



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

«20» мая 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ TR1300/1

Методика поверки

РТ-МП-337-441-2025

г. Москва  
2025 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на анализаторы цепей векторные TR1300/1 (далее - анализаторы) и устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость поверяемых анализаторов цепей векторных TR1300/1 к государственным первичным эталонам единиц величин:

- государственному первичному эталону единиц времени, частоты и национальной шкалы времени (ГЭТ 1-2022) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360;

- государственному первичному эталону единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах (ГЭТ 26-2010) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461;

- к государственному первичному эталону единицы волнового сопротивления в коаксиальных волноводах (ГЭТ 75-2023) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 16 августа 2023 г. № 1678;

- государственному первичному эталону единицы ослабления электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 0 до 178 ГГц (ГЭТ 193-2011) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3383.

Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик по пунктам 10.1 - 10.7 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	
1	2	3	4
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

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
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 0 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)	Да	Да	10.3
Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при $S_{11} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц	Да	Да	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	Да	Да	10.5
Определение КСВН порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи $S_{21}$	Да	Да	10.6
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи для измеряемых устройств с КСВН не более 2,0	Да	Да	10.7
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, °С ..... от 18 до 28;
- относительная влажность воздуха, % ..... от 30 до 80.

### 4 Требование к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки анализаторов цепей векторных TR1300/1 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 TR1300/1 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 ±0,5 °C	Термогигрометр UNITESS THB 1B, рег. № 70481-18
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью ±3,0 %	
10.1 Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	Эталоны единиц времени и частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2360; диапазон измерений частоты от 300 кГц до 1,3 ГГц	Частотомер универсальный CNT-90XL, рег. № 41567-09
10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт)	Эталоны единиц мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 ГГц; в диапазоне значений мощности от от $3 \cdot 10^{-4}$ до $10^2$ мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, рег. № 69958-17
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 приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 ГГц; в диапазоне значений мощности от от $3 \cdot 10^{-4}$ до $10^2$ мВт	Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, рег. № 69958-17
	Средства измерений для воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 ГГц с уровнем мощности от –10 до 10 дБ (1 мВт)	Генератор сигналов SMA100B, с опцией В103 рег. № 68980-20

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.4 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы при $S_{11} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц	Эталоны единицы комплексного коэффициента отражения в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 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, рег. №52112-12
10.5 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 приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 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, рег. №52112-12 Наборы мер НЗМ-11, рег. №70750-18
10.6 Определение КСВН порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи $S_{21}$	Средство измерений КСВН в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 ГГц; диапазон измерений КСВН от 1,05 до 10 с погрешностью ±5 %	Анализатор цепей векторный R&S ZNB4 рег. №49105-12
10.7 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи для измеряемых устройств с КСВН не более 2,0	Эталоны единицы комплексного коэффициента передачи в коаксиальных волноводах и средства измерений, соответствующие требованиям к вторичным эталонам в соответствии с приказом Росстандарта от 16.08.2023 № 1678 - в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 ГГц; Модуль коэффициента передачи для переходов измерительных коаксиальных в диапазоне частот от 9 кГц до 9 ГГц не менее минус 0,2 дБ в диапазоне значений фазы комплексного коэффициента передачи от 0 до 360°	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, рег. №52112-12

Окончание таблицы 2

1	2	3
10.7 (Продолжение)	Эталоны единицы ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383 в диапазоне частот от 300 кГц до 1,3 ГГц; в диапазоне ослаблений от 0 до -110 дБ	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC с модулем 03 рег. № 48368-11
Примечание: – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

Таблица 3 – Вспомогательное оборудование

Номер пункта документа по поверке	Наименование вспомогательного оборудования	Требуемые технические характеристики вспомогательного оборудования	Рекомендуемое вспомогательное оборудование
1	2	3	4
10.1 – 10.7	Персональный компьютер	Операционная система Windows 7 и выше; интерфейс USB 2.0	-
10.3	Резистивный делитель мощности	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц КСВН не более 1,2 КП между выходами не менее -6,5 дБ Разность амплитуд между КП плеч не более 0,3 дБ	Делитель мощности ДМС2А-18-11Р
10.3	СВЧ переход	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Соединители N «вилка» - N «вилка», Вносимые потери не более 0,15 дБ КСВН не более 1,08	ADP1A-NM-NM
10.6; 10.7	СВЧ кабель	Диапазон частот от 0 Гц до 18 ГГц Соединители N «вилка» - N «вилка», затухание не более 1,4 дБ до 12 ГГц КСВН не более 1,33	C50NMNM.2

## **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 IEC 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;

- кабель USB не имеет повреждений;

- 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 из комплекта анализатора;

- отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер 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 ректифицированным. 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 РЭ 6687-083-21477812-2010.

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

Подключить анализатор к персональному компьютеру с помощью кабеля USB. Установить драйвер и программное обеспечение TRVNA для управления анализатором согласно руководству по эксплуатации. Запустить управляющее программное обеспечение. 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 обеспечение индикации на порту 1 анализатора мощности опорного приемника для номинального уровня 0 дБ (1 мВт).

8.3.2 Запустить управляющее программное обеспечение TRVNA. Проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния.

8.3.3 Установить на анализаторе параметры по умолчанию, тип сканирования линейный от 300 кГц до 1,3 ГГц, тип измерений «Отклик - Измерение – Abs R»

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.

8.3.4 Результаты опробования считать удовлетворительными, если при загрузке управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках; анализатор подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния; после выдержки анализатора во включенном состоянии не менее 30 минут на порту 1 анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для

номинального уровня 0 дБ (1 мВт). Результаты опробования зафиксировать в таблице Б.3 приложения Б.

8.3.5 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. Анализатор работает под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением. Для проверки номера версии программного обеспечения:

- запустить управляющее программное обеспечение TRVNA;
- проверить, что анализатор подключился к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния;
- в строке состояния проверить номер версии программного обеспечения. Номер версии ПО отображается в строке состояния открытого окна ПО, а также при нажатии в меню ПО:

[ Система: О программе ] в окошке 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, 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 Fизм в таблице Б.5 приложения Б.

### 10.2 Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт)

Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) проводят методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности NRP18T (далее - NRP18T).

10.2.1 Подключить USB вход NRP18T к управляющему ПК. Запустить программное обеспечение Power Viewer NRP18T. Подготовить к работе NRP18T в соответствии с его руководством по эксплуатации. Подключить СВЧ вход NRP18T к первому порту поверяемого анализатора.

10.2.2 На поверяемом анализаторе установить частоту 300 кГц, полосу 0 Гц, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт). Установить режим измерений  $S_{11}$ . С помощью NRP18T измерить уровень выходной мощности и зафиксировать результаты измерений как  $P_{NRP}(0)$  в таблице Б.6 приложения Б.

Повторить измерения на частотах 1; 100; 500 МГц; 1,3 ГГц. Зафиксировать результаты измерений как  $P_{NRP}(0)$  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 NRP18T (далее - NRP18T) и генератора сигналов SMA100B (далее - SMA100B).

10.3.1 Подготовить к работе SMA100B и NRP18T в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рис. 1. Делитель мощности (из таблицы 3) подключить к первому порту поверяемого анализатора используя переход N «вилка» – N «вилка» из таблицы 3.

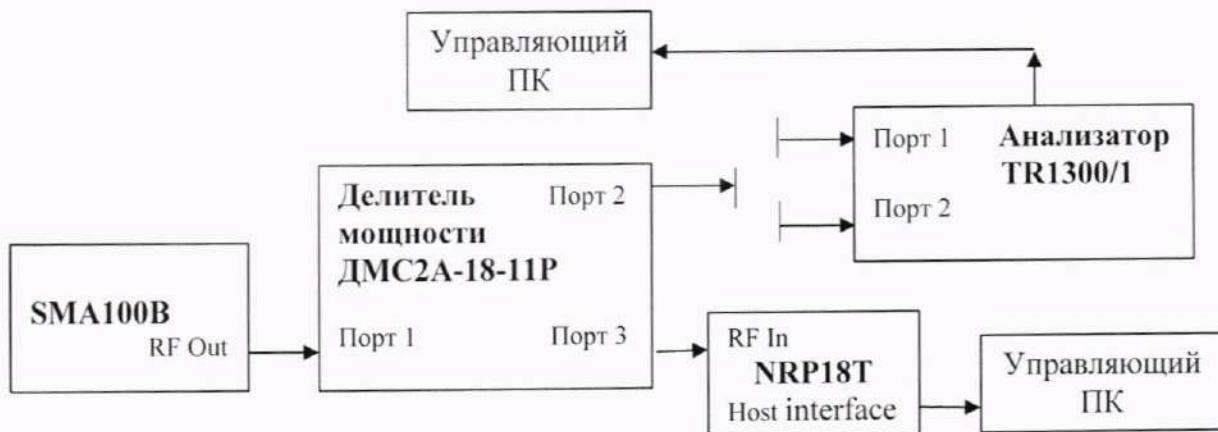


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения абсолютной погрешности измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт)

10.3.2 Установить на поверяемом анализаторе режим измерений «Abs A», центральную частоту 300 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  $P_{ИЗМ}$  и NRP18T как  $P_{NRP}$  в таблице Б.7 приложения Б.

Установить частоты 1; 500 МГц; 1,3 ГГц. Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником первого порта поверяемого анализатора и NRP18T как  $P_{ИЗМ}$  и NRP18T как  $P_{NRP}$  в таблице Б.7 приложения Б.

10.3.3 Повторить измерения по п. 10.3.2, подключив делитель мощности ко второму порту анализатора и установив на анализаторе режим измерений «Abs B». Зафиксировать результаты измерений уровня мощности приёмником второго порта поверяемого анализатора как  $P_{ИЗМ}$  и NRP18T 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.

10.4 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы  $S_{11} = 0$  дБ при фильтре ПЧ 3 кГц

Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы  $S_{11} = 0$  дБ при фильтре ПЧ 3 кГц проводят методом прямых измерений при измерении модуля

0 дБ при фильтре ПЧ 3 кГц 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).

Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 3 кГц, диапазон частот от 300 кГц до 1,3 ГГц, количество точек 201.

Подключить к первому порту нагрузку короткозамкнутую из состава ZV-Z270.

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 маркер1 на частоту 300 кГц и маркер 2 на частоту 1,3 ГГц. Зафиксировать значение «ст.отк» как  $\sigma_{WS11}$  в таблице Б.8 приложения Б.

## 10.5 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 и с помощью наборов мер Н3М-11.

10.5.1 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения выполнить после однопортовой калибровки анализатора.

В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, изменение температуры окружающей среды должно быть не более чем  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

10.5.2 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию, уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 100 Гц, диапазон частот от 300 кГц до 1,3 ГГц.

Установить частоты измерений 300 кГц и от 100 МГц до 1,3 ГГц с интервалом 100 МГц. Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Подключить к первому порту поверяемого анализатора измерительные переходы с типом соединителей «вилка-вилка» и «розетка-розетка» из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270.

Выполнить однопортовую калибровку первого порта анализатора с применением набора калибровочных мер НМН с типом соединителя «вилка» из состава анализатора.

В меню «Калибровка – Комплект мер» выбрать предустановленный набор мер НМН. 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.

10.5.3 После выполнения калибровки подключить к измерительному порту анализатора эталонную нагрузку с номинальным значением КСВН = 1,2 с типом соединителя «вилка» из соответствующего набора мер Н3М-11.

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

– [Формат: Ампл лин].

Загрузить файл (\*.s1p) 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 частоте 300 кГц. Зафиксировать результаты измерений как  $\Gamma_{\text{нч}}$  в таблице Б.9 приложения Б в столбец «вилка».

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями модуля коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах от 100 МГц до 1,3 ГГц с интервалом 100 МГц. Зафиксировать результаты измерений как  $\Delta\Gamma_{\text{вч}}$  в таблице Б.10 приложения

Б в столбец «вилка».

10.5.4 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 частоте 300 кГц.

Зафиксировать результаты измерений как  $\Phi_{\text{НЧ}}$  в таблице Б.10 приложения Б в столбец «вилка».

Определить с помощью маркеров разницу между измеряемыми значениями фазы коэффициента отражения и данными трассы памяти на частотах от 100 МГц до 1,3 ГГц с интервалом 100 МГц. Зафиксировать результаты измерений как  $\Delta\Phi_{\text{ВЧ}}$  в таблице Б.10 приложения Б в столбец «вилка».

10.5.5 Повторить измерения по пунктам 10.5.3 и 10.5.4 при подключении к измерительному порту анализатора эталонной нагрузки с номинальным значением  $KCBH = 2$  из соответствующего набора мер Н3М-11 с типом соединителя «вилка», эталонных нагрузок согласованной (НС), холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ) из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 с типом соединителя «вилка». Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения для эталонной нагрузки согласованной не проводить. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.9 и Б.10 приложения Б в столбцах «вилка».

10.5.6 Отключить от первого порта поверяемого анализатора измерительный переход с типом соединителей «розетка-розетка» из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270.

10.5.7 Выполнить однопортовую калибровку первого порта анализатора с применением набора калибровочных мер HMN с типом соединителя «розетка» из состава анализатора.

10.5.8 Повторить измерения по пунктам 10.5.3 и 10.5.4 при подключении к измерительному порту анализатора эталонных нагрузок с номинальными значениями  $KCBH = 1,2$  и  $KCBH = 2$  из соответствующего набора мер Н3М-11 с типом соединителя «розетка», эталонных нагрузок согласованной (НС), холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ) из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 с типом соединителя «розетка». Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения для эталонной нагрузки согласованной не проводить. Зафиксировать результаты измерений в таблицах Б.9 и Б.10 приложения Б в столбцах «розетка».

10.6 Определение  $KCBH$  порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи  $S_{21}$

Определение  $KCBH$  порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи  $S_{21}$  проводят методом прямых измерений с помощью анализатора цепей векторного R&S ZNB4.

10.6.1 Присоединить к первому порту анализатора цепей векторного R&S ZNB4 СВЧ кабель из таблицы 3 и выполнить однопортовую калибровку первого порта R&S ZNB4 в соответствии с его руководством по эксплуатации.

10.6.2 Соединить СВЧ кабелем порт 2 поверяемого анализатора и первый порт анализатора цепей векторного R&S ZNB4. Установить в меню R&S ZNB4 режим измерений  $S_{11}$ .

10.6.3 Измерить  $KCBH$  второго порта поверяемого анализатора на указанных выше частотах. Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.11 приложения Б.

10.7 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи для измеряемых устройств с  $KCBH$  не более 2,0

Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи проводят после выполнения односторонней двухпортовой калибровки анализаторов по набору калибровочных мер HMN.

Определение абсолютной погрешности измерений:

- модуля и фазы коэффициента передачи проводят для номинального значения 0 дБ с применением переходов из набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270;

- модуля коэффициента передачи проводят для номинальных значений минус 10, минус 60, минус 70, минус 80, минус 90 и минус 110 дБ с помощью аттенюатора ступенчатого R&S RSC с модулем 03 (далее - RSC).

10.7.1 Установить на поверяемом анализаторе параметры по умолчанию. Подключить к первому порту анализатора переход СВЧ N «вилка» - N «вилка», а ко второму порту анализатора кабель СВЧ KM50NMNM. Установить уровень выходной мощности 0 дБ (1 мВт), полосу фильтра промежуточной частоты 10 Гц, диапазон частот от 300 кГц до 1,3 ГГц.

Установить частоты измерений 300 кГц и от 100 МГц до 1,3 ГГц с интервалом 100 МГц. Для этого следует использовать режим сегментного сканирования.

Выполнить одностороннюю двухпортовую калибровку по набору мер HMN из комплекта поверяемого анализатора.

В меню «Калибровка – Комплект мер» выбрать предустановленный набор HMN. Затем для набора мера выбрать в меню «Калибровка – Калибровать – Однонапр. 2-порт. кал.» и выбрать необходимый порт и конфигурацию разъемов мер, которая должна быть противоположна конфигурации порта. Провести калибровку.

10.7.2 Подключить измерительный переход «розетка» - «розетка» из состава набора мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270 между первым портом анализатора и кабелем СВЧ, подключенным к второму порту анализатора. Подключение перехода должно быть выполнено с минимальным изменением положения кабеля.

Загрузить файл (\*.s2p) описания измерительного перехода «розетка» - «розетка» 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 измерительного перехода на частоте 300 кГц. Зафиксировать результаты измерений, как  $A_{\text{нчп}}$  в таблице Б.12 приложения Б.

Определить с помощью маркера разницу между измеряемыми значениями модуля коэффициента передачи измерительного перехода и данными трассы памяти на частотах 100 МГц и далее до 1,3 ГГц с интервалом 100 МГц. Зафиксировать результаты измерений как  $\Delta A_{\text{вчп}}$  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 на частоте 300 кГц. Зафиксировать результаты измерений, как  $\Phi_{\text{нчп}}$  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 и далее до 1,30 ГГц с интервалом 100 МГц. Зафиксировать результаты измерений как  $\Delta \Phi_{\text{вчп}}$  в таблице Б.13 приложения Б.

10.7.4 Подключить к первому порту анализатора вместо измерительный кабель СВЧ из таблицы 3. Подключить между СВЧ кабелями аттенюатор RSC, как показано на рис. 2. Установить на анализаторе режим измерений «Abs B». Для компенсации начального ослабления СВЧ кабелей и RSC, измеряя с помощью маркера на частоте 1 ГГц уровень мощности приемника B, установить такой уровень выходной мощности, чтобы на частоте 1 ГГц на приемнике B уровень мощности находился в интервале  $\pm 1$  дБ (1 мВт).

Выбрать для трассы  $S_{21}$  формат отображения модуля коэффициента передачи в дБ. Установить измеренное нулевое ослабление RSC за опорное значение, добавив график в память и выбрав меню «График-Запомнить данные трассы» и затем «График-Математика-Дан / Пам».

Установить ослабление аттенюатора RSC 10 дБ. Произвести авто масштабирование измеряемых данных и данных трассы памяти. Определить с помощью маркера модуль коэффициента передачи  $A_{\text{RSC10}}$  на частоте 1 ГГц. Зафиксировать результаты измерений в таблице Б.12 приложения Б.

Устанавливая ослабление 60, 70, 80, 90 и 110 дБ аттенюатора RSC, определить с помощью маркера модуль коэффициента передачи Arsc60, Arsc70, Arsc80, Arsc90 и Arsc110 на частоте 1 ГГц. 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 Fизм находится в интервале допустимых значений от 0,999995 до 1,000005 ГГц;

11.2 Для полученных в пункте 10.2 результатов измерений  $P_{NRP}(0)$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (1) абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт),  $\Delta P_{VYX}$ , дБ:

$$\Delta P_{VYX} = P - P_{NRP}(0), \quad (1)$$

где  $P = 0$  дБ (1 мВт) – установленное на анализаторе значение уровня мощности;  $P_{NRP}(0)$  – измеренное значение мощности, дБ (1 мВт).

Результаты поверки по данной операции считаются удовлетворительными, если рассчитанные значения абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт) не выходят за пределы  $\pm 1,5$  дБ.

11.3 Для полученных в пункте 10.3 результатов измерений  $P_{VYX}$  и  $P_{NRP}$ , дБ (1 мВт), рассчитать по формуле (2) абсолютную погрешность измерений уровня входной мощности 0 дБ (1 мВт),  $\Delta P_{VX}$ , дБ:

$$\Delta P_{VX} = P_{VYX} - P_{NRP}, \quad (2)$$

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

11.4 Результаты поверки по пункту 10.4 считаются удовлетворительными, если измеренные значения среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы  $S_{11} = 0$  дБ при фильтре ПЧ 3 кГц  $\sigma_{S11}$  не более 0,002 дБ

11.5 Для полученных в пунктах 10.5.3 и 10.5.5 значений модуля коэффициента отражения  $\Gamma_{Hc}$ , отн. ед., на частоте 300 кГц для каждой нагрузки рассчитать по формуле (3) абсолютную погрешность измерения модуля коэффициента отражения  $\Delta\Gamma_{Hc}$ , отн. ед.:

$$\Delta\Gamma_{Hc} = \Gamma_{Hc} - [\Gamma_0 + (\Gamma_F - \Gamma_0) \cdot f/F], \quad (3)$$

где  $\Gamma_0$  – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, отн. ед.;  $\Gamma_F$  – модуль коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации  $F=100$  МГц, отн. ед.

Для полученных в пунктах 10.5.3 и 10.5.5 результатов измерений  $\Delta\Gamma_{Vc}$ , отн. ед., и рассчитанного значения  $\Delta\Gamma_{Hc}$ , отн. ед., определить максимальное значение  $\Delta\Gamma_{MAX}$ , отн. ед., для каждой нагрузки.

Для полученных на частоте в пункте 10.5.4 значений фазы коэффициента отражения  $\Phi_{\text{НЧ}}$ , градус, на частоте 300 кГц для каждой нагрузки рассчитать по формуле (4) абсолютную погрешность измерения фазы коэффициента отражения  $\Delta\Phi_{\text{НЧ}}$ , градус:

$$\Delta\Phi_{\text{НЧ}} = \Phi_{\text{НЧ}} - [\Phi_0 + (\Phi_F - \Phi_0) \cdot f/F], \quad (4)$$

где  $\Phi_0$  – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на постоянном токе, градус;  $\Phi_F$  – фаза коэффициента отражения эталонных нагрузок на частоте аттестации  $F=100$  МГц, градус.

Для полученных в пунктах 10.5.4 и 10.5.5 результатов измерений  $\Delta\Phi_{\text{ВЧ}}$ , градус, и рассчитанного значения  $\Delta\Phi_{\text{НЧ}}$ , градус, определить максимальное значение  $\Delta\Phi_{\text{МАКС}}$ , градус, для каждой нагрузки кроме нагрузки НС.

Результаты поверки по пункту 10.5 считаются удовлетворительными, если полученные значения абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения  $\Delta\Gamma_{\text{МАКС}}$ , отн. ед., (для каждой нагрузки) и фазы коэффициента отражения  $\Delta\Phi_{\text{МАКС}}$ , градус, (для каждой нагрузки кроме нагрузки НС) не выходят за пределы, указанные в таблице 4.

Таблица 4 - Допускаемые значения абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Наименование характеристики	Нагрузка	Значение	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $S_{11}$ в диапазоне от 0 до 1, отн. ед.	НС KCBH = 1,2 KCBH = 2,0 К3, ХХ	$\pm(0,012+0,004 \cdot  S_{11}  + 0,016 \cdot  S_{11} ^2)$	$\pm 0,012$ $\pm 0,013$ $\pm 0,015$ $\pm 0,032$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне $S_{11}$ от 0,012 до 1, градус	KCBH = 1,2 KCBH = 2,0 К3, ХХ	$\pm(1+57 \cdot \arcsin(\Delta S_{11} / S_{11} ))$	$\pm 8,8$ $\pm 3,5$ $\pm 2,8$

11.6 Результаты поверки по пункту 10.6 считаются удовлетворительными, если измеренные значения KCBH порта 2 не более 1,09.

11.7 Для полученных в пункте 10.7.2 результатов измерений  $A_{\text{НЧП}}$ , дБ, рассчитать по формуле (5) абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи измерительного перехода  $\Delta A_{\text{НЧП}}$ , дБ, на частоте 300 кГц:

$$\Delta A_{\text{НЧП}} = A_{\text{НЧП}} - [A_0 + (A_F - A_0) \cdot f/F], \quad (5)$$

где  $A_{\text{НЧП}}$  – измеренное значение модуля коэффициента передачи измерительного перехода на частоте 300 кГц, дБ;

$A_0$  – 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 10.7.2 результатов измерений  $\Delta A_{\text{НЧП}}$ , дБ, и рассчитанного по формуле (5) значения  $\Delta A_{\text{НЧП}}$ , дБ, определить максимальное значение  $\Delta A_{\text{ПМАКС}}$ , дБ.

Для полученных в пункте 10.7.3 результатов измерений  $\Phi_{\text{НЧП}}$ , градус, рассчитать по формуле (6) абсолютную погрешность измерений фазы коэффициента передачи измерительного перехода  $\Delta\Phi_{\text{НЧП}}$ , градус, на частоте 300 кГц:

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

где  $\Phi_{\text{НЧП}}$  – измеренное значение фазы коэффициента передачи на частоте 300 кГц, градус;  
 $\Phi_0$  – фаза коэффициента передачи на постоянном токе, градус;  
 $\Phi_F$  – фаза коэффициента передачи на частоте аттестации  $F=100$  МГц, градус.

Для полученных в пункте 10.7.3 результатов измерений  $\Delta\Phi_{\text{НЧП}}$  и  $\Delta\Phi_{\text{ВЧП}}$ , градус, и рассчитанных по формуле (6) значений определить максимальное значение  $\Delta\Phi_{\text{ПМАКС}}$ , градус.

Для полученных в пунктах 10.7.4 результатов измерений рассчитать по формуле (7) абсолютную погрешность измерений модуля коэффициента передачи 10, 60, 70, 80, 90, 110 дБ  $\Delta A$ , дБ:

$$\Delta A = A_{\text{ИЗМ}} - A_{\text{RSC}}, \quad (7)$$

где  $A_{\text{ИЗМ}}$  – измеренные анализатором значения разностного ослабления аттенюатора RSC для значениях ослабления: 10, 60, 70, 80, 90, 110 дБ;

$A_{\text{RSC}}$  – действительные значения разностного ослабления аттенюатора RSC для значений ослабления 10, 60, 70, 80, 90, 110 дБ, полученные при его аттестации, дБ.

Результаты поверки по пункту 10.7 считаются удовлетворительными, если:

- полученное значение абсолютной погрешности  $\Delta A_{\text{ПМАКС}}$  измерений модуля коэффициента передачи измерительного перехода не выходит за пределы  $\pm 0,3$  дБ;
- рассчитанные значения абсолютной погрешности  $\Delta A$  измерений модуля коэффициента передачи минус 10 дБ и минус 60 дБ не выходит за пределы  $\pm 0,3$  дБ;
- рассчитанные значения абсолютной погрешности  $\Delta A$  измерений модуля коэффициента передачи минус 70 дБ и минус 80 дБ не выходит за пределы  $\pm 0,4$  дБ;
- рассчитанные значения абсолютной погрешности  $\Delta A$  измерений модуля коэффициента передачи минус 90 и 110 дБ не выходит за пределы  $\pm 1,3$  дБ;
- полученное значение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи  $\Delta\Phi_{\text{ПМАКС}}$  измерительного перехода не выходит за пределы  $\pm 2,5$  градуса.

11.8 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 TR1300/1 требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.7 данной методики поверки.

11.9 При получении отрицательных результатов по любой из процедур, перечисленных в разделах 8; 9; 10 или несоответствии действительных значений метрологических характеристик анализаторов цепей векторных TR1300/1 требованиям, указанным в пунктах 11.1 - 11.7 принимается решение о несоответствии средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа.

## 12 Оформление результатов поверки

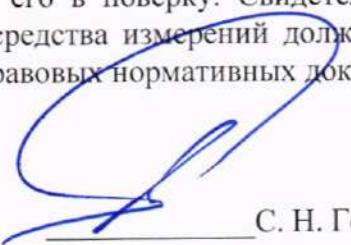
12.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, программного обеспечения, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Б.

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. Если свидетельство о поверке не оформляется, то знак поверки наносится на корпус прибора.

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

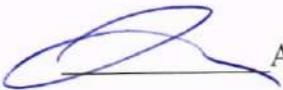
12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений (а также нанесение знака поверки на корпус прибора) выдается по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «НИЦ ПМ - Ростест»



С. Н. Голышак

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



А. С. Каледин

Приложение А  
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические анализаторы цепей векторных TR1300/1, определяемые при проведении поверки

Наименование характеристики	Значение						
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки и измерения уровня мощности 0 дБ (1 мВт), дБ	$\pm 1,5$						
Среднее квадратическое отклонение шумов трассы при измерении $S_{II} = 0$ дБ при фильтре ПЧ 3 кГц, дБ, не более	0,002						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения $\Delta S_{II}$ в диапазоне от 0 до 1, отн. ед.	$\pm(0,012 + 0,004 \cdot  S_{II}  + 0,016 \cdot  S_{II} ^2)$						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне от 0,012 до 1, градус	$\pm(1 + 57 \cdot \arcsin(\Delta S_{II} / S_{II} ))$						
KCBN порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи $S_{21}$ , не более	1,09						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\Delta S_{21} $ измерений модуля коэффициента передачи для измеряемых устройств с KCBN не более 2,0 в зависимости от диапазона $S_{21}^{1,2)}$ , дБ	<table border="1"> <tr> <td>от -110 до -90 дБ включ.</td> <td><math>\pm 1,3</math></td> </tr> <tr> <td>св. -90 до -70 дБ включ.</td> <td><math>\pm 0,4</math></td> </tr> <tr> <td>св. -70 до 0 дБ</td> <td><math>\pm 0,3</math></td> </tr> </table>	от -110 до -90 дБ включ.	$\pm 1,3$	св. -90 до -70 дБ включ.	$\pm 0,4$	св. -70 до 0 дБ	$\pm 0,3$
от -110 до -90 дБ включ.	$\pm 1,3$						
св. -90 до -70 дБ включ.	$\pm 0,4$						
св. -70 до 0 дБ	$\pm 0,3$						
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, градус	$\pm(0,5 + 57 \cdot \arcsin(\Delta S_{21} /8,6))$						

Приложение Б  
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки анализаторов цепей векторных TR1300/1

Таблица Б.1 – Условия проведения поверки:

Наименование контролируемого параметра	Значение контролируемого параметра
Температура окружающего среды, °C	
Относительная влажность воздуха, %	

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	
Кабель USB не имеет повреждений	
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 из комплекта анализатора	
Отсутствуют посторонние частицы внутри соединителей анализатора, а также кабеля измерительного, набора калибровочных мер из комплекта анализатора	

Таблица Б.3 – Опробование

Вид проверки	Заключение
После подключения анализатора к персональному компьютеру и загрузки управляющего программного обеспечения анализатора не возникают сообщения об ошибках	
Анализатора подключается к программному обеспечению по индикатору, расположенному в строке состояния	
На порту 1 анализатора обеспечивается индикация мощности опорного приемника для номинального уровня 0 дБ (1 мВт).	

Таблица Б.4 – Идентификация программного обеспечения

Вид проверки	Заключение
Номер версии программного обеспечения, отображаемый в строке состояния должен быть не ниже 24.4.0	

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

$F_A^{1)}$ , ГГц	Нижний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала, ГГц	Измеренное значение, Гизм, ГГц	Верхний предел допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала, ГГц
1	0,999995		1,000005

Примечание:  
 $F_A$  – здесь и далее в таблицах, значения частот установленных на поверяемом анализаторе

Таблица Б.6 – Определение абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), ( $\Delta P_{\text{вых}}$ )

$F_A$	Измеренные значения $P_{\text{NRP}}(0)$ , дБ	Рассчитанные значения $\Delta P_{\text{вых}}$ , дБ	Пределы допустимых значений $\Delta P_{\text{вых}}$ , дБ
300 кГц			$\pm 1,5$
1 МГц			
100 МГц			
500 МГц			
1,3 ГГц			

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

$F_A$	Измеренные значения $P_{\text{изм}}$ , дБ		Измеренные значения $P_{\text{NRT}}$ , дБ		Рассчитанные значения $\Delta P_{\text{вх}}$ , дБ	
	первый порт	второй порт	первый порт	второй порт	первый порт	второй порт
300 кГц						
1 МГц						
500 МГц						
1,3 ГГц						
Пределы допустимых значений $\Delta P_{\text{вх}}$ , дБ					$\pm 1,5$	

Таблица Б.8 Определение среднего квадратического отклонения шумов измерительной трассы  $S_{11} = 0$  дБ при фильтре ПЧ 3 кГц ( $\sigma_{\text{ш}S_{11}}$ )

Измеренные значения $\sigma_{\text{ш}S_{11}}$ , дБ	Допустимые значения $\sigma$ дБ, не более
	0,002

Таблица Б.9 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ( $\Delta\Gamma$ )

$F_A$ , МГц	Нагрузка НС						Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$ , отн. ед.	
	Измеренное значение $\Gamma_{\text{НЧ}}$ , отн. ед.		Рассчитанное значение $\Delta\Gamma_{\text{НЧ}}$ , отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{\text{МАКС}}$ , отн. ед.			
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
0,3							$\pm 0,012$	
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{\text{ВЧ}}$ , отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{\text{ВЧМАКС}}$ , отн. ед.					
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								
Нагрузка КСВН=1,2								
$F_A$ , МГц	Измеренное значение $\Gamma_{\text{НЧ}}$ , отн. ед.		Рассчитанное значение $\Delta\Gamma_{\text{НЧ}}$ , отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{\text{МАКС}}$ , отн. ед.		Пределы допустимых значений $\Delta\Gamma$ , отн. ед.	
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
	0,3							
	Измеренное значение $\Delta\Gamma_{\text{ВЧ}}$ , отн. ед.		Выбор $\Delta\Gamma_{\text{ВЧМАКС}}$ , отн. ед.				$\pm 0,013$	
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								

Продолжение таблицы 9

F <sub>A</sub> , МГц	Нагрузка КСВН=2,0						Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.	
	Измеренное значение Г <sub>НЧ</sub> , отн. ед.		Рассчитанное значение ΔГ <sub>НЧ</sub> , отн. ед.		Выбор ΔГ <sub>МАКС</sub> , отн. ед.			
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
0,3								
	Измеренное значение ΔГ <sub>ВЧ</sub> , отн. ед.		Выбор ΔГ <sub>ВЧМАКС</sub> , отн. ед.					
100							±0,015	
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								
Нагрузка К3								
F <sub>A</sub> , МГц	Измеренное значение Г <sub>НЧ</sub> , отн. ед.		Рассчитанное значение ΔГ <sub>НЧ</sub> , отн. ед.		Выбор ΔГ <sub>МАКС</sub> , отн. ед.		Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.	
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
0,3								
	Измеренное значение ΔГ <sub>ВЧ</sub> , отн. ед.		Выбор ΔГ <sub>ВЧМАКС</sub> , отн. ед.				±0,032	
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								

Окончание таблицы 9

F <sub>A</sub> , МГц	Нагрузка ХХ						Пределы допустимых значений ΔГ, отн. ед.	
	Измеренное значение Г <sub>НЧ</sub> , отн. ед.		Рассчитанное значение ΔГ <sub>НЧ</sub> , отн. ед.		Выбор ΔГ <sub>МАКС</sub> , отн. ед.			
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
0,3								
	Измеренное значение ΔГ <sub>ВЧ</sub> , отн. ед.		Выбор ΔГ <sub>ВЧМАКС</sub> , отн. ед.					
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								

Таблица Б.10 – Определение абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения (ΔΦ)

F <sub>A</sub> , МГц	Нагрузка КСВН=1,2						Пределы допустимых значений ΔΦ, градус	
	Измеренное значение Ф <sub>НЧ</sub> , градус		Рассчитанное значение ΔΦ <sub>НЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>МАКС</sub> , градус			
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
0,3								
	Измеренное значение ΔΦ <sub>ВЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>ВЧМАКС</sub> , градус					
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								

Продолжение таблицы Б.10

Нагрузка КСВН=2,0							
F <sub>A</sub> , МГц	Измеренное значение Φ <sub>НЧ</sub> , градус		Рассчитанное значение ΔΦ <sub>НЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>МАКС</sub> , градус		Пределы допустимых значений ΔΦ, градус
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка	
0,3							
	Измеренное значение ΔΦ <sub>ВЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>ВЧМАКС</sub> , градус				
100							
200							
300							
400							
500							
600							
700							
800							
900							
1000							
1100							
1200							
1300							
Нагрузка К3							
F <sub>A</sub> , МГц	Измеренное значение Φ <sub>НЧ</sub> , градус		Рассчитанное значение ΔΦ <sub>НЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>МАКС</sub> , градус		Пределы допустимых значений ΔΦ, градус
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка	
0,3							
	Измеренное значение ΔΦ <sub>ВЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>ВЧМАКС</sub> , градус				
100							
200							
300							
400							
500							
600							
700							
800							
900							
1000							
1100							
1200							
1300							

Окончание таблицы Б.10

F <sub>A</sub> , МГц	Нагрузка ХХ						Пределы допустимых значений ΔΦ, градус	
	Измеренное значение Φ <sub>НЧ</sub> , градус		Рассчитанное значение ΔΦ <sub>НЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>МАКС</sub> , градус			
	вилка	розетка	вилка	розетка	вилка	розетка		
0,3								
	Измеренное значение ΔΦ <sub>ВЧ</sub> , градус		Выбор ΔΦ <sub>ВЧМАКС</sub> , градус					
100								
200								
300								
400								
500								
600								
700								
800								
900								
1000								
1100								
1200								
1300								

Таблица Б.11 – Определение КСВН порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи  $S_{21}$ 

F <sub>A</sub> , МГц	Измеренное значение КСВН порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи $S_{21}$	Пределы допустимых значений КСВН порта 2 в режиме измерения коэффициента передачи $S_{21}$ , не более
0,3		
100		
200		
300		
400		
500		
600		
700		
800		
900		
1000		
1100		
1200		
1300		

Таблица Б.12 – Определение абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи измерительного перехода ( $\Delta A_{\Pi}$ )

$F_A$ , МГц	Измеренное значение $A_{\text{НЧП}}$ , дБ	Рассчитанное значение $\Delta A_{\text{НЧП}}$ , дБ	Выбор $\Delta A_{\text{ПМАКС}}$ , дБ	Пределы допустимых значений $\Delta A_{\Pi}$ , дБ
0,3				
	Измеренное значение $\Delta A_{\text{ВЧП}}$ , дБ	Выбор $\Delta A_{\text{ВЧПМАКС}}$ , дБ		
100				
200				
300				
400				
500				
600				
700				
800				
900				
1000				
1100				
1200				
1300				

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

$F_A$ , МГц	Измеренное значение $\Phi_{\text{НЧП}}$ , градус	Рассчитанное значение $\Delta \Phi_{\text{НЧП}}$ , градус	Выбор $\Delta \Phi_{\text{ПМАКС}}$ , градус	Пределы допустимых значений $\Delta \Phi_{\Pi}$ , градус
0,3				
	Измеренное значение $\Delta \Phi_{\text{ВЧП}}$ , градус	Выбор $\Delta \Phi_{\text{ВЧПМАКС}}$ , градус		
100				
200				
300				
400				
500				
600				
700				
800				
900				
1000				
1100				
1200				
1300				

Таблица Б.14 – Определение абсолютной погрешности измерения модуля коэффициента передачи ( $\Delta A$ )

Установленные значения ослабления на RS, дБ	Действительные значения разностного ослабления аттенюатора RSC полученные при его аттестации, дБ	Измеренные значения Аизм, дБ	Рассчитанные значения $\Delta A$ , дБ	Пределы допустимых значений $\Delta A$ , дБ
10				$\pm 0,3$
60				$\pm 0,3$
70				$\pm 0,4$
80				$\pm 0,4$
90				$\pm 1,3$
110				$\pm 1,3$