

РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ

- CABAN R54
- CABAN R60
- CABAN R140
- CABAN R180



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Технические характеристики





РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ

CABAN R54, CABAN R60

CABAN R140, CABAN R180

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Технические характеристики

Июнь 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Требования безопасности	5
2 Описание и принцип работы	6
2.1 Назначение	6
2.2 Состав	7
2.3 Технические характеристики	11
2.3.1 Основные технические характеристики	11
2.3.2 Справочные технические характеристики	26
2.3.3 Функциональные возможности	30
2.4 Устройство и принцип работы	36
3 Подготовка к работе	38
3.1 Общие положения	38
3.2 Распаковывание и повторное упаковывание	38
3.2.1 Распаковывание	38
3.2.2 Упаковывание	39
3.3 Внешний осмотр	40
3.4 Чистка соединителей	41
3.5 Проверка присоединительных размеров	43
3.6 Подключение и отключение устройств	44
3.7 Порядок включения прибора	46
4 Порядок работы	47
4.1 Расположение органов управления	47
4.2 Лицевая сторона	54
4.3 Торцевая сторона	55
4.4 Порядок проведения измерений	57
5 Поверка	62
6 Техническое обслуживание	64
6.1 Введение	64
6.2 Порядок проведения технического обслуживания	64
7 Текущий ремонт	66
8 Хранение	66
9 Транспортирование	67
Приложение А	68

Введение

Документ является обновленной редакцией руководств по эксплуатации РЭ 6687-089-21477812-2011, РЭ 6687-104-21477812-2013 и РЭ 6687-134-21477812-2017.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения рефлектометров векторных (далее - рефлектометры).

Руководство по эксплуатации состоит из двух частей.

В первой части содержатся общие сведения о рефлектометрах, приведены основные и справочные технические характеристики в табличном и графическом видах, указаны состав, условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Во второй части приведены инструкции по установке и настройке программного обеспечения, дано описание программы, представлен порядок проведения измерений.

Перед началом эксплуатации рефлектометров необходимо ознакомиться с настоящим руководством и, при необходимости, с руководством программиста для дистанционного управления приборами и методикой поверки для контроля метрологических характеристик.

Работа с рефлектометрами и их техническое обслуживание должны осуществляться квалифицированным персоналом с инженерной подготовкой, имеющим начальные навыки по работе с устройствами СВЧ и персональным компьютером.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право, не уведомляя потребителя, вносить в конструкцию и документацию рефлектометров изменения, не влияющие на их нормированные метрологические характеристики.

ВНИМАНИЕ: ДАННЫЙ ДОКУМЕНТ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ТВОРЧЕСКОГО ТРУДА И ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ. НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННОГО ДОКУМЕНТА, РАВНО КАК И ЕГО ЧАСТИ, БЕЗ УКАЗАНИЯ НАИМЕНОВАНИЯ ДОКУМЕНТА И НАИМЕНОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ КОММЕРЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННОГО ДОКУМЕНТА, РАВНО КАК И ЕГО ЧАСТИ, БЕЗ ПИСЬМЕННОГО СОГЛАСИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за последствия неправильной эксплуатации рефлектометров, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

1 Требования безопасности

При эксплуатации прибора необходимо соблюдать требования: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Вентиляционные отверстия на корпусе прибора (при их наличии) не должны закрываться предметами.

При работе с SAVAN R180 необходимо соблюдать общие меры безопасности, относящиеся к аппаратуре, работающей от электросети ~ 220 В, 50 Гц. Осмотр проводить только при отключении прибора от сети электропитания.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ САМОСТОЯТЕЛЬНЫЙ РЕМОНТ.



К работе с рефлектометром могут быть допущены лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность внешнего блока питания (при наличии).

До начала работы с прибором корпус управляющего компьютера (клемма ) должен быть соединен с корпусом измеряемого устройства.

Защита от электростатического разряда



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

Защита от электростатического разряда очень важна при подключении к прибору, либо при отключении от него измеряемого устройства. Статическое электричество может накопиться на вашем теле и при разряде повредить чувствительные элементы внутренних цепей либо прибора, либо измеряемого устройства. Для предотвращения повреждения необходимо соблюдать следующее:

- *всегда* использовать заземленный проводящий настольный коврик, где это возможно;

- *всегда* надевать на руку заземленный антистатический браслет, подсоединенный к заземленному проводящему настольному коврику через последовательно подключенный резистор 1 МΩ.

2 Описание и принцип работы

2.1 Назначение

Рефлектометры векторные предназначены для измерений комплексного коэффициента отражения (S_{ii} элементов матрицы рассеяния) многополюсников. Дополнительно, использование пары рефлектометров позволяет выполнить измерение модуля коэффициента передачи.

Область применения – проверка, настройка и разработка различных антенно-фидерных устройств (АФУ) в полевых условиях или в условиях промышленного производства и лабораторий, в том числе в составе автоматизированных измерительных стендов.

Таблица 2.1 Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера

Рефлектометры векторные CABAN R54, CABAN R140	
Регистрационный номер Государственного реестра:	57695-14
Свидетельство об утверждении типа:	RU.C.35.010.A № 55466
Рефлектометры векторные CABAN R60, CABAN R180	
Регистрационный номер Государственного реестра:	71037-18
Свидетельство об утверждении типа:	RU.C.35.010.A № 69725

Рефлектометры векторные позволяют осуществлять дистанционное управление в соответствии с программной технологией COM/DCOM.

Также для осуществления удаленного управления программа пользователя может устанавливать связь с программой рефлектометра через TCP/IP сеть с использованием сокетов. При этом указанные программы могут исполняться как на локальном, так и на удаленном компьютере.

2.2 Состав

Функциональные особенности рефлектометров кратко перечислены в таблице 2.2 и приложении А.

Таблица 2.2 Функциональные особенности рефлектометров

Рефлектометр	Диапазон рабочих частот	Коаксиальный волновод соединителя измерительного порта
CABAN R54	от 85 МГц до 5,4 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R60	от 1 МГц до 6 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R140	от 85 МГц до 14 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R180-01	от 1 МГц до 18 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R180-02	от 1 МГц до 18 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R180-11	от 1 МГц до 18 ГГц	3,5/1,52 мм
CABAN R180-12	от 1 МГц до 18 ГГц	3,5/1,52 мм

Рефлектометры работают под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением, которое проводит обработку информации и выполняет функцию пользовательского интерфейса. Для связи с персональным компьютером используется интерфейс USB 2.0. Персональный компьютер не входит в комплект поставки.

Комплект поставки указан в таблице 2.3.

Таблица 2.3 Комплект поставки

Наименование	Количество, шт.
Рефлектометр векторный	1
Кабель USB	1
Источник питания	1
Программное обеспечение	1
Руководство по эксплуатации	1
Методика поверки	1
Формуляр	1

Примечания:

- 1 Конкретная модификация рефлектометра векторного определяется при заказе.
- 2 Принадлежности, к которым относятся измерительные переходы и средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.
- 3 Источник питания поставляется только с CABAN R180.
- 4 Возможна поставка CABAN R180 с пассивным охлаждением.

Необходимые для эксплуатации принадлежности, к которым относятся измерительные переходы, а также средства калибровки, приведены в таблицах 2.4 - 2.8. Указанные принадлежности поставляются по отдельному заказу. Комплект из одних принадлежностей может применяться в составе с несколькими приборами. Допускается использовать коммерчески доступные принадлежности любых производителей с аналогичными параметрами.

Принадлежности

Переходы измерительныеАвтоматические калибровочные модулиНаборы мерКлючи тарированные

Для предотвращения поломки соединителя измерительного порта рефлектометра и улучшения повторяемости измерений следует использовать переходы. Перечень рекомендуемых переходов указан в таблице 2.4.

Таблица 2.4 Переходы измерительные

Наименование	Обозначение	Производитель
	Прецизионные	
Переход измерительный	05S121, 05K121, 03S121, 03K121, 03S105, 03K105	Rosenberger
Переход измерительный	ПК2	НПФ Микран

Примечание – Количество переходов и типы их соединителей определяются при заказе.

Средства калибровки предназначены для выполнения настройки прибора перед использованием, позволяющей существенно снизить погрешность измерений комплексного коэффициента отражения.

Для калибровки рефлектометров могут использоваться автоматические калибровочные модули и механические наборы мер. Перечень рекомендуемых средств калибровки приведен в таблицах 2.5 - 2.6, требования к параметрам нагрузок перечислены в таблице 2.7.

Таблица 2.5 Автоматические калибровочные модули

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Автоматический калибровочный модуль	АСМ, АСР	Планар
Примечание – Количество и типы автоматических калибровочных модулей определяются при заказе.		

Таблица 2.6 Наборы мер

Наименование	Обозначение	Производитель
Прецизионные		
Набор мер коэффициентов передачи и отражения	ZV-Z270, ZV-Z235	Rohde & Schwarz
Общего применения		
Набор мер коэффициентов передачи и отражения	85032F, 85054D, 85033E, 85052D	Keysight Technologies
Набор мер коэффициентов передачи и отражения	НКММ	НПФ Микран
Комплект мер калибровочных	N9.1, N18.1	Планар
Комплект мер калибровочных	05СК010-150, 03СК010-150	Rosenberger
Примечание - Количество и типы наборов калибровочных мер определяются при заказе.		

Таблица 2.7 Рекомендуемые параметры нагрузок из состава набора мер

Наименование характеристики	Значение характеристики
Модуль коэффициента отражения нагрузок согласованных, не более	0,050
Абсолютная погрешность определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне частот:	
от 0 до 10 ГГц	±0,005
свыше 10 до 18 ГГц	±0,008
Модуль коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода, не менее	0,970
Абсолютная погрешность определения действительных значений фазы коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода в диапазоне частот, градус:	
от 0 до 10 ГГц	±1,0
свыше 10 до 18 ГГц	±1,5

Для предотвращения поломки соединителей и обеспечения максимальной повторяемости результата измерений, подключение устройств рекомендуется выполнять с помощью тарированных ключей.



Затягивание соединителей следует выполнять с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента:

от 1,1 до 1,7 Н·м для соединителей тип N и III;

от 0,8 до 1,0 Н·м для соединителей тип 3,5 мм и IX.

Перечень рекомендуемых ключей приведен в таблице 2.8.

Таблица 2.8 Ключи тарированные

Наименование	Обозначение	Производитель
Ключ тарированный	КТ	Микран
Ключ тарированный	ANO TW	Anoison

Примечание – Количество и типы ключей определяются при заказе.

2.3 Технические характеристики

2.3.1 Основные технические характеристики

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексного коэффициента отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на $\pm 1^\circ\text{C}$ после выполнения полной однопортовой калибровки.

Для получения указанных в таблице 2.9 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения следует применять прецизионные измерительные переходы и средства калибровки. При использовании принадлежностей общего применения пределы погрешности могут быть увеличены. В этом случае для определения действительных значений погрешности необходимо использовать МИ 3411-2013 «Государственная система обеспечения единства измерений. Анализаторы цепей векторные. Методика определения метрологических характеристик».

Метрологические и технические характеристики рефлектометров приведены в таблицах 2.9 и 2.10.

Таблица 2.9 Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц:	
CABAN R54 ¹⁾	от 85 до 4800
CABAN R60	от 1 до 6000
CABAN R140	от 85 до 14000
CABAN R180	от 1 до 18000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты выходного сигнала	
CABAN R54	$\pm 5,0 \times 10^{-6}$
CABAN R60, CABAN R140, CABAN R180	$\pm 2,5 \times 10^{-6}$
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения ^{2), 3), 4)}	$\pm [Ed + (Er-1) \cdot S_{ij} + Es \cdot S_{ij} ^2]$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус ⁵⁾	$\pm[1,0+(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta S_{ii} / S_{ii})]$
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициента отражения в диапазоне рабочих частот и полосе фильтра промежуточной частоты 1 кГц, дБ, не более:	
CABAN R54	0,015
CABAN R60	0,005
CABAN R140	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,005
свыше 4,8 ГГц до 14 ГГц	0,050
CABAN R180	0,010

Примечания:

1) Типичное значение верхней границы диапазона рабочих частот рефлектометров векторных CABAN R54 составляет 5400 МГц.

2) Пределы погрешности модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников с бесконечным ослаблением.

3) В приведённых формулах

$|S_{ii}|$ – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения в линейном масштабе;

$\Delta|S_{ii}|$ – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе;

$|S_{ii}|$ и $\Delta|S_{ii}|$ являются безразмерными.

4) В формуле приняты следующие обозначения:

E_d – эффективная направленность;

E_r – эффективный трекинг отражения;

E_s – эффективное согласование источника.

Эффективные (скорректированные) параметры рефлектометров приведены в таблице 2.12.

5) Погрешность нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения $|S_{ii}|$ от 0,018 до 1,000 (от минус 35 до 0 дБ).

Таблица 2.10 Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество измерительных портов	1
Параметры измерительного порта:	
тип соединителя:	
CABAN R54, CABAN R60, CABAN R140, CABAN R180-02	N, вилка
CABAN R180-01	N, розетка
CABAN R180-11	3,5 мм, розетка
CABAN R180-12	3,5 мм, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
нескорректированные параметры, дБ, не менее	приведены в таблице 2.11
Подключение к компьютеру:	
интерфейс	USB 2.0
тип соединителя	
CABAN R54, CABAN R60, CABAN R140	USB Mini-B
CABAN R180	USB Type-C
Напряжение постоянного тока внешнего источника питания, В:	
CABAN R180	5,00 ± 0,25
Потребляемая мощность, Вт, не более:	
CABAN R54	2,0
CABAN R60	3,5
CABAN R140	3,0
CABAN R180	8,0
Время установления рабочего режима, мин, не более:	
CABAN R54	5
CABAN R60, CABAN R140, CABAN R180	30

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более:	
CABAN R54	120 × 43 × 23
CABAN R60	161 × 65 × 28
CABAN R140	127 × 62 × 30
CABAN R180-01	128 × 142 × 36
CABAN R180-02	126 × 142 × 36
CABAN R180-11, CABAN R180-12	121 × 142 × 36
Масса, кг, не более:	
CABAN R54	0,25
CABAN R60	0,35
CABAN R140	0,30
CABAN R180	0,60
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от -10 до +50
относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
Средняя наработка на отказ, ч	10000

Таблица 2.11 Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ
CABAN R54		
от 85 МГц до 4,8 ГГц	18	18
CABAN R60		
от 1 МГц до 6 ГГц	15	15
CABAN R140		
от 85 МГц до 14 ГГц	10	10
CABAN R180		
от 1 МГц до 18 ГГц	10	10

Таблица 2.12 Эффективные параметры

Диапазон частот	E_d	E_s	(E_r-1)
CABAN R54			
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,008	0,018	0,018
CABAN R60			
от 1 МГц до 6 ГГц	0,008	0,013	0,012
CABAN R140			
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,006	0,014	0,012
св. 4,8 ГГц до 14 ГГц	0,008	0,018	0,023
CABAN R180			
от 1 МГц до 12 ГГц	0,008	0,018	0,012
св. 12 ГГц до 18 ГГц	0,010	0,025	0,017

Таблица 2.13 Дополнительная форма представления погрешности измерений для рефлектометра SABAN R54

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений:	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,5$ дБ / $\pm 5^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,5$ дБ / $\pm 10^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 5,5$ дБ / $\pm 30^\circ$
Эффективные параметры в диапазоне частот:	
направленность, дБ, не менее	42
согласование источника, дБ, не менее	35
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,15$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ:	
от минус 40 до 0 дБ	± 1 дБ
Примечание – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициента отражения во время эксплуатации.	

Таблица 2.14 Дополнительная форма представления погрешности измерений для рефлектометра SABAN R60

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений:	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,5$ дБ / $\pm 4^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,5$ дБ / $\pm 10^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 5,5$ дБ / $\pm 30^\circ$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Эффективные параметры в диапазоне частот:	
направленность, дБ, не менее	42
согласование источника, дБ, не менее	38
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ:	
от минус 50 до 0 дБ	± 1 дБ
Примечание – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициента отражения во время эксплуатации.	

Таблица 2.15 Дополнительная форма представления погрешности измерений для рефлектометра SAVAN R140

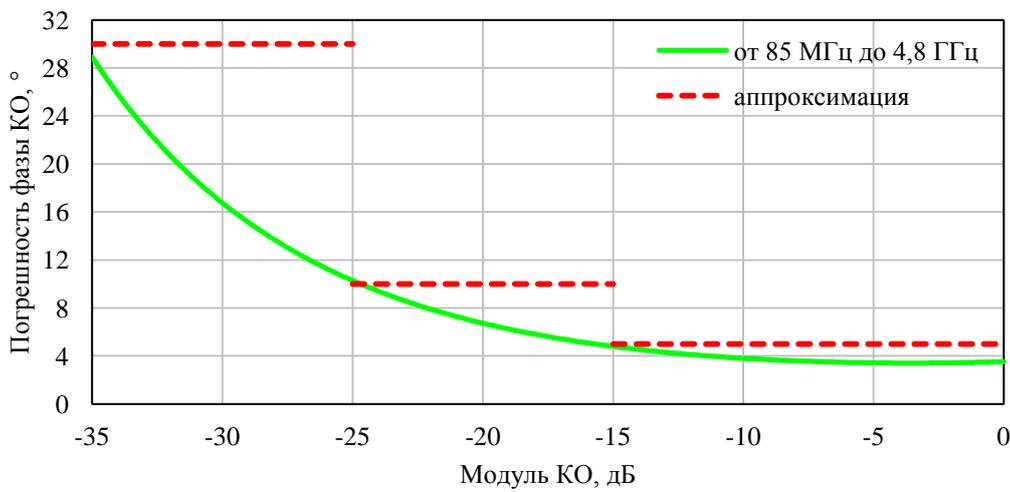
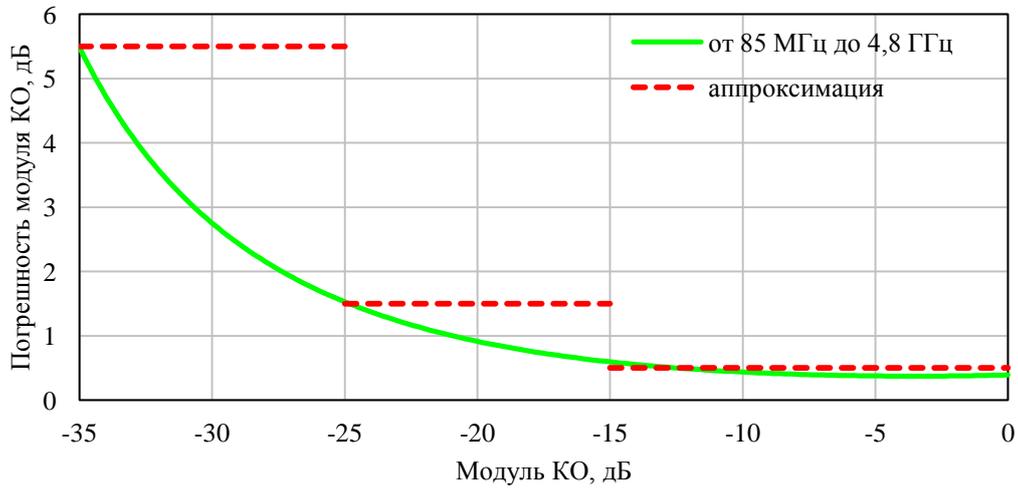
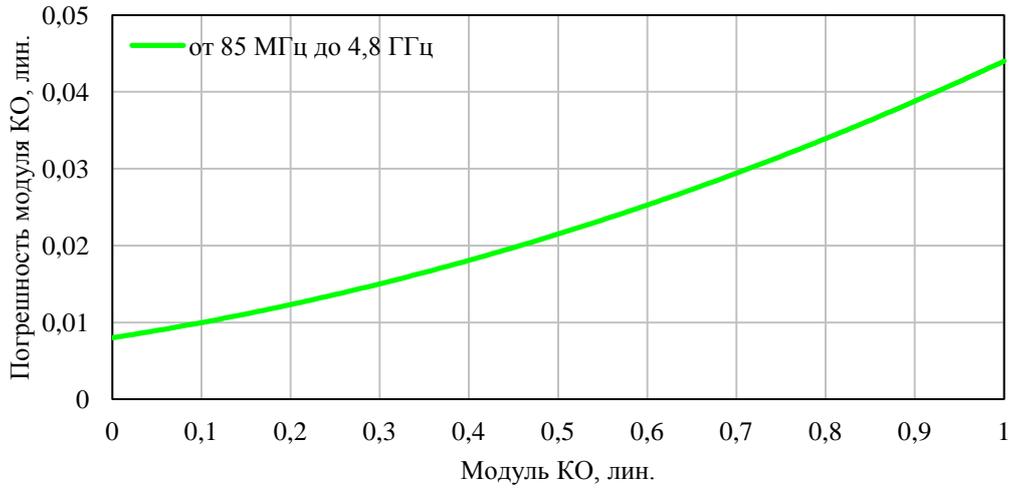
Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений:	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,4$ дБ / $\pm 4^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,2$ дБ / $\pm 8^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 4,0$ дБ / $\pm 22^\circ$
свыше 4,8 ГГц до 14,0 ГГц	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,5$ дБ / $\pm 5^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,5$ дБ / $\pm 10^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 5,5$ дБ / $\pm 30^\circ$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	
направленность, дБ, не менее	45
согласование источника, дБ, не менее	37
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,1$
свыше 4,8 ГГц до 14,0 ГГц	
направленность, дБ, не менее	42
согласование источника, дБ, не менее	35
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений в диапазоне частот, дБ:	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	
от минус 50 до 0 дБ	± 1 дБ
свыше 4,8 ГГц до 14,0 ГГц	
от минус 25 до 0 дБ	± 1 дБ
Примечание – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициента отражения во время эксплуатации.	

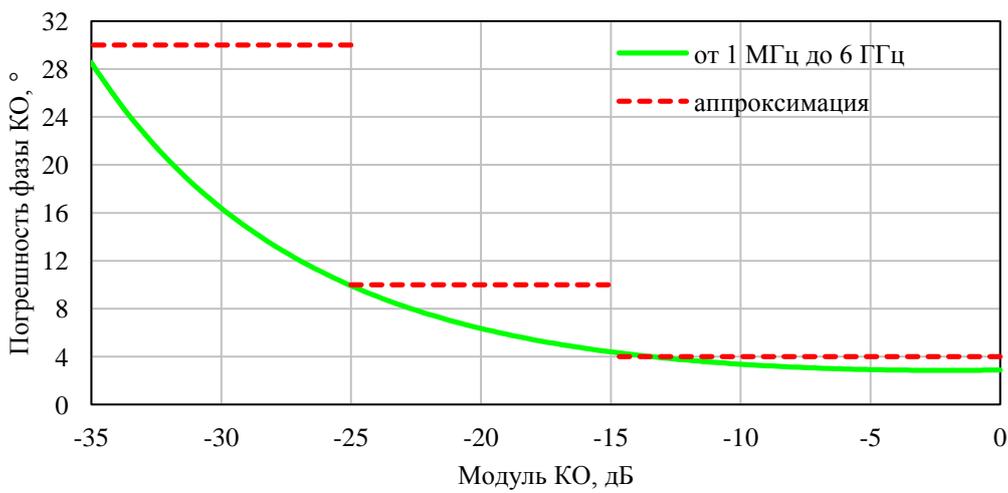
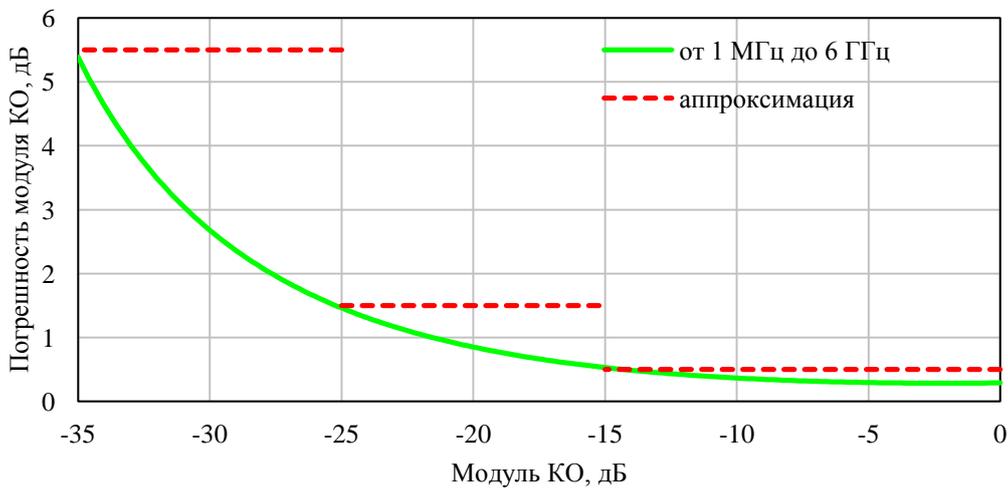
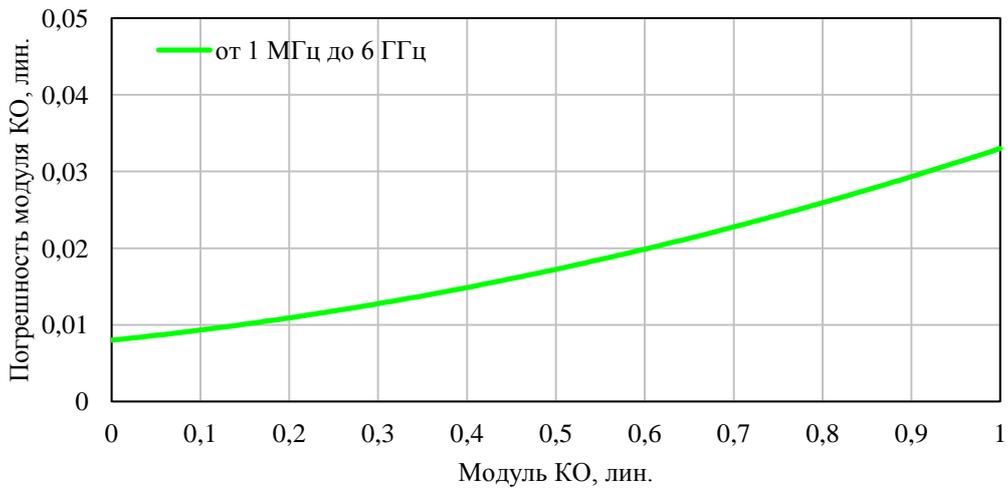
Таблица 2.16 Дополнительная форма представления погрешности измерений для рефлектометра SAVAN R180

Наименование характеристики	Значение характеристики
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений:	
от 1 МГц до 12 ГГц	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,5$ дБ / $\pm 4^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 1,5$ дБ / $\pm 10^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 5,5$ дБ / $\pm 30^\circ$
свыше 12 ГГц до 18 ГГц	
от минус 15 до 0 дБ	$\pm 0,6$ дБ / $\pm 6^\circ$
от минус 25 до минус 15 дБ	$\pm 2,0$ дБ / $\pm 12^\circ$
от минус 35 до минус 25 дБ	$\pm 7,5$ дБ / $\pm 35^\circ$
Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от 1 МГц до 12 ГГц	
направленность, дБ, не менее	42
согласование источника, дБ, не менее	35
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,10$
свыше 12 ГГц до 18 ГГц	
направленность, дБ, не менее	40
согласование источника, дБ, не менее	32
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,15$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений в диапазоне частот, дБ:	
от 1 МГц до 6 ГГц	
от минус 50 до 0 дБ	± 1 дБ
свыше 6 ГГц до 18 ГГц	
от минус 40 до 0 дБ	± 1 дБ
Примечание – Характеристики, указанные в настоящей таблице, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициента отражения во время эксплуатации.	

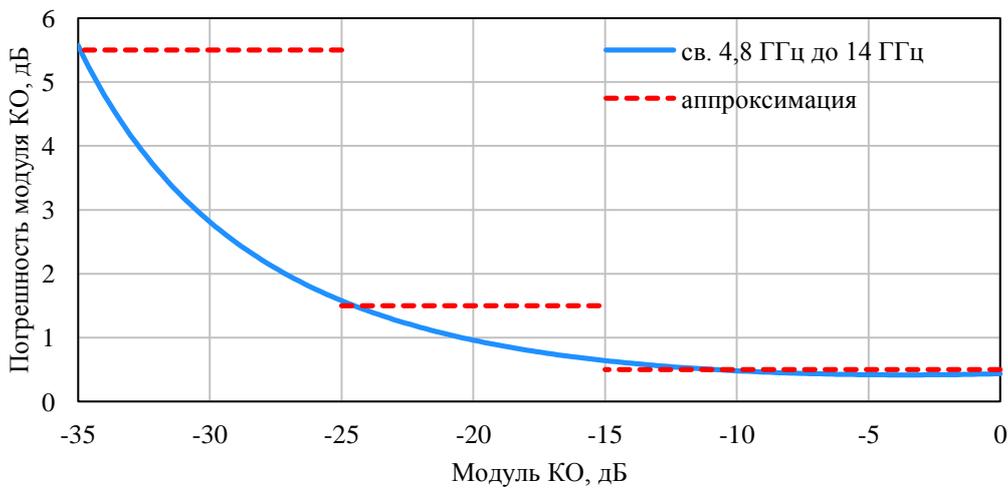
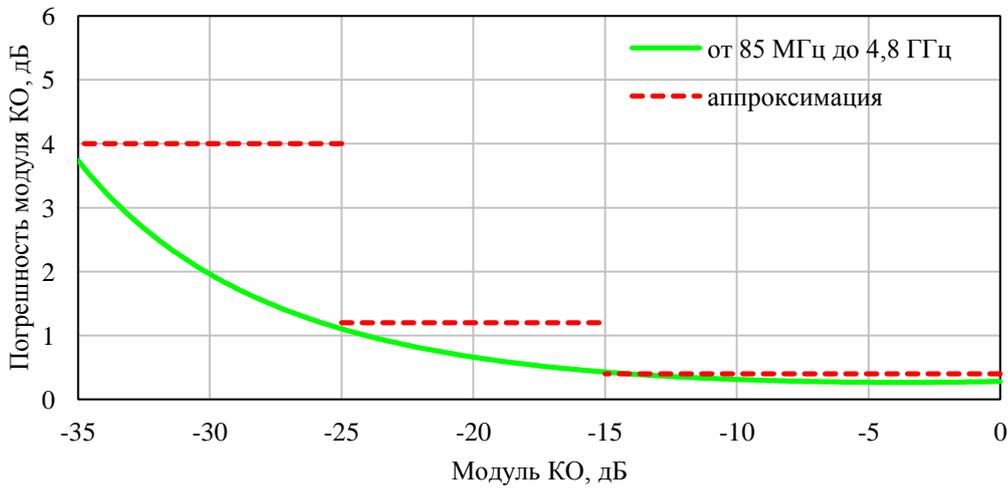
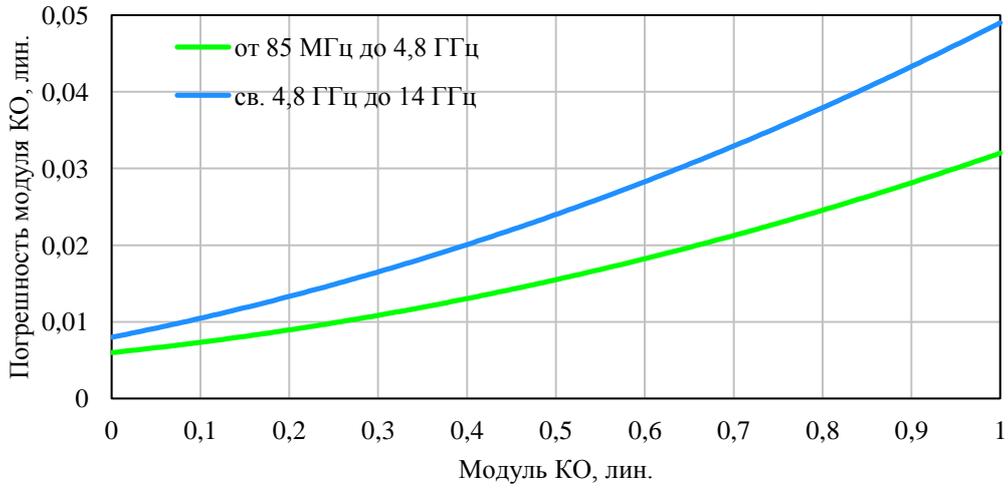
Погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения
CABAN R54



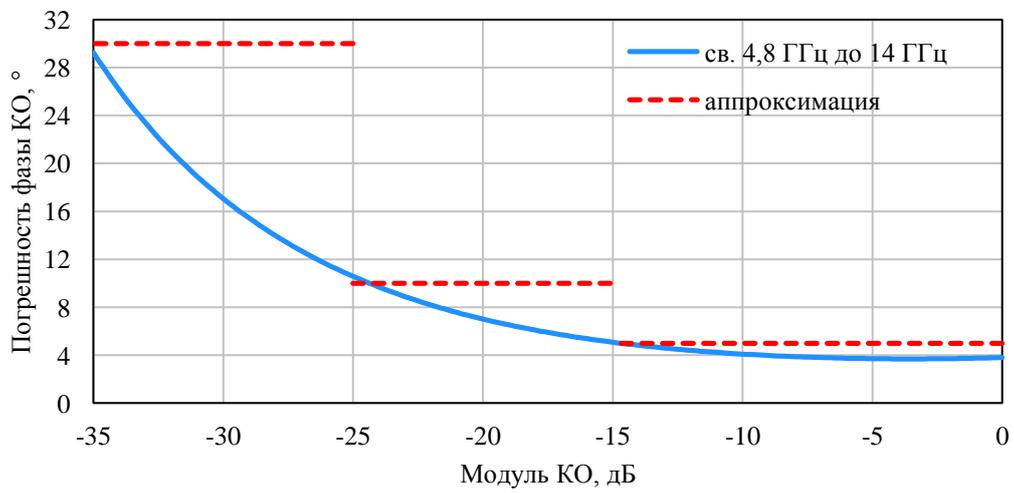
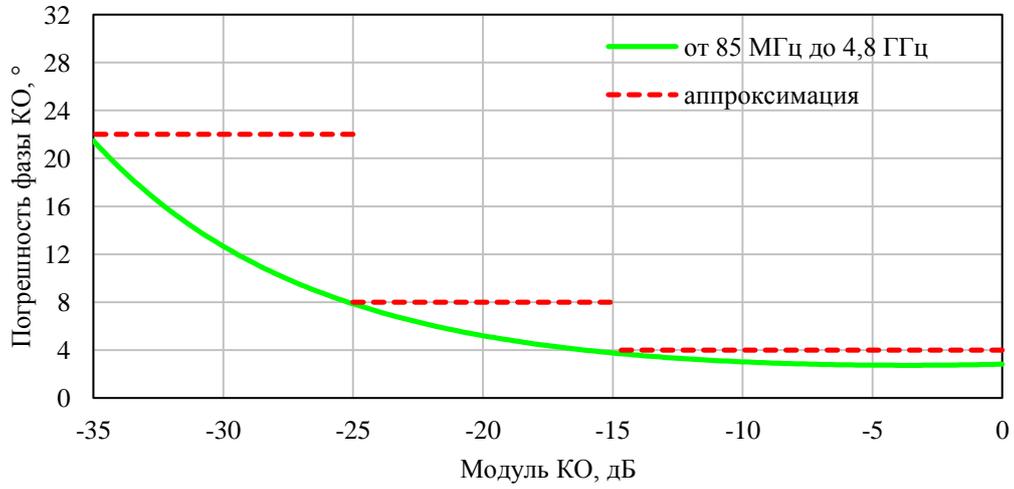
Погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения
 CABAN R60



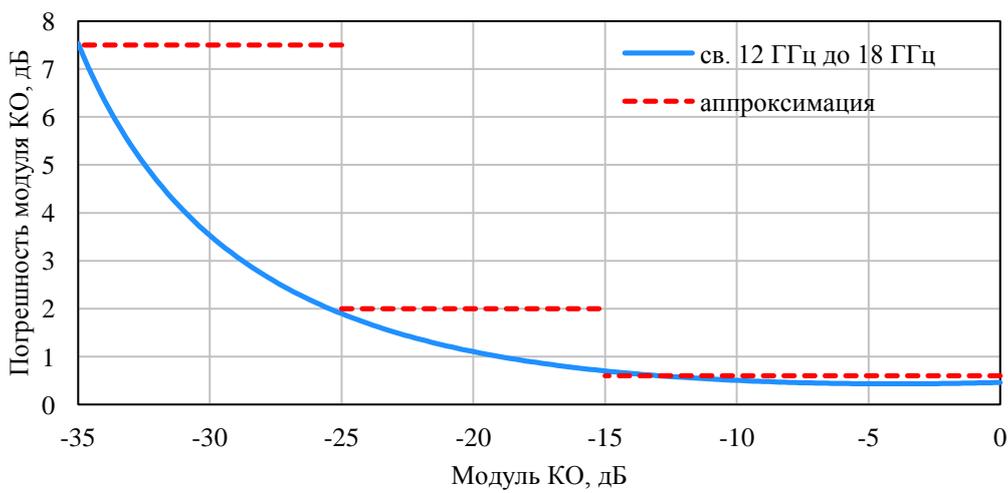
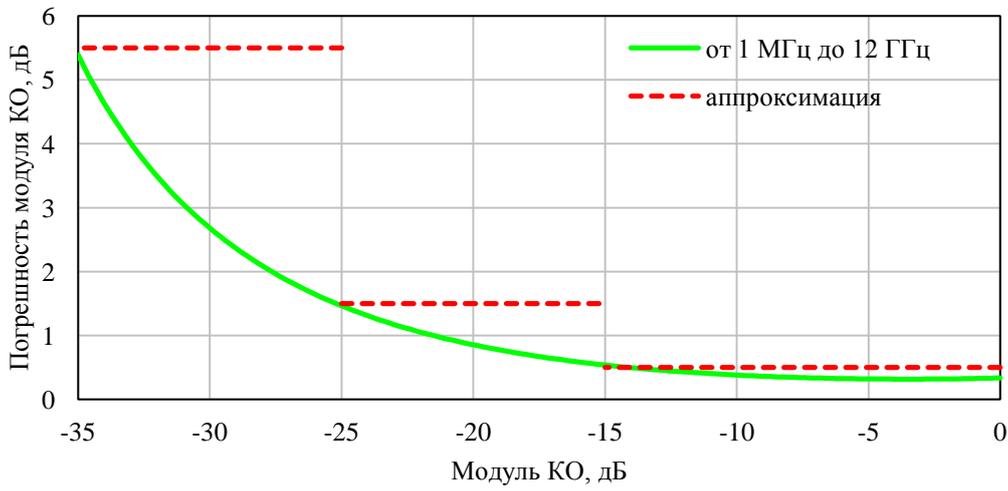
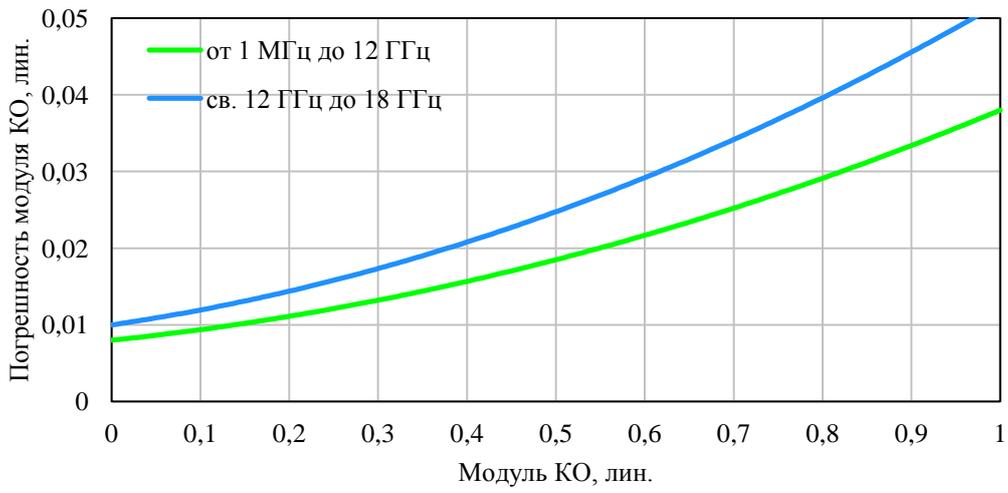
Погрешность измерений модуля коэффициента отражения SAVAN R140



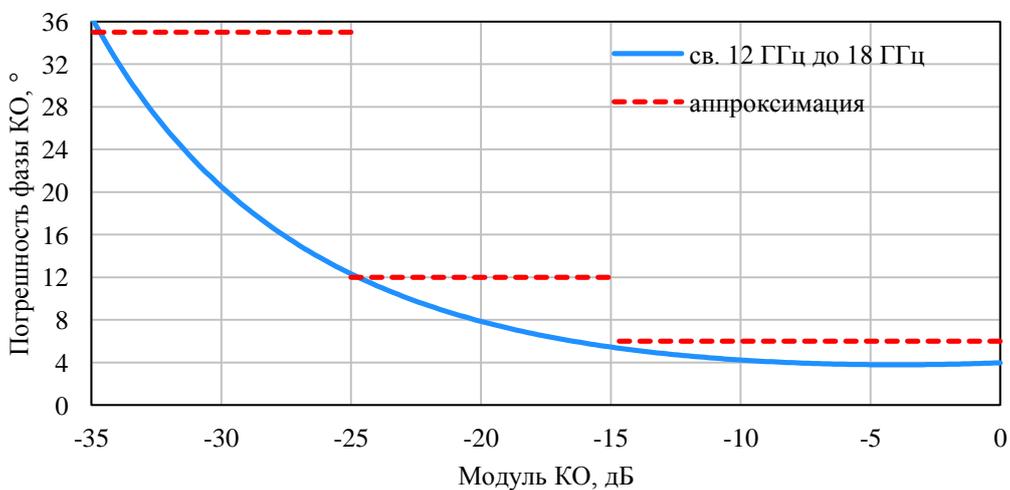
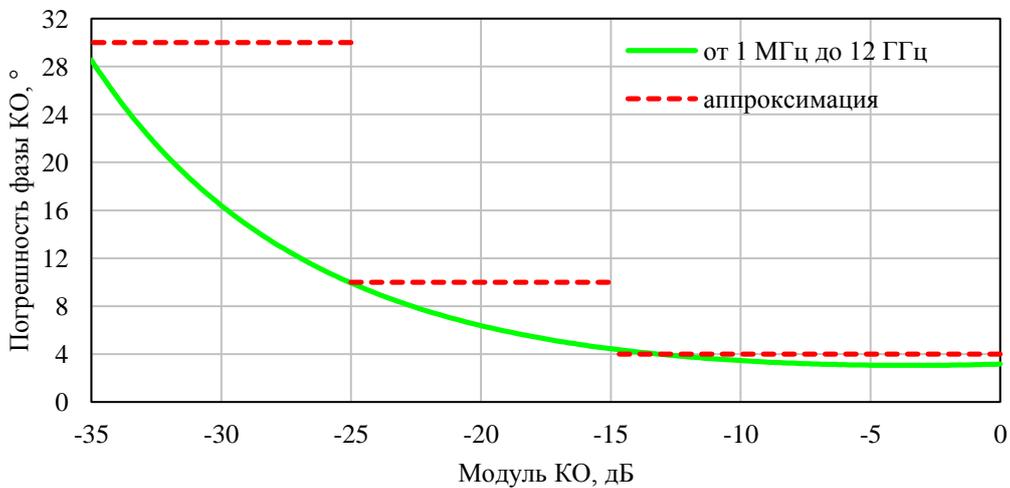
Погрешность измерений фазы коэффициента отражения
САВАН R140



Погрешность измерений модуля коэффициента отражения SAVAN R180



Погрешность измерений фазы коэффициента отражения САВАН R180



2.3.2 Справочные технические характеристики

Таблица 2.17 Справочные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Частота	
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур:	
CABAN R54	$\pm 5,0 \times 10^{-6}$
CABAN R60, CABAN R140, CABAN R180	$\pm 2,5 \times 10^{-6}$
Минимальный шаг установки частоты, Гц:	
CABAN R54	10
CABAN R60	20
CABAN R140	25
CABAN R180	50
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс:	
CABAN R54, CABAN R140	200
CABAN R60, CABAN R180	100
Количество точек измерения за сканирование	от 2 до 100 001
Выходная мощность	
Уровень выходного сигнала в диапазоне частот, дБм:	
CABAN R54	
Высокий уровень	-10
Низкий уровень	-30
CABAN R140	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	
Высокий уровень	0
Низкий уровень	-35
свыше 4,8 ГГц до 14 ГГц	-10

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм:	
CABAN R60	от -40 до 0
CABAN R180	от -15 до 0
Минимальный шаг изменения выходной мощности, дБ:	
CABAN R60	0,25
CABAN R180	0,05
Полоса измерительного фильтра	
Полоса измерительного фильтра (с коэффициентом 1/3), Гц:	
CABAN R54	от 10 до 30 000
CABAN R60	от 10 до 100 000
CABAN R140	от 10 до 30 000
CABAN R180	от 10 до 100 000
Динамический диапазон	
Динамический диапазон модуля коэффициента передачи при полосе пропускания фильтра промежуточной частоты 100 Гц, дБ, не менее:	
CABAN R54	97
CABAN R60	109
CABAN R140	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	107
свыше 4,8 ГГц до 14 ГГц	70
CABAN R180	
от 1 МГц до 6,0 ГГц	110
свыше 6,0 ГГц до 18 ГГц	94

Наименование характеристики	Значение характеристики
Коэффициент передачи и отражения	
Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента передачи и отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более:	
CABAN R54, CABAN R180	0,020
CABAN R60	0,015
CABAN R140	
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,015
свыше 4,8 ГГц до 14 ГГц	0,035
Предельные входные сигналы	
Максимально допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	50
Время непрерывной работы	
Время непрерывной работы, ч, не менее	16
Опорный генератор	
Вход/выход внешнего опорного генератора:	
частота опорного генератора, МГц	
CABAN R60, CABAN R180	10
CABAN R140	32
уровень мощности входного сигнала, дБм	от 0 до 4
уровень мощности выходного сигнала на нагрузке 50 Ω, дБм	от -1 до 5
входное сопротивление, Ω	50
тип соединителя	SMA, розетка

Наименование характеристики	Значение характеристики
Триггер CABAN R60, CABAN R180	
Вход триггера для внешнего запуска:	
амплитуда входного сигнала (ТТЛ-совместимый), В	3,3
минимальная длительность, мкс	1
входное сопротивление, кΩ, не менее	10
полярность	положительная или отрицательная
максимальный выходной ток, мА	20
тип соединителя	SMA, розетка
Триггер CABAN R140	
Вход триггера для внешнего запуска:	
амплитуда входного сигнала (ТТЛ-совместимый), В	3,3
минимальная длительность, мкс	1
входное сопротивление, кΩ, не менее	10
тип соединителя	SMA, розетка
Подключение внешнего источника питания	
Тип соединителя для подключения внешнего источника питания:	
CABAN R180	PJ-075DH-SMT
Требования к компьютеру	
Операционная система	Windows 7 и выше

2.3.3 Функциональные возможности

Функциональные возможности приборов разделены на следующие группы:

Общие сведения

Управление источником сигнала

Возможности индикации

Калибровка

Функции маркеров

Анализ данных

Другие возможности

Удаленное управление

Общие сведения

Измеряемые параметры

S11, потери в кабеле;
S11, |S21|, |S12|, S22 – при использовании двух рефлектометров.

Число каналов

От 1 до 4 логических каналов. Логический канал представлен в виде отдельного окна на экране. Логический канал определяет параметры стимулирующего сигнала: частотный диапазон, число точек измерения, мощность сигнала и другие.

Число графиков

От 1 до 4 графиков данных в каждом логическом канале. Графики представляют различные характеристики исследуемого устройства, включая модуль и фазу коэффициента отражения, графики отклика во временной области, потери в кабеле, модуль коэффициента передачи и другие.

Память графиков

Каждый из 4 графиков данных в логическом канале может быть запомнен для последующего сравнения с текущими данными.

Форматы графиков	Амплитуда в логарифмическом масштабе, амплитуда в линейном масштабе, фаза, фаза расширенная, групповое время запаздывания, коэффициент стоячей волны по напряжению, реальная часть, мнимая часть, диаграмма Вольперта-Смита, полярная диаграмма, потери в кабеле.
Управление источником сигнала	
Типы сканирования	Сканирование частоты с фиксированной мощностью: линейное, логарифмическое, сегментное.
Сегментное сканирование	Разновидность сканирования частоты с возможностью задания нескольких сегментов. В каждом сегменте задаются граничные частоты, число точек, мощность источника, полоса ПЧ, задержка.
Управление мощностью	Для SABAN R54, SABAN R140 существует два режима уровня выходной мощности: высокий и низкий. Для SABAN R60 и SABAN R180 выходная мощность регулируется.
Запуск развертки	Возможность выбора вида запуска развертки: повторный, однократный, стоп. Возможность выбора источника запуска: внутренний, внешний, шина.
Возможности индикации	
Виды графиков	Выбор индицируемых графиков: измеряемые данные, память данных, одновременная индикация данных и памяти, накопленные максимальные и минимальные значения.
Математика	Возможность модификации графика данных путем осуществления математической операции между графиком данных и памятью. Математические операции включают: сложение, вычитание, умножение, деление комплексных чисел.
Автомасштабирование	Автоматический выбор цены деления и опорного уровня, с тем, чтобы график измеряемой величины занимал по возможности большую часть экрана.

Электрическая задержка	Смещение плоскости калибровки для компенсации задержки в измерительной установке. Компенсация электрической задержки в самом исследуемом устройстве при измерении отклонения фазы от линейного закона.
Смещение фазы	Позволяет ввести смещение графика фазы в градусах.
Калибровка	
Калибровка	Калибровка измерительной установки, включающей прибор, кабель и адаптер, позволяет значительно снизить ошибки измерения. Калибровка позволяет скорректировать следующие систематические ошибки измерения, которые вызваны неидеальностью измерительной системы: амплитудная и фазовая неравномерность, конечная направленность, несогласованность порта.
Виды калибровок	Приборы поддерживают различные виды калибровок, отличающиеся по сложности выполнения и по погрешности измерений: <ul style="list-style-type: none"> • нормализация отражения; • полная однопортовая калибровка; • нормализация модуля коэффициента передачи при использовании двух рефлектометров.
Нормализация отражения	Наиболее простой вид калибровки. Обладает низкой точностью.
Полная однопортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении отражения однопортовых устройств. Обладает высокой точностью.
Нормализация модуля коэффициента передачи при использовании двух рефлектометров	Вид калибровки, который используется при измерении модуля коэффициента передачи исследуемого устройства при использовании двух рефлектометров, подключенных к одному USB контроллеру. Обладает низкой точностью.

Заводская калибровка	Наличие заводской калибровки рефлектометра позволяет выполнять измерения без предварительной калибровки, а также уменьшить погрешность измерений при выполнении нормализации отражения.
Механические комплекты калибровочных мер	Пользователь может выбирать из заранее определенных комплектов калибровочных мер различных производителей или создавать определения собственных калибровочных мер.
Автоматические калибровочные модули	Автоматические калибровочные модули производства ПЛАНАР делают процесс калибровки быстрее и проще, чем традиционные механические комплекты калибровочных мер.
Определение калибровочных мер	Поддерживаются определения калибровочных мер как с помощью принятой в отрасли полиномиальной модели, так и на основе табличных данных (S-параметров).
Интерполяция при коррекции ошибок	При изменении пользователем установок источника сигнала по отношению к калибровке, таких как граничные частоты или число точек, производится пересчет калибровочных коэффициентов с использованием интерполяции или экстраполяции.
Функции маркеров	
Маркеры данных	До 16 маркеров на каждом графике. Маркер служит для индикации значений стимула и измеряемого значения в заданной точке графика.
Опорный маркер	Включает на всех маркерах режим индикации относительных данных, по отношению к опорному маркеру.
Маркерный поиск	Осуществляет поиск на графике: максимума, минимума, пика, целевого значения.
Дополнительные возможности маркерного поиска	Ограничение диапазона поиска. Переключение между режимами однократного поиска, либо слежения.

Установка параметров с помощью маркеров	Установка начальной, конечной или центральной частоты диапазона с помощью маркеров. Установка опорного уровня графика с помощью значения маркера.
Вычисления с помощью маркеров	Осуществляет вычисление четырех различных функций: статистика, полоса пропускания, неравномерность, параметры фильтра.
Статистика	Функция показывает среднее значение, среднеквадратическое отклонение и разность пик-пик для графика в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
Полоса пропускания	Функция осуществляет поиск полосы пропускания по заданному уровню относительно маркера или относительно абсолютного максимума. Показывает для полосы пропускания ее значение, центр, верхнюю и нижнюю границу, добротность, потери.
Неравномерность	Функция показывает усиление, наклон характеристики, неравномерность в частотном диапазоне, ограниченном двумя маркерами.
Параметры фильтра	Функция показывает характеристики полосы пропускания и полосы заграждения фильтра: потери, отклонение пик-пик в полосе пропускания и значение заграждения. Полоса пропускания и полоса заграждения задаются с помощью двух пар маркеров.
Анализ данных	
Преобразование импеданса порта	Функция преобразования данных, измеренных при значении собственного волнового сопротивления порта 50 Ω , в данные которые были бы получены при произвольном значении волнового сопротивления порта.
Исключение цепи	Функция, позволяющая математически исключить влияние цепи, включенной между плоскостью калибровки портов и исследуемым устройством. Цепь должна быть определена матрицей S-параметров, как файл формата Touchstone.

Встраивание цепи	Функция, позволяющая математически получить характеристики нового устройства, полученного встраиванием цепи между плоскостью калибровки портов и исследуемым устройством. Цепь должна быть определена матрицей S-параметров, как файл формата Touchstone.
Преобразование параметров устройства	Возможно преобразование измеряемых S-параметров в следующие характеристики устройства: импеданс, проводимость, инверсия S-параметров, сопряжение.
Другие возможности	
Управление прибором	Управление приборами осуществляется с помощью внешнего компьютера по USB интерфейсу.
Удобный графический интерфейс	Привычный интерфейс, основанный на операционной системе Windows, позволяет ускорить освоение прибора пользователем. Интерфейс программы адаптирован к современным портативным планшетным компьютерам и ноутбукам.
Распечатка и сохранение графиков	Возможна распечатка графиков и данных на принтере, также возможен просмотр перед выводом на печать. Для предварительного просмотра используются две различных программы: MS Word и программа просмотра и распечатки изображений из поставки Windows. Обе программы позволяют просмотреть, сохранить на диске и распечатать графики.
Удаленное управление	
COM/DCOM TCP/IP Socket	Программное обеспечение прибора, работающее на компьютере под управлением ОС Windows, поддерживает следующие протоколы управления прибором и обмена данными с ним: COM – сервер, TCP/IP Socket – сервер. По возможностям управления протоколы одинаковы. Пользователь может выбрать любой удобный для него протокол. COM – сервер предоставляет программный интерфейс для вызова своих функций со стороны программ пользователя. TCP/IP Socket – сервер использует обмен текстовыми командами, соответствующими стандарту SCPI. SCPI является стандартом де-факто для управления измерительным оборудованием в мире на данный момент.

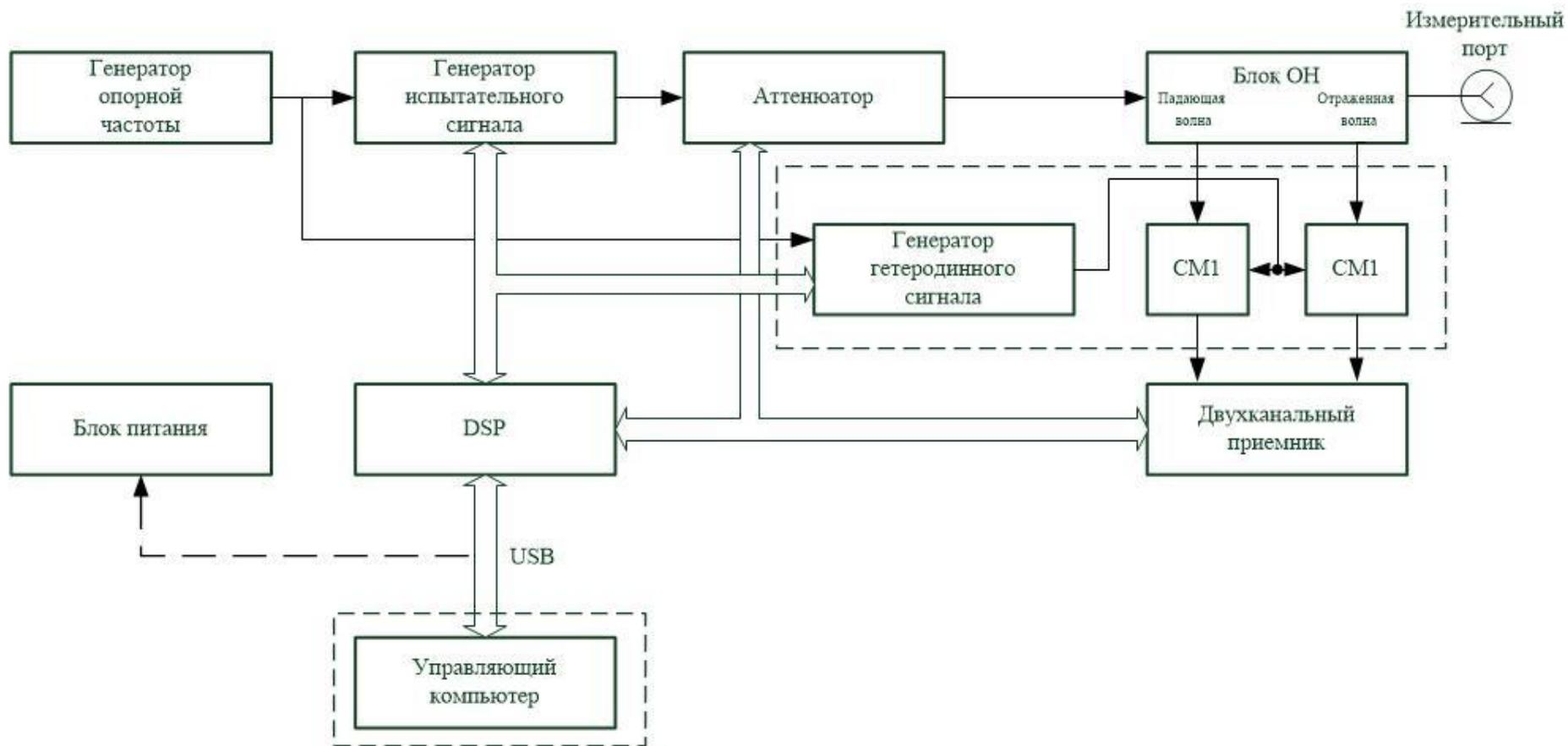
2.4 Устройство и принцип работы

Рефлектометр состоит из генератора испытательного и гетеродинного сигнала, аттенюатора регулировки мощности, блока ответвителя направленного (ОН) и других узлов, обеспечивающих работу. Измерительный порт рефлектометра является источником испытательного сигнала. Падающая и отражённая волны блока ОН преобразуются смесителями (СМ) в колебания промежуточной частоты (ПЧ) и поступают в двухканальный приёмник обработки на ПЧ. В двухканальном приёмнике сигналы фильтруются, преобразуются в цифровые коды и подаются на дальнейшую обработку (фильтрация, измерение разности фаз, измерение амплитуды) в сигнальный процессор. Измерительные фильтры на ПЧ реализованы в цифровой форме. Сочетание узлов ОН, СМ и двухканального приёмника обработки на ПЧ образуют два идентичных измерительных каналов приёмника сигнала.

Работа узлов рефлектометра выполняется под управлением внешнего управляющего компьютера.

Принцип измерения комплексного коэффициента отражения заключается в подаче на исследуемое устройство испытательного сигнала на заданной частоте, последующего измерения амплитуды и фазы отражённого исследуемым устройством сигнала и сравнения их с амплитудой и фазой испытательного сигнала.

Укрупненная структурная схема рефлектометра приведена на рисунке 2.1.



DSP – цифровой сигнальный процессор

Рисунок 2.1 Структурная схема рефлектометра векторного

3 Подготовка к работе

3.1 Общие положения

Если рефлектометр и комплект принадлежностей находились в условиях, отличных от условий эксплуатации, выдержать их в условиях эксплуатации не менее двух часов.

Распаковать рефлектометр, если он находится в упаковке или транспортной таре.

Разместить рефлектометр на рабочем месте:

При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе прибора (при их наличии) не должны закрываться предметами. Осмотр рефлектометра CABAN R180 разрешается проводить только при отключении прибора от сети электропитания и отсоединении внешнего блока питания.

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

Провести внешний осмотр рефлектометра совместно с используемым комплектом принадлежностей. При необходимости, провести чистку соединителей измерительного порта прибора, переходов, а также средств калибровки и выполнить проверку присоединительных размеров соединителей указанных устройств.

3.2 Распаковывание и повторное упаковывание

Упаковка прибора обеспечивает защиту от климатических и механических повреждений при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении.

Для упаковывания рефлектометра используется потребительская и транспортная тары.

В качестве индивидуальной потребительской тары используются коробка из гофрированного картона и пакеты из полиэтиленовой пленки.

Транспортная тара представляет собой ящик из гофрированного картона с амортизационными вкладышами.

3.2.1 Распаковывание

Распаковывание проводить в указанной последовательности:

- расположить ящик в соответствии с манипуляционными знаками;
- открыть ящик, извлечь и ознакомиться с сопроводительной документацией;
- извлечь из ящика картонную коробку;
- открыть коробку и аккуратно извлечь прибор, кабель USB, внешний блок питания (при наличии) и USB flash накопитель с записанным программным обеспечением и эксплуатационной документацией;

- снять пакеты и провести внешний осмотр:
 - проверить отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе прибора, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
 - провести визуальный контроль целостности соединителей, расположенных торцевых панелях прибора;
 - проверить отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителя измерительного порта;
 - проверить целостность внешнего блока питания (при наличии) и кабеля USB.
- после распаковывания рекомендуется картонную коробку совместно с амортизационным материалом поместить в ящик для возможного дальнейшего использования (при транспортировке на поверку, или постановке на хранение, или отправке на ремонт).

3.2.2 Упаковывание

Упаковывание должно производиться в закрытом помещении с температурой воздуха не ниже 15 °С и относительной влажностью до 80 %.

Перед упаковыванием необходимо провести внешний осмотр:

- если упаковывание проводится перед хранением, проверить отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе прибора, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
- провести визуальный контроль целостности соединителей, расположенных на торцевых панелях;
- проверить отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей измерительных портов;
- проверить целостность внешнего блока питания (при наличии) и кабеля USB.

Упаковывание проводить в следующей последовательности:

- положить прибор в картонную коробку со специальным вкладышем из пенополиэтилена, выполняющим амортизационную функцию;
- поместить кабель USB, внешний блок питания (при наличии) и USB flash накопитель в полиэтиленовые пакеты соответствующего размера;
- добавить в коробку пакетики с мелкопористым силикагелем массой приблизительно 10 г;

Примечание

В качестве амортизационного материала, заполняющего пространство между стенками коробки и прибора, может быть использован другой материал, обеспечивающий фиксацию прибора в таре и не вызывающий коррозию.

- вложить кабель USB, кабель питания (при наличии) и USB flash накопитель;
- для заполнения пустоты в верхней части коробки, при необходимости, положить мягкий вкладыш;
- закрыть коробку;
- поместить коробку в транспортную тару с предварительно установленными со всех сторон амортизационными вкладышами из гофрированного картона;

Примечание

Если в качестве транспортной тары используется оригинальная тара предприятия-изготовителя, то для ее ориентации используйте нанесенные манипуляционные знаки.

- сверху положить дополнительный вкладыш из гофрированного картона для заполнения пустоты;
- заполнить необходимую сопроводительную документацию и поместить ее в полиэтиленовый пакет (прозрачный файл или мультифору);
- вложить сопроводительную документацию в транспортную тару;
- закрыть ящик и проклеить швы прозрачным скотчем (клейкой лентой);
- обмотать ящик шпагатом сверху вниз, в двух местах каждую сторону; рекомендуется, под шпагат на углы ящика установить уголки и каждую ленту шпагата закрепить скобой;
- нанести на ящик маркировку:
 - наименование предприятия-изготовителя;
 - наименование и серийный номер прибора;
 - манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно!», «Беречь от влаги» и «Верх», если используется не оригинальная транспортная тара.

3.3 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится для выявления видимых дефектов рефлектометра и подключаемых к нему устройств.

Внешний осмотр проводить в следующей последовательности:

- При первичном осмотре проверить отсутствие следов вскрытия корпуса рефлектометра, проверить целостность внешнего блока питания (при наличии) и USB.

- Проверить отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе прибора, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки. При обнаружении несоответствий дальнейшая работа с прибором запрещается.

- При наличии, провести визуальный контроль целостности устройств из комплекта принадлежностей, к которым относятся переходы и средства калибровки.

- Провести визуальный контроль целостности и чистоты соединителя измерительного порта рефлектометра и переходов, а также средств калибровки. При обнаружении посторонних частиц провести чистку их соединителей.

- Проверить отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей указанных устройств.



При обнаружении механических повреждений соединителя какого-либо устройства, дальнейшая работа с этим устройством запрещается. Устройство бракуется и изолируется с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других устройств.

3.4 Чистка соединителей

Чистку соединителей рекомендуется проводить до и после использования рефлектометра и комплекта принадлежностей.

Чистку коаксиальных соединителей тип N, III, 3,5 мм и IX мм проводить по следующей методике:

- протереть поверхности соединителей, указанные стрелками на рисунке 3.1 или 3.2, палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте; капли спирта не должны попадать внутрь устройств; следует избегать давления на центральный проводник;

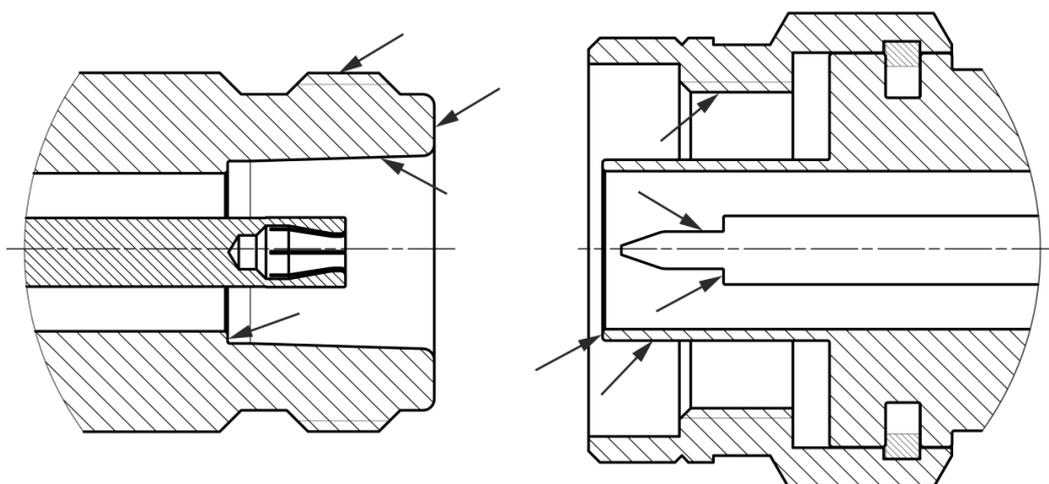


Рисунок 3.1 Соединители тип N и III (розетка и вилка)

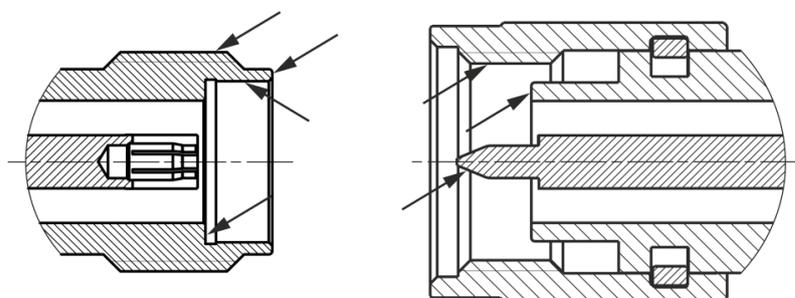


Рисунок 3.2 Соединители тип 3,5 мм и IX (розетка и вилка)

- провести чистку остальных внутренних поверхностей соединителей, продув их воздухом;
- просушить соединители, убедиться в отсутствии остатков спирта внутри соединителей;
- провести визуальный контроль чистоты соединителей, убедиться в отсутствии посторонних частиц;
- при необходимости чистку повторить.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять металлические предметы для чистки соединителей.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ протирать центральный проводник соединителей «розетка». Чистку проводить продувкой воздухом.

Порядок проведения чистки соединителей других типов должен быть указан в эксплуатационной документации на применяемые средства.

3.5 Проверка присоединительных размеров

Присоединительные размеры соединителей измерительного порта прибора, переходов, а также средств калибровки рекомендуется проверить при первом использовании, и, в дальнейшем, периодически.

Первая проверка соединителей позволит получить значения присоединительных размеров, которые могут быть использованы при эксплуатации рефлектометра для оценивания изменений размеров.

Повторная проверка соединителей рекомендуется, если:

- по результатам внешнего осмотра или по результатам выполненных измерений возникает предположение о поломке или повреждении какого-либо соединителя;
- обнаружено, что соединители устройств, использовавшихся с прибором, повреждены или их присоединительные размеры не соответствуют нормам, установленным для данного типа соединителей;
- с момента предыдущей проверки проведено более 100 присоединений к любому из соединителей.

Проверка присоединительных размеров выполняется с применением комплекта для измерений соединителей коаксиальных в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на него или универсальным инструментом для измерений линейных размеров (например, микрометром, индикатором часового типа и др.).

При проверке измеряется только размер «А» (рисунки 3.3 – 3.4).

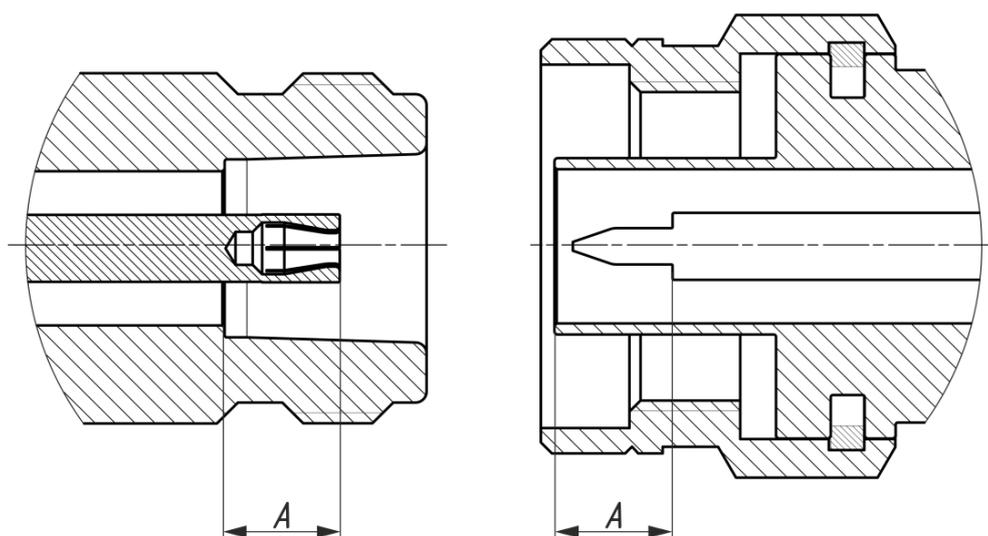


Рисунок 3.3 Соединители тип N и III (розетка и вилка)

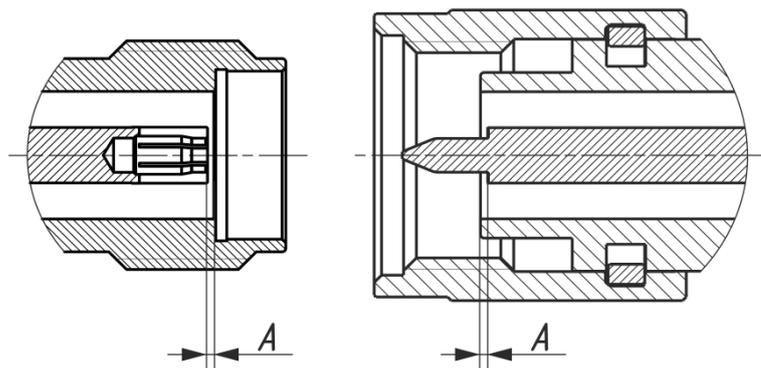


Рисунок 3.4 Соединители тип 3,5 мм и IX (розетка и вилка)

Присоединительный размер «А» соединителя измерительного порта рефлектометра должен находится в пределах:

- N, розетка от 5,18 до 5,26 мм;
- N, вилка от 5,26 до 5,36 мм;
- 3,5 мм, розетка от -0,08 до 0,00 мм;
- 3,5 мм, вилка от -0,08 до 0,00 мм.

Норма на присоединительный размер «А» соединителей других устройств (переходов, средств калибровки) должна быть указана в эксплуатационной документации на них.



При обнаружении несоответствий размеров проверяемого соединителя установленным нормам необходимо выполнить ремонт. Устройство с такими соединителями бракуют.

3.6 Подключение и отключение устройств

Для обеспечения максимальной повторяемости результатов измерений и предотвращения поломки подключение устройств с коаксиальными соединителями рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- аккуратно совместить соединители подключаемых устройств;
- удерживая подключаемое устройство, вручную накрутить гайку соединителя «вилка». При этом рабочие поверхности центральных проводников и опорные плоскости внешних проводников должны соприкоснуться, как показано на рисунках 3.5 – 3.6;
- затянуть гайку соединителя «вилка», удерживая подключаемое устройство с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания. Окончательное затягивание гайки проводить с помощью тарированного ключа, удерживая его за

конец ручки (усилие затягивания зависит от типа соединителя). Затягивание прекратить в момент излома ручки ключа.



Присоединение следует осуществлять только вращением гайки соединителя «вилка».

Запрещается вращать корпус подключаемого устройства.

Затягивание гайки соединителя «вилка» выполнять с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента:

от 1,1 до 1,7 Н·м для соединителей N и III;

от 0,8 до 1,0 Н·м для соединителей 3,5 мм и IX.

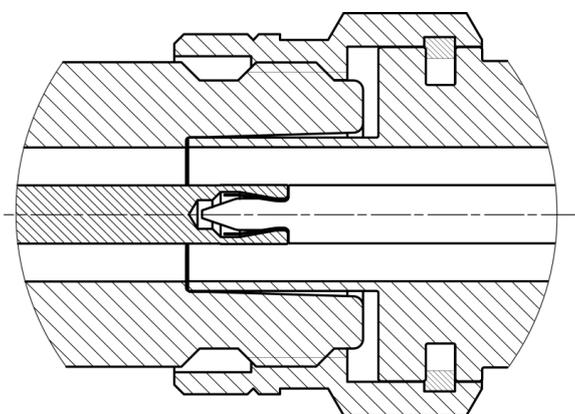


Рисунок 3.5 Соединители тип N и III (розетка слева, вилка справа)

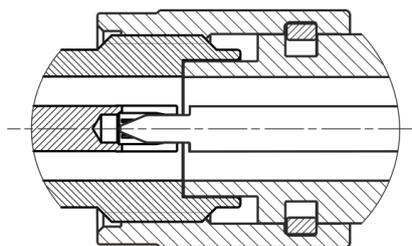


Рисунок 3.6 Соединители тип 3,5 мм и IX (розетка слева, вилка справа)

Отключение соединителей должно выполняться в последовательности:

- с помощью ключа, которым проводилось затягивание, ослабить крепление гайки соединителя «вилка», при этом удерживать отключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его корпус от проворачивания;
- удерживая отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и в подключённом состоянии, раскрутить гайку соединителя «вилка».

3.7 Порядок включения прибора

Включение рефлектометра проводить в следующей последовательности:



Электропитание CABAN R180 должно осуществляться от сети постоянного тока напряжением 5 В. Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность внешнего блока питания.

Электропитание CABAN R54, CABAN R60, CABAN R140 осуществляется по кабелю USB.

- включить компьютер;
- подключить рефлектометр к сети электропитания (только для CABAN R180);
- соединить рефлектометр с компьютером кабелем USB из комплекта поставки;
- установить программное обеспечение, если оно не было ранее установлено; процедура установки программного обеспечения описана в части II руководства по эксплуатации;
- запустить программное обеспечение;

Примечание

При подключении рефлектометров к компьютеру, программное обеспечение производит загрузку микропрограмм в прибор. По окончании загрузки приблизительно через 10 секунд рефлектометр готов к работе. Для CABAN R180 требуется подключение внешнего источника питания.

- выдержать рефлектометр в течение времени установления рабочего режима.

Выключение рефлектометра:

- закрыть программное обеспечение;
- при необходимости, разобрать схему измерений;
- отсоединить рефлектометр от компьютера;
- отсоединить рефлектометр от сети электропитания (только для CABAN R180).

4 Порядок работы

4.1 Расположение органов управления

Рефлектометр векторный CABAN R54

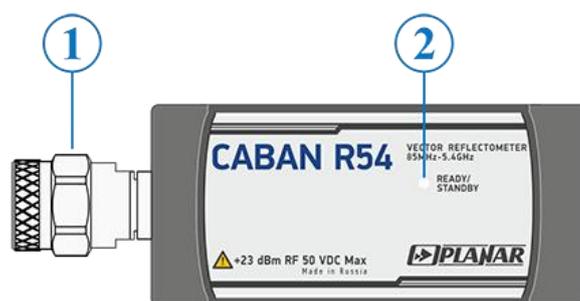


Рисунок 4.1 Лицевая сторона

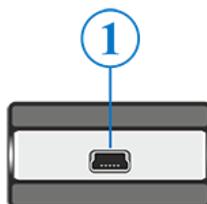


Рисунок 4.2 Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R60

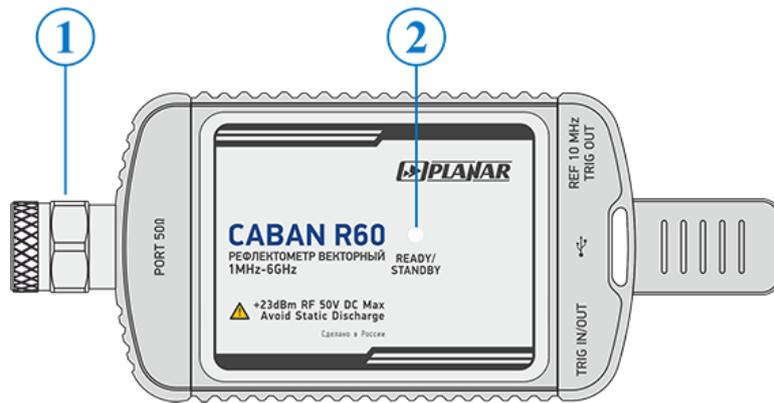


Рисунок 4.3 Лицевая сторона

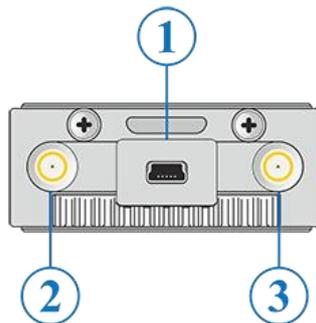


Рисунок 4.4 Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R140

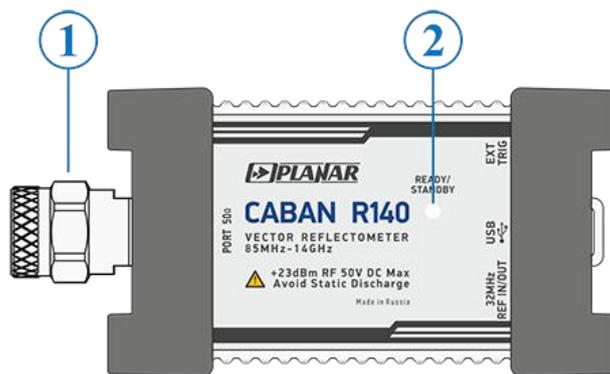


Рисунок 4.5 Лицевая сторона

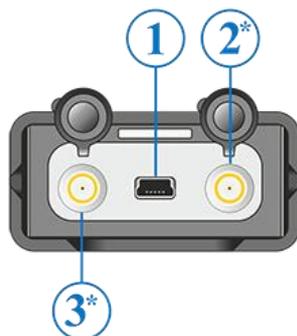


Рисунок 4.6 Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-01

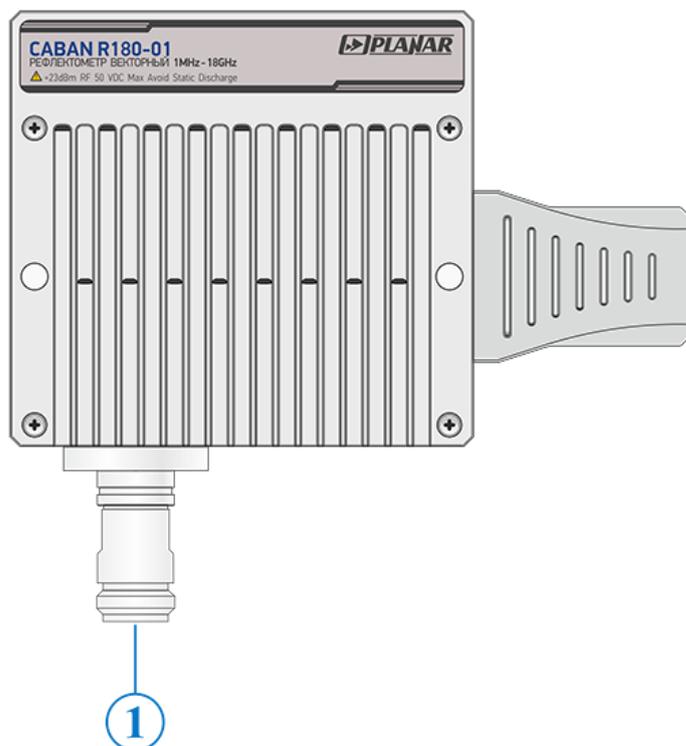


Рисунок 4.7 Лицевая сторона

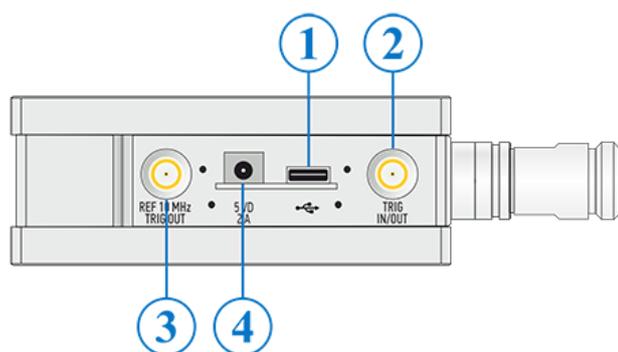


Рисунок 4.8 Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-02

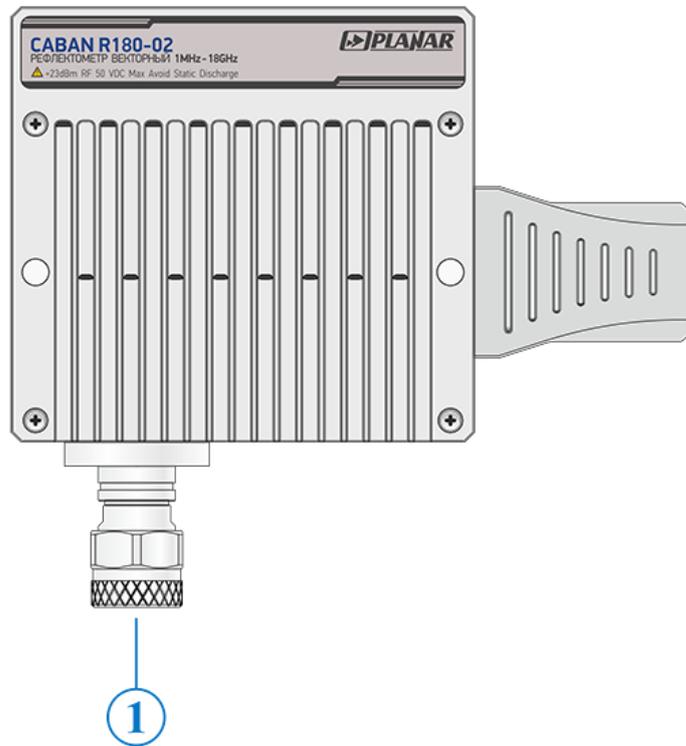


Рисунок 4.9 Лицевая сторона

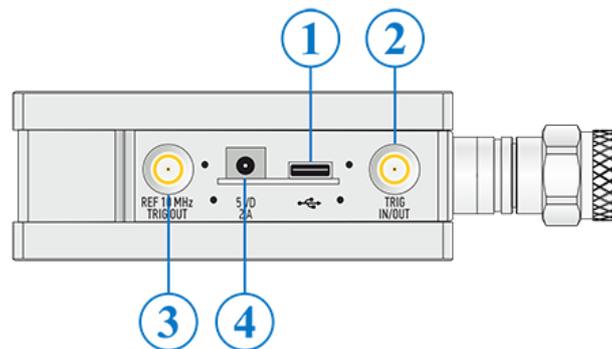


Рисунок 4.10 Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-11

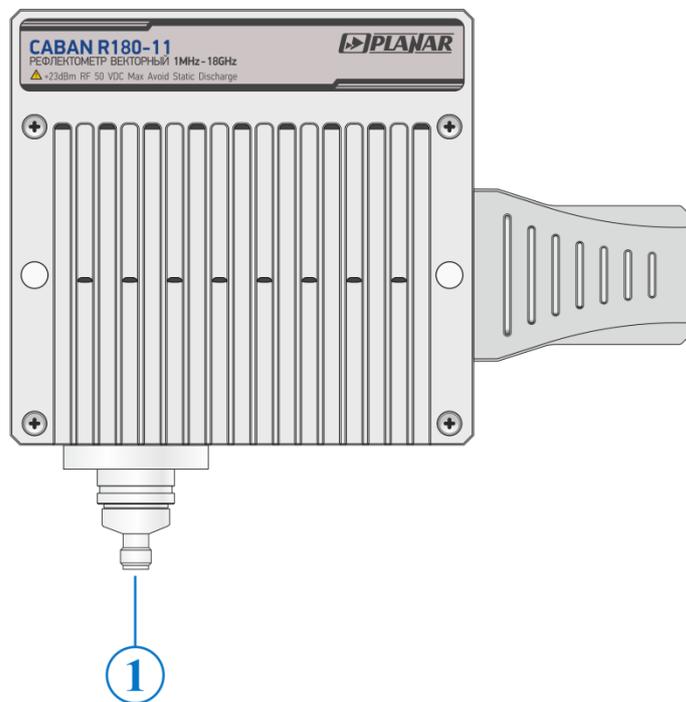


Рисунок 4.11 Лицевая сторона

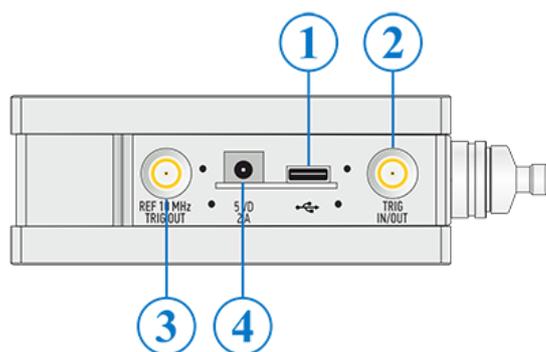


Рисунок 4.12 Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-12

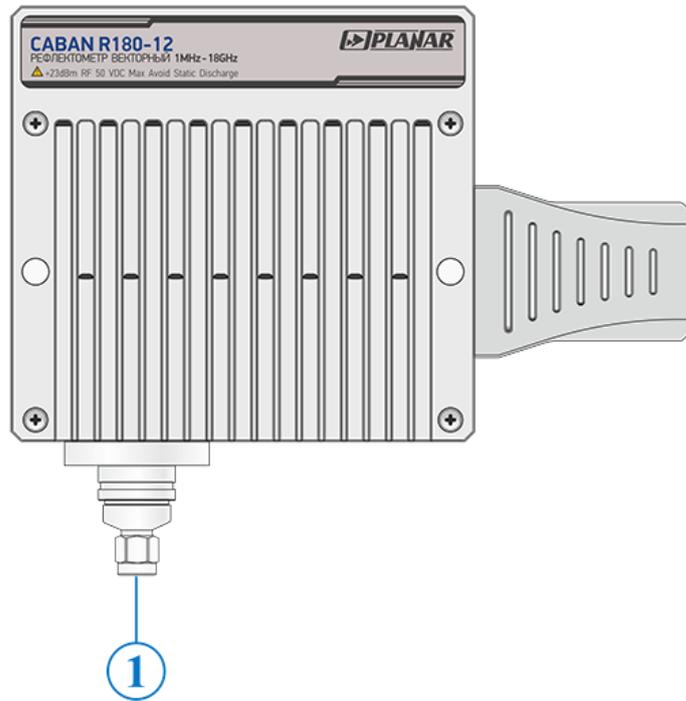


Рисунок 4.13 Лицевая сторона

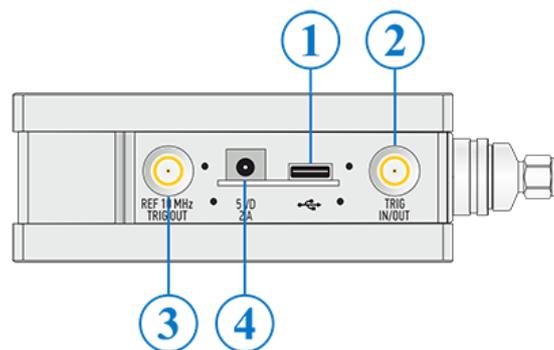
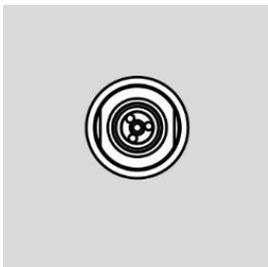
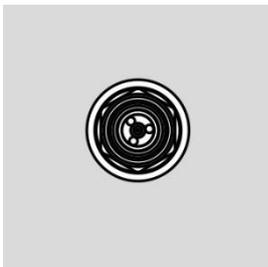
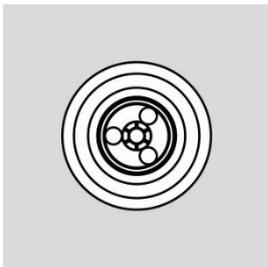
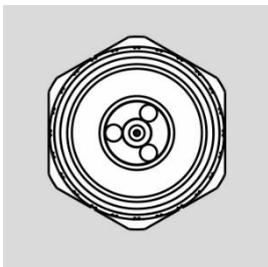


Рисунок 4.14 Торцевая сторона

4.2 Лицевая сторона

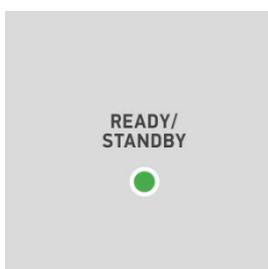
① Измерительный порт



Измерительный порт служит для подключения исследуемого устройства. Измерительный порт выступает как в качестве источника испытательного сигнала, так и в качестве приёмника отраженного сигнала.

Внимание! Превышение максимальной входной мощности радиочастотного сигнала или максимального постоянного напряжения, указанных на лицевой стороне, может привести к выходу рефлектометра из строя.

② Светодиодный индикатор состояния READY/STANDBY



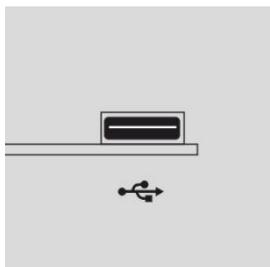
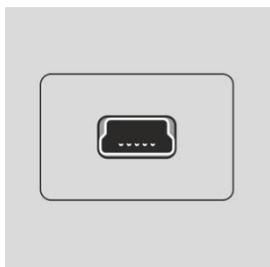
Индیکیрует следующие состояния:

- Мигание индикатора зелёным – режим ожидания. В этом режиме ток потребления от порта USB минимальный. Режим ожидания включается автоматически при подключении рефлектометра к USB порту компьютера. Выход из режима ожидания осуществляется при запуске программы на управляющем компьютере.

- Зелёное свечение индикатора – нормальная работа рефлектометра.

4.3 Торцевая сторона

① USB 2.0

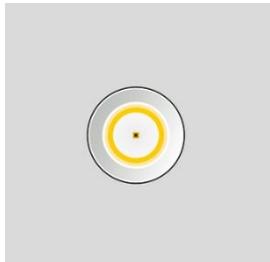


Соединитель для подключения прибора к внешнему управляющему компьютеру.

Внимание!

Для CABAN R54, CABAN R60, CABAN R140 питание осуществляется через кабель USB.

② Вход / выход синхронизации TRIG IN/OUT для CABAN R60, CABAN R180



Вход служит для подключения источника сигнала внешнего запуска. Синхронизация или запуск прибора возможен по различным событиям, перечисленным в программном обеспечении.

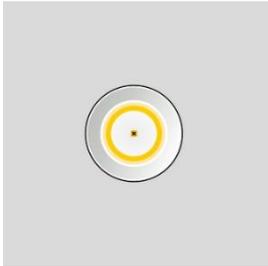
Выход предназначен для организации синхронной работы с внешними устройствами. Прибор позволяет выдавать сигналы синхронизации, связанные с различными событиями, в зависимости от настроек.

② Вход синхронизации Ext Trig для CABAN R140



Вход служит для подключения источника сигнала внешнего запуска. Синхронизация или запуск прибора возможен по различным событиям, перечисленным в программном обеспечении.

③ Вход / выход Ref 10 MHz опорного генератора 10 МГц или выход синхронизации TRIG OUT для CABAN R60, CABAN R180



Вход опорного генератора служит для подключения внешнего опорного генератора, обеспечивающего синхронную работу всех узлов и блоков прибора.

Частота внешнего опорного генератора 10 МГц.

Выход опорного генератора предназначен для подключения к внутреннему опорному генератору для создания единой шкалы времени (временной синхронизации) различных устройств.

Выход опорного генератора может использоваться для контроля параметров сигнала внутреннего опорного генератора при проведении диагностики, технического обслуживания или ремонта.

Частота внутреннего опорного генератора 10 МГц.

Выход синхронизации предназначен для организации синхронной работы с внешними устройствами. Прибор позволяет выдавать сигналы синхронизации, связанные с различными событиями, в зависимости от настроек.

③ Вход / выход Ref In/Out опорного генератора 32 МГц для CABAN R140



Вход служит для подключения внешнего опорного генератора, обеспечивающего синхронную работу всех узлов и блоков прибора.

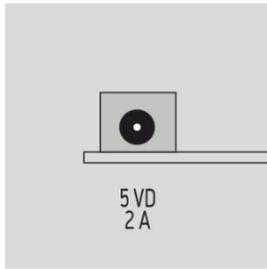
Частота внешнего опорного генератора 32 МГц.

Выход предназначен для подключения к внутреннему опорному генератору для создания единой шкалы времени (временной синхронизации) различных устройств.

Выход может использоваться для контроля параметров сигнала внутреннего опорного генератора при проведении диагностики, технического обслуживания или ремонта.

Частота внутреннего опорного генератора 32 МГц.

④ Соединитель для подключения внешнего блока питания для CABAN R180



Соединитель предназначен для подключения внешнего блока питания постоянного тока 5 В. В качестве источника питания можно использовать аккумуляторную батарею или бортовую сеть автомобиля через соответствующий кабель питания.

4.4 Порядок проведения измерений

Управление рефлектометром осуществляется программным обеспечением, установленным на внешний компьютер.

Программное обеспечение имеет широкий набор функций, облегчающих процесс измерений: большое количество одновременно отображаемых графиков, развитая маркерная система для поиска нужных значений по заданному критерию, допусковый контроль, математическая и статистическая обработка, фильтрация, сохранение и восстановление измеренных данных и настройки органов управления. Реализована поддержка следующих режимов работы: управление запуском развертки (см. технические характеристики), преобразование импеданса, исключение или встраивание цепи и временная селекция.

Порядок проведения измерений, включая полное описание модели ошибок прибора, установку параметров, описание сопутствующих схем измерений и калибровки, отображение результатов в различных форматах, приведены в части II руководства по эксплуатации.



Для продления срока службы прибора рекомендуется подключать устройства к порту рефлектометра, используя измерительные переходы (переходы не показаны на схемах измерений).

Затягивание соединителей следует выполнять с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента.

Основные режимы измерений:

Комплексный коэффициент отражения

Потери

Модуль коэффициента передачи

Анализ и фильтрация во временной области

Функциональные возможности:

Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S)

Допусковый контроль

Тест пульсаций

Поиск полосы

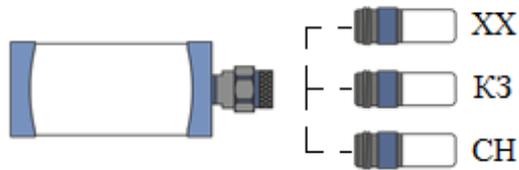
Синхронизация

Автоматизация

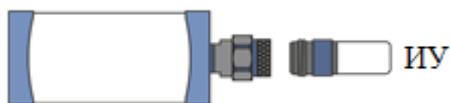
Все режимы измерений и функциональные возможности подробно представлены в части II руководства по эксплуатации.

На рисунках приведены типичные схемы измерений в соответствии с выбранным режимом.

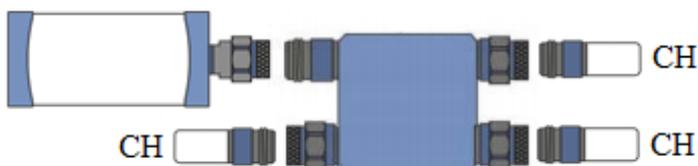
Коэффициент отражения



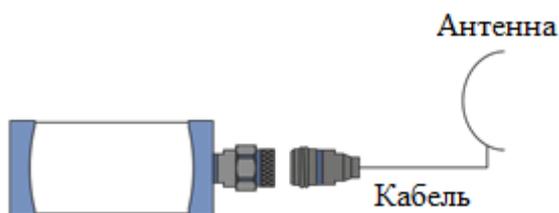
Полная однопортовая калибровка



Коэффициент отражения двухполюсника



Коэффициент отражения многополюсника



Коэффициент отражения антенно-фидерного тракта



Потери в кабеле

Измерение

S11

Формат

Амплитуда лог

Амплитуда лин

КСВН

Фаза

Фаза расшир (Фаза > 180)

ГВЗ

Потери в кабеле

Реал и Мним часть

Вольперт-Смит (Smith)

Полярная диаграмма (Polar)

Анализ

Электрическая задержка

Смещение фазы

Преобразование импеданса

Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S)

Исключение цепи

Встраивание цепи

Временная область

Функции

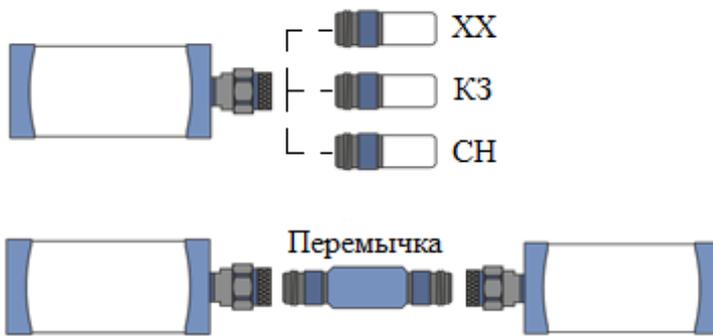
Статистика

Допусковый контроль

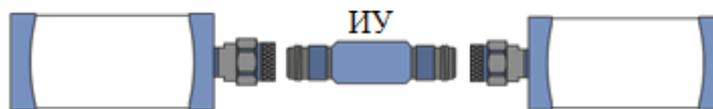
Тест пульсаций

Поиск полосы

Модуль коэффициента передачи



Полная однопортовая калибровка порта источника и нормализация передачи



Модуль коэффициента передачи четырехполюсника

Измерение

S_{11} , $|S_{21}|$, $|S_{12}|$, S_{22}

Формат

Амплитуда лог

Амплитуда лин

КСВН

Фаза

Фаза расшир (Фаза > 180)

ГВЗ

Потери в кабеле

Реал и Мним часть

Вольперт-Смит (Smith)

Полярная диаграмма (Polar)

Анализ

Электрическая задержка

Смещение фазы

Преобразование импеданса

Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S)

Исключение цепи

Встраивание цепи

Временная область

Функции

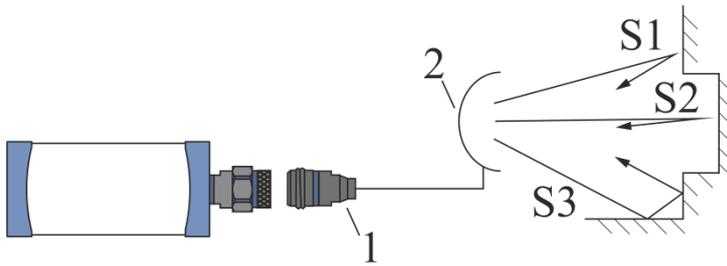
Статистика

Допусковый контроль

Тест пульсаций

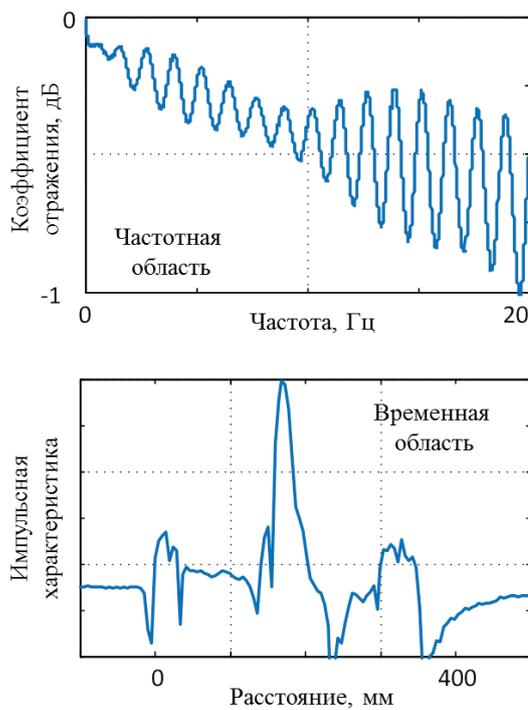
Поиск полосы

Временная область



1 – Измерительный кабель
2 – Антенна

Разделение сигналов во временной области с последующей селекцией



Расчет импульсной характеристики цепи

Измерение

Z-преобразование данных из частотной области предварительно умноженных на функцию окна

Функции

Тип преобразования:
режим радиосигнала,
режим видеосигнала
Селекция

5 Поверка

Поверка осуществляется в соответствии с методиками – МП-РТ-2083-2014 (РНДМ.468166.001 МП) «Рефлектометры векторные SAVAN R54, SAVAN R140. Методика поверки» и РТ-МП-5070-441-2018 (РНДМ.468166.003 МП) «ГСИ. Рефлектометры векторные SAVAN R60, SAVAN R180. Методика поверки».

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

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



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

Если вычисленные погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения меньше значений, приведённых в настоящем руководстве по эксплуатации в разделе «Технические характеристики», то за погрешность измерений следует принять указанную в руководстве. В обратном случае нужно использовать рассчитанные согласно МИ 3411-2013 значения погрешностей.

Для выполнения измерений состав рефлектометра должен быть дополнен комплектом измерительных переходов и набором калибровочных мер (набором мер коэффициентов передачи и отражения) с соединителями в новом типе волновода.

Поверка рефлектометров может выполняться в автоматическом режиме с помощью программного обеспечения VNA Performance Test.

VNA Performance Test

Простота и надежность

В программном обеспечении VNA Performance Test использованы распространенные и простые решения - кнопки, поля для ввода, таблицы и графики. Наличие встроенной инструкции позволяет выполнить проверку без обращения к руководствам по эксплуатации или иным документам. Случайные действия пользователя не приведут к утрате результатов измерений или сбою в работе.

VNA Performance Test

Эффективность	Снижается суммарное время проверки прибора и требования к квалификации персонала. Сложные математические вычисления выполняются автоматически без участия пользователя.
Универсальность	Форма представления результатов универсальная и соответствует рекомендациям международных документов по метрологии.
Платформенность	За проверку приборов одного типа отвечает программный модуль с набором тестов и инструкций. Каждый модуль обладает общими чертами: внешний вид, основные функции и управляющие элементы, справка.

Программное обеспечение VNA Performance Test содержит все необходимые инструкции и схемы измерений. Программа автоматически устанавливает параметры рефлектометра, такие как частотный диапазон, количество точек по частоте, уровень выходной мощности, полоса пропускания фильтра промежуточной частоты, в зависимости от проводимой проверки.

VNA Performance Test отображает результаты измерений в виде таблиц и графиков. Все графики поддерживают возможность масштабирования. Для их анализа удобно использовать реализованные в программе маркеры. Полученные результаты могут быть сохранены в файл и (или) напечатаны в форме протокола.

Ниже приведен перечень операций, которые следует выполнить при поверке прибора.

Проверка внешнего вида

Проверка присоединительных размеров

Определение относительной погрешности установки частоты выходного сигнала

Определение нескорректированных параметров

Определение погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения

Для определения погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения допускается использовать как комплексную проверку, так и поэлементную. Комплексная проверка основана на применении отдельных мер коэффициентов отражения с известными метрологическими характеристиками, таких как нагрузки согласованные, рассогласованные и (или) полного отражения, параметры которых отличаются от мер при «калибровке» прибора. Поэлементная проверка выполняется в соответствии с МИ 3411-2013 и основана на методе сравнения калибровок, использование которого требует наличия эталонного средства калибровки с известными метрологическими характеристиками.

6 Техническое обслуживание

6.1 Введение

Настоящий раздел устанавливает порядок и правила технического обслуживания рефлектометра, выполнение которых обеспечивает постоянную готовность прибора к работе.

Техническое обслуживание заключается в поддержании аппаратуры в рабочем состоянии, в регулярном контроле технических характеристик путем проведения профилактических работ и контрольных проверок.

6.2 Порядок проведения технического обслуживания

Перед проведением технического обслуживания следует подготовить необходимый инструмент, принадлежности и материалы: пинцет, отвертку, мягкую кисть, спирт этиловый ректификованный, ветошь, бязь, марлю.

При непосредственном использовании прибора по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

- контрольный осмотр (КО);
- техническое обслуживание 2 (ТО–2).

При кратковременном хранении (до 1 года) проводится КО.

При длительном хранении (более 1 года) проводятся:

- техническое обслуживание 1 при хранении (ТО–1х);
- техническое обслуживание 2 при хранении (ТО–2х).

При контрольном осмотре осуществляются:

- проверка комплектности;
- внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий; исправности соединительных проводов, внешнего блока питания (при наличии).

ТО–2 включает в себя:

- контрольный осмотр;
- проверку функционирования прибора (проводится при подготовке к использованию по назначению);
- протирку контактов электрических разъемов и высокочастотных соединителей;

- проверку правильности ведения эксплуатационной документации;
- упаковку прибора;
- ТО–2 совмещается с поверкой и при постановке на длительное хранение.

ТО–1х проводится 1 раз в год и включает в себя:

- проверку наличия прибора на месте хранения;
- проведение внешнего осмотра состояния упаковки;
- проверку состояния учета и условий хранения;
- проверку правильности ведения эксплуатационной документации.

ТО–2х выполняется 1 раз в 5 лет и включает в себя:

- все операции ТО–1х;
- проверку функционирования прибора;
- упаковку прибора;
- проверку состояния эксплуатационной документации;
- внесение в формуляр отметки о выполненных работах.

Контактные поверхности соединителей протирают ректифицированным спиртом с помощью кусочка мягкой ткани (или колонковой кистью), не допуская попадания спирта на поверхность диэлектрика. Контактные поверхности высокочастотных соединителей протирают в соответствии с 3.4.

7 Текущий ремонт

При поломке рефрактометра допускается только текущий фирменный ремонт, либо ремонт, который осуществляют предприятия, имеющие соответствующую лицензию. Метод ремонта – обезличенный.



Запрещается нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

Текущий
ремонт

Ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности прибора и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.

Обезличенный
метод

Метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру прибора.

8 Хранение

Рефрактометры до введения в эксплуатацию должны храниться в упаковке предприятия – изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до +40 °С и относительной влажности до 80 % (при температуре +25 °С).

Хранение прибора без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха от +10 до +35 °С и относительной влажности до 80 % (при температуре +25 °С).

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно – активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150–69.

9 Транспортирование

Погрузка и выгрузка упакованных рефлектометров должны проводиться аккуратно, исключая удары и повреждения упаковки. При транспортировании приборы следует устанавливать согласно нанесенным на упаковке знакам. Не допускается кантование приборов.

Транспортировка рефлектометров осуществляется в закрытых транспортных средствах любого вида в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от -50 °С до +70 °С;
- относительная влажность воздуха при +30 °С не более 95 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

Приборы разрешается транспортировать в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические повреждения или нарушить целостность упаковки в пути следования.

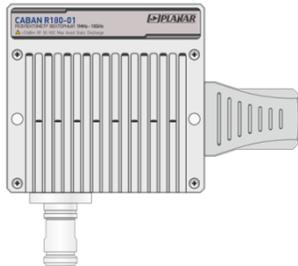
Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки, не должны содержать паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

При транспортировании самолётом приборы должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

Приложение А
(справочное)
Обзор приборов

Рефлектометр	Диапазон частот Количество точек Время измерений Измерительный порт	Выходная мощность СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
<p>CABAN R54</p> 	<p>от 85 МГц до 5,4 ГГц от 2 до 100 001 200 мкс тип N (50 Ω), вилка</p>	<p>-10, -30 дБм 0,015 дБ</p>	<p>S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S</p>	<p>Временная область</p>
<p>CABAN R60</p> 	<p>от 1 МГц до 6 ГГц от 2 до 100 001 100 мкс тип N (50 Ω), вилка</p>	<p>от -40 до 0 дБм 0,005 дБ</p>	<p>S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S</p>	<p>Временная область</p>
<p>CABAN R140</p> 	<p>от 85 МГц до 14 ГГц от 2 до 100 001 200 мкс тип N (50 Ω), вилка</p>	<p>0, -35 дБм (до 4,8 ГГц) -10 дБм (св. 4,8 ГГц) 0,005 дБ</p>	<p>S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S</p>	<p>Временная область</p>

CABAN R180-01



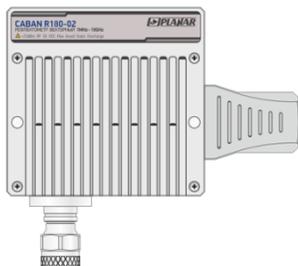
от 1 МГц до 18 ГГц
от 2 до 100 001
100 мкс
тип N (50 Ω), розетка

от -15 до 0 дБм
0,010 дБ

S11
Потери в кабеле
Z, Y, 1/S

Временная область

CABAN R180-02



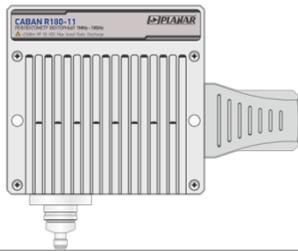
от 1 МГц до 18 ГГц
от 2 до 100 001
100 мкс
тип N (50 Ω), вилка

от -15 до 0 дБм
0,010 дБ

S11
Потери в кабеле
Z, Y, 1/S

Временная область

CABAN R180-11



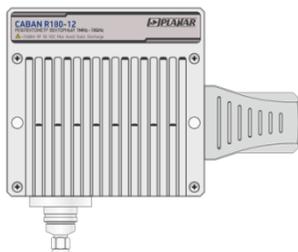
от 1 МГц до 18 ГГц
от 2 до 100 001
100 мкс
3,5 мм (50 Ω), розетка

от -15 до 0 дБм
0,010 дБ

S11
Потери в кабеле
Z, Y, 1/S

Временная область

CABAN R180-12



от 1 МГц до 18 ГГц
от 2 до 100 001
100 мкс
3,5 мм (50 Ω), вилка

от -15 до 0 дБм
0,010 дБ

S11
Потери в кабеле
Z, Y, 1/S

Временная область