

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»



А. С. ЕВДОКИМОВ

2011 г.

Аттенюаторы ступенчатые  
R&S RSC

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП РТ 1613-2011

Начальник лаборатории №441  
ФБУ «Ростест-Москва»

В. М. Барabanщиков

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

Р. А. Осин

г. Москва  
2011 год

Настоящий документ устанавливает методы и средства поверки аттенюаторов ступенчатых R&S RSC (далее – аттенюаторы). Интервал между поверками – 2 года.

## 1. Операции поверки

1.1 При первичной и периодической поверке аттенюаторов выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 - Перечень операций поверки.

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Подтверждение идентификационных данных ПО	7.3	+	-
Определение КСВН входа и выхода аттенюатора	7.4	+	+
Определение погрешности установки ослабления	7.5	+	+
Определение неповторяемости при переключении	7.6	+	-
Определение пользовательской калибровки	7.7	По запросу	По запросу

## 2. Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

2.2 Допускается применять другие средства измерений, обеспечивающие измерение значений соответствующих величин с требуемой точностью.

Таблица 2 - Перечень средств поверки.

Наименование и тип основных и вспомогательных средств поверки	Основные технические характеристики	
	пределы измерения	погрешность
Вольтметр универсальный В7-78/1	от 10 мВ до 10 В постоянный ток	$\leq \pm 0,004 \%$
Ваттметр поглощаемой мощности СВЧ NRP-Z56	от 300 нВт до 100 мВт от 0 до 50 ГГц	нелинейность $\leq 0,01$ дБ
Векторный анализатор электрических цепей ZVA40	Коэффициент передачи (0...40) дБ от 10 МГц до 40 ГГц	$\leq \pm 0,1$ дБ

## 3. Требования безопасности

3.1. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

3.2. К работе с прибором допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами и изучившими техническую документацию на поверяемый генератор и применяемые средства поверки.

При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, указанные в технической документации.

#### **4. Условия поверки**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования ГОСТ 8.395-80:

- температура окружающей среды  $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ;
- относительная влажность воздуха  $(65\pm 15)\%$ ;
- атмосферное давление  $(100\pm 4)$  кПа

#### **5. Требования к квалификации поверителей**

К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее образование, практический опыт работы в области радиотехнических измерений не менее одного года и квалификацию поверителя.

#### **6. Подготовка к поверке**

6.1 Поверитель должен изучить руководства по эксплуатации поверяемого прибора и используемых при поверке средств измерений

6.2 Перед включением приборов должно быть проверено выполнение требований безопасности.

6.3 Определение метрологических характеристик поверяемого прибора должно производиться по истечении времени установления рабочего режима, равного 30 мин.

#### **7. Проведение поверки**

##### **7.1. Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- комплектность согласно РЭ;
- отсутствие внешних механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
- прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положений;
- наличие предохранителей;
- чистоту разъемов и гнезд;
- состояние лакокрасочных покрытий, гальванических покрытий и четкость гравировки.

Приборы, имеющие дефекты, бракуются и направляются в ремонт.

##### **7.2. Опробование**

Проверяют отсутствие ошибок при включении аттенюатора и при запуске встроенного самотестирования, которое запускается при нажатии:

- [ **SETUP** ]
- [ **System** ]
- [ **Self Test** ]
- [ **Start Selftest** ]

При возникновении ошибок см. разделы проверка работоспособности прибора и сообщения об ошибках руководства по эксплуатации.

Приборы, имеющие неустранимые ошибки, бракуются и направляются в ремонт.

### 7.3. Подтверждение идентификационных данных ПО

На аттенюаторе нажимают:

- [ **SETUP** ]
- [ **System>** ]
- [ **Software Info** ]

Считывают номер версии встроенного программного обеспечения.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если на аттенюаторе установлена версия с номером 01.04.

### 7.4. Определение КСВН входа и выхода аттенюатора

К входам порта 1 и порта 2 анализатора цепей ZVA40 подключают измерительные кабели с выходными разъемами «вилка», тип которых должен соответствовать типу разъемов поверяемого аттенюатора в зависимости от модуля. Затем проводят калибровку анализатора цепей на концах кабелей с помощью калибровочного комплекта на требуемый тип разъемов из состава ZVA40 в диапазоне частот от 10 МГц до верхней частоты поверяемого аттенюатора при фильтре ПЧ 1 кГц и мощности 0 дБмВт.

Поверяемый аттенюатор подключают кабелем порта 1 ZVA40 к порту А аттенюатора, а кабелем порта 2 ZVA40 к порту В аттенюатора. На ZVA40 устанавливают режимы измерения S11 и S22, формат шкалы – VSWR (КСВН), на аттенюаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **ATT : 0** ]

Считывают с анализатора цепей измеренные значения КСВН входа и выхода аттенюатора, повторяют измерения при значениях ослабления 10 дБ, 20 дБ, 30 дБ, 40 дБ, 50 дБ и 60 дБ, устанавливая их нажатием - [ **ATT : x** ].

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если КСВН входа и выхода аттенюатора не превышает значений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование модуля	04; 14	03; 13	05; 15	Z405
Диапазон частот	от 0 до 6 ГГц	от 0 до 6 ГГц	от 0 до 18 ГГц	от 0 до 40 ГГц
КСВН входа/выхода, не более	от 0 до 1 ГГц: 1,22	от 0 до 1 ГГц: 1,22	от 0 до 2 ГГц: 1,22	от 0 до 10 ГГц: 1,22
	от 1 до 3 ГГц: 1,67	от 1 до 3 ГГц: 1,43	от 2 до 18 ГГц: 1,43	от 10 до 30 ГГц: 1,43
	от 3 до 6 ГГц: 1,93	от 3 до 6 ГГц: 1,93		от 30 до 40 ГГц: 1,67

### 7.5. Определение погрешности установки ослабления аттенюатора

Выполняют настройки и подключения анализатора цепей ZVA40 и поверяемого аттенюатора согласно п.7.4. На анализаторе устанавливают режим измерения S21, формат шкалы – log (дБ), на аттенюаторе:

- [ **PRESET** ]
- [ **ATT : 0** ]

Считывают с помощью маркера анализатора цепей максимальное значение вносимого ослабления аттенюатора в точке 0 дБ в диапазоне частот от 10 МГц до верхней частоты аттенюатора.

Затем, для проведения измерения значения разностного ослабления аттенюатора относительно 0 дБ, на анализаторе цепей выбирают фильтр ПЧ 100 Гц, а также при необходимости режим усреднения, и устанавливают:

- [ TRACE FUNCT ]
- [ Data -> Mem ]
- [ Show Mem : off ]
- [ Math = Data/Mem : on ]

На аттенюаторе нажатием [ АТТ : x ] устанавливают значения ослабления из ряда:  
 - для модулей 03/13/04/14 от 0 дБ до 40 дБ с шагом 1 дБ, а также ступени 20 дБ (II) и 40 дБ (II), включаемые с помощью сервисных функций «2.1.3.64511» и «2.1.3.63487»;

Для включения сервисных функций на аттенюаторе устанавливают:

- [ SETUP ]
- [ System ]
- [ Service Function ]
- [ Function: x ]
- [ Password: 894129 ]
- [ Execute ]

- дополнительно для модуля 04/14 значения ослабления от 1,1 дБ до 1,9 дБ с шагом 0,1 дБ;

- для модуля 05/15 от 0 дБ до 60 дБ с шагом 5 дБ, а также ступень 40 дБ(II), включаемую с помощью сервисной функции «2.1.1.5120»;

- для модуля Z405 от 0 дБ до 75 дБ с шагом 5 дБ.

Считывают с помощью маркера анализатора цепей значения разностного ослабления аттенюатора  $A_x$  на частотах:

- 1 ГГц, 2 ГГц, 6 ГГц для модулей 03/13/04/14;
- 1 ГГц, 5 ГГц, 10 ГГц, 15 ГГц, 18 ГГц для модулей 05/15;
- 1 ГГц, 10 ГГц, 20 ГГц, 30 ГГц, 40 ГГц для модуля Z405.

Для проверки разностного ослабления на постоянном токе собирают схему по рис.1.

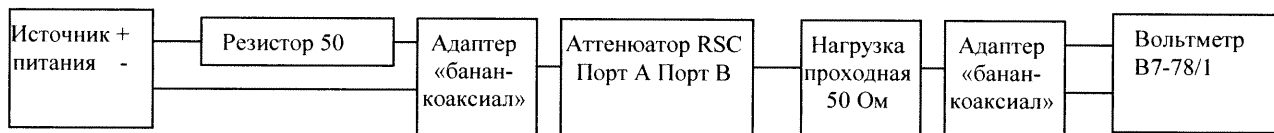


Рисунок 1

На источнике питания устанавливают режим стабилизации напряжения с выходным напряжением 5В. На вольтметре - режим измерения постоянного напряжения, на аттенюаторе – ослабление 0 дБ. Считывают с вольтметра значение напряжения  $U_0$ , соответствующее ослаблению аттенюатора 0 дБ.

Затем на аттенюаторе устанавливают значения ослабления, аналогично указанным выше, и считывают соответствующее напряжение  $U_x$  с вольтметра. Вычисляют разностное ослабление по формуле:

$$A_x = 20 * |\lg(U_x/U_0)|, \text{ дБ}$$

Погрешность установки разностного ослабления вычисляют по формуле:

$$\Delta A = A_{уст} - A_x, \text{ дБ},$$

где  $A_{уст}$  – номинальное значение разностного ослабления установленного на аттенюаторе.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если вносимое ослабление и разностное ослабление аттенюатора не превышает значений, приведенных в таблице 4.

Таблица 4

Наименование модуля	04; 14	03; 13	05; 15	Z405
Диапазон частот	от 0 до 6 ГГц	от 0 до 6 ГГц	от 0 до 18 ГГц	от 0 до 40 ГГц
Вносимое ослабление при 0 дБ, не более	2 дБ	2 дБ	3,5 дБ	5 дБ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления А без учета частотной коррекции относительно 0 дБ, дБ	от 0 до 1 ГГц: $\pm(0,2+0,01 \times A)$ от 1 до 2 ГГц: $\pm(0,4+0,01 \times A)$ от 2 до 6 ГГц: $\pm(0,6+0,013 \times A)$		от 0 до 5 ГГц: $\pm(0,6+0,01 \times A)$ от 5 до 10 ГГц: $\pm(1+0,01 \times A)$ от 10 до 18 ГГц: $\pm(1+0,013 \times A)$	от 0 до 10 ГГц: $\pm(0,6+0,01 \times A)$ от 10 до 30 ГГц: $\pm(1+0,01 \times A)$ от 30 до 40 ГГц: $\pm(2+0,013 \times A)$

### 7.6. Определение неповторяемости при переключении

Анализатор цепей ZVA40 переводят в режим непрерывной генерации сигнала на фиксированной частоте с выходной мощностью 10 дБмВт по порту 1, частоту устанавливают соответствующей верхней частоте аттенюатора (6, 18 или 40 ГГц). Измерительным кабелем соединяют порт 1 анализатора с портом А аттенюатора, на который дополнительно подключается фиксированный согласующий аттенюатор 10 дБ, КСВН не более 1,15. На порт В аттенюатора подключают ваттметр NRP-Z56 с помощью соответствующего адаптера.

На аттенюаторе устанавливают ослабление 0 дБ, на ваттметре – режим относительных измерений с усреднением. Устанавливают на ваттметре 0 дБ для режима относительных измерений, при этом на ваттметре должно отображаться  $(0,000 \pm 0,005)$  дБ. Затем на аттенюаторе устанавливают ослабление 10 дБ и считывают результат измерения с ваттметра. Повторяют процедуру 10 раз, формируя ряд из 10 измерений. Находят среднее арифметическое и вычисляют максимальное отклонение от него.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если неповторяемость при переключении не превышает 0,02 дБ.

### 7.7. Определение пользовательской калибровки

Если по п. 7.4 - п. 7.6. получены положительные результаты и изменение модуля коэффициента отражения  $\Gamma$  входа и выхода аттенюатора по п.7.4. не превышает 0,03 на фиксированных частотах, то по запросу владельца аттенюатора возможно определить пользовательскую калибровку ослабления в соответствии с ГОСТ Р 8.562-2007 для уровня рабочих эталонов 1-ого разряда.

При изменении  $\Gamma$  не более чем на 0,03 для фиксированной частоты, на которой требуется определение поправок, проводятся измерения разностного ослабления поверяемого аттенюатора по методике п. 7.6 для номинальных значений ослабления 0-10 дБ и 0-20 дБ и по методике п. 7.5 для номинальных значений ослабления 0-30 дБ и 0-40 дБ. Полученные результаты заносятся в протокол с указанием погрешности результата измерения  $\pm 0,03$  дБ для ступеней 10 и 20 дБ и  $\pm 0,1$  дБ для ступеней 30 и 40 дБ при доверительной вероятности 0,95.

При необходимости по ступени 20 дБ аттенюатора проводится проверка линейности приемника анализатора цепей в динамическом диапазоне до 40 дБ в два шага с определением поправок на отклонение от линейности. Тогда при измерениях ослаблений 0-30 дБ и 0-40 дБ аттенюатора с учетом поправок на линейность приемника ZVA40, результат измерения для ступеней 30 и 40 дБ заносится в протокол с указанием погрешности результата измерения  $\pm 0,05$  дБ при доверительной вероятности 0,95.

## **8. Оформление результатов поверки**

8.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол произвольной формы. При выполнении п. 7.7 протокол выдается владельцу аттенюатора.

8.2 При положительных результатах поверки на прибор выдается "Свидетельство о поверке" установленного образца.

8.3 При отрицательных результатах поверки на прибор выдается "Извещение о непригодности" установленного образца с указанием причин непригодности.