

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ –  
Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»



А.С. Евдокимов

марта 2014 г.

РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ  
САВАН R54, САВАН R140

Методика поверки

МП-РТ-2083-2014  
(РНДМ.468166.001 МП)

Москва 2014 г.

## Содержание

1 Введение .....	3
2 Операции поверки .....	4
3 Средства поверки .....	5
4 Требования безопасности .....	7
5 Условия поверки.....	7
6 Подготовка к поверке.....	7
7 Проведение поверки.....	8
8 Оформление результатов поверки.....	17

## **1 Введение**

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки рефлектометров векторных САВАН R54, САВАН R140 (далее – рефлектометры).

1.2 Методика поверки разработана с учётом требований и рекомендаций, приведённых в МИ 3411-2013.

1.3 Поверка рефлектометров производится аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

1.4 Интервал между поверками – 12 месяцев.

1.5 Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с указаниями, изложенными в руководствах по эксплуатации на рефлектометры.

1.6 После проведения поверки необходимо выполнить визуальный контроль чистоты и целостности соединителя измерительного порта рефлектометра «PORT 50Ω». В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку соединителя.

## 2 Операции поверки

2.1 При проведении поверки следует выполнить операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Методы поверки (номер пункта)	Обязательность проведения при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	7.2	да	да
Проверка присоединительных размеров	7.3	да	да
Определение метрологических характеристик			
Определение относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	7.4	да	да
Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлектометра	7.5	да	да

2.2 В случае выявления несоответствия требованиям в ходе выполнения любой операции, указанной в таблице 1, поверяемый рефлектометр бракуют, поверку прекращают, и на него оформляют извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94.

2.3 Допускается поверка рефлектометров в частотном диапазоне их применения.

2.4 Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения для рефлектометров в волноводе с сечением, отличающимся от его измерительного порта, следует проводить в соответствии с МИ 3411-2013.

Если вычисленные погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения меньше значений, приведённых в эксплуатационной документации рефлектометра, то за погрешность измерений следует принять указанную в документации. В обратном случае нужно использовать рассчитанные согласно МИ 3411-2013 значения погрешностей.

Для выполнения измерений состав рефлектометров должен быть дополнен комплектом измерительных переходов и набором калибровочных мер с соединителями в новом типе волновода.

### 3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки следует применять средства поверки, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, требуемые технические и метрологические характеристики средства поверки
7.3	Комплект для измерений соединителей коаксиальных (КИСК - 7): - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительных размеров $\pm 0,01$ мм.
7.4	Частотомер электронно-счётный (53150А): - диапазон частот: от 85 до 5400 МГц ..... для поверки САВАН R54; от 85 до 14000 МГц..... для поверки САВАН R140; - относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за один год $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ .
7.5	Набор калибровочных мер (05СК10А-150): - диапазон рабочих частот от 85 до 14000 МГц; - обеспечиваемые эффективные параметры рефлектометров после «калибровки» <sup>1)</sup> : эффективная направленность не менее 45 дБ в диапазоне частот от 85 до 4800 МГц и не менее 42 дБ в диапазоне частот свыше 4800 до 14000 МГц; эффективное согласование источника не менее 37 дБ в диапазоне частот от 85 до 4800 МГц и не менее 35 дБ в диапазоне частот свыше 4800 до 14000 МГц; эффективный трекинг отражения в пределах $\pm 0,10$ дБ в диапазоне частот от 85 до 4800 МГц и в пределах $\pm 0,20$ дБ в диапазоне частот свыше 4800 до 14000 МГц; - меры из состава набора должны иметь табличное описание частотных характеристик <sup>2)</sup> .

<sup>1)</sup> Калибровка – процесс, в результате которого определяются комплексные оценки ошибок в соответствии с моделью анализатора цепей векторного (см. МИ 3411-2013). Здесь и далее по тексту термин калибровка будет отображаться в кавычках, чтобы не путать с термином калибровка средств измерений, указанным в Федеральном законе от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

<sup>2)</sup> Под табличным описанием следует понимать набор (таблицу) значений комплексного КО двух-полосников в диапазоне рабочих частот.

Номер пункта методики	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, требуемые технические и метрологические характеристики средства поверки
7.5	<p>Набор мер коэффициентов передачи и отражения (ZV-Z270):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- диапазон рабочих частот от 85 до 14000 МГц;</li> <li>- обеспечиваемые эффективные параметры рефлектометров после «калибровки»:</li> </ul> <p>    эффективная направленность не менее 50 дБ в диапазоне частот от 85 до 4800 МГц и не менее 46 дБ в диапазоне частот свыше 4800 до 14000 МГц;</p> <p>    эффективное согласование источника не менее 42 дБ в диапазоне частот от 85 до 4800 МГц и не менее 40 дБ в диапазоне частот свыше 4800 до 14000 МГц;</p> <p>    эффективный трекинг отражения в пределах <math>\pm 0,05</math> дБ в диапазоне частот от 85 до 4800 МГц и в пределах <math>\pm 0,10</math> дБ в диапазоне частот свыше 4800 до 14000 МГц.</p>
Вспомогательные средства поверки	
7.5	<p>Ключ тарированный:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- значение крутящего момента от 1,1 до 1,7 Н·м.</li> </ul>
7.5	<p>Ключи гаечные (поддерживающие):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в соответствии с пазами подключаемых устройств.</li> </ul>
7.4	<p>Переход коаксиальный (03S105-K00S3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- соединители тип N, розетка – тип 3,5 мм, вилка;</li> <li>- диапазон рабочих частот до 14000 МГц.</li> </ul>
7.1-7.5	<p>Персональный компьютер со следующими минимальными требованиями:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- операционная система Windows 2000 / XP / VISTA / 7;</li> <li>- процессор 1 ГГц;</li> <li>- память 1 ГБ;</li> <li>- наличие соединителя USB 2.0.</li> </ul>
<p><b>Примечания:</b></p> <p>1 Применяемые при поверке средства измерений должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке. Допускается использовать средства измерений, калиброванные на эталоне волнового сопротивления, аттестованном в установленном порядке.</p> <p>2 Допускается применение иных средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых рефлектометров с требуемой точностью.</p> <p>3 Типы соединителей по ГОСТ РВ 51914-2002.</p>	

## 4 Требования безопасности

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

4.2 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, освоившие работу с рефлектометрами и применяемыми средствами поверки, изучившие настоящую методику и аттестованные в соответствии с ПР 50.2.012–94.

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

4.4 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 поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха .....(23 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха .....не более 80 %;
- атмосферное давление .....от 84,0 до 106,7 кПа  
(от 630 до 800 мм рт. ст.).

5.2 При проверке по пункту 7.5 «Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлектометра» изменение температуры окружающего воздуха должно составлять не более ±1 °С.

## 6 Подготовка к поверке

6.1 Убедиться в выполнении условий проведения поверки.

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

6.3 Провести визуальный контроль чистоты и целостности соединителей используемых средств «калибровки» рефлектометра. Выполнить проверку присоединительных размеров и проверку качества их соединителей. Контроль и измерения следует проводить в соответствии с рекомендациями, приведёнными в МИ 3411-2013.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ДАЛЬНЕЙШЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ:

- УСТРОЙСТВ, У КОТОРЫХ БЫЛИ ОБНАРУЖЕНЫ МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ СОЕДИНИТЕЛЕЙ ИЛИ ПОСТОРОННИЕ ЧАСТИЦЫ, КОТОРЫЕ НЕ УДАЛЯЮТСЯ В ПРОЦЕССЕ ЧИСТКИ;
- УСТРОЙСТВ, У СОЕДИНИТЕЛЕЙ КОТОРЫХ ВЫЯВЛЕНЫ НЕСОТВЕТСТВИЯ ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ.

НЕВЫПОЛНЕНИЕ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К МЕХАНИЧЕСКИМ ПОВРЕЖДЕНИЯМ СОЕДИНИТЕЛЕЙ УСТРОЙСТВ.

6.4 Выдержать средства поверки во включённом состоянии не менее времени, указанного в их руководствах по эксплуатации.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Общие сведения

7.1.1 Поверка рефлектометров осуществляется с помощью встроенной полуавтоматической процедуры. Для её запуска необходимо выполнить следующие действия:

- подключить рефлектометр к персональному компьютеру (ПК) с помощью кабеля USB;
- проверить, что индикатор READY/STANDBY мигает зелёным цветом;
- установить драйвер и программное обеспечение с USB flash накопителя из состава поверяемого рефлектометра;
- запустить программное обеспечение;
- проверить, чтобы через несколько секунд в строке состояния программного обеспечения индцировалась надпись «Готов», и индикатор READY/STANDBY светился зелёным цветом непрерывно;
- для установления рабочего режима выдержать рефлектометр во включённом состоянии не менее 30 мин;
- нажать следующие программные кнопки [Система, Проверка параметров, Выполнить]<sup>1)</sup>.

**Примечание** – Если появится сообщение об ошибке или надпись в строке состояния «Не готов», необходимо закрыть программное обеспечение, проверить надёжность подключения кабеля USB и правильность установки драйвера. Через одну минуту произвести повторное включение.

7.1.2 Порядок подключения рефлектометров к ПК, установки драйвера и программного обеспечения, управления и дополнительная информация приведены в руководстве по эксплуатации.

7.1.3 Поверку продолжают в случае, если программное обеспечение загружается, в строке состояния индцируется надпись «Готов», встроенная

---

<sup>1)</sup> Здесь и далее в скобках [...] указана последовательность действий при установке требуемого режима работы рефлектометра с помощью программного обеспечения.



процедура проверки запускается, не появляются сообщения об ошибках, индикатор READY/STANDBY работает корректно.

## 7.2 Внешний осмотр

7.2.1 Выбрать пункт «Внешний осмотр» встроенной процедуры. Заполнить таблицу, указанную в процедуре, последовательно выполняя нижеперечисленные пункты.

7.2.2 Сверить комплектность поверяемого рефлектометра с данными, приведёнными в эксплуатационной документации на него.

7.2.3 Провести визуальный контроль чистоты соединителя измерительного порта рефлектометра «PORT 50Ω». В случае обнаружения посторонних частиц провести чистку.

Чистку коаксиального соединителя тип N, вилка проводить по методике:

- протереть поверхности соединителя, указанные стрелками на рисунке 1, палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте;

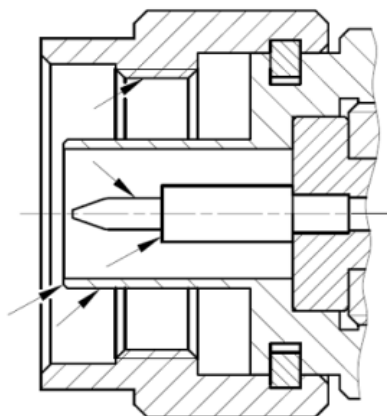


Рисунок 1 – Соединитель тип N, вилка

- провести чистку остальных внутренних поверхностей соединителя, продув их воздухом;

- просушить соединитель, убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителя;

- провести визуальный контроль чистоты соединителя, убедиться в отсутствии посторонних частиц;

- при необходимости чистку повторить.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРИМЕНЯТЬ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРЕДМЕТЫ ДЛЯ ЧИСТКИ СОЕДИНИТЕЛЯ.**

7.2.4 Проверить отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителя измерительного порта рефлектометра.

7.2.5 Проверить отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе ре-

флектметра, шумов внутри корпуса, обусловленных наличием незакреплённых деталей, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки.

7.2.6 Проверить целостность кабеля USB.

7.2.7 Результаты проверки считать положительными, если встроенная процедура отображает положительное заключение о соответствии:

- комплектность соответствует приведённой в эксплуатационной документации;
- отсутствуют механические повреждения соединителя;
- отсутствуют глубокие царапины и вмятины на корпусе рефлектметра;
- отсутствуют шумы внутри корпуса, обусловленные наличием незакреплённых деталей;
- отсутствуют следы коррозии металлических деталей и следы воздействия жидкостей или агрессивных паров;
- лакокрасочные покрытия не повреждены;
- маркировка разборчива;
- кабель USB не имеет повреждений.

7.3 Проверка присоединительных размеров

7.3.1 Выбрать пункт «Проверка присоединительных размеров» встроенной процедуры.

7.3.2 Проверку присоединительных размеров проводить с применением комплекта для измерений соединителей коаксиальных в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на него.

7.3.3 Проверке подлежит присоединительный размер «А» соединителя «PORT 50Ω» рефлектметра. Соединитель тип N, вилка приведён на рисунке 2.

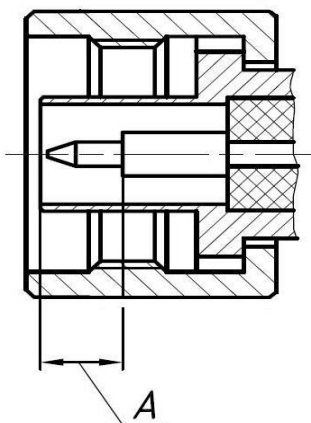


Рисунок 2 – Соединитель тип N, вилка

7.3.4 Результат измерений занести в таблицу встроенной процедуры.

Т а б л и ц а 3 – Проверка присоединительных размеров

Порт	Нижний предел, мм	Измеренное значение, мм	Верхний предел, мм
PORT 50Ω тип N, вилка	5,28		5,36

7.3.5 Результаты проверки считать положительными, если присоединительный размер «А» соединителя «PORT 50Ω» рефлектометра находятся в пределах от 5,28 до 5,36 мм.

### Определение метрологических характеристик

7.4 Определение относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала

7.4.1 Выбрать пункт «Определение относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала» встроенной процедуры.

7.4.2 Подготовить к работе частотомер электронно-счётный (далее частотомер) в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

7.4.3 Подключить рефлектометр к входу частотомера. При необходимости, использовать переход с соединителями тип N, розетка – тип 3,5 мм, вилка.

7.4.4 В таблице, указанной в процедуре, нажать программную кнопку «85» для установки фиксированной частоты источника выходного сигнала 85 МГц.

7.4.5 Измерить частоту  $f_{\text{изм}}$ , Гц, с помощью частотомера. Зафиксировать результат измерений, данные занести в таблицу встроенной процедуры.

Т а б л и ц а 4 – Определение относительной погрешности установки частоты

Установленная частота, МГц	Измеренная частота, Гц	Относительная погрешность установки частоты, млн <sup>-1</sup>	Допускаемое значение, млн <sup>-1</sup>
85			
5400 (14000)			

**П р и м е ч а н и е** – Для вычисления относительной погрешности установки частоты  $\delta f$ , млн<sup>-1</sup>, используется формула (1):

$$\delta f = (f_{ИЗМ} - f_{УСТ}) \cdot 10^6 / f_{УСТ}, \quad (1)$$

где  $f_{ИЗМ}$  – измеренная частота, Гц;  
 $f_{УСТ}$  – установленная частота, Гц.

7.4.6 Нажать программную кнопку «5400» для установки фиксированной частоты источника выходного сигнала 5400 МГц для рефлектометра SABAN R54 или кнопку «14000» для установки фиксированной частоты 14000 МГц для рефлектометра SABAN R140.

7.4.7 Измерить частоту  $f_{ИЗМ}$ , Гц, с помощью частотомера. Зафиксировать результат измерений, данные занести в таблицу встроенной процедуры.

7.4.8 Результаты проверки считать положительными, если относительная погрешность установки частоты не выходит за допускаемые пределы:

- для рефлектометра R54..... ±5,0 млн<sup>-1</sup>;
- для рефлектометра R140..... ±2,5 млн<sup>-1</sup>.

Встроенная процедура проверки отображает положительное заключение о соответствии.

7.5 Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлектометра

Методика измерений основана на методе сравнения калибровок, представленном в МИ 3411-2013. Она позволяет определить отдельные составляющие погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения.

Принцип метода состоит в последовательном проведении двух «калибровок» одного и того же рефлектометра с помощью двух разных средств и поэлементном сравнении полученных данных.

Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения для рефлектометров в волноводе с сечением, отличающимся от его измерительного порта, следует проводить в соответствии с МИ 3411-2013, после проверки нескорректированных параметров. Нескорректированные параметры рефлектометров должны быть определены непосредственно на выходе порта «PORT 50Ω».

В качестве эталонного набора следует использовать набор мер коэффициентов передачи и отражения, в качестве пользовательского - набор калибровочных мер. Все средства измерений указаны в таблице 2.

Допускается использовать другие методы измерений, обеспечивающие определение указанных метрологических характеристик поверяемых рефлектометров с требуемой точностью.

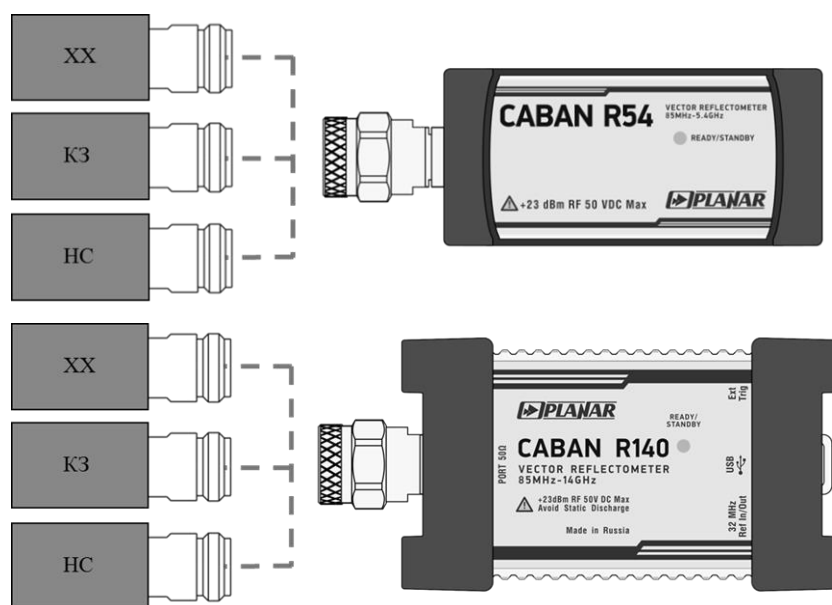
7.5.1 Выбрать пункт «Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения и нескорректированных параметров рефлек-

тометра» встроенной процедуры.

7.5.2 Подготовить к работе набор мер коэффициентов передачи и отражения и набор калибровочных мер в соответствии с руководствами по эксплуатации на них. Предварительно рекомендуется проверить описание наборов (всех используемых мер из состава), занесённое в программное обеспечение, с указанным в документации. Если описание в программном обеспечении отсутствует, его необходимо внести.

7.5.3 Нажать программную кнопку «Калибровка пользовательским набором» и перейти в основное программное обеспечение.

7.5.4 Выполнить полную однопортовую «калибровку», используя набор калибровочных мер, в соответствии с руководством по эксплуатации на поверяемый рефлектометр. Схема подключения устройств приведена на рисунке 3.



XX – нагрузка холостого хода; КЗ – нагрузка короткозамкнутая;  
 НС – нагрузка согласованная

Рисунок 3 – Схема подключения устройств при «калибровке» рефлектометров

Подключение устройств проводить в указанной последовательности:

- аккуратно совместить соединители устройств;
- удерживая подключаемое устройство, накрутить гайку соединителя «вилка» таким образом, чтобы центральный проводник соединителя «вилка» вошёл в центральный проводник соединителя «розетка» (см. рисунок 4);

**ВНИМАНИЕ! ПРИСОЕДИНЕНИЕ ОСУЩЕСТВЛЯЕТСЯ ТОЛЬКО  
ВРАЩЕНИЕМ ГАЙКИ СОЕДИНИТЕЛЯ «ВИЛКА».**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВРАЩАТЬ КОРПУС ПОДКЛЮЧАЕМОГО УСТРОЙ-  
СТВА.**

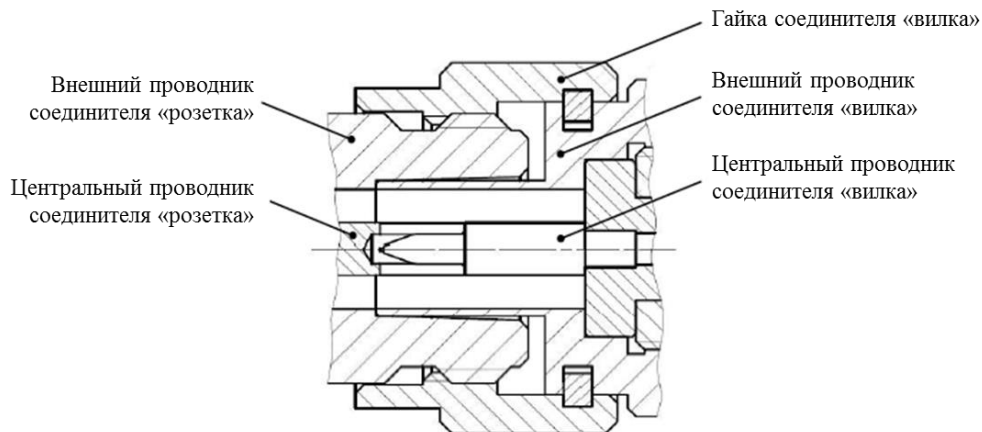


Рисунок 4 – Пример подключения соединителей тип N

- окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводить с помощью ключа тарированного, при этом следует использовать ключ гаечный (поддерживающий) для предотвращения устройств от поворота.

Отключение соединителей проводится в обратной последовательности. При ослаблении и раскручивании гайки соединителя «вилка» следует удерживать отключаемое устройство во избежание механического повреждения центральных проводников.

7.5.5 После выполнения «калибровки» необходимо вернуться во встроенную процедуру и нажать программную кнопку «Калибровка эталонным набором».

7.5.6 Аналогичным образом выполнить полную однопортовую «калибровку» с помощью набора мер коэффициентов передачи и отражения.

7.5.7 После выполнения двух «калибровок» проверить, что на отображаемых графиках встроенной процедуры измеренные нескорректированные и эффективные параметры не выходят за допускаемые пределы. Примеры оформления результатов измерений и расчёта погрешности представлены на рисунках 5-7. Тонкой линией на них отмечены допускаемые значения.

**Примечание** – Вычисление нескорректированных параметров осуществляется после выполнения одной из «калибровок». Данную возможность следует использовать при измерении параметров рефлектометра до начала поверки в волноводе с сечением, отличающимся от его измерительного порта.

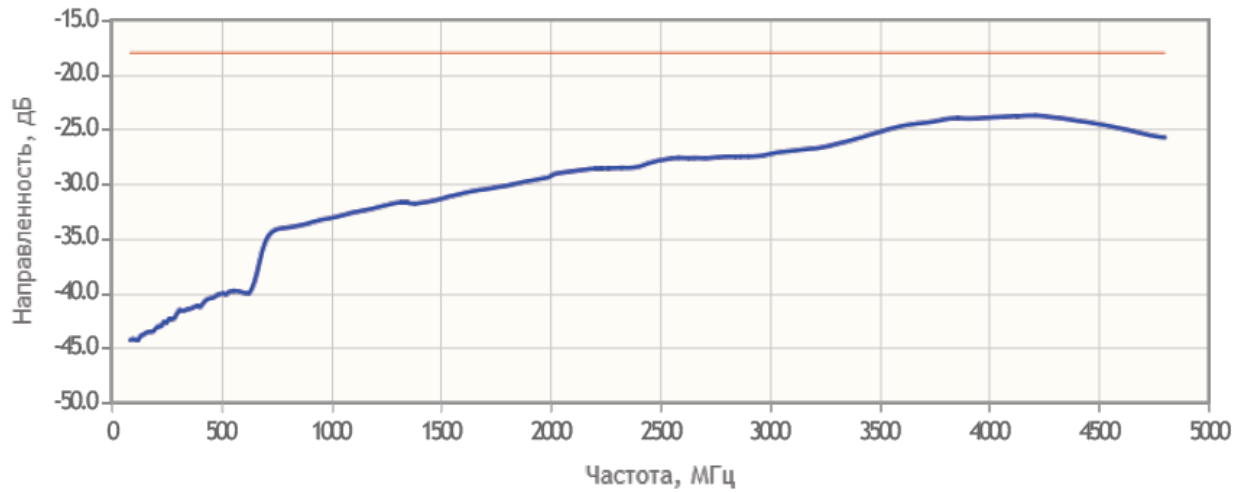


Рисунок 5 – Направленность нескорректированная

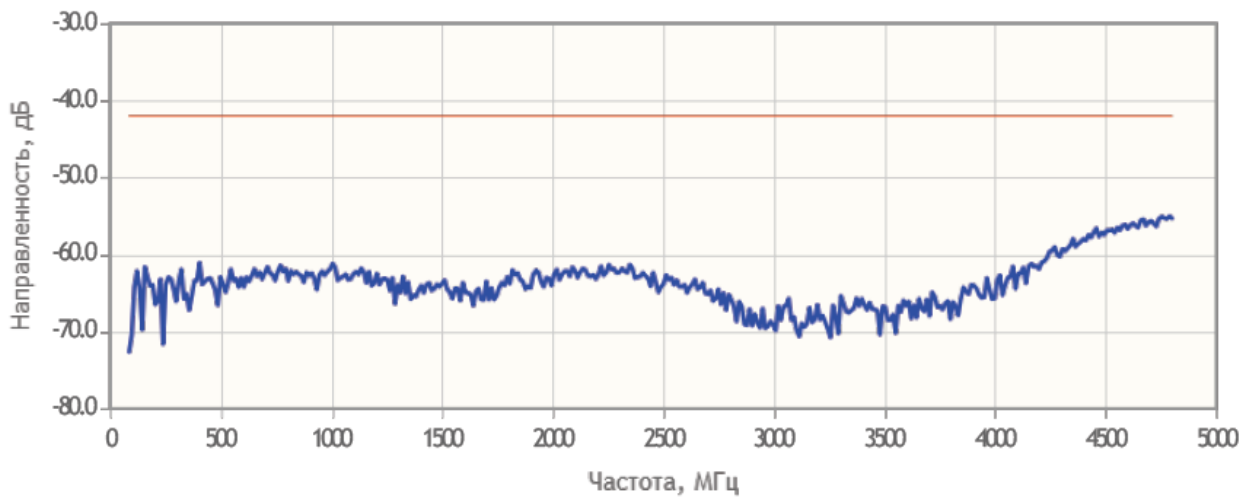


Рисунок 6 – Направленность эффективная

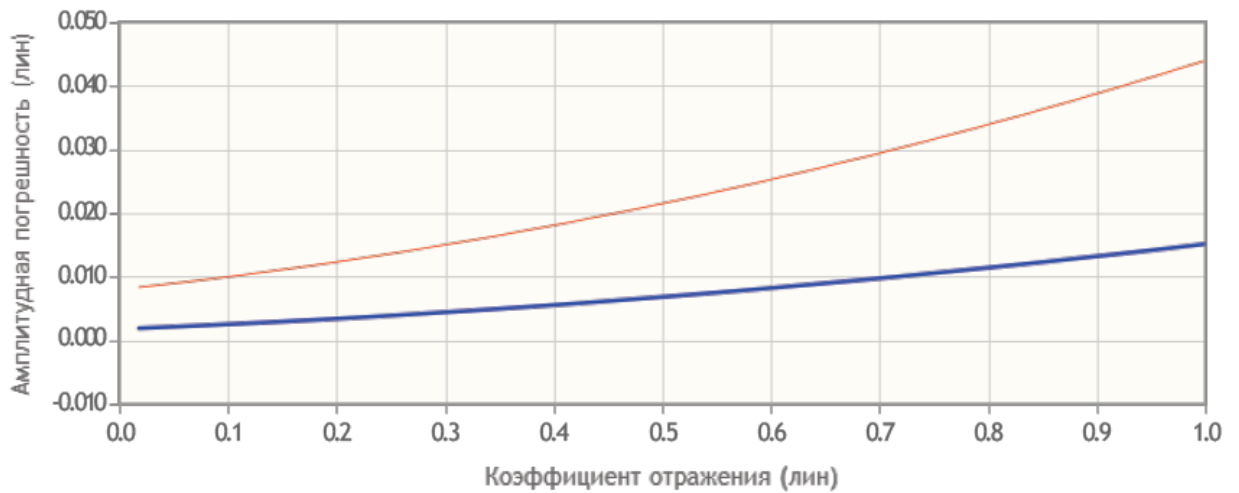


Рисунок 7 – Погрешность измерений модуля коэффициента отражения

7.5.8 Результаты проверки считать положительными, если измеренные нескорректированные и эффективные параметры не выходят за допусаемые пределы, приведённые в таблице 5. Встроенная процедура проверки отображает положительное заключение о соответствии.

Т а б л и ц а 5

Наименование характеристики	Значение характеристики	
	для CABAN R54	для CABAN R140
Направленность нескорректированная в диапазоне частот, дБ, не менее:		
от 85 до 4800 МГц	18	10
свыше 4800 до 14000 МГц	–	10
Согласование источника нескорректированное в диапазоне частот, дБ, не менее:		
от 85 до 4800 МГц	18	10
свыше 4800 до 14000 МГц	–	10
Направленность эффективная в диапазоне частот, дБ, не менее:		
от 85 до 4800 МГц	42	45
свыше 4800 до 14000 МГц	–	42
Согласование источника эффективное в диапазоне частот, дБ, не менее:		
от 85 до 4800 МГц	35	37
свыше 4800 до 14000 МГц	–	35
Трекинг отражения эффективный в диапазоне частот, дБ, не более:		
от 85 до 4800 МГц	±0,15	±0,10
свыше 4800 до 14000 МГц	–	±0,20



## **8 Оформление результатов поверки**

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленного образца.

8.2 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности установленного образца. Результаты предыдущей поверки аннулируются (аннулируется свидетельство о поверке).