



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ-РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ - РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора



А.Д. Меньшиков

«03» июля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ В2000/В4000

Методика поверки

РТ-МП-1206-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на анализаторы цепей векторные В2000/В4000 (далее анализаторы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача:

- единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ1-2022;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ26-2010;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 09 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021.

- единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2020 г. № 3383, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 193-2021.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 - 10.8 применяется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.3
Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц	Да	Да	10.4
Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при $S_{ш} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц	Да	Да	10.5
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи	Да	Да	10.7
Определение нелинейности приемников	Да	Да	10.8
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °Cот 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа.....от 86 до 106.

4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов цепей векторных В2000/В4000 допускаются специалисты, имеющие необходимую квалификацию, освоившие работу с анализаторами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки анализаторов цепей векторных В2000/В4000 применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +18 °C до +28 °C с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °C Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью $\pm 3,0$ % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,2$ кПа	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18
10.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Эталон единицы времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360; диапазон измерений частоты от 100 кГц до 20 ГГц	Частотомер универсальный CNT-90XL, рег. № 41567-09
10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц; в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до -70 дБ	Приемник измерительный R&S FSMR50 рег. № 50678-12
10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц; в диапазоне значений мощности от $3 \cdot 10^{-4}$ до 10^2 мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP50T, рег. № 69958-17
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц с уровнем мощности от -10 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, рег. № 68980-20
10.4 Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0 до 1; в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента отражения от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235 рег. №52112-12
10.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при $S_{ii} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 1 кГц		
10.6 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0 до 1 для согласованных нагрузок; в диапазоне значений модуля комплексного коэффициента отражения от 0,091 до 0,333 для рассогласованных нагрузок; в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента отражения от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235, рег. №52112-12 Наборы мер НЗМ-11, НЗМ-13, рег. №70750-18

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.7 Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи, абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи	Эталоны единицы комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 - в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц;	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235, рег. №52112-12 Наборы калибровочных мер НКММ-11-11Р, НКММ-13-13Р, рег. №63453-16
10.8 Определение нелинейности приемников	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда в соответствии с ГПС утверждённой приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до -70 дБ	Приемник измерительный R&S FSMR50 рег. № 50678-12
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 кГц до 20 ГГц с уровнем мощности от -60 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией B167 рег. № 68980-20
Примечание: – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на анализаторы.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ ИЕС 61010-1-2014 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие анализатора следующим требованиям:

- внешний вид анализатора должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данный анализатор, при этом допускается незначительное изменение дизайна анализатора, не влияющее на однозначное определение типа анализатора по внешнему виду;
- комплектность анализатора соответствует указанной в эксплуатационной документации;
- наличие маркировки, подтверждающей тип средства измерений и серийный номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно руководству по эксплуатации на данное средство измерений;
- наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора;
- отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора.

7.2 Провести визуальный контроль чистоты соединителей анализатора и калибровочных мер. В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителей. Процедура чистки соединителей включает в себя их продувку сжатым воздухом (использовать баллончик со сжатым воздухом или резиновую грушу) с целью удаления частиц пыли и частиц отслоившихся токопроводящих покрытий и протирку токоведущих поверхностей соединителей спиртом этиловым ректификованным. Протирку производить при помощи ватной палочки, смоченной в спирте. Центральный проводник соединителя «розетка» допускается чистить только продувкой сжатым воздухом.

После протирки просушить соединители и убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителей. Провести визуальный контроль чистоты соединителей, убедиться в отсутствии посторонних частиц. В случае необходимости, чистку повторить.

7.3 Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования. Результаты внешнего осмотра зафиксировать в таблице Б.2 приложения Б.

7.4 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

8.1.1 Проверить соблюдение условий проведения поверки на соответствие разделу 3 данной методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий проведения поверки использовать средства измерений температуры окружающей среды и средства измерений относительной влажности воздуха, указанные в таблице 2. Результаты измерений зафиксировать в таблице Б.1 приложения Б.

8.2 Подготовка к поверке

8.2.1 Ознакомиться с порядком установки анализатора на рабочее место, порядком включения и управления анализатором, приведёнными в руководстве по эксплуатации ПАВУ.411259.001РЭ.

Выдержать анализатор в выключенном состоянии в условиях проведения поверки не менее двух часов, если он находился в отличных от них условиях.

Выдержать анализатор во включенном состоянии не менее 30 минут.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течение времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяется работоспособность анализатора и возможность установки на выходе анализатора номинальных значений уровня выходной мощности минус 10 и 0 дБ (1 мВт) и отображения соответствующей трассы.

8.3.2 Установить на анализаторе параметры по умолчанию, тип сканирования линейный от 100 кГц до верхней частоты поверяемого анализатора, тип измерений «Главное меню - Измерение - Абсолют.(или опорный приемник) - R1(1)».

Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт) и проверить наличие трассы на номинальном уровне 0 дБ (1 мВт). Установить уровень выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт) и убедиться в соответствующем изменении трассы.

Повторить для остальных портов анализатора, устанавливая на анализаторе тип измерений «Главное меню - Измерение - Абсолют. (или опорный приемник) – (R2(2)/ R3(3)/ R4(4))».

8.3.3 Результаты опробования считать удовлетворительными, если при загрузке анализатора не возникают сообщения об ошибках; после выдержки анализатора во включенном состоянии не менее 30 минут на всех портах анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинальных уровней 0 и минус 10 дБ (1 мВт). Результаты опробования зафиксировать в таблице Б.3 приложения Б.

8.3.4 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

9 Проверка программного обеспечения

9.1. Для проверки номера версии программного обеспечения в меню анализатора выбрать [Система: О программе], в появившемся диалоговом окне Версия программы.

Зафиксировать номер версии ПО в таблице Б.4 приложения Б.

Номер версии программного обеспечения должен соответствовать указанному в описании типа на данное средство измерений.

9.2 При получении отрицательных результатов по данной операции, процедуру поверки необходимо прекратить, результаты поверки оформить в соответствии с п.12 данной методики поверки.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала проводят методом прямых измерений с помощью частотомера универсального CNT-90XL (далее - CNT-90XL).

10.1.1 Подключить первый порт поверяемого анализатора к входу С CNT-90XL. Установить на анализаторе параметры по умолчанию, режим измерений S_{11} , частоту выходного сигнала 1 ГГц, полосу сканирования 0 Гц, триггер запуска сканирования в положение “Однократно”. Измерить частоту выходного сигнала анализатора с помощью CNT-90XL и зафиксировать результаты измерений как $F_{\text{ИЗМ}}$ в таблице Б.5 приложения Б.

10.1.2 Повторить измерения п. 10.1.1 для остальных портов поверяемого анализаторов, устанавливая режимы измерений S_{22} , S_{33} , S_{44} .

Зафиксировать результаты измерений как $F_{\text{ИЗМ}}$ в таблице Б.5 приложения Б.

10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP50T (далее – NRP50T) и приёмника измерительного R&S FSMR50 (далее - FSMR50).

10.2.1 Подключить USB вход NRP50T к управляющему ПК. Запустить программное обеспечение Power Viewer NRP50T. Подготовить к работе NRP50T в соответствии с его руководством по эксплуатации. Подключить СВЧ вход NRP50T к первому порту поверяемого анализатора.

10.2.2 На поверяемом анализаторе установить частоту 100 кГц, полосу 0 Гц, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт). Установить режим измерений S_{11} . С помощью NRP50T измерить уровень выходной мощности и зафиксировать результаты измерений как P_{NRP} в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения на частотах 500 МГц, 1, 2, 4, 6, 9, 12, 16, 20 ГГц в зависимости от верхней частоты анализатора.

10.2.3 Повторить измерения п. 10.2.2 для уровней выходной мощности -10, 5 дБ (1 мВт) для всех модификаций анализаторов, 10 дБ (1 мВт) для модификации с верхней частотой 20 ГГц, 15 дБ (1 мВт) для модификации с верхней частотой 9 ГГц.

Зафиксировать результаты измерений как P_{NRP} в таблице Б.6 приложения Б.

10.2.4 Подготовить к работе FSMR50 в соответствии с его руководством по эксплуатации. Вместо NRP50T, подключить FSMR50 к первому порту поверяемого анализатора при помощи СВЧ кабеля.

Установить на анализаторе уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), частоту выходного сигнала 100 кГц, полосу сканирования 0 Гц.

На FSMR50 установить режим измерительного приёмника, режим работы от внешней опорной частоты, частоту 100 кГц, опорный уровень 0 дБ (1 мВт), полосу пропускания 100 Гц и выбрать режим относительных измерений уровня сигнала. Установить на анализаторе уровень выходной мощности -60 дБ (1 мВт) и зафиксировать результаты измерений как P_{FSMR} в таблице Б.6 приложения Б. Повторить измерения на частотах 500 МГц, 1, 2, 4, 6, 9, 12, 16, 20 ГГц в зависимости от верхней частоты анализатора.

10.2.5 Повторить измерения п. 10.2.1-10.2.4 для остальных портов поверяемого анализаторов, устанавливая режимы измерений S_{22} , S_{33} , S_{44} .

Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.6 приложения Б.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)

Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP50T (далее – NRP50T) и генератора сигналов SMA100B (далее - SMA100B).

10.3.1 Подготовить к работе SMA100B и NRP50T в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1. Делитель мощности подключить к первому порту поверяемого анализатора.

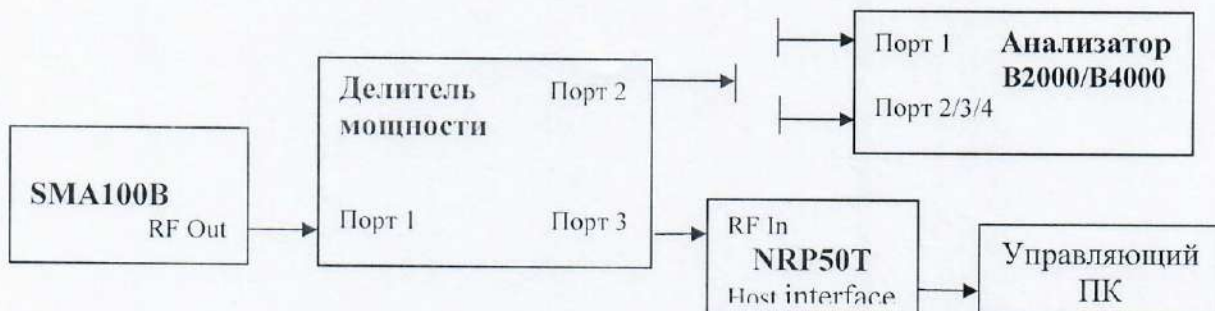


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня мощности 0 дБ (1 мВт)

10.3.2 Установить на поверяемом анализаторе режим измерений «Абсолют. – A(1)» (для 2-х портовых модификаций) или «Тестовый приемник – T1(1)» (для 4-х портовых модификаций), центральную частоту 100 кГц, полосу сканирования 0 Гц, выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в положение «Откл.».

Установить на выходе SMA100B такой уровень мощности, чтобы на входе первого порта поверяемого анализатора уровень мощности составлял от минус 1 до 1 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора как $P_{\text{ИЗМ}}$ и NRP50T как P_{NRP} в таблице Б.7 приложения Б.

Установить частоты 500 МГц, 1, 2, 4, 6, 9, 12, 16, 20 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора и NRP50T как $P_{\text{ИЗМ}}$ и NRP50T как P_{NRP} в таблице Б.7 приложения Б.

10.3.3 Повторить измерения по п. 10.3.2, для остальных портов анализатора устанавливая на анализаторе соответствующий режим измерений «Абсолют. – B(2)» (для 2-х портовых модификаций) или «Тестовый приемник – T2(2)/T3(3)/T4(4)» (для 4-х портовых модификаций). Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником второго порта поверяемого анализатора как $P_{\text{ИЗМ}}$ и NRP50T как P_{NRP} в таблице Б.7 приложения Б.

ВНИМАНИЕ! Во всех пунктах данной методики поверки, где используются наборы калибровочных и эталонных мер, подключение мер производить только с использованием ключа тарированного, из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

10.4 Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц

Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц проводят методом прямых измерений при подключении к портам анализатора согласованной нагрузки из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 (далее - ZV-Z270) или ZV-Z235 (далее - ZV-Z235) в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

10.4.1 Подключить к первому порту поверяемого анализатора согласованную нагрузку.

10.4.2 Установить на анализаторе режим приемника выбрав меню «Главное меню - Измерение-Абсолют- А(1) (Тестовый приемник – Т1(1))», выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность-ВЧ выход» и перевести указатель «ВЧ выход» в положение «Откл.»; установить тип сканирования «сегментный» с следующими значениями:

- для модификаций анализаторов с верхней частотой 9 ГГц
сегмент 1 от 100 кГц до 1 МГц – 20 точек, сегмент 2 от 1 МГц до 8 ГГц – 81 точка, сегмент 3 от 8 до 9 ГГц – 21 точка;
- для модификаций анализаторов с верхней частотой 20 ГГц
сегмент 1 от 100 кГц до 1 МГц – 20 точек, сегмент 2 от 1 МГц до 20 ГГц – 121 точка.

Установить полосу ПЧ 10 Гц. В меню «Маркеры-Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» - «ВКЛ».

Установить маркер 1 на частоту 100 кГц и маркер 2 на частоту 1 МГц. Зафиксировать значение «сред» как $P_{ш}(10 \text{ Гц})$ в таблице Б.8 приложения Б.

Аналогично повторить измерения для поддиапазонов частот от 1 МГц до 8 ГГц; от 8 до 9 ГГц для модификаций анализаторов с верхней частотой 9 ГГц и от 1 МГц до 20 ГГц для модификаций анализаторов с верхней частотой 20 ГГц с соответствующей установкой маркеров.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора, устанавливая на анализаторе соответствующий режим измерений «Главное меню -Измерение-Абсолют- В(2)» (для 2-х портовых модификаций) или «Тестовый приемник – Т2(2)/Т3(3)/Т4(4)» (для 4-х портовых модификаций). Зафиксировать значение «сред» как $P_{ш}(10 \text{ Гц})$ в таблице Б.8 приложения Б.

10.5 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы $S_{ш} = 0 \text{ дБ}$ при фильтре ПЧ 3 кГц

Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы анализатора проводят методом прямых измерений при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ при подключении к порту анализатора нагрузки короткозамкнутой из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 (далее - ZV-Z270) или ZV-Z235 (далее - ZV-Z235).

Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 3 кГц, диапазон частот от 100 кГц до $F_{дч}$, количество точек 1601.

ВНИМАНИЕ! Здесь и далее по тексту $F_{дч}$ – значение частоты в ГГц, численно равное значению верхней границы диапазона частот поверяемой модификации анализатора.

Подключить к первому порту нагрузку короткозамкнутую из состава ZV-Z270 или ZV-Z235 в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

Сохранить результат измерений модуля коэффициента отражения в память, выполнить нормализацию (деления данных на память).

В меню «Маркеры – Маркерные вычисления» установить «Маркерная статистика» – «ВКЛ» и меню «Маркеры – Маркерные вычисления – Маркерная статистика» установить «Диапазон стат.» – «ВКЛ».

Установить маркер 1 на частоту 100 кГц и маркер 2 на частоту 1 МГц. Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{\text{ст}}$ в таблице Б.9 приложения Б.

Установить маркер 1 на частоту 1 МГц и маркер 2 на частоту $F_{\text{дч}}$. Зафиксировать значение «ст.отк» как $\sigma_{\text{ст}}$ в таблице Б.9 приложения Б.

Повторить измерения для остальных портов поверяемого анализатора, и зафиксировать результаты измерений в таблице Б.9 приложения Б.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения проводят методом прямых измерений с помощью наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 и с помощью наборов мер НЗМ-11 или НЗМ-13 в зависимости от модификации поверяемого анализатора.

10.6.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения выполнить после однопортовой калибровки анализатора:

– для анализаторов с модификациями B2109A(M), B2209A(M), B2409A(M), B4109A(M), B4209A(M), B4409A(M), B4509A(M), при калибровке использовать набор калибровочных мер 6550F09 или автоматический модуль ACM2509(-011,-012), при последующих измерениях нагрузки рассогласованные из состава набора мер НЗМ-11 и согласованные нагрузки, короткого замыкания и холостого хода из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270;

– для анализаторов с модификациями B2120A(M), B2220A(M), B2420A(M), B4120A(M), B4220A(M), B4420A(M), B4520A(M), при калибровке использовать набор калибровочных мер 6650F27 или автоматический модуль ACM2520(-111,-112) соответственно, при последующих измерениях, использовать нагрузки рассогласованные из состава набора мер НЗМ-13 и согласованные нагрузки, короткого замыкания и холостого хода из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235.

В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, изменение температуры окружающей среды должно быть не более чем $\pm 1^\circ\text{C}$. Для создания требуемой конфигурации разъемов портов использовать при необходимости вспомогательные переходы. При этом финальную плоскость калибровки обязательно обеспечить с помощью переходов из состава наборов мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235 или ZV-Z270.

10.6.2 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц, диапазон частот от 100 кГц до верхней частоты поверяемого анализатора.

Установить частоты измерений 100 кГц, 1 МГц и от 100 МГц до $F_{\text{дч}}$ с интервалом 100 МГц. Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Выполнить однопортовую калибровку первого порта анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации в трактах типа N или 3,5 мм для конфигурации «вилка», используя соответствующие меры «розетка» из наборов 6550F09/6650F27, или порт В автоматических модулей ACM2509(-011,-012)/ACM2520 (-111/-112).

В меню «Калибровка – Комплект мер» выбрать предустановленный набор мер для наборов 6550F09 или 6650F27. При калибровке анализаторов модулем ACM в меню «Калибровка – Автокалибровка» убедиться, что корректно отображается подключенный автоматический модуль.

Затем для набора мера выбрать в меню «Калибровка – Калибровать – Полная 1-портовая калибровка» и выбрать необходимый порт и конфигурацию разъемов мер, которая должна быть противоположна конфигурации порта. Провести калибровку.

Для анализаторов с автоматическим модулем АСМ в меню «Калибровка – Автокалибровка» выбрать «Характеризация – Заводская», «Неизвестная перемычка – Вкл.», «Ориентация – Ручная» и установить соответствие необходимых портов прибора и АСМ. Далее выбрать «1-портовая автокалибровка» соответствующего порта.

10.6.3 После выполнения калибровки подключить к измерительному порту анализатора эталонную нагрузку с номинальным значением КСВН = 1,2 из соответствующего набора мер НЗМ-11 или НЗМ-13.

Выбрать для трассы S11 формат отображения модуля коэффициента отражения в отн. ед.:

– [**Формат:** Ампл лин].

Загрузить файл (*.slp) описания эталонной нагрузки в память программного обеспечения анализатора. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера модуль коэффициента отражения на частотах 100 кГц и 1 МГц. Зафиксировать результаты измерений как $\Gamma_{HЧ}$ в таблице Б.10 приложения Б.

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями модуля коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 2; 3; 4; 6; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора.

Зафиксировать результаты измерений как $\Delta\Gamma_{BЧ}$ в таблице Б.10 приложения Б.

10.6.4 Выбрать для трассы S_{11} формат отображения фазы коэффициента отражения:

– [**Формат:** Фаза].

Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера фазу коэффициента отражения на частотах 100 кГц и 1 МГц. Зафиксировать результаты измерений как $\Phi_{HЧ}$ в таблице Б.11 приложения Б.

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями фазы коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 2; 3; 4; 6; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений как $\Delta\Phi_{BЧ}$ в таблице Б.11 приложения Б.

10.6.5 Повторить измерения по п. 10.6.3 и 10.6.4 при подключении к измерительному порту анализатора эталонной нагрузки с номинальным значением КСВН = 2 из соответствующего набора мер НЗМ-11 или НЗМ-13, эталонных нагрузок согласованной (НС), холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ) из соответствующего набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235. Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения для эталонной нагрузки согласованной не проводить. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.10 и Б.11 приложения Б.

10.6.6 Для поверяемых анализаторов с автоматическими модулями АСМ2509-011/АСМ2520-111 выполнить однопортовую калибровку второго порта анализатора в соответствии с п.10.6.1, используя порт А «розетка» автоматического модуля.

10.6.7 Для поверяемых анализаторов с наборами 6550F09/6650F27 выполнить однопортовую калибровку второго порта анализатора в соответствии с руководством по эксплуатации в конфигурации порта «розетка», используя соответствующие меры «вилка» из наборов 6550F09/6650F27, или порт А автоматических модулей АСМ2509-012/АСМ2520-112.

Выполнить п. 10.6.3 – 10.6.5 для второго порта для п.10.6.6 и 10.6.7. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.10 и Б.11 приложения Б.

10.6.8 Для 4-х портовых модификаций анализаторов выполнить операции по п. 10.6.2 – 10.6.7 для 3 и 4 порта. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.10 и Б.11 приложения Б.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи

Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи T и абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи проводят методом прямых измерений с помощью переходов из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 после выполнения полной двухпортовой калибровки анализаторов по набору механических мер или автоматическому калибровочному модулю в зависимости от опции поверяемого анализатора для конфигурации портов «вилка-вилка» (для ACM2509-012/ACM2520-112: «вилка-розетка»).

Подключить ко второму порту анализатора кабель СВЧ из комплекта анализатора.

10.7.1 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию. Установить уровень выходной мощности 5 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц, диапазон частот от 100 кГц до $F_{дч}$.

Установить частоты измерений 100 кГц, 1 МГц и от 100 МГц до $F_{дч}$ с интервалом 100 МГц. Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Выполнить полную двухпортовую калибровку анализатора. Для набора мера выбрать в меню «Калибровка – Калибровать – 2-портовая SOLT калибровка». Далее выбрать соответствующие порты, конфигурацию разъемов мер, которая должна быть противоположна требуемой конфигурации порта и установить для «Порт 1-2: переключатель подкласс Unk Thru». Провести калибровку.

Для модулей АСМ в меню «Калибровка – Автокалибровка» выбрать «Ориентация – Ручная» и установить соответствие необходимых портов прибора и АСМ. Далее выбрать «2-портовая автокалибровка» с неизвестной переключателем («Неизвестная переключатель -вкл.»). Провести калибровку.

10.7.2 Для поверяемого анализатора с наборами 6550F09/6650F27, или модулями ACM2509-011/ACM2520-111 подключить измерительный переход «розетка» - «розетка» из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 или ZV-Z235 между первым портом анализатора и кабелем СВЧ, подключенным к второму порту анализатора. Подключение перехода должно быть выполнено с минимальным изменением положения кабеля.

Для поверяемого анализатора с модулями ACM2509-012/ACM2520-112 после калибровки провести измерения перехода "вилка-розетка" из состава набора калибровочных мер НКММ-11-11Р или НКММ-13-13Р. При отсутствии перехода, допускается соединение кабеля СВЧ непосредственно с портом и использование в качестве меры «идеального» соединения с модулем $S_{21} = 0$ дБ (точно) и фазой $S_{21} = 0$ градусов (точно).

Загрузить файл (*.s2p) описания используемого измерительного перехода в память программного обеспечения анализатора.

Выбрать для трассы S_{21} формат отображения модуля коэффициента передачи в дБ. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера модуль коэффициента передачи на частотах 100 кГц; 1 МГц. Зафиксировать результаты измерений, как $A_{нчп}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 2; 3; 4; 6; 8; 9; 10; 12; 14; 16; 18; 20 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений, как $T_{вч}$ в таблице Б.12 приложения Б.

10.7.3 Выбрать для трассы S_{21} формат отображения фазы коэффициента передачи. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти.

Определить с помощью маркера фазу коэффициента передачи измерительного перехода на частотах 100 кГц, 1 МГц. Зафиксировать результаты измерений, как $\Phi_{нчп}$ в таблице Б.13 приложения Б.

Определить с помощью маркера разницу между измеряемыми значениями фазы измерительного перехода и данными трассы памяти на частотах 100 МГц, 1; 2; 3; 4; 6; 8; 9; 10;

12; 14; 16; 18; 20 ГГц в зависимости от диапазона частот модификации поверяемого анализатора. Зафиксировать результаты измерений как $\Delta\Phi_{ВЧП}$ в таблице Б.14 приложения Б.

10.7.4 Повторить операции по п. 10.7.1-10.7.3 для остальных режимов (S12,S43,S34) поверяемого анализатора, и зафиксировать результаты измерений в таблице Б.9 приложения Б.

10.8 Определение нелинейности приемников

Определение нелинейности приемников проводят методом прямых измерений с помощью приёмника измерительного R&S FSMR50 (далее – FSMR50) и генератора сигналов SMA100B (далее - SMA100B) на частоте 1 ГГц при уровне мощности на приемнике в диапазоне от минус 60 до 5 дБ (1 мВт).

Подготовить к работе FSMR50 в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.8.1 Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 2.

Первый порт поверяемого анализатора и вход FSMR50 соединить с делителем мощности используя СВЧ кабели, на FSMR50 установить центральную частоту 1 ГГц.

Включить синхронизацию частоты поверяемого анализатора и FSMR50 от внешнего источника опорной частоты SMA100B.

Установить на анализаторе режим измерений «Абсолют. – A(2)» (для 2-х портовых модификаций) или «Тестовый приёмник – T1(1)» (для 4-х портовых модификаций), частоту выходного сигнала 1 ГГц, полосу сканирования 0 Гц, выключить стимулирующий сигнал выбрав меню «Стимул-Мощность» и перевести указатель «ВЧ выход» в неактивное положение.

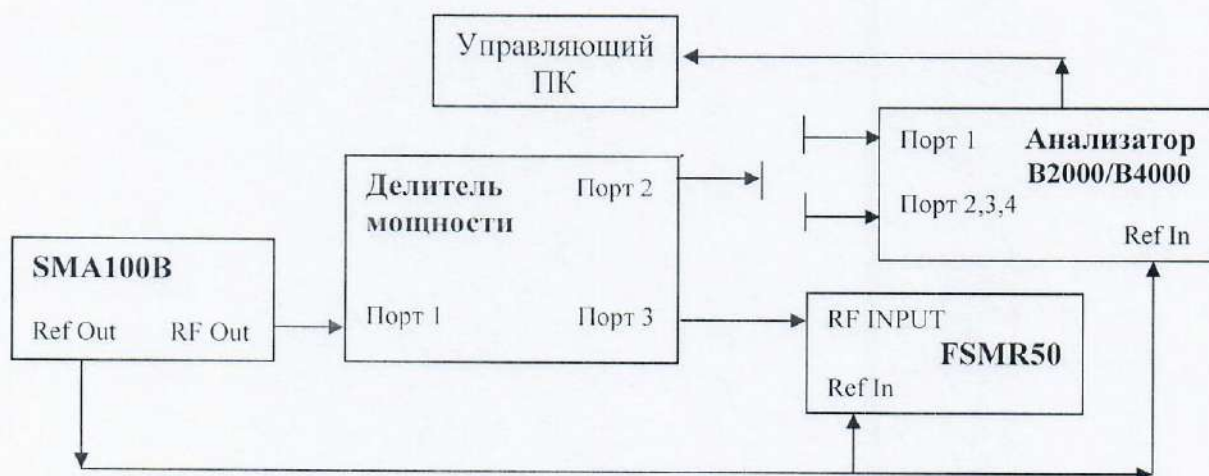


Рисунок 2 – Структурная схема соединения СИ для определения нелинейности приемников

10.8.2 Установить на выходе SMA100B частоту выходного сигнала 1 ГГц с уровнем мощности 12 дБ (1 мВт). Установить измеренный уровень мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «Индикация-Память-Нормировать».

Установить измеренный уровень мощности FSMR50 за опорное значение и выбрать режим измерений отношения мощностей.

10.8.3 Установить уровень мощности SMA100B 2 дБ (1 мВт). Зафиксировать результаты измерений отношения мощностей приёмником первого канала поверяемого анализатора как $A_{ПР}$ и FSMR50 как A_{FSMR} в таблице Б.14 приложения Б.

10.8.4 Повторить измерения для следующих значений уровней мощности на SMA100B: минус 8, минус 18, минус 28, минус 38, минус 48, минус 53 дБ (1 мВт), зафиксировать

результаты измерений в таблице Б.14 приложения Б.

10.8.5 Повторить измерения по пунктам 10.8.2-10.8.4 для остальных портов анализатора, установив на анализаторе режим соответствующий измерений «Абсолют. – В(1)» (для 2-х портовых модификаций) или «Тестовый приемник – Т2(2)/Т3(3)/Т4(4)» (для 4-х портовых модификаций). Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.14 приложения Б.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результаты поверки по пункту 10.1 считаются удовлетворительными, если измеренное на выходе порта значение частоты 1 ГГц $F_{\text{ИЗМ}}$ находится в интервале допустимых значений от 0,999998 до 1,000002 ГГц;

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (1) абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности, $\Delta P_{\text{ВЫХ}}$, дБ:

$$\Delta P_{\text{ВЫХ}} = P - P_{\text{NRP}}, \quad (1)$$

где P – установленное на анализаторе значение уровня мощности, дБ (1 мВт);
 P_{NRP} – измеренное значение мощности, дБ (1 мВт).

Для полученных в пункте 10.2.4 результатов измерений P_{FSMR} , рассчитать абсолютную погрешность установки уровня мощности минус 60 дБ (1 мВт) по формуле (2):

$$\Delta P_{\text{ВЫХ-60}} = P_{-60} - P_{\text{FSMR}} + P_{\text{NRP0}}, \quad (2)$$

где P_{-60} – уровень выходной мощности при установке на анализаторе минус 60 дБ (1 мВт), дБ (1 мВт);

P_{NRP0} – измеренное ваттметром NRP в п. 10.2.2 значение мощности 0 дБ (1 мВт) на выходе анализатора, дБ (1 мВт);

P_{FSMR} – измеренное измерительным приемником FSMR50 в п. 10.2.4 значение мощности на выходе анализатора, дБ (1 мВт).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности не выходит за пределы $\pm 1,5$ дБ.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений $P_{\text{ИЗМ}}$ и P_{NRP} , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), $\Delta P_{\text{ВХ}}$, дБ:

$$\Delta P_{\text{ВХ}} = P_{\text{ИЗМ}} - P_{\text{NRP}}, \quad (3)$$

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), $\Delta P_{\text{ВХ}}$, не выходит за пределы $\pm 1,5$ дБ.

11.4 Для полученных в пункте 10.4 результатов измерений $P_{\text{Ш}}(10 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт), рассчитать средний уровень собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц $P_{\text{Ш}}(1 \text{ Гц})$ дБ (1 мВт) по формуле (4):

$$P_{\text{ш}}(1 \text{ Гц}) = P_{\text{ш}}(10 \text{ Гц}) - 10, \quad (4)$$

Результаты поверки по пункту 10.4 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц в диапазонах частот не превышают значений указанных в таблице 3:

Таблица 3 - Допускаемые среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц

Наименование характеристики	Значение
Средний уровень собственного шума приёмников при фильтре промежуточной частоты (ПЧ) 1 Гц, дБ (1 мВт), в диапазоне частот, не более:	
- В2109А (М), В2209А(М), В4109А (М), В4209А (М), В4209А(М):	
от 100 кГц до 1 МГц включ.	-100
св. 1 МГц до 8 ГГц включ.	-143
св. 8 ГГц до 9 ГГц	-133
- В2120А(М), В2220А(М), В2420А(М), В4120А(М), В4220А(М), В4420А(М), В4520А(М):	
от 100 кГц до 1 МГц включ.	-110
св. 1 МГц до 20 ГГц	-133

11.5 Результаты поверки по пункту 10.5 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы $S_{ii} = 0$ дБ при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ при фильтре ПЧ 3 кГц $\sigma_{S_{ii}}$, дБ, в диапазонах частот не превышают значений указанных в таблице 4:

Таблица 4 - Среднее квадратическое отклонение шумов трассы при измерении $S_{ii} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц в диапазоне частот

Наименование характеристики	Значение
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы при измерении $S_{ii} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц в диапазоне частот, дБ, не более	
- для анализаторов В2109А(М), В2209А(М), В2409А(М), В4109А(М), В4209А(М), В4409А(М), В4509А(М)	
от 100 кГц до 1 МГц включ.	0,005
свыше 1 МГц до 9 ГГц	0,001
- для анализаторов В2120А(М), В2220А(М), В2420А(М), В4120А(М), В4220А(М), В4420А(М), В4520А(М):	
от 100 кГц до 1 МГц включ.	0,020
свыше 1 МГц до 20 ГГц	0,001

11.6 Для полученных в пунктах 10.6.3 и 10.6.5 значений модуля коэффициента отражения $\Gamma_{\text{нч}}$, отн. ед., на частотах 100 кГц, 1 МГц для каждого канала и каждой нагрузки рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность измерения модуля коэффициента отражения $\Delta\Gamma_{\text{нч}}$, отн. ед.:

$$\Delta\Gamma_{\text{нч}} = \Gamma_{\text{нч}} - [\Gamma_0 + (\Gamma_F - \Gamma_0) \cdot f/F], \quad (5)$$

где Γ_0 – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, отн. ед.;

Γ_F – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации $F=100$ МГц, отн. ед.

Выбрать максимальное значение $\Delta\Gamma_{нч\text{макс}}$, отн. ед., из рассчитанных по формуле (5) значений $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед., для каждого канала и каждой нагрузки.

Выбрать максимальное значение $\Delta\Gamma_{вч\text{макс}}$, отн. ед., из полученных в пункте 10.6.3 и 10.6.5 результатов измерений $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед., для каждого канала и каждой нагрузки.

Для полученных на частоте в пункте 10.6.4 значений фазы коэффициента отражения $\Phi_{нч}$, градус, на частотах 100 кГц, 1 МГц для каждого канала рассчитать по формуле (6) абсолютную погрешность измерения фазы коэффициента отражения $\Delta\Phi_{нч}$, градус:

$$\Delta\Phi_{нч} = \Phi_{нч} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (6)$$

где Φ_0 – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, градус;

Φ_F – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации $F=100$ МГц, градус.

Выбрать максимальное значение $\Delta\Phi_{нч\text{макс}}$, градус, из рассчитанных по формуле (6) значений $\Delta\Phi_{нч}$, градус, для каждого канала.

Выбрать максимальное значение $\Delta\Phi_{вч\text{макс}}$, градус, из полученных в пункте 10.6.4 результатов измерений $\Delta\Phi_{вч}$, градус, для каждого канала.

Результаты поверки по пункту 10.6 считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\Delta\Gamma_{нч\text{макс}}$ и $\Delta\Gamma_{вч\text{макс}}$, отн. ед., (для каждого канала и каждой нагрузки) и фазы коэффициента отражения $\Delta\Phi_{нч\text{макс}}$ и $\Delta\Phi_{вч\text{макс}}$, градус, (для каждого канала и каждой нагрузки кроме нагрузки НС) не выходят за пределы, указанные в таблице 5.

Таблица 5 - Допускаемые значения абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Наименование характеристики	Частота	Нагрузка	Значение	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $S_{и}$ в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от диапазона частот, отн. ед.	от 100 кГц до 20 ГГц	НС КСВН = 1,2 КСВН = 2,0 КЗ, ХХ	$\pm(0,017+0,004 \cdot S_{и} + 0,016 \cdot S_{и} ^2)$	$\pm 0,017$ $\pm 0,017$ $\pm 0,020$ $\pm 0,037$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне $S_{и}$ от 0,017 до 1, градус	от 100 кГц до 20 ГГц	КСВН = 1,2 КСВН = 2,0 КЗ, ХХ	$\pm(1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{и} / S_{и}))$	$\pm 12,0$ $\pm 4,4$ $\pm 3,1$

11.7 Для полученных в пункте 10.7.2 результатов измерений $A_{нчп}$, дБ, модуля коэффициента передачи измерительного перехода рассчитать по формуле (7) абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи $T_{нч}$, дБ, на частотах 100 кГц 1 МГц:

$$T_{нч} = A_{нчп} - [A_0 + (A_F - A_0) \cdot f/F], \quad (7)$$

где A_0 – модуль коэффициента передачи измерительного перехода на постоянном токе, дБ;
 A_F – модуль коэффициента передачи измерительного перехода на частоте аттестации $F=100$ МГц, дБ.

Для полученных в пункте 10.7.3 результатов измерений фазы коэффициента передачи измерительного перехода $\Phi_{\text{нчп}}$, градус, на частотах 100 кГц, 1 МГц, рассчитать по формуле (8) абсолютную погрешность измерений фазы коэффициента передачи $\Delta\Phi_{\text{нчп}}$, градус, на частотах 100 кГц, 1 МГц:

$$\Delta\Phi_{\text{нчп}} = \Phi_{\text{нчп}} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (8)$$

где Φ_0 – фаза коэффициента передачи на постоянном токе, градус;
 Φ_F – фаза коэффициента передачи на частоте аттестации $F=100$ МГц, градус.

Результаты поверки по пункту 10.7 считаются удовлетворительными, если:

– значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи (измеренные значения $T_{\text{вчмакс}}$ в пункте 10.7.2 и рассчитанные по формуле (7) значения $T_{\text{нчмакс}}$) не выходят за пределы $\pm 0,09$ дБ;

– значения абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи (измеренные значения $\Delta\Phi_{\text{вчп}}$ в пункте 10.7.3 и рассчитанные по формуле (8) значения $\Delta\Phi_{\text{нчп}}$) не выходят за пределы $\pm 1,5$ градуса.

11.8 Для полученных в пункте 10.8 результатов измерений $A_{\text{ПР}}$ и A_{FSMR} , дБ, рассчитать нелинейность приемников L , дБ, по формуле (9):

$$L = A_{\text{ПР}} - A_{\text{FSMR}}, \quad (9)$$

где $A_{\text{ПР}}$ – измеренное значение отношения мощностей анализатором, дБ;
 A_{FSMR} – измеренное значение отношения мощностей измерительным приемником FSMR50, дБ.

Результаты поверки по пункту 10.7 считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения нелинейности приемников L относительно уровня 0 дБ (1 мВт) в диапазоне уровней от минус 60 до 5 дБ (1 мВт) не выходят за пределы $\pm 0,08$ дБ.

11.9 Критериями принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 и соответствие действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных В2000/В4000 требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.8 данной методики поверки.

11.10 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных В2000/В4000 требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.8 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

12 Оформление результатов поверки

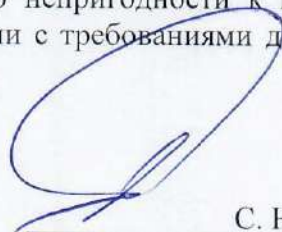
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, программного обеспечения, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

12.2 Сведения о результатах проведенной поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

При наличии в комплекте анализатора набора калибровочных мер или автоматического двухпортового калибровочного модуля, тип и серийный номер набора заносят в протокол поверки и при оформлении свидетельства в свидетельство о поверке.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Гольшак

Начальник сектора
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



А. С. Каледин

Приложение А
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические анализаторы цепей векторных В2000/В4000, определяемые при проведении поверки

Наименование характеристики	Значение
1	2
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала:	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБ (1 мВт), для модификаций: - В2109А, В2109М, В2209А, В2209М, В2409А, В2409М, В4109А, В4109М, В4209А, В4209М, В4409А, В4409М, В4509А, В4509М - В2120А, В2120М, В2220А, В2220М, В2420А, В2420М, В4120А, В4120М, В4220А, В4220М, В4420А, В4420М, В4520А, В4520М	от -60 до +15 от -60 до +10
Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня выходной мощности, дБ	$\pm 1,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности при $P_{вх} = 0$ дБ (1 мВт), дБ	$\pm 1,5$
Средний уровень собственного шума приёмников при фильтре промежуточной частоты (ПЧ) 1 Гц, дБ (1 мВт), в диапазоне частот, не более: - В2109А, В2109М, В2209А, В2209М, В2409А, В2409М, В4109А, В4109М, В4209А, В4209М, В4409А, В4409М, В4509А, В4509М: от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 МГц до 8 ГГц включ. св. 8 ГГц до 9 ГГц - В2120А, В2120М, В2220А, В2220М, В2420А, В2420М, В4120А, В4120М, В4220А, В4220М, В4420А, В4420М, В4520А, В4520М: от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 МГц до 20 ГГц	-100 -143 -133 -110 -133
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы при измерении $S_{ii} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц в диапазоне частот, дБ, не более - В2109А, В2109М, В2209А, В2209М, В2409А, В2409М, В4109А, В4109М, В4209А, В4209М, В4409А, В4409М, В4509А, В4509М: от 100 кГц до 1 МГц включ. свыше 1 МГц до 9 ГГц - В2120А, В2120М, В2220А, В2220М, В2420А, В2420М, В4120А, В4120М, В4220А, В4220М, В4420А, В4420М, В4520А, В4520М: от 100 кГц до 1 МГц включ. свыше 1 МГц до 20 ГГц	0,005 0,001 0,020 0,001
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ΔS_{ii} в диапазоне от 0 до 1, отн. ед.	$\pm(0,017+0,004 \cdot S_{ii} + 0,016 S_{ii} ^2)$

Продолжение таблицы А.1

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне от 0,017 до 1, градус	$\pm[1,0+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{ii} / S_{ii})]$
Нелинейность приемников L на частоте 1 ГГц при уровне мощности на приемнике в диапазоне от – 60 до 5 дБ (1 мВт), дБ	$\pm 0,08$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи Т по МИ 3411-2013, дБ	$\pm 0,09$
Пределы допускаемой суммарной абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус	$\pm(0,5+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{ji} /8,6))$

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки анализаторов цепей векторных В2000/В4000

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающей среды, °С	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа	

Таблица Б.2 – Внешний осмотр

Вид проверки	Заключение
Внешний вид анализатора соответствует фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений	
Комплектность анализатора соответствует указанной в технической документации фирмы-изготовителя	
Наличие маркировки, подтверждающей тип и серийный номер	
Наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа на данное средство измерений	
Наружная поверхность не имеет следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления	
Отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей	
Отсутствуют механические повреждения соединителей (вмятины, забоины, отслаивания покрытия и т. д.) и заусенцы на контактных и токонесущих поверхностях анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора	
Отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер или автоматического калибровочного модуля из комплекта анализатора	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заклучение
После включения и загрузки программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках	
На всех портах анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинальных уровней 0 и минус 10 дБ (1 мВт)	

Таблица Б.4 – Идентификация программного обеспечения

Вид проверки	Заклучение
Номер версии программного обеспечения, отображаемый в строке состояния должен быть не ниже 24.1.3	

ВНИМАНИЕ! Нижеприведённые таблицы протокола для фиксации результатов измерений даны для модификаций анализаторов цепей векторных В20000/В4000 с максимальным диапазоном частот от $100 \cdot 10^3$ до $20 \cdot 10^9$ Гц. Заполнение протокола для других модификаций анализаторов происходит до значения частоты $F_{дч}$ ГГц включительно, численно равному значению верхней границы диапазона частот поверяемой модификации анализатора.

Таблица Б.5 – Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

Порт	$F_A^{(1)}$, ГГц	Нижний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала, ГГц	Измеренное значение, $F_{изм}$, ГГц	Верхний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала, ГГц
1	1	0,999998		1,000002
2				
3				
4				
Примечание: F_A – здесь и далее в таблицах, значения частот установленных на поверяемом анализаторе				

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности, ($\Delta P_{вых}$)

Порт	F_A	Установленное значение	Измеренные значения P_{NRP} (P_{FSMR}), дБ	Рассчитанные значения $\Delta P_{вых}$, дБ	Пределы допустимых значений $\Delta P_{вых}$, дБ
1	2	3	4	5	6
Для модификаций В2109А(М), В2209А(М), В2409А(М), В4109А(М), В4209А(М), В4409А(М), В4509А(М)					
	100 кГц	0			$\pm 1,5$
	500 МГц	0			$\pm 1,5$
	1 ГГц	0			$\pm 1,5$
	2 ГГц	0			$\pm 1,5$
	4 ГГц	0			$\pm 1,5$
	6 ГГц	0			$\pm 1,5$
	9 ГГц	0			$\pm 1,5$
	100 кГц	15			$\pm 1,5$
	500 МГц	15			$\pm 1,5$
	1 ГГц	15			$\pm 1,5$
	2 ГГц	15			$\pm 1,5$
	4 ГГц	15			$\pm 1,5$
	6 ГГц	15			$\pm 1,5$
	9 ГГц	15			$\pm 1,5$
	100 кГц	5			$\pm 1,5$
	500 МГц	5			$\pm 1,5$
	1 ГГц	5			$\pm 1,5$
	2 ГГц	5			$\pm 1,5$
	4 ГГц	5			$\pm 1,5$
	6 ГГц	5			$\pm 1,5$
	9 ГГц	5			$\pm 1,5$
	100 кГц	-10			$\pm 1,5$
	500 МГц	-10			$\pm 1,5$
	1 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	2 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	4 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	6 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	9 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	100 кГц	-60			$\pm 1,5$
	500 МГц	-60			$\pm 1,5$

Порт	F_A	Установленное значение	Измеренные значения P_{NRP} (P_{FSMR}), дБ	Рассчитанные значения $\Delta P_{ВЫХ}$, дБ	Пределы допустимых значений $\Delta P_{ВЫХ}$, дБ
1	2	3	4	5	6
	1 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	2 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	4 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	6 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	9 ГГц	-60			$\pm 1,5$

Для модификаций B2120A(M), B2220A(M), B2420A(M), B4120A(M), B4220A(M), B4420A(M), B4520A(M)

	100 кГц	0			$\pm 1,5$
	500 МГц	0			$\pm 1,5$
	1 ГГц	0			$\pm 1,5$
	2 ГГц	0			$\pm 1,5$
	4 ГГц	0			$\pm 1,5$
	6 ГГц	0			$\pm 1,5$
	9 ГГц	0			$\pm 1,5$
	12 ГГц	0			$\pm 1,5$
	16 ГГц	0			$\pm 1,5$
	20 ГГц	0			$\pm 1,5$
	100 кГц	10			$\pm 1,5$
	500 МГц	10			$\pm 1,5$
	1 ГГц	10			$\pm 1,5$
	2 ГГц	10			$\pm 1,5$
	4 ГГц	10			$\pm 1,5$
	6 ГГц	10			$\pm 1,5$
	9 ГГц	10			$\pm 1,5$
	12 ГГц	10			$\pm 1,5$
	16 ГГц	10			$\pm 1,5$
	20 ГГц	10			$\pm 1,5$
	100 кГц	5			$\pm 1,5$
	500 МГц	5			$\pm 1,5$
	1 ГГц	5			$\pm 1,5$
	2 ГГц	5			$\pm 1,5$
	4 ГГц	5			$\pm 1,5$
	6 ГГц	5			$\pm 1,5$
	9 ГГц	5			$\pm 1,5$
	12 ГГц	5			$\pm 1,5$
	16 ГГц	5			$\pm 1,5$
	20 ГГц	5			$\pm 1,5$
	100 кГц	-10			$\pm 1,5$
	500 МГц	-10			$\pm 1,5$
	1 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	2 ГГц	-10			$\pm 1,5$
	4 ГГц	-10			$\pm 1,5$

Порт	F_A	Установленное значение	Измеренные значения P_{NRP} (P_{FSMR}), дБ	Рассчитанные значения $\Delta P_{ВЫХ}$, дБ	Пределы допустимых значений $\Delta P_{ВЫХ}$, дБ
1	2	3	4	5	6
	100 кГц	-60			$\pm 1,5$
	500 МГц	-60			$\pm 1,5$
	1 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	2 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	4 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	6 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	9 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	12 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	16 ГГц	-60			$\pm 1,5$
	20 ГГц	-60			$\pm 1,5$

Таблица Б.7 – Определение абсолютной погрешности измерения уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт), ($\Delta P_{ВХ}$)

Порт	F_A	Измеренные значения $P_{ИЗМ}$, дБ	Измеренные значения P_{NRP} , дБ	Рассчитанные значения $\Delta P_{ВХ}$, дБ	Пределы допустимых значений $\Delta P_{ВХ}$, дБ
Для модификаций B2109A(M), B2209A(M), B2409A(M), B4109A(M), B4209A(M), B4409A(M), B4509A(M)					
	100 кГц				$\pm 1,5$
	500 МГц				$\pm 1,5$
	1 ГГц				$\pm 1,5$
	2 ГГц				$\pm 1,5$
	4 ГГц				$\pm 1,5$
	6 ГГц				$\pm 1,5$
	9 ГГц				$\pm 1,5$
Для модификаций B2120A(M), B2220A(M), B2420A(M), B4120A(M), B4220A(M), B4420A(M), B4520A(M)					
	100 кГц				$\pm 1,5$
	500 МГц				$\pm 1,5$
	1 ГГц				$\pm 1,5$
	2 ГГц				$\pm 1,5$
	4 ГГц				$\pm 1,5$
	6 ГГц				$\pm 1,5$
	9 ГГц				$\pm 1,5$
	12 ГГц				$\pm 1,5$
	16 ГГц				$\pm 1,5$
	20 ГГц				$\pm 1,5$

Таблица Б.8 – Определение среднего уровня собственного шума приемников при фильтре ПЧ 1 Гц ($P_{ш}(1 \text{ Гц})$)

Порт	Диапазон частот	Измеренные значения $P_{ш}(10 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт),	Рассчитанные значения $P_{ш}(1 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт),	Допустимые значения $P_{ш}(1 \text{ Гц})$, дБ (1 мВт), не более
Для модификаций В2109А(М), В2209А(М), В2409А(М), В4109А(М), В4209А(М), В4409А(М), В4509А(М)				
	от 100 кГц до 1 МГц включ.			-100
	св. 1 МГц до 8 ГГц включ.			-143
	св. 8 ГГц до 9 ГГц			-133
Для модификаций В2120А(М), В2220А(М), В2420А(М), В4120А(М), В4220А(М), В4420А(М), В4520А(М)				
	от 100 кГц до 1 МГц включ.			-110
	св. 1 МГц до 20 ГГц			-133

Таблица Б.9 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы $S_{ш} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц ($\sigma_{ш}$)

Диапазон частот	Измеренные значения $\sigma_{ш}$, дБ				Допустимые значения σ дБ, не более
	Порт 1	Порт 2	Порт 3	Порт 4	
Для модификаций В2109А(М), В2209А(М), В2409А(М), В4109А(М), В4209А(М), В4409А(М), В4509А(М)					
от 100 кГц до 1 МГц включ.					0,005
св. 1 МГц до 9 ГГц					0,001
Для модификаций В2120А(М), В2220А(М), В2420А(М), В4120А(М), В4220А(М), В4420А(М), В4520А(М)					
от 100 кГц до 1 МГц включ.					0,020
св. 1 МГц до 20 ГГц					0,001

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ($\Delta\Gamma$)

Нагрузка НС							
F_A	Измеренные значения $\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Рассчитанные значения $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{нч\text{МАКС}}$, отн. ед.		Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 0,017$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{МАКС}}$, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							$\pm 0,017$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							
1 МГц							$\pm 0,017$
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{МАКС}}$, отн. ед.		
	порт3		порт4		порт3	порт4	
100 МГц							$\pm 0,017$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Продолжение таблицы 10

Нагрузка КСВН=1,2							
F _А	Измеренные значения Г _{нч} , отн. ед.		Рассчитанные значения ΔГ _{нч} , отн. ед.		Выбор ΔГ _{нч} МАКС, отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							±0,017
1 МГц							
	Измеренное значение ΔГ _{вч} , отн. ед.				Выбор ΔГ _{вч} МАКС, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							±0,017
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	±0,017
100 кГц							
1 МГц							±0,017
	Измеренное значение ΔГ _{вч} , отн. ед.				Выбор ΔГ _{вч} МАКС, отн. ед.		
	порт3		порт4		порт3	порт4	
100 МГц							±0,017
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Продолжение таблицы 10

Нагрузка КСВН=2,0							
F_A	Измеренные значения $\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Рассчитанные значения $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{нч\text{МАКС}}$, отн. ед.		Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 0,020$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{МАКС}}$, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							$\pm 0,020$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							
1 МГц							$\pm 0,020$
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{МАКС}}$, отн. ед.		
	порт3		порт4		порт3	порт4	
100 МГц							$\pm 0,020$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Продолжение таблицы 10

Нагрузка КЗ							
F_A	Измеренные значения $\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Рассчитанные значения $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{нчМАКС}$, отн. ед.		Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 0,037$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вчМАКС}$, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							$\pm 0,037$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							
1 МГц							$\pm 0,037$
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вчМАКС}$, отн. ед.		
	порт3		порт4		порт3	порт4	
100 МГц							$\pm 0,037$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Окончание таблицы 10

Нагрузка ХХ							
F_A	Измеренные значения $\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Рассчитанные значения $\Delta\Gamma_{нч}$, отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{нч\text{МАКС}}$, отн. ед.		Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$, отн. ед.
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 0,037$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{МАКС}}$, отн. ед.		
	порт1		порт2		порт1	порт2	
100 МГц							$\pm 0,037$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							$\pm 0,037$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{вч}$, отн. ед.				Выбор $\Delta\Gamma_{вч\text{МАКС}}$, отн. ед.		
	порт3		порт4		порт3	порт4	
100 МГц							$\pm 0,037$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Таблица Б.11 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения ($\Delta\Phi$)

Нагрузка КСВН=1,2							
F_A	Измеренные значения $\Phi_{нч}$, градус		Рассчитанные значения $\Delta\Phi_{нч}$, градус		Выбор $\Delta\Phi_{нч\text{МАКС}}$, градус		Пределы допустимых значений $\Delta\Phi$, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 12,0$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{вч}$, градус			Выбор $\Delta\Phi_{вч\text{МАКС}}$, градус			
	порт1		порт2	порт1	порт2		
100 МГц							$\pm 12,0$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							$\pm 12,0$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{вч}$, градус			Выбор $\Delta\Phi_{вч\text{МАКС}}$, градус			
	порт3		порт4	порт3	порт4		
100 МГц							$\pm 12,0$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Продолжение таблица Б.11

Нагрузка КСВН=2,0							
F_A	Измеренные значения $\Phi_{нч}$, градус		Рассчитанные значения $\Delta\Phi_{нч}$, градус		Выбор $\Delta\Phi_{нч\text{МАКС}}$, градус		Пределы допустимых значений $\Delta\Phi$, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 4,4$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{вч}$, градус			Выбор $\Delta\Phi_{вч\text{МАКС}}$, градус			
	порт1		порт2	порт1		порт2	
100 МГц							$\pm 4,4$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							
1 МГц							$\pm 4,4$
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{вч}$, градус			Выбор $\Delta\Phi_{вч\text{МАКС}}$, градус			
	порт3		порт4	порт3		порт4	
100 МГц							$\pm 4,4$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Продолжение таблица Б.11

Нагрузка КЗ							
F_A	Измеренные значения $\Phi_{нч}$, градус		Рассчитанные значения $\Delta\Phi_{нч}$, градус		Выбор $\Delta\Phi_{нч\text{МАКС}}$, градус		Пределы допустимых значений $\Delta\Phi$, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							$\pm 3,1$
1 МГц							
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{вч}$, градус			Выбор $\Delta\Phi_{вч\text{МАКС}}$, градус			
	порт1		порт2	порт1		порт2	
100 МГц							$\pm 3,1$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							
1 МГц							$\pm 3,1$
	Измеренное значение $\Delta\Phi_{вч}$, градус			Выбор $\Delta\Phi_{вч\text{МАКС}}$, градус			
	порт3		порт4	порт3		порт4	
100 МГц							$\pm 3,1$
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Окончание таблицы 11

Нагрузка XX							
F _A	Измеренные значения Ф _{нч} , градус		Рассчитанные значения ΔФ _{нч} , градус		Выбор ΔФ _{нч} макс, градус		Пределы допустимых значений ΔФ, градус
	порт1	порт2	порт1	порт2	порт1	порт2	
100 кГц							±3,1
1 МГц							
	Измеренное значение ΔФ _{вч} , градус			Выбор ΔФ _{вч} макс, градус			
	порт1		порт2	порт1		порт2	
100 МГц							±3,1
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							
	порт3	порт4	порт3	порт4	порт3	порт4	
100 кГц							
1 МГц							±3,1
	Измеренное значение ΔФ _{вч} , градус			Выбор ΔФ _{вч} макс, градус			
	порт3		порт4	порт3		порт4	
100 МГц							±3,1
1 ГГц							
2 ГГц							
3 ГГц							
4 ГГц							
6 ГГц							
8 ГГц							
9 ГГц							
10 ГГц							
12 ГГц							
14 ГГц							
16 ГГц							
18 ГГц							
20 ГГц							

Таблица Б.12 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи из-за трекинга передачи ($T_{\text{МАКС}}$) измерительного перехода

Режим (трасса)	F _A	Измеренные значения A _{нчп} , дБ	Рассчитанные значения T _{нч} , дБ	Пределы допустимых значений T _{макс} , дБ
	100 кГц			±0,09
	1 МГц			
		Измеренное значение T _{вч} , дБ		
	100 МГц			
	1 ГГц			
	2 ГГц			
	3 ГГц			
	4 ГГц			
	6 ГГц			
	8 ГГц			
	9 ГГц			
	10 ГГц			
	12 ГГц			
	14 ГГц			
	16 ГГц			
	18 ГГц			
	20 ГГц			

Таблица Б.13 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи ($\Delta\Phi_{\text{ПМАКС}}$) измерительного перехода

Режим (трасса)	F _A	Измеренные значения Φ _{нчп} , градус	Рассчитанные значения ΔΦ _{нчп} , градус	Пределы допустимых значений ΔΦ _{пмакс} , градус
	100 кГц			±1,5
	1 МГц			
		Измеренное значение ΔΦ _{вчп} , градус		
	100 МГц			
	1 ГГц			
	2 ГГц			
	3 ГГц			
	4 ГГц			
	6 ГГц			
	8 ГГц			
	9 ГГц			
	10 ГГц			
	12 ГГц			
	14 ГГц			
	16 ГГц			
	18 ГГц			
	20 ГГц			

Таблица Б.14 – Определение нелинейности приемников ($L_{\text{МАКС}}$)

Порт	Установленные значения уровня мощности на SMA100B, дБ (1 мВт)	Измеренные значения отношения мощностей, дБ		Рассчитанные значения L, дБ	Пределы допустимых значений L _{МАКС} , дБ
		A _{ПР}	A _{FSMR}		
	+12	опорный уровень			±0,08
	+2				
	-8				
	-18				
	-28				
	-38				
	-48				
	-53				