



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



М.п.

А.Д. Меньшиков

«27» мая 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ ZNA26, ZNA43

Методика поверки

РТ-МП-5930-441-2019

г. Москва  
2019 г.

## 1 Общие указания

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок анализаторов цепей векторных ZNA26, ZNA43 (далее АЦВ).

Интервал между поверками – 1 год.

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации на анализаторы цепей векторные ZNA26, ZNA43.

## 2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.1	+	+
Идентификация программного обеспечения	7.2	+	+
Опробование	7.3	+	+
Определение метрологических характеристик			
Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	7.4	+	+
Определение динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц	7.5	+	+
Определение уровня собственного шума приемников	7.6	+	-
Определение среднеквадратического значения шумов измерительной трассы	7.7	+	-
Определение диапазона установки уровня выходной мощности и абсолютной погрешности установки и измерений уровня мощности минус 10 дБ (1 мВт)	7.8	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения	7.9	+	+
Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи	7.10	+	+

2.2 Допускается проводить поверку отдельных измерительных каналов (портов) анализаторов цепей векторных ZNA26, ZNA43 и периодическую поверку в ограниченном диапазоне частот на основании письменного заявления владельца СИ с соответствующей записью в свидетельстве о поверке. Ограничение возможно:

- по числу измерительных портов - из полного объема поверки могут быть исключены неиспользуемые измерительные порты (при этом обязательно должно быть поверено не менее 2-х портов).

- по диапазону частот - верхняя граничная частота при поверке может быть снижена до 26,5 ГГц для модели ZNA43 исходя из диапазона частот модели ZNA26.

2.3 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой

операции, указанной в таблице 1, поверяемый АЦВ бракуют, поверку прекращают, и на него оформляют извещение о непригодности.

### 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки АЦВ применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование средства поверки	Требуемые технические характеристики средства поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы допускаемой погрешности	
7.4	Стандарт частоты	Частота 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-10}$	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG
7.4	Частотомер универсальный	Частота 10 МГц	$\pm 5 \cdot 10^{-7}$	Частотомер универсальный CNT-90XL
7.8	Ваттметр поглощаемой мощности	от 0,01 до 43,5 ГГц; от $3 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^2$ мВт	$\pm 0,5$ дБ	Ваттметр поглощаемой мощности NRP50T
7.10	Аттенюатор ступенчатый	от 0,01 до 40 ГГц от 0 до 50 дБ	$\pm 0,5$ дБ	Аттенюатор ступенчатый R&S RSC
7.5, 7.6, 7.7, 7.9, 7.10	Набор мер коэффициентов передачи и отражения	от 0,01 до 26,5 ГГц	модуль коэффициента отражения $\pm(0,005 \dots 0,025)$ , фаза коэффициента отражения	Набор мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z235
7.5, 7.6, 7.7, 7.9, 7.10	Набор мер коэффициентов передачи и отражения	от 0,01 до 40 ГГц	$\pm(0,5 \dots 2)$ градусов модуль коэффициента передачи $\pm(0,05 \dots 0,1)$ дБ, фаза коэффициента передачи $\pm(0,5 \dots 2)$ градусов	Набор мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z229
7.8	Анализатор спектра	от 0,01 до 40 ГГц от минус 120 до 15 дБ (1 мВт)	$\pm 0,5$ дБ	Анализатор спектра FSVA40

3.2 Вместо указанных в таблице средств поверки допускается применять другие



аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны и поверены, эталоны аттестованы.

#### **4 Требования безопасности**

При проведении поверки АЦВ необходимо соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» и правила охраны труда.

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с анализатором и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

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

Работать с анализатором необходимо при отсутствии резких изменений температуры окружающей среды. Для исключения сбоев в работе, измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

#### **5 Условия проведения поверки**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха.....от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха .....не более 80 %.

#### **6 Подготовка к поверке**

Порядок установки АЦВ на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы цепей векторных ZNA26, ZNA43». Руководство по эксплуатации».

Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

Выдержать АЦВ во включенном состоянии не менее 30 минут.

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

#### **7 Проведение поверки**

##### **7.1 Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра установить соответствие АЦВ следующим требованиям:

наличие маркировки, подтверждающей тип, и заводской номер;

- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу прибора и его органов управления;

- отсутствие у всех СВЧ соединителей механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) и заусениц на контактных и токонесущих поверхностях;
- целостность резьбы элементов соединения, которая должна обеспечивать свободное наворачивание накидной гайки;
- целостность пломб должна быть не нарушена

При необходимости провести чистку СВЧ соединителей. Процедура чистки соединителей включает в себя продувку соединителей 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.

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.

- комплектность анализатора должна соответствовать указанной в технической документации фирмы-изготовителя.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если выполняются вышеуказанные требования.

## 7.2 Идентификация программного обеспечения

Установить параметры АЦВ: **Help: About...**

В открывшемся программном окне на экране АЦВ должен отобразиться номер установленной версии (идентификационный номер) программного обеспечения.

Результаты выполнения операции считать удовлетворительными, если номер установленной версии (идентификационный номер) программного обеспечения соответствует номеру, приведенному в эксплуатационном документе.

## 7.3 Опробование

При опробовании проверяется работоспособность АЦВ.

Проверить отсутствие сообщений о неисправности на экране АЦВ после включения прибора.

Загрузить заводскую конфигурацию АЦВ:

- [ **SETUP** : System Config... : Set Factory Preset];
- [ **PRESET** ].

Результаты опробования считать удовлетворительными, если после включения и загрузки программного обеспечения АЦВ не возникают сообщения об ошибках; после загрузки заводской конфигурации устанавливается полный диапазон частот АЦВ, уровень выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт), на экране прибора отображается измерительная трасса коэффициента передачи S21.

## 7.4 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

Подключить к выходу (Reference) Out 10 MHz АЦВ частотомер электронно-счетный CNT-90XL, работающий от внешней опорной частоты 10 МГц со стандарта частоты GPS-12RG. Измерить значение частоты. Вычислить значение относительной погрешности установки частоты опорного генератора.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если значение относительной погрешности установки частоты опорного генератора не более  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  и не более  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  с опцией B4.

## 7.5 Определение динамического диапазона при полосе пропускания фильтра



ПЧ 10 Гц.

Подключить к измерительным портам АЦВ 1 и 2 нагрузки согласованные.

Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **MEAS : S21** (и также S12) ];
- [ **Pwr Bw Avg : Power : 15 dBm** ];
- [ **Pwr Bw Avg : Bandwidth : 10 Hz** ]
- [ **SWEEP : Number of points : 501** ]
- [ **Pwr Bw Avg > Average > Factor: 21 / On / Reset** ].

После завершения процесса усреднения, при помощи маркера, определить максимальное значение измерительной трассы S21 (а также S12) в диапазоне рабочих частот.

Провести аналогичные измерения для остальных портов АЦВ, используя порт 1 в качестве опорного и выбирая измерения трасс Si1 (а также Sli), где i- номер используемого порта.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если модуль измеренного максимального значения измерительной трассы не менее значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Динамический диапазон при полосе пропускания 10 Гц, в диапазоне частот, дБ, не менее	от 10 до 30 МГц включ.	86
	св. 30 до 100 МГц включ.	103
	св. 100 до 500 МГц включ.	117
	св. 500 МГц до 1 ГГц включ.	126
	св. 1 до 16 ГГц включ.	127
	св. 16 до 20 ГГц включ.	125
	св. 20 до 30 ГГц включ.	121
	св. 30 до 40 ГГц включ.	115
св. 40 до 43,5 ГГц	103	

#### 7.6 Определение уровня собственного шума приемников

Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **MEAS : Wave: b1 Source Port 1** ] ( для порта 1 );
- [ **Pwr Bw Avg : Power : -40 dBm** ];
- [ **Pwr Bw Avg : Power : RF Off All Channels** ];
- [ **Pwr Bw Avg : Bandwidth : 1 kHz** ];
- [ **SWEEP : Number of points : 501** ];
- [ **Pwr Bw Avg > Average > Factor: 21 / On / Reset** ].

Подключить к измерительным портам 1 и 2 АЦВ нагрузки согласованные.

После завершения процесса усреднения, при помощи маркера, определить максимальное значение измерительной трассы «b1 Source Port 1» в диапазоне рабочих частот. Вычислить уровень собственного шума приемников, нормализованный к полосе 1 Гц, путем вычитания из измеренного максимального значения измерительной трассы «b1 Source Port 1» величины 30 дБ.

Установить параметры АЦВ:

- [ **MEAS : Wave Quantities : b2 Source Port 1** ] ( для порта 2 ).

После завершения процесса усреднения, при помощи маркера, определить максимальное значение измерительной трассы «b2 Source Port 1» в диапазоне рабочих частот. Вычислить уровень собственного шума приемников, нормализованный к полосе 1 Гц, путем вычитания из измеренного максимального значения измерительной трассы «b2 Source

Port 1» величины 30 дБ.

Провести аналогичные измерения для остальных портов АЦВ, используя порт 1 в качестве опорного и выбирая измерения трасс «bi Source Port 1», где i- номер используемого порта.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если уровень собственного шума приемников, нормализованный к полосе 1 Гц не более значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Уровень собственного шума приемников, нормализованный к полосе 1 Гц, в диапазоне частот, дБ (1 мВт), не более	от 10 до 30 МГц включ.	-77
	св. 30 до 100 МГц включ.	-97
	св. 100 до 500 МГц включ.	-107
	св. 0,5 до 30 ГГц включ.	-120
	св. 30 до 40 ГГц включ.	-115
	св. 40 до 43,5 ГГц	-105

#### 7.7 Определение среднеквадратического значения шумов измерительной трассы

Подключить к измерительным портам 1 и 2 АЦВ нагрузки короткозамкнутые.

Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **MEAS** : S11 (а также S22) ];
- [ **Pwr Bw Avg** : Power : 0 dBm ];
- [ **Pwr Bw Avg** : Bandwidth : 10 kHz ];
- [ **SWEEP** : Number of points : 1001 ].

Выполнить автомасштабирование измерительной трассы. Определить частоты, где наблюдается максимальное значение флюктуаций измерительной трассы. Зафиксировать значения этих частот  $f_N$ .

Установить параметры АЦВ:

- [ **SWEEP** : Sweep Type : CW Mode ];
- [ **Pwr Bw Avg** : Bandwidth : 10 kHz ];
- [ **CENTER** : CW Frequency :  $f_N$  ];
- [ **SWEEP** : Number of points : 201 ];
- [ **TRACE CONFIG** : Trace statistics : Mean/Std Dev/RMS ];
- [ **SWEEP** : Sweep Control : Single : Restart Sweep ];

Зафиксировать измеренное среднеквадратическое значение шумов при измерении модуля коэффициента отражения на частоте  $f_N$  (Statistics Std Dev value): **SDshort**.

Подключить к измерительному порту 1 (2) АЦВ нагрузку холостого хода из набора калибровочных мер АЦВ.

Зафиксировать измеренное среднеквадратическое значение шумов при измерении модуля коэффициента отражения на частоте  $f_N$  (Statistics Std Dev value): **SDopen**.

Из значений: **SDshort** и **SDopen** выбрать максимальные.

Провести аналогичные измерения для остальных портов АЦВ, выбирая измерения трасс «Sii», где i- номер используемого порта.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если среднеквадратическое значение шумов измерительной трассы при измерении модуля/фазы коэффициента отражения не более значений, указанных в таблице 5.



Таблица 5

Среднеквадратическое значение шумов измерительной трассы при измерении модуля/фазы коэффициента отражения для уровня выходной мощности 0 дБ (1 мВт), коэффициента отражения 0 дБ, в полосе пропускания 100 кГц, в диапазоне частот, дБ/градус, не более		модуль	фаза
	от 10 до 20 МГц включ.	0,5	3
	св. 20 до 50 МГц включ.	0,2	1
	св. 50 до 100 МГц включ.	0,05	0,3
	св. 100 до 500 МГц включ.	0,02	0,1
	св. 0,5 до 20 ГГц включ.	0,005	0,04
	св. 20 до 40 ГГц включ.	0,008	0,06
	св. 40 до 43,5 ГГц	0,03	0,2

7.8 Определение диапазона установки уровня выходной мощности и абсолютной погрешности установки и измерений уровня мощности минус 10 дБ (1 мВт)

7.8.1. Для проведения проверки диапазона установки уровня выходной мощности подключить ваттметр NRP50T через адаптер NRP-Z4 к одному из USB разъемов АЦВ.

Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **MEAS** : Power Sensor: Power Meter Pmtr1, Source Port 1, Auto Zero];
- [ **POWER** : Power : 15 dBm ].

Подключить ваттметр NRP50T к измерительному порту 1 АЦВ через переход измерительный.

После завершения процесса развертки, при помощи маркера, определить максимальные значения выходной мощности АЦВ как значения измерительной трассы в диапазоне рабочих частот.

Установить параметры АЦВ:

- [ **SWEEP** : Sweep Type : CW Mode ];
- [ **CENTER** : CW Frequency : 26,5 GHz (43,5 GHz для ZNA46) ];
- [ **POWER** : Power : -80 dBm].

Подключить анализатор спектра FSVA40 к измерительному порту 1 АЦВ через переход измерительный и кабель. На анализаторе установить центральную частоту 26,5 ГГц (или 40 ГГц для ZNA 46), полосу обзора 1 МГц, полосу 1 кГц.

При наличии опции аттенюатора в канале источника В2х установить:

- [ **CENTER** : CW Frequency : 20 GHz ];
- [ **POWER** : Power : -120 dBm]

После завершения процесса развертки, при помощи маркера, определить минимальные значения выходной мощности АЦВ.

Повторить измерения для всех измерительных портов АЦВ, выбирая Source Port *i* и контролируя наличие опции В2Х для соответствующего порта, где *i* – номер измерительного порта.

7.8.2. При проведении проверки абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт) и погрешности измерений уровня мощности минус 10 дБ (1 мВт) опорным каналом АЦВ в диапазоне частот подключить ваттметр NRP50T к измерительному порту АЦВ через переход измерительный и измерить уровень мощности. Измерения проводить на следующих фиксированных частотах  $f_{изм}$ : 10 МГц; 50 МГц; 100 МГц; 500 МГц; от 1 ГГц до 10 ГГц с шагом 1 ГГц; от 10 ГГц до 26 ГГц с шагом 2 ГГц; 26,5 ГГц. Для ZNA46 дополнительно от 26 ГГц до 42 ГГц с шагом 2 ГГц; 43,5 ГГц. Последовательность операций описана ниже.

Подготовить к работе ваттметр NRP50T в соответствии с его руководством по эксплуатации.



Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **MEAS** : Wave Quantities : a1 Source Port 1 ];
- [ **SWEEP** : Sweep Type : CW Mode ];
- [ **SWEEP** : Sweep Params : Number of Points 5 ];
- [ **Pwr Bw Avg** : Bandwidth : 100 Hz ];
- [ **Pwr Bw Avg** : Power : -10 dBm ];
- [ **CENTER** : CW Frequency :  $f_{изм}$  ];
- [ **TRACE CONFIG** : Trace statistics : Mean/Std Dev/RMS ];
- [ **SWEEP** : Sweep Control : Single : Restart Sweep ].

При смене рабочей частоты изменять параметр [ **CENTER** : CW Frequency :  $f_{изм}$  ].

Измерить ваттметром уровень выходной мощности на порте АЦВ ( $P1_{изм}$  в дБ (1 мВт)).

Рассчитать абсолютную погрешность установки уровня выходной мощности по формуле:

$$\Delta P = P1_{изм} - P_{уст},$$

где  $P_{уст}$  – установленный уровень мощности минус 10 дБ (1 мВт).

Зафиксировать измеренное значение мощности в опорном канале АЦВ Statistics Mean values: ( $P2_{изм}$  в дБ (1 мВт)). Рассчитать абсолютную погрешность измерений уровня мощности в опорном канале АЦВ по формуле:

$$\Delta P = P2_{изм} - P1_{изм}$$

Выполнить операции пунктов на всех тестовых частотах.

Выполнить операции для измерительного порта  $i$  АЦВ, установив предварительно параметр [ **MEAS** : Wave Quantities : ai Source Port  $i$  ].

7.8.3. При проведении проверки абсолютной погрешности измерений уровня выходной мощности минус 10 дБ (1 мВт) приемным каналом АЦВ в диапазоне частот подключить кабель СВЧ к измерительному порту 1 АЦВ. К свободному концу кабеля СВЧ подключить ваттметр NRP50T через переход измерительный и провести измерения мощности. Отключить ваттметр от кабеля и свободный конец кабеля подключить к порту 2 АЦВ. Измерить уровень мощности в приемнике b2 АЦВ.

Измерения проводить на фиксированных частотах  $f_{изм}$ , указанных выше.

Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **MEAS** : Wave Quantities : b2 Source Port 1 ];
- [ **Pwr Bw Avg** : Power : -10 dBm ];
- [ **SWEEP** : Sweep Type : CW Mode ];
- [ **SWEEP** : Sweep Params : Number of Points 5 ];
- [ **POWER** : Bandwidth : 100 Hz ];
- [ **TRACE CONFIG** : Trace statistics : Mean/Std Dev/RMS ];
- [ **CENTER** : CW Frequency :  $f_{изм}$  ].

При смене рабочей частоты изменять параметр [ **CENTER** : CW Frequency :  $f_{изм}$  ].

Измерить уровень мощности  $P1_{изм}$  в дБ (1 мВт) на выходе кабеля СВЧ с помощью ваттметра. Зафиксировать результат измерений.

Отключить ваттметр от кабеля и свободный конец кабеля подключить к порту 2 АЦВ. Зафиксировать измеренное значение мощности в приемнике b2 АЦВ Statistics Mean values: ( $P2_{изм}$  в дБ (1 мВт)). Рассчитать абсолютную погрешность измерения уровня мощности в измерительном канале АЦВ по формуле:

$$\Delta P = P2_{\text{изм}} - P1_{\text{изм}},$$

Выполнить операции пунктов на всех тестовых частотах.

Выполнить операции пунктов для i-ого измерительного приемника bi АЦВ, установив предварительно параметр [ MEAS : Wave Quantities : bi Source Port 1 ].

Повторить операции для измерительного канала порта 1 (b1), используя в качестве источника любой другой измерительный порт.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если диапазон установки уровня выходной мощности соответствует значениям, указанным в таблице 6, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности минус 10 дБ (1 мВт) соответствуют значениям, указанным в таблице 7, пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности минус 10 дБ (1 мВт) соответствуют значениям, указанным в таблице 8.

Таблица 6

Диапазон установки уровня выходной мощности в диапазонах частот, дБ (1 мВт)	штатно	от 10 МГц до 16 ГГц включ.	от -80 до +15
		св. 16 до 20 ГГц включ.	от -80 до +13
		св. 20 до 25 ГГц включ.	от -80 до +11
		св. 25 до 30 ГГц включ.	от -80 до +8
		св. 30 до 40 ГГц включ.	от -80 до +6
		св. 40 до 43,5 ГГц включ.	от -80 до +4
	опции В2х	от 10 МГц до 16 ГГц включ.	от -120 до +14
		св. 16 до 20 ГГц включ.	от -120 до +11
		св. 20 до 25 ГГц включ.	от -80 до +9
		св. 25 до 30 ГГц включ.	от -80 до +6
		св. 30 до 40 ГГц включ.	от -80 до +3
	св. 40 до 43,5 ГГц	от -80 до 0	

Таблица 7

Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности -10 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, дБ	от 10 МГц до 26,5 ГГц включ.	±2
	св. 26,5 до 43,5 ГГц	±3

Таблица 8

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровня мощности -10 дБ (1 мВт), в диапазоне частот, дБ	от 10 МГц до 30 ГГц включ.	±1,5
	св. 30 до 40 ГГц включ.	±2
	св. 40 до 43,5 ГГц	±2,5

7.9 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения.

Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения выполняется в соответствии с МИ 3411-2013 «Анализаторы цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик» (пп. 10.6 и 11.1), после выполнения полной двухпортовой калибровки портов 1 и 2 в конфигурации «розетка»-«вилка» с помощью измерительного кабеля и калибровочного набора (ZN-Z235 для ZNA26 и ZN-Z229 для ZNA43). В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, изменение температуры окружающего воздуха не должно быть не более ±1 °С. Подключение



калибровочных и эталонных мер производить с использованием ключа тарированного из набора калибровочных мер.

Установить количество точек таким, чтобы частоты измерений и частоты поверки эталонных мер коэффициента отражения и коэффициента передачи совпадали, для исключения погрешности интерполяции между точками.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента отражения, дБ/градус, для диапазонов частот и модуля коэффициента отражения не превышают значений, приведенных в таблице 9.

Таблица 9

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента отражения при калибровке по наборам ZN-Z235, ZN-Z229, в зависимости от модуля коэффициента отражения, дБ/градус, в диапазоне частот	от 10 МГц до 26,5 ГГц включ.		модуль	фаза
		0 дБ	0,25	3
		-15 дБ	0,8	5,5
		-25 дБ	2,2	16,5
	св. 26,5 ГГц до 40 ГГц		модуль	фаза
		0 дБ	0,4	4
		-15 дБ	1,1	7,6
		-25 дБ	2,9	24
	-35 дБ	7,5	54	

#### 7.10 Определение абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи

Абсолютная погрешность измерений модуля и фазы коэффициента передачи выполняется, после выполнения полной двухпортовой калибровки АЦВ. В процессе проведения калибровки и в процессе последующих измерений, изменение температуры окружающего воздуха не должно быть не более  $\pm 1$  °С. Подключение калибровочных и эталонных мер производить с использованием ключа тарированного из набора калибровочных мер.

Выполнить предустановку АЦВ ([ **PRESET** ]). Установить полосу пропускания фильтра ПЧ 10 Гц, уровень мощности 0 дБ (1 мВт). Установить количество точек таким, чтобы частоты измерений и частоты поверки эталонных мер коэффициента передачи совпадали, для исключения погрешности интерполяции между точками. Создать измерительную трассу для измерения параметров  $S_{21}$ .

Подключить кабели СВЧ к измерительным портам 1 и 2 АЦВ. Выполнить полную двухпортовую калибровку TOSM в конфигурации «вилка»-«вилка» в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации АЦВ.

Последовательность измерения эталонных мер коэффициента передачи из набора (ZV-Z235 для ZNA26 и ZV-Z229 для ZNA43) описывается ниже.

Подключить к порту 1 и порту 2 через кабели СВЧ эталонную меру коэффициента передачи. Выполнить авто-масштабирование измерительных трасс.

Определить с помощью маркеров значения модуля и фазы коэффициента передачи в диапазоне рабочих частот в точках поверки эталонной меры.

Для каждой из частот поверки определить абсолютные погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи по формуле:

$$\Delta X = X_{изм} - X_{эт},$$

где  $X_{эт}$  – модуль/фаза коэффициента передачи эталонной меры на частоте поверки.

Затем подключить к АЦВ эталонную меру КП - аттенюатор RSC.

Последовательность измерений описывается ниже.

Подключить к порту 1 и порту 2 через кабели СВЧ эталонную меру коэффициента передачи. На АЦВ провести учет вносимого ослабления эталонной меры, выполнив для трассы:

- [ **Trace Config > Mem > Data to New Mem** ]
- [ **Show Mem : off** ]
- [ **Math = Data/Mem : on** ]

На аттенуаторе поочередно устанавливать номинальные значения разностного ослабления из ряда 10; 20; 30; 40; 50 дБ

Определить с помощью маркеров значения модуля  $A_{изм}$  в диапазоне рабочих частот в точках поверки эталонной меры.

Для каждой из частот поверки определить абсолютные погрешности измерений модуля коэффициента передачи, по формулам:

$$\Delta A = A_{изм} - A_{эт};$$

где  $A_{эт}$  – модуль КП эталонной меры на частоте поверки.

Результаты выполнения данной операции считать удовлетворительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента передачи, дБ/градус, для диапазонов частот и модуля коэффициента передачи, не превышают значений, приведенных в таблице 10.

Таблица 10

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента передачи в диапазоне модулей коэффициента передачи от минус 50 до 0 дБ при уровне источника 0 дБ (1мВт), дБ/градус, в диапазоне частот	Диапазон частот	модуль	фаза
	от 200 МГц до 26,5 ГГц включ.	0,1	1,7
св. 26,5 ГГц до 40 ГГц	0,15	3,0	

## 8. Оформление результатов поверки

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы.



8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке согласно действующим правовым нормативным документам.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности с указанием причин.

Начальник лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»

Начальник сектора № 1 лаборатории № 441  
ФБУ «Ростест-Москва»

 А. С. Фефилов  
 А. И. Иванов