

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



Е.В. Морин

«16» января 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ ВЕКТОРНЫЕ ZNBT8, ZNBT20

Методика поверки

РТ-МП-4131-441-2017

г. Москва  
2017 г.

## Содержание

1	Общие указания .....	3
2	Операции поверки .....	4
3	Средства поверки .....	5
4	Требования безопасности .....	6
5	Условия проведения поверки .....	6
6	Подготовка к поверке.....	6
7	Проведение поверки.....	7
8	Оформление результатов поверки .....	15

## 1 Общие указания

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок анализаторов цепей векторных ZNBT8, ZNBT20 (далее АЦВ), изготовленные фирмой “Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG”, Германия.

Интервал между поверками – 12 месяцев.

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в руководстве по эксплуатации на АЦВ.

## 2 Операции поверки

При проведении поверки следует выполнить 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	+	+
<b>Определение метрологических характеристик:</b>			
Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты	7.3	+	+
Определение динамического диапазона при полосе пропускания фильтра ПЧ 10 Гц	7.4	+	+
Определение уровня собственного шума приемников	7.5	+	+
Определение среднеквадратического значения шумов измерительной трассы	7.6	+	+
Определение диапазона установки уровня выходной мощности и абсолютной погрешности установки и измерения уровня мощности минус 10 дБ/мВт <sup>1</sup>	7.7	+	+
Определение погрешностей измерений модуля и фазы коэффициента отражения	7.8	+	+
Определение погрешностей измерений модуля и фазы коэффициента передачи	7.9	+	+

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.

В соответствии с пп. 16 и 18 Приказа Минпромторга России № 1815 от 02.06.2015 допускается проводить периодическую поверку анализаторов цепей векторных ZNBT8, ZNBT20 в ограниченном объеме на основании письменного заявления владельца СИ с соответствующей записью в свидетельстве о поверке.

Из полного объема поверки могут быть исключены неиспользуемые измерительные порты (при этом обязательно должно быть поверено не менее 2-х портов), а также верхняя граничная частота при поверке может быть снижена до 8,5 ГГц для модели ZNBT20 (исходя из диапазона частот модельного ряда анализаторов цепей векторных серии ZNBT).

<sup>1</sup> дБ/мВт – дБ относительно 1 мВт  
Анализаторы цепей векторные ZNBT8, ZNBT20  
Методика Поверки РТ-МП-4131-441-2017

### 3 Средства поверки

При проведении поверки АЦВ следует применять средства поверки, указанные в таблице 2. Допускается применение иных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, требуемые технические и метрологические характеристики средства поверки
7.3	Частотомер универсальный CNT-90XL: - диапазон частот от 0,001 Гц до 20 ГГц; - пределы относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за один год $\pm 5 \times 10^{-7}$
7.3	Стандарт частоты GPS-12RG - опорные частоты 5 и 10 МГц; - пределы относительной погрешности по частоте $\pm 5 \times 10^{-10}$
7.7	Преобразователь измерительный NRP-Z55: - диапазон частот от 0 МГц до 40 ГГц; - диапазон измерений мощности СВЧ от минус 30 до плюс 20 дБ/мВт; - пределы относительной погрешности измерений мощности $\pm 2,5$ %.
7.7	Анализатор спектра FSV30 - диапазон частот от 10 Гц до 30 ГГц; - уровень собственных шумов не более минус 100 дБ/мВт
7.4, 7.5, 7.6, 7.8, 7.9	Наборы мер коэффициентов передачи и отражения ZV-Z270, ZV-Z235: - соединители: тип N «вилка» и «розетка», 3,5 мм «розетка» и «вилка»; - диапазон частот: от 0 до 26,5 ГГц; - пределы допускаемой погрешности определения действительных значений: модуля коэффициента отражения $\pm(0,005...0,01)$ , фазы коэффициента отражения $\pm(0,5...0,8)$ градусов, модуля коэффициента передачи $\pm(0,03...0,05)$ дБ, фазы коэффициента передачи $\pm(0,3...0,5)$ градусов;
7.9	Аттенюатор ступенчатый RSC - диапазон частот от 0 до 18 ГГц или до 40 ГГц; - пределы допускаемой погрешности определения действительных значений модуля коэффициента передачи: $\pm 0,03$ дБ для ослаблений от 10 до 40 дБ; $\pm 0,06$ дБ для ослаблений 50 и 60 дБ.

**Примечания:**

1 Вместо указанных в таблице средств поверки разрешается применять другие аналогичные меры и измерительные приборы, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и при необходимости аттестованы в качестве эталонов единиц величин.

#### **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 АЦВ и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику.

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

При проведении всех видов работ с АЦВ необходимо пользоваться антистатическим браслетом.

Работать с АЦВ 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 ..... ( $23 \pm 5$ ) °С;
- относительная влажность воздуха..... не более 80 %;
- атмосферное давление ..... от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- напряжение питающей сети ..... от 198 до 242 В.

При определении абсолютных погрешностей измерений модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи, изменение температуры окружающего воздуха после проведения калибровки должно составлять не более  $\pm 1$  °С. Время измерений по каждому из указанных пунктов не должно превышать одного часа.

#### **6 Подготовка к поверке**

Порядок установки АЦВ на рабочее место, включения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации: «Анализаторы цепей векторные ZNBT8, ZNBT20. 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

Провести визуальный контроль чистоты всех СВЧ соединителей поверяемого АЦВ, включая соединители мер из состава набора калибровочных мер и кабеля.

При внешнем осмотре установить соответствие соединителей измерительных портов АЦВ, соединителей мер, коаксиальных переходов и кабеля СВЧ следующим требованиям:

- отсутствие у 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

Проверить отсутствие механических повреждений, шумов внутри корпуса, обусловленных наличием незакрепленных деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки и пломб.

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 ректифицированным. 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.

Результаты выполнения операции считать положительными, если:

- кабели СВЧ и меры из состава набора калибровочных мер не имеют механических повреждений;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакрепленных деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров, лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка, нанесенная на поверяемый АЦВ и все элементы из его комплекта, разборчива;
- пломбы не нарушены.

### 7.2. Идентификация программного обеспечения

Установить параметры АЦВ: [ **SYSTEM: Help: About...** ].

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

Результаты выполнения операции считать положительными, если номер установленной версии (идентификационный номер) программного обеспечения соответствует приведенному в технической документации.

## Определение метрологических характеристик

### 7.3. Определение диапазона рабочих частот и относительной погрешности установки частоты

Установить параметры АЦВ:

- [ **PRESET** ];
- [ **SETUP : Freq.Ref.: Internal** ];
- [ **MEAS : Wave Quantities: a1 Source Port 1** ];

- [ SWEEP : Sweep Type : CW Mode ];
- [ CENTER : CW Frequency : 100 kHz; Power : 0 dBm ];
- [ SWEEP : Sweep Control : Single : Restart Sweep ].

Подключить к измерительному порту 1 АЦВ частотомер электронно-счетный CNT-90XL, работающий от внешней опорной частоты 10 МГц со стандарта частоты GPS-12RG. Измерить значение частоты АЦВ. Вычислить значение относительной погрешности установки частоты.

Установить параметр АЦВ [ CENTER : CW Frequency ]:

- 9 kHz и 8.5 GHz для ZNBT8;
- 20 GHz для ZNBT20.

Измерить значение частоты АЦВ. Вычислить значение относительной погрешности установки частоты.

Результаты проверки считать положительными, если значение относительной погрешности установки частоты не более  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  и не более  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  с опцией B4.

#### 7.4. 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) ];
- [ POWER : Power : 10 dBm ];
- [ POWER : Bandwidth : 10 Hz ]
- [ SWEEP : Number of points : 501 ]
- [ CHANNEL > POWER BW AVG > 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 S1i), где i- номер используемого порта.

Результаты проверки считать положительными, если модуль измеренного максимального значения измерительной трассы не менее значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Динамический диапазон для ZNBT8 при полосе пропускания 10 Гц, в диапазоне частот, дБ, не менее	от 9 до 100 кГц включ.	100
	св. 100 кГц до 50 МГц включ.	120
	св. 50 МГц до 4 ГГц включ.	130
	св. 4 до 7 ГГц включ.	125
	св. 7 до 8,5 ГГц включ.	120
Динамический диапазон для ZNBT20 при полосе пропускания 10 Гц, в диапазоне частот, дБ, не менее	от 100 кГц до 1 МГц включ.	105
	св. 1 до 10 МГц включ.	115
	св. 10 МГц до 2 ГГц включ.	120
	св. 2 до 10 ГГц включ.	115
	св. 10 до 20 ГГц включ.	110

#### 7.5. Определение уровня собственного шума приемников

Установить параметры АЦВ:

- [ PRESET ];
- [ MEAS : Wave Quantities : b1 Source Port 1 ] ( для порта 1 );
- [ POWER : Power : -40 dBm ];
- [ POWER : Power : RF Off All Channels ];



- [ **POWER** : Bandwidth : 1 kHz ];
- [ **SWEEP** : Number of points : 501 ];
- [ **CHANNEL** > **POWER BW AVG** > 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 проверки считать положительными, если уровень собственного шума приемников, нормализованный к полосе 1 Гц не более значений, указанных в таблице 4.

Таблица 4

Уровень собственного шума приемников для ZNBT8 нормализованный к полосе 1 Гц, в диапазоне частот, дБ относительно 1 мВт, не более	от 9 до 50 кГц включ.	-115
	св. 50 кГц до 50 МГц включ.	-120
	св. 50 МГц до 4 ГГц включ.	-130
	св. 4 до 6,5 ГГц включ.	-125
	св. 6,5 до 8,5 ГГц включ.	-120
Уровень собственного шума приемников для ZNBT20 нормализованный к полосе 1 Гц, в диапазоне частот, дБ относительно 1 мВт, не более	от 100 до 300 кГц включ.	-105
	св. 300 кГц до 1 МГц включ.	-110
	св. 1 до 10 МГц включ.	-115
	св. 10 МГц до 2 ГГц включ.	-120
	св. 2 до 20 ГГц включ.	-115

#### 7.6. 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) ];
- [ **POWER** : Power : 0 dBm ];
- [ **POWER** : Bandwidth : 10 kHz ];
- [ **SWEEP** : Number of points : 1001 ].

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

Установить параметры АЦВ:

- [ **SWEEP** : Sweep Type : CW Mode ];
- [ **POWER** : 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):  $SD_{SHORT}$ .

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):  $SD_{OPEN}$ .

Из значений:  $SD_{SHORT}$  и  $SD_{OPEN}$  выбрать максимальные.

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

Результаты проверки считать положительными 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 относительно 1 мВт, коэффициента отражения 0 дБ, в полосе пропускания 10 кГц, диапазона частот свыше 300 кГц, дБ/градус, не более	модуль	фаза
	0,004	0,035

### 7.7. Определение диапазона установки уровня выходной мощности и абсолютной погрешности установки и измерения уровня мощности минус 10 дБ/мВт

7.7.1. Для проведения проверки диапазона установки уровня выходной мощности подключить преобразователь (далее ваттметр) NRP-Z55 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 : 13 dBm ].

Подключить ваттметр NRP-Z55 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 : 8,5 GHz (20 GHz для ZNBT20);
- [ POWER : Power : -55 dBm (-30 dBm для ZNBT20 ).

Подключить анализатор спектра FSV30 к измерительному порту 1 АЦВ через переход измерительный и кабель. На анализаторе установить центральную частоту 8,5 ГГц (или 20 ГГц для ZNBT20), полосу обзора 1 МГц, полосу 1 кГц.

При наличии опции аттенюатора в канале источника B21 установить:

- [ POWER : Power : -85 dBm (-60 dBm для ZNBT20 ).

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 B2X для соответствующего порта, где i – номер измерительного порта.

7.7.2. При проведении проверки абсолютной погрешности установки уровня выходной мощности минус 10 дБ/мВт и погрешности измерения уровня мощности минус 10 дБ/мВт опорным каналом АЦВ в диапазоне частот подключить ваттметр NRP-Z55 к измерительному порту АЦВ

через переход измерительный и измерить уровень мощности. Измерения проводить на следующих фиксированных частотах  $f_{ИЗМ}$ : 100 кГц; 10 МГц; 50 МГц; 100 МГц; 500 МГц; 1 ГГц; 2 ГГц; 3 ГГц; 4 ГГц; 4,5 ГГц; 5 ГГц, 6 ГГц, 7 ГГц, 8,5 ГГц (для ZNBT20 – дополнительно от 9 ГГц до 20 ГГц с шагом 1 ГГц). Последовательность операций описана ниже.

Подготовить к работе ваттметр NRP-Z55 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 ];
- [ POWER : Bandwidth : 100 Hz ];
- [ POWER : 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/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/мВт.

Зафиксировать измеренное значение мощности в опорном канале АЦВ Statistics Mean values: ( $P2_{ИЗМ}$  в дБ/мВт). Рассчитать абсолютную погрешность измерения 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 ].

7.7.3. При проведении проверки абсолютной погрешности измерения уровня выходной мощности минус 10 дБ/мВт приемным каналом АЦВ в диапазоне частот подключить кабель СВЧ к измерительному порту 1 АЦВ. К свободному концу кабеля СВЧ подключить ваттметр NRP-Z55 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 ];
- [ POWER : 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/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/мВт). Рассчитать абсолютную погрешность измерения уровня мощности в измерительном

канале АЦВ по формуле:

$$\Delta P = P2_{изм} - P1_{изм},$$

Выполнить операции пунктов на всех тестовых частотах.

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

Повторить операции для измерительного канала порта 1 ( $b_1$ ), используя в качестве источника любой другой измерительный порт.

Результаты проверки считать положительными, если диапазон установки уровня выходной мощности соответствует значениям, указанным в таблице 6, пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности минус 10 дБ/мВт соответствуют значениям, указанным в таблице 7, пределы допускаемой относительной погрешности измерения уровня мощности минус 10 дБ/мВт соответствуют значениям, указанным в таблице 8.

Таблица 6

Диапазон установки уровня выходной мощности для ZNBT8, в диапазонах частот, дБ относительно 1 мВт	штатно	от 9 кГц до 100 МГц включ.	от -55 до +10
		св. 100 МГц до 2,5 ГГц включ.	от -55 до +13
		св. 2,5 до 7,5 ГГц включ.	от -55 до +10
		св. 7,5 до 8,5 ГГц включ.	от -55 до +8
	опции В2х	от 9 кГц до 100 МГц включ.	от -85 до +10
		св. 100 МГц до 2,5 ГГц включ.	от -85 до +13
		св. 2,5 до 7,5 ГГц включ.	от -85 до +10
		св. 7,5 до 8,5 ГГц включ.	от -85 до +8
Диапазон установки уровня выходной мощности для ZNBT20, в диапазоне частот, дБ относительно 1 мВт	штатно	от 100 кГц до 1 МГц включ.	от -30 до +6
		св. 1 до 10 МГц включ.	от -30 до +8
		св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	от -30 до +10
		св. 1 до 10 ГГц включ.	от -30 до +8
		св. 10 до 20 ГГц включ.	от -30 до +5
	опции В2х	от 100 кГц до 1 МГц включ.	от -60 до +6
		св. 1 до 10 МГц включ.	от -60 до +8
		св. 10 МГц до 1 ГГц включ.	от -60 до +10
		св. 1 до 10 ГГц включ.	от -60 до +8
		св. 10 до 20 ГГц включ.	от -60 до +5

Таблица 7

Пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности -10 дБ относительно 1 мВт, в диапазоне частот, дБ	от 9 до 50 кГц включ.	$\pm 3$
	св. 50 кГц до 10 ГГц включ.	$\pm 2$
	св. 10 до 20 ГГц включ.	$\pm 3$

Таблица 8

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения уровня мощности - 10 дБ относительно 1 мВт, в диапазоне частот, дБ	от 9 до 100 кГц включ.	$\pm 2$
	св. 100 кГц до 20 ГГц включ.	$\pm 1$

### 7.8. Определение погрешностей измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Определение погрешностей 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 (ZV-Z270 для ZNBT8 и ZV-Z235 для ZNBT20). 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.

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 проверки считать положительными, 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 для ZNBT8, в зависимости от диапазона частот и модуля коэффициента отражения, дБ/градус			модуль	фаза
от 9 кГц до 4,5 ГГц включ.	0 дБ		0,2	1,3
	-3 дБ		0,2	1,3
	-6 дБ		0,2	1,3
	-15 дБ		0,4	2,5
	-25 дБ		1	7
	-35 дБ		3	25
	0 дБ		0,3	2,3
	-3 дБ		0,3	2,3
	-6 дБ		0,3	2,3
	-15 дБ		0,6	4,2
св. 4,5 до 8,5 ГГц включ.	-25 дБ		1,7	15
	-35 дБ		4,5	45
	0 дБ		0,6	4
	-3 дБ		0,6	4
	-6 дБ		0,6	5
	-15 дБ		1,0	7
от 100 кГц до 700 МГц включ.	-25 дБ		2,2	17
	-35 дБ		5,5	54
	0 дБ		0,4	3
	-3 дБ		0,4	3
	-6 дБ		0,4	3
	-15 дБ		0,6	5
св. 0,7 до 20 ГГц включ.	-25 дБ		1,7	11
	-35 дБ		4,0	31
	0 дБ		0,4	3
	-3 дБ		0,4	3
	-6 дБ		0,4	3

### 7.9. Определение погрешностей измерений модуля и фазы коэффициента передачи

Погрешность измерения 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/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-Z270 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 - аттенуатор 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 FUNCT ]
- [ Data -> Mem ]
- [ Show Mem : off ]
- [ Math = Data/Mem : on ]

На аттенуаторе поочередно устанавливать номинальные значения разностного ослабления из ряда 10; 20; 30; 40; 50; 60 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 проверки считать положительными, если пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения 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 для ZNBT8, в зависимости от диапазона частот и модуля коэффициента передачи, дБ/градус	от 9 до 100 кГц включ.	св. -50 до +5 включ.	модуль	фаза
		от -60 до -50 включ.	0,2	0,6
св. 100 кГц до 8,5 ГГц включ.	св. -40 до +5 включ.	0,06	0,6	
	св. -50 до -40 включ.	0,06		
	от -60 до -50 включ.	0,2		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента передачи для ZNBT20, в зависимости от диапазона частот и модуля коэффициента передачи, дБ/градус	от 100 кГц до 700 МГц включ.		модуль	фаза
		св. -35 до +5 включ.	0,25	1,4
		св. -50 до -35 включ.	0,25	
	св. 0,7 до 20 ГГц включ.	от -60 до -50 включ.	0,25	
		св.-35 до +5 включ.	0,15	1,0
		св.-50 до -35 включ.	0,15	
	от -60 до -50 включ.	0,15		

## 8 Оформление результатов поверки


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

8.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке. В свидетельство о поверке заносят серийные номера набора калибровочных мер и кабеля СВЧ, с которыми выполнялась поверка АЦВ.

Знак поверки наносится на заднюю панель анализаторов цепей векторных ZNBT8, ZNBT20 или 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»



С. Э. Баринов

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



Р. А. Осин