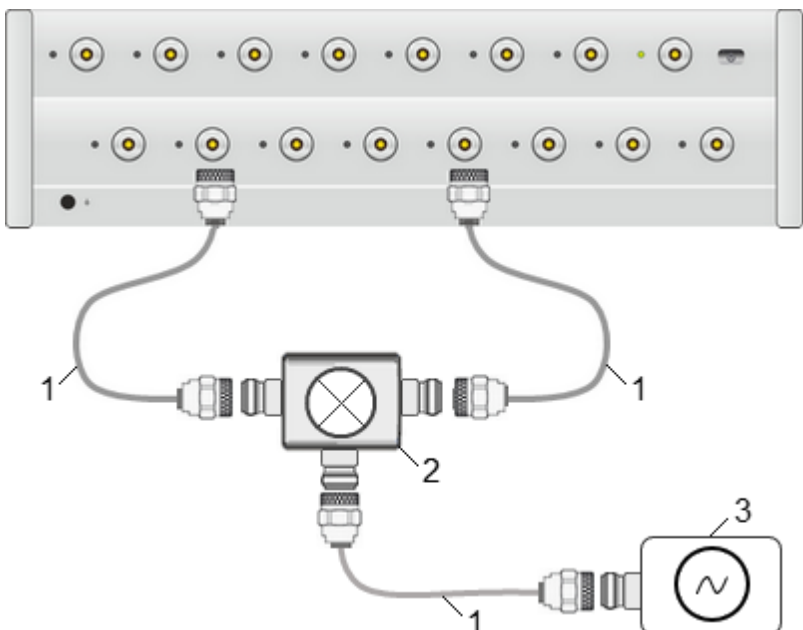
Небалансно-небалансное-балансное устройство (SE-SE-Bal)



Балансное устройство (Bal)

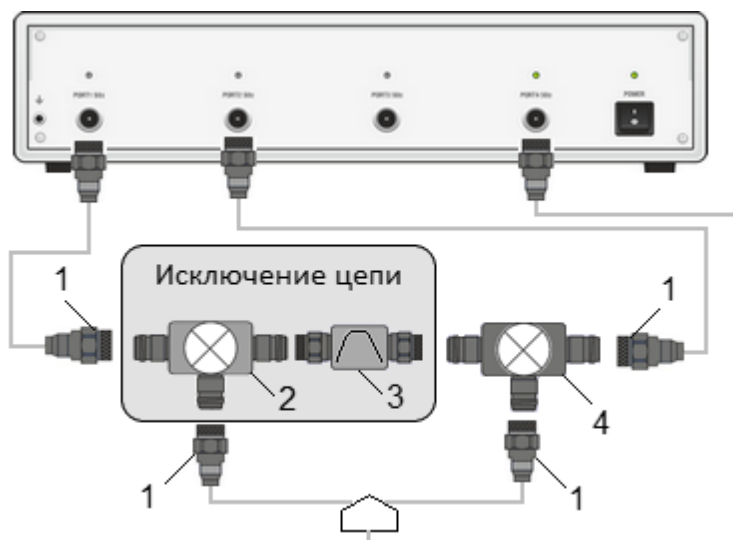


Измерения с переносом частоты (опция MXR-SN)

Измерение	S-параметры Коэффициент преобразования Групповое время запаздывания
 1 – Измерительные кабели 2 – Исследуемое устройство 3 – Источник сигнала (генератор) Векторные измерения коэффициента отражения и скалярные измерения коэффициента передачи	
 1 – Измерительные кабели 2 – Дополнительный смеситель	

- 3 – Фильтр, 4 – Исследуемое устройство
5 – Источник сигнала (генератор)

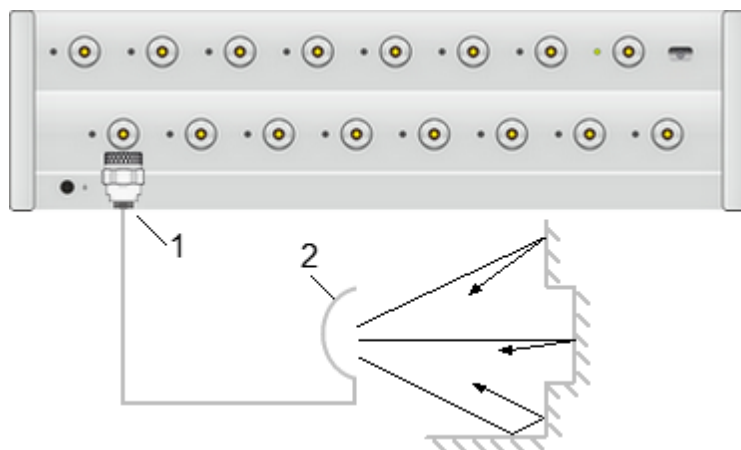
Измерение параметров смесителя. В качестве гетеродина используется внешний источник сигнала



- 1 – Измерительные кабели
2 – Дополнительный смеситель
3 – Фильтр, 4 – Исследуемое устройство

Векторные измерения коэффициента отражения и измерения коэффициента передачи. В качестве гетеродина используется внешний источник сигнала

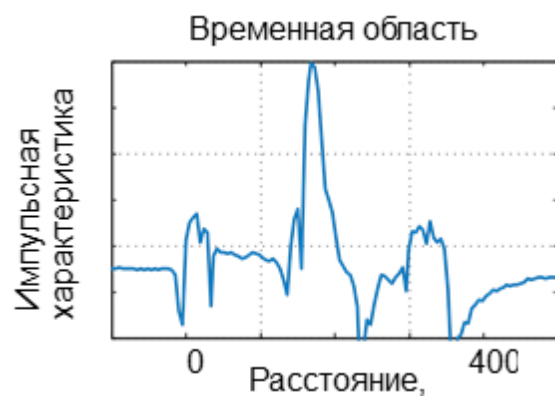
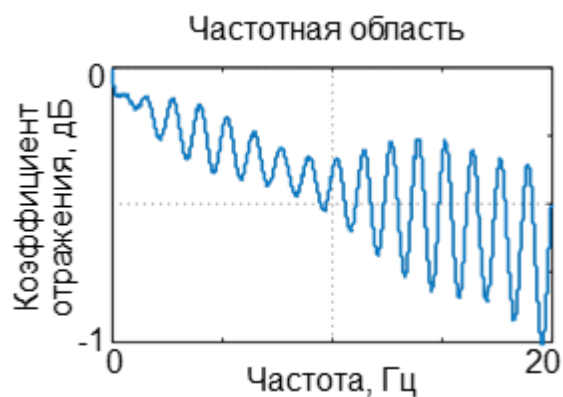
Временная область (опция TD-SN)



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 методикой – РТ-МП-1-441-2024 «ГСИ. Анализаторы цепей векторные SN9000. 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.

ВНИМАНИЕ!	Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и модуля коэффициента передачи для анализаторов в волноводе с сечением, отличающимся от его измерительных портов, следует проводить в соответствии с МИ 3411-2013. Если вычисленные погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и модуля коэффициента передачи 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 абсолютной погрешности установки и измерение уровня мощности;
- определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы;
- проверка среднего уровня собственного шума приёмников;
- определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи.

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, отвертку, 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).

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).

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.

Профилактические работы при ТО-2:

- вскройте анализатор;
- удалите пыль струей сжатого воздуха;
- проверьте крепления узлов, состояние паяк;
- закройте крышки;
- проведите поверку;
- упакуйте анализатор.

ТО–2 совмещается с поверкой и при постановке на длительное хранение.

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;
- проведение поверки;
- упаковку анализатора;
- проверку состояния эксплуатационной документации;
- отметку о выполненных работах в формуляре .

Контроль и профилактика 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).

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

Контроль качества монтажа проводят путем внешнего осмотра контакта с минимальной разборкой устройств, путем снятия крышек, панелей; при этом контролируют качество паяк. Необходимо соблюдать меры защиты полупроводниковых элементов от статического электричества.

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

Контактные поверхности высокочастотных соединителей протирают в соответствии с п. [Чистка 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 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.

11 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 %;
- атмосферное давление от 70,0 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт. ст.).

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.

12 Приложение А (справочное) Обзор приборов

Анализатор	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО графика	Режимы измерений	Специальные режимы
SN9000-6 	от 300 кГц до 9 ГГц от 1 до 200 001 24 мкс 6 портов, тип N	от минус 45 до 2 дБ (1 мВт) минус 138 дБ (1 мВт)/Гц 0,004 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты (опция MXR-SN)	Временная область (опция TD-SN) Балансные измерения
SN9000-8 	от 300 кГц до 9 ГГц от 1 до 200 001 24 мкс 8 портов, тип N	от минус 45 до 2 дБ (1 мВт) минус 138 дБ (1 мВт)/Гц 0,004 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты (опция MXR-SN)	Временная область (опция TD-SN) Балансные измерения

Анализатор	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО графика	Режимы измерений	Специальные режимы
SN9000-10 	от 300 кГц до 9 ГГц от 1 до 200 001 24 мкс 10 портов, тип N	от минус 45 до 2 дБ (1 мВт) минус 138 дБ (1 мВт)/Гц 0,004 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты (опция MXR-SN)	Временная область (опция TD-SN) Балансные измерения
SN9000-12 	от 300 кГц до 9 ГГц от 1 до 200 001 24 мкс 12 портов, тип N	от минус 45 до 2 дБ (1 мВт) минус 138 дБ (1 мВт)/Гц 0,004 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты (опция MXR-SN)	Временная область (опция TD-SN) Балансные измерения

Анализатор	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО графика	Режимы измерений	Специальные режимы
SN9000-14 	от 300 кГц до 9 ГГц от 1 до 200 001 24 мкс 14 портов, тип N	от минус 45 до 2 дБ (1 мВт) минус 138 дБ (1 мВт)/Гц 0,004 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты (опция MXR-SN)	Временная область (опция TD-SN) Балансные измерения
SN9000-16 	от 300 кГц до 9 ГГц от 1 до 200 001 24 мкс 16 портов, тип N	от минус 45 до 2 дБ (1 мВт) минус 138 дБ (1 мВт)/Гц 0,004 дБ	S-параметры Линейность Импеданс Преобразование частоты (опция MXR-SN)	Временная область (опция TD-SN) Балансные измерения