CABAN R60, CABAN R150, CABAN 180, CABAN R54, CABAN R140, RNVNA

РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
Технические характеристики

РЭ 6687-134-21477812-2017

Версия 26.1 24.07.2026

PLANAR

РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ

CABAN R60

CABAN R150

(модификации CABAN R150-01, CABAN R150-02,
CABAN R150-11, CABAN R150-12)

CABAN R180

(модификации CABAN R180-01, CABAN R180-02,
CABAN R180-11, CABAN R180-12)

CABAN R54, CABAN R140

АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ

RNVNA

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
Часть 1
Технические характеристики

Июль 2026 г

Содержание

1 Введение 5

2 Меры безопасности при эксплуатации 6

3 Описание и принцип работы 9

3.1 Назначение 9

3.2 Состав 11

3.3 Технические характеристики 19

3.3.1 Основные технические характеристики 19

3.3.1.1 CABAN R60 19

3.3.1.2 CABAN R150 22

3.3.1.3 CABAN R180 25

3.3.1.4 CABAN R54 29

3.3.1.5 CABAN R140 32

3.3.1.6 RNVNA 35

3.3.2 Дополнительные технические характеристики 37

3.3.2.1 CABAN R60 37

3.3.2.2 CABAN R150 43

3.3.2.3 CABAN R180 51

3.3.2.4 CABAN R54 58

3.3.2.5 CABAN R140 62

3.3.2.6 RNVNA 69

3.4 Устройство и принцип работы 70

3.5 Функциональные возможности 75

4 Подготовка к работе 86

4.1 Общие положения 86

4.2 Распаковывание и повторное упаковывание 87

4.2.1 Распаковывание 87

4.2.2 Упаковывание 87

4.3 Внешний осмотр 88

4.4 Чистка соединителей 90

4.5 Проверка присоединительных размеров 91

Содержание

4.6 Подключение и отключение устройств 93
4.7 Порядок включения и выключения питания 95
4.8 Порядок работы 97
4.8.1 Расположение органов управления 97
4.8.1.1 Лицевая и оборотная стороны 110
4.8.1.2 Торцевая сторона 112
4.8.2 Порядок проведения измерений 115
5 Калибровка 120
6 Поверка 120
7 Техническое обслуживание 121
7.1 Общие указания 121
7.2 Порядок проведения технического обслуживания 121
8 Текущий ремонт 123
9 Хранение 124
10 Транспортирование 124
11 Приложение А (справочное) Обзор приборов 125

1 Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения рефлектометров векторных CABAN R60, CABAN R150, CABAN 180, CABAN R54, CABAN R140, RNVNA и анализаторов цепей RNVNA (далее – измеритель).

Руководство по эксплуатации состоит из двух частей.

В первой части содержатся общие сведения об измерителях, 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 измерителей необходимо ознакомиться с настоящим руководством и, при необходимости, с руководством программиста для дистанционного управления приборами и методикой поверки для контроля метрологических характеристик.

Работа с измерителями 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 измерителей изменения, не влияющие на их нормированные метрологические характеристики.

ВНИМАНИЕ!	Документ является результатом и творческого труда и интеллектуальной 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 измерителей, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

2 Меры безопасности при эксплуатации

При эксплуатации прибора необходимо соблюдать требования: ГОСТ IEC 61010-1-2014, «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок».

ВНИМАНИЕ!	К работе с прибором могут быть допущены лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.
ВНИМАНИЕ!	Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность внешнего блока питания (при наличии). До начала работы с измерителем RNVNA соедините одну клемму «⏚» на лицевой панели шасси с шиной защитного заземления. Разрыв линии защитного заземления может сделать работу с прибором опасной. Осмотр проводить только при отключении прибора от сети электропитания.
ЗАПРЕЩАЕТСЯ	Производить соединение или разъединение кабеля питания при включенном приборе. Нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

Защита от электростатического разряда

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества по ГОСТ IEC TR 61340-5-2-2021.

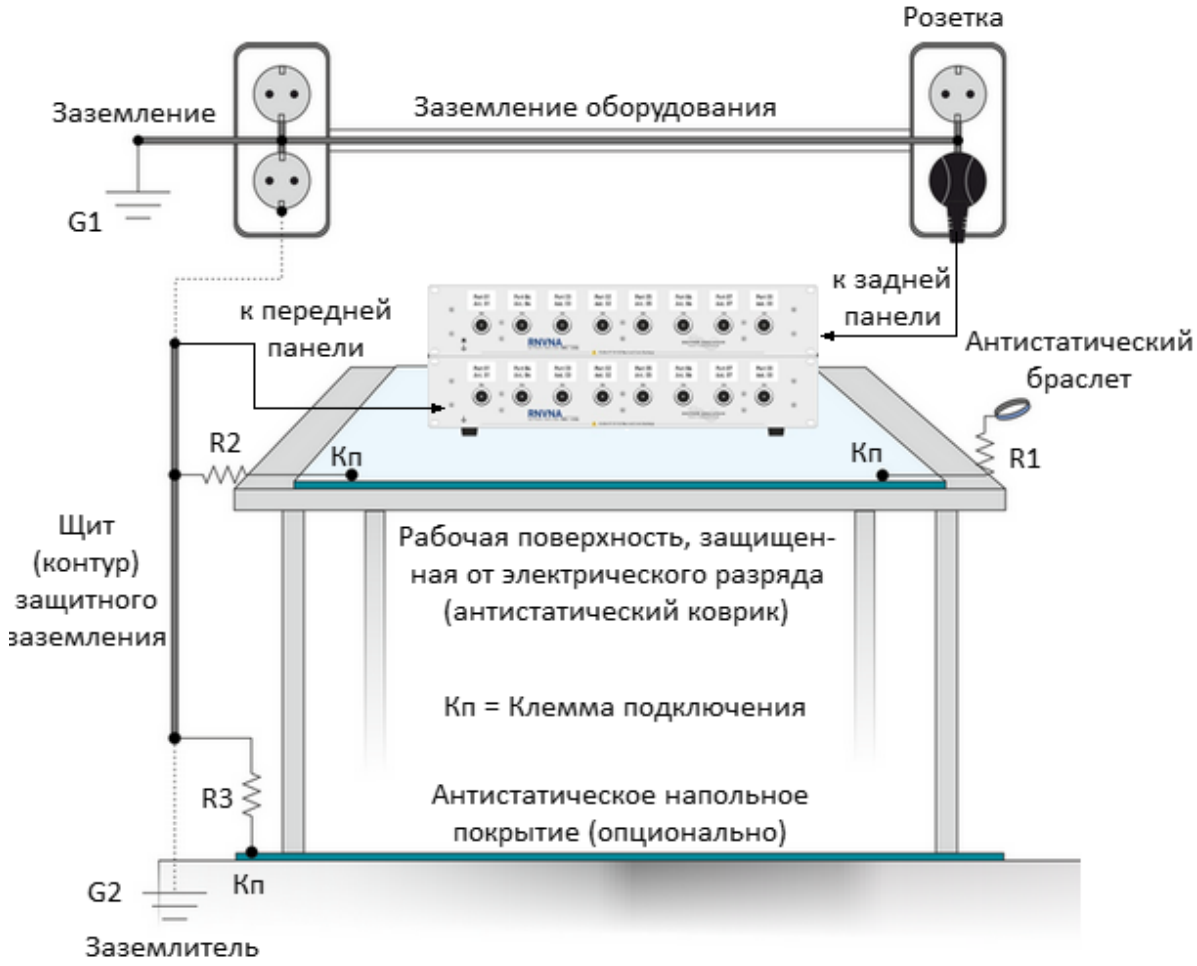
ВНИМАНИЕ!	Для предотвращения повреждения прибора и персонала важно руководствоваться методами обращения со статически чувствительными устройствами, описанными в отраслевых стандартах.

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.

ВНИМАНИЕ!

Для предотвращения повреждения оператора и прибора чаще всего используется антистатическая браслетная система. В этом случае соблюдайте следующее:

- используйте заземленный проводящий настольный коврик под измеряемым устройством;
- надевайте на руку заземленный антистатический браслет, подсоединенный к заземленному проводящему настольному коврику через последовательно подключенный резистор 1 МОм.



Сопротивление R1 является обязательным для браслетов. Номинал R1 выбирается из диапазона от 500 кОм до 10 МОм.

Значения сопротивлений R2 или R3 должны соответствовать рекомендациям производителя антистатического оборудования

Рисунок 1 – Минимальное время измерения на одной частоте для анализатора цепей RNVNA зависит от типа синхронизации и числа рефлектометров. Минимальные требования к организации рабочего места с защитой от электростатических разрядов

3 Описание и принцип работы

3.1 Назначение

Измерители предназначены для измерений комплексного коэффициента отражения (Sii элементов матрицы рассеяния) многополюсников.

Анализаторы цепей предназначены для измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения (S-параметров) устройств.

Дополнительно, использование двух и более измерителей (отдельно или в составе анализатора цепей RNVNA) позволяет производить 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.

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

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

Таблица 1 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера CABAN R60

Рефлектометры векторные CABAN R60	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	№ 71037-18

Таблица 2 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12

Рефлектометры векторные CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	№ 89949-23

Таблица 1 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12

Рефлектометры векторные CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	№ 71037-18

Таблица 3 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера CABAN R54

Рефлектометры векторные CABAN R54	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	№ 57695-14

Таблица 3 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера CABAN R140

Рефлектометры векторные CABAN R140	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	№ 57695-14

Таблица 4 – Полное торговое наименование, тип, обозначение и номера RNVNA

Анализаторы цепей RNVNA	
Сертификат об утверждении типа средства измерений	–

3.2 Состав

Измерители 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

Функциональные особенности кратко перечислены в таблице 5 и приложении А. Внешний вид рефлетометров приведен в п. Расположение органов управления.

Таблица 5 – Функциональные особенности

Рефлектометр векторный	**Диапазон рабочих частот**	**Коаксиальный волновод соединителя измерительного порта**
CABAN R60	от 1 МГц до 6 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R150-01	от 85 МГц до 15 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R150-02	от 85 МГц до 15 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R150-11	от 85 МГц до 15 ГГц	3,5/1,52 мм
CABAN R150-12	от 85 МГц до 15 ГГц	3,5/1,52 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
CABAN R54	от 85 МГц до 5,4 ГГц	7,0/3,04 мм
CABAN R140	от 85 МГц до 14 ГГц	7,0/3,04 мм

Комплект поставки указан в таблицах 6 – 8.

Таблица 6 – Комплект поставки CABAN R60, CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12, CABAN R54, CABAN R140

Наименование	**Обозначение**	**Количество, шт**
Рефлектометр векторный	CABAN R60 или CABAN R150 (модификации CABAN R150-01 или CABAN R150-02 или CABAN R150-11 или CABAN R150-12) или CABAN R54 или CABAN R140	1
Кабель USB	–	1
USB flash накопитель, содержащий:	–	1
• Программное обеспечение	RVNA или RNVNA	1
• Руководство по эксплуатации	РЭ 6687-134-21477812-2017	1
• Методику поверки:	–	
• CABAN R60, CABAN R180	РТ-МП-5070-441-2018	1
• CABAN R150 (модификации CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12)	РТ-МП-4660-441-2023	1
• CABAN R54, CABAN R140	МП-РТ-2083-2014	1

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Формуляр: • CABAN R60, CABAN R180 • CABAN R150 (модификации CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12) • CABAN R54 • CABAN R140	 ФО 6687-134-21477812-2017 ФО 26.51.43-164-21477812-2021 ФО 6687-089-21477812-2011 ФО 6687-104-21477812-2013	1
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Конкретная модель рефлектометра векторного определяется при заказе. 2 Руководство по эксплуатации содержит две части. 3 Аксессуары, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.		

Таблица 7 – Комплект поставки CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Рефлектометр векторный	CABAN R180 (модификации CABAN R180-01 или CABAN R180-02 или CABAN R180-11 или CABAN R180-12)	1
USB кабель USB-C(m)_to_USB2.0 A(m)	–	1
Кабель USB USB-C(m)_to_C(m)	–	1

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Блок питания	–	1
USB flash накопитель, содержащий:	–	1
• Программное обеспечение	RVNA или RNVNA	1
• Руководство по эксплуатации	РЭ 6687-134-21477812-2017	1
• Методику поверки	РТ-МП-5070-441-2018	1
Формуляр	ФО 6687-135-21477812-2017	1
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Конкретная модель рефлектометра векторного определяется при заказе. 2 Возможна поставка CABAN R180 с пассивным охлаждением. 3 Руководство по эксплуатации содержит две части. 4 Аксессуары, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.		

Таблица 8 – Комплект поставки анализаторов цепей RNVNA

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Шасси высотой 2U или 4U [1]	RNVNA	1
Комплект ножек для шасси	–	1
Направляющая с комплектом крепежа	–	2
Рефлектометр векторный[1]	CABAN R60	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
USB кабель [2]	–	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
Концентратор USB HUB с кабелем USB и кабелем питания[3]	–	1

Наименование	Обозначение	Количество, шт
Распределитель сигнала опорной частоты (с кабелем USB - DJK)[4]	FD-16	1
Распределитель сигнала триггера (с кабелем USB - DJK)[4]	TD-16	1
Кабели SMA	–	2·N [4]
USB flash накопитель, содержащий:	–	1
• Программное обеспечение	RNVNA	1
• Руководство по эксплуатации	РЭ 6687-134-21477812-2017	1
Формуляр	–	1

ПРИМЕЧАНИЯ:

1 Количество рефлектометров в RNVNA определяется при заказе:
   - для шасси высотой 2U возможна комплектация 2, 4, 6, 8 рефлектометрами векторными;
   - для шасси высотой 4U возможна комплектация 10, 12, 14, 16 рефлектометрами векторными.

2 Количество кабелей USB определяется количеством рефлектометров векторных в заказе.

3 Модификация концентратора USB HUB определяется при заказе:
   - для шасси высотой 2U – концентратор USB HUB на 10 портов;
   - для шасси высотой 4U – концентратор USB HUB на 20 портов.

4 Наличие распределителей сигналов опорной частоты FD-16 и триггера TD-16 определяется при заказе.

5 Наличие кабелей определяется при заказе. Количество кабелей определяется по формуле 2·N, где N – количество рефлектометров.

6 Аксессуары, к которым относятся измерительные переходы и средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.

7 Руководство по эксплуатации содержит две части.

Для эксплуатации анализаторов также могут использоваться дополнительные измерительные аксессуары производства ООО "ПЛАНАР", к которым относятся:

- измерительные кабели для подключения многопортовых исследуемых устройств (ИУ) к портам анализатора;
- переходы для предотвращения поломки кабелей;
- средства калибровки для выполнения коррекции ошибок перед использованием, позволяющей существенно снизить погрешность измерений комплексных коэффициентов передачи и отражения. Для калибровки анализаторов могут использоваться автоматические калибровочные модули, наборы мер с резистивными согласованными нагрузками или с согласованными нагрузками с подвижным поглотителем, а также наборы мер с отрезками прецизионных линий передачи.

Указанные аксессуары поставляются по отдельному заказу. Список аксессуаров приведен в таблицах далее.

Допускается использовать коммерчески доступные аксессуары любых производителей с параметрами, не хуже, чем у указанных в таблице далее (или на сайте planarchel.ru) и с присоединительными размерами, указанными в п. Проверка присоединительных размеров.

Таблица 9 – Рекомендуемые измерительные аксессуары

Наименование	Обозначение	Описание
Кабели измерительные	C50NMNM.2	тип N, вилка – тип N, вилка; длина 0,6 м
	C50NMNM-1M0	тип N, вилка – тип N, вилка; длина 1 м
	C50NMNM-xMx	тип N, вилка – тип N, вилка; длина до 2 м, кратно 0,5 м
Переходы измерительный	ADP1A-XZ-XZ	X – тип тракта (N, SMA, 3,5 мм, 2,92 мм, 2,4 мм, 1,85 мм, тип III, тип IX) Z – тип соединителя (вилка, розетка)
	ADP1B-RxxZ-XZ	Rxx – тип соединителя NMD (3,5 мм, 2,92 мм, 2,4 мм, 1,85 мм) X – тип тракта (N, SMA, 3,5 мм, 2,92 мм, 2,4 мм, 1,85 мм, тип III,

Наименование	Обозначение	Описание
		тип IX) Z – тип соединителя (вилка, розетка)
Автоматические калибровочный модули	ACM	–
Наборы мер коэффициентов передачи и отражения	N9.1	до 9 ГГц, тип N, вилка, розетка
	6550F09-M	до 9 ГГц, тип N, вилка
	6550F09-F	до 9 ГГц, тип N, розетка
	6550F18-M	до 18 ГГц, тип N, вилка
	6550F18-F	до 18 ГГц, тип N, розетка
	6550F18	до 18 ГГц, тип N, вилка, розетка
	6650F27-M	до 26,5 ГГц, тип 3,5 мм, вилка
	6650F27-F	до 26,5 ГГц, тип 3,5 мм, розетка
	6650F27	до 26,5 ГГц, тип 3,5 мм, вилка, розетка
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество аксессуаров и типы их соединителей определяются при заказе.		

Также для эксплуатации анализаторов могут применяться дополнительные аксессуары. Допускается использовать коммерчески доступные аксессуары любых производителей с параметрами, не хуже, чем у указанных в таблице далее (или на сайте planarchel.ru).

Таблица 10 – Рекомендуемые дополнительные аксессуары

Наименование	Обозначение	Описание
Ключ тарированный	TW-1	Для соединителей тип 2,4 мм, 2,92 мм, 3,5 мм, тип IX. Размер 8 мм. Нормированное значение крутящего момента от 0,8 до 1,0 Н·м.
	TW-2	Для соединителей тип SMA.

Наименование	Обозначение	Описание
		Размер 8 мм. Нормированное значение крутящего момента от 0,56 Н·м.
	TW-3	Для соединителей тип N, III. Размер 19 мм. Нормированное значение крутящего момента от 1,1 до 1,5 Н·м.
	TW-4	Для соединителей тип NMD. Размер 20 мм. Нормированное значение крутящего момента от 0,8 до 1,0 Н·м.
	TW-5	Размер 8 мм. Нормированное значение крутящего момента от 1,3 Н·м.
Ключ поддерживающий	W-1	Для соединителей тип 2,4 мм, 2,92 мм, 3,5 мм, тип IX. Размер 8 мм.
	W-2	Для соединителей тип N, III. Размер 14 мм.
	W-3	Для соединителей тип NMD 3,5 мм, NMD 2,92 мм, NMD 2,4 мм. Размер 19 мм.
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество и типы ключей определяются при заказе.		

3.3 Технические характеристики

3.3.1 Основные технические характеристики

3.3.1.1 CABAN R60

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексного коэффициента отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на ±1 °С после выполнения полной однопортовой калибровки.

Для получения указанных в таблице 11 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения следует применять прецизионные измерительные переходы и средства калибровки. При использовании аксессуаров 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 измерителей приведены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 1 до 6000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения [1], [2], [3]	$\pm[Ed + (Er-1)\cdot\lvert Sii\rvert + Es\cdot\lvert Sii\rvert^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус [4]	$\pm[1{,}0+(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta\lvert Sii\rvert/\lvert Sii\rvert)]$
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициентов отражения в диапазоне частот и полосе фильтра промежуточной частоты 1 кГц, дБ, не более	0,005

Наименование характеристики	Значение характеристики
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников или четырехполюсников с бесконечным ослаблением. 2 В формуле приняты следующие обозначения: |Sii| – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения исследуемого устройства (далее – ИУ) в линейном масштабе; Δ|Sii| – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе; |Sii| и Δ|Sii| являются безразмерными. 3 В формуле приняты следующие обозначения: Ed – эффективная направленность; Er – эффективный трекинг отражения; Es – эффективное согласование источника. Эффективные (скорректированные) параметры измерителей приведены в 14. 4 Погрешность фазы нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения |Sii| от 0,018 до 1,000 (от минус 35 до 0 дБ).	

Таблица 12 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество измерительных портов	1
Параметры измерительного порта:	
тип соединителя	N, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
нескорректированные параметры, дБ, не менее	см. таблицу 13
Подключение к компьютеру для управления:	
интерфейс	USB 2.0

Наименование характеристики	Значение характеристики
тип соединителя	USB Mini-B
Потребляемая мощность от сети переменного тока частотой 50 Гц, Вт, не более	3,5
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	161 × 65 × 28
Масса, кг, не более	0,35
Рабочие условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более атмосферное давление, кПа	 от минус 10 до плюс 50 90 от 84,0 до 106,7
Средняя наработка на отказ, ч	10000
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество измерительных портов определяется количеством измерителей в заказе.	

Таблица 13 – Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ
от 1 МГц до 6 ГГц	15	15

Таблица 14 – Эффективные (скорректированные) параметры

Диапазон частот	Ed	Es	(Er-1)
от 1 МГц до 6 ГГц	0,008	0,013	0,012

3.3.1.2 CABAN R150

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексного коэффициента отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на ±1 °С после выполнения полной однопортовой калибровки.

Для получения указанных в таблице 15 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения следует применять прецизионные измерительные переходы и средства калибровки. При использовании аксессуаров 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 измерителей приведены в таблицах 15 и 16.

Таблица 15 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, Гц		от $8{,}5\cdot10^{7}$ до $15\cdot10^{10}$
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала		$\pm2{,}5\cdot10^{-6}$
Номинальные значения уровня выходной мощности, дБ (1 мВт)		-25; 0
Диапазон полос пропускания с шагом 1/3, Гц		от 10 до $3\cdot10^{5}$
Среднее квадратическое отклонение шумов измерительной трассы при измерении модуля коэффициента отражения 0 дБ в полосе пропускания 1 кГц, дБ, не более		0,005
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля	Заводская калибровка	$\pm(0{,}033 + 0{,}033\cdot\lvert S11\rvert + 0{,}033\cdot\lvert S11\rvert^{2})$

Наименование характеристики		Значение характеристики
коэффициента отражения S11 в диапазоне от 0 до 1 в зависимости от вида калибровки в диапазоне температур от +18 до +28 °С, отн. ед.	Калибровка по набору мер [1] (полиномиальная модель)	±(0,024 + 0,010·|S11|+ 0,024·|S11|^2)
	Калибровка по набору мер [1] (действительные значения)	±(0,012 + 0,010·|S11|+ 0,014·|S11|^2)
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения в диапазоне S11 от 0,033 до 1 в диапазоне температур от +18 до +28 °С, градус		±(1+57· arcsin(Δ|S11|/|S11|))
КСВН входа в режиме приема, не более		1,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне значений коэффициента передачи от минус 50 до 0 дБ при использовании двух рефлектометров для измеряемых устройств с КСВН не более 2,0 в диапазоне температур от +18 до +28 °С, дБ		±0,6
ПРИМЕЧАНИЕ – При изменении температуры не более, чем ±1 °С после калибровки.		

Таблица 16 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Время прогрева, мин	30
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	160 × 65 × 28
Масса, кг, не более	0,4

Наименование характеристики	Значение характеристики
Рабочие условия применения: • температура окружающей среды, °С • относительная влажность воздуха, %	 от -10 до +50 от 40 до 90
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество измерительных портов определяется количеством измерителей в заказе.	

3.3.1.3 CABAN R180

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексного коэффициента отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на ±1 °С после выполнения полной однопортовой калибровки.

Для получения указанных в таблице 17 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения следует применять прецизионные измерительные переходы и средства калибровки. При использовании аксессуаров 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 измерителей приведены в таблицах 17 и 18.

Таблица 17 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 1 до 18000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения [1], [2], [3]	$\pm[Ed + (Er-1)\cdot\lvert Sii\rvert + Es\cdot\lvert Sii\rvert^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус [4]	$\pm[1{,}0+(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta\lvert Sii\rvert/\lvert Sii\rvert)]$
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициентов отражения в диапазоне частот и полосе фильтра промежуточной частоты 1 кГц, дБ, не более	0,010

Наименование характеристики	Значение характеристики
ПРИМЕЧАНИЯ: 1 Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников или четырехполюсников с бесконечным ослаблением. 2 В формуле приняты следующие обозначения: |Sii| – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения исследуемого устройства (далее – ИУ) в линейном масштабе; Δ|Sii| – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе; |Sii| и Δ|Sii| являются безразмерными. 3 В формуле приняты следующие обозначения: Ed – эффективная направленность; Er – эффективный трекинг отражения; Es – эффективное согласование источника. Эффективные (скорректированные) параметры измерителей приведены в 20. 4 Погрешность фазы нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения |Sii| от 0,018 до 1,000 (от минус 35 до 0 дБ).	

Таблица 18 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество измерительных портов	1
Параметры измерительного порта:	
тип соединителя:	
CABAN R180-01	N, вилка
CABAN R180-02	N, розетка
CABAN R180-11	3,5 мм, вилка
CABAN R180-12	3,5 мм, розетка
волновое сопротивление, Ом	50

Наименование характеристики	Значение характеристики
нескорректированные параметры, дБ, не менее	см. таблицу 19
Подключение к компьютеру для управления:	
интерфейс	USB 2.0
тип соединителя	USB Mini-C
Напряжение постоянного тока внешнего источника питания, В	5,00±0,25
Потребляемая мощность от сети переменного тока частотой 50 Гц, Вт, не более	8,0
Время установления рабочего режима, мин, не более	30
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более:	
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	0,60
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от минус 10 до плюс 50
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
Средняя наработка на отказ, ч	10000
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество измерительных портов определяется количеством измерителей в заказе.	

Таблица 19 – Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ
от 1 МГц до 18 ГГц	10	10

Таблица 20 – Эффективные (скорректированные) параметры

Диапазон частот	Ed	Es	(Er-1)
от 1 МГц до 6 ГГц	0,008	0,018	0,012
от 12 ГГц до 18 ГГц	0,010	0,025	0,017

3.3.1.4 CABAN R54

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексного коэффициента отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на ±1 °С после выполнения полной однопортовой калибровки.

Для получения указанных в таблице 21 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения следует применять прецизионные измерительные переходы и средства калибровки. При использовании аксессуаров 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 характеристики измерителей приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 85 до 4800
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения |S11|	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения Δ|S11| в диапазоне частот [3]	$\pm[0{,}008 + 0{,}018 \cdot \lvert S11 \rvert + 0{,}018 \cdot \lvert S11 \rvert^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус [4]	$\pm[1{,}0+(180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta \lvert S11 \rvert / \lvert S11 \rvert)]$
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициентов отражения в диапазоне частот и полосе фильтра промежуточной частоты 1 кГц, дБ, не более	0,015

Наименование характеристики	Значение характеристики
Параметры измерительного порта:	
тип соединителя	N, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
направленность нескорректированная в диапазоне частот, дБ, не менее	18
согласование источника нескорректированное в диапазоне частот, дб, не менее	18
Подключение к компьютеру для управления:	
интерфейс	USB 2.0
тип соединителя	USB Mini-B
потребляемая мощность, Вт, не более	2
Время установления рабочего режима, мин, не более	5
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	120 × 43 × 23
Масса, кг, не болле	0,25
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от минус 10 до плюс 50
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

ПРИМЕЧАНИЯ:

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

Наименование характеристики	Значение характеристики
2 Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников или четырехполюсников с бесконечным ослаблением. 3 В формуле приняты следующие обозначения: |S11| – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения исследуемого устройства (далее – ИУ) в линейном масштабе; Δ|S11| – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе; |S11| и Δ|S11| являются безразмерными. 4 Погрешность фазы нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения |Sii| от 0,018 до 1,000 (от минус 35 до 0 дБ).	

3.3.1.5 CABAN R140

Диапазоны и пределы погрешностей измерений комплексного коэффициента отражения приведены для рабочего диапазона температур окружающей среды и при изменении температуры не более чем на ±1 °С после выполнения полной однопортовой калибровки.

Для получения указанных в таблице 22 пределов погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения следует применять прецизионные измерительные переходы и средства калибровки. При использовании аксессуаров 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 характеристики измерителей приведены в таблице 22 .

Таблица 22 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц	от 85 до 14000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты источника выходного сигнала	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон измерений модуля коэффициента отражения |S11|	от 0 до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения Δ|S11| в диапазоне частот [2]:	
от 85 МГц до 4800 МГц	$\pm[0{,}006 + 0{,}012 \cdot \lvert S11 \rvert + 0{,}014 \cdot \lvert S11 \rvert^2]$
от 4800 МГц до 14000 МГц	$\pm[0{,}008 + 0{,}023 \cdot \lvert S11 \rvert + 0{,}018 \cdot \lvert S11 \rvert^2]$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, градус [3]	$\pm[1{,}0 + (180/\pi) \cdot \arcsin(\Delta \lvert S11 \rvert / \lvert S11 \rvert)]$

Наименование характеристики	Значение характеристики
Среднее квадратическое отклонение трассы при измерении модуля коэффициентов отражения в диапазоне частот и полосе фильтра промежуточной частоты 1 кГц, дБ, не более:	
от 85 МГц до 4800 МГц	0,005
от 4800 МГц до 14000 МГц	0,050
Параметры измерительного порта:	
тип соединителя	N, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
направленность нескорректированная в диапазоне частот, дБ, не менее:	
от 85 МГц до 4800 МГц	10
от 4800 МГц до 14000 МГц	10
согласование источника нескорректированное в диапазоне частот, дб, не менее:	
от 85 МГц до 4800 МГц	10
от 4800 МГц до 14000 МГц	10
Подключение к компьютеру для управления:	
интерфейс	USB 2.0
тип соединителя	USB Mini-B
потребляемая мощность, Вт, не более	3
Время установления рабочего режима, мин, не более	30

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	127 × 62 × 30
Масса, кг, не болле	0,3
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от минус 10 до плюс 50
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

ПРИМЕЧАНИЯ:

1 Пределы погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения нормированы для двухполюсников или четырехполюсников с бесконечным ослаблением.

2 В формуле приняты следующие обозначения:

|S11| – действительный (или измеренный) модуль коэффициента отражения исследуемого устройства (далее – ИУ) в линейном масштабе;

Δ|S11| – предел допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения в линейном масштабе;

|S11| и Δ|S11| являются безразмерными.

3 Погрешность фазы нормируется в диапазоне модуля коэффициента отражения |Sii| от 0,018 до 1,000 (от минус 35 до 0 дБ).

3.3.1.6 RNVNA

Основные технические характеристики измерителей приведены в таблице 23 .

Таблица 23 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Векторный рефлекометр	CABAN R60
Количество векторных рефлектометров в составе [1]:	
шасси высотой 2U	2, 4, 6, 8
шасси высотой 4U	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
Параметры измерительных портов:	
тип соединителей	N, вилка
волновое сопротивление, Ом	50
Подключение к компьютеру для управления:	
интерфейс	USB 2.0
тип соединителя	USB Mini-B
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 200 до 250
Потребляемая мощность от сети переменного тока частотой 50 Гц, Вт, не более	150
Время установления рабочего режима, мин, не более	30

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более:	
шасси высотой 2U	470 × 483 × 88
шасси высотой 4U	470 × 483 × 176
Масса, кг, не более:	
шасси высотой 2U	9,50
шасси высотой 4U	16,50
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от минус 10 до плюс 50
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
ПРИМЕЧАНИЕ – Количество векторных рефлектометров определяется при заказе.	

3.3.2 Дополнительные технические характеристики

3.3.2.1 CABAN R60

Таблица 24 – Динамический диапазон при полосе фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБм

Диапазон частот	Значение
от 1 МГц до 6 ГГц	109 (119 тип.)

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристики, указанные в настоящей таблицах 25 – 3, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, а также погрешности измерений КСВН во время эксплуатации.

Таблица 25 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений

Диапазон измерений S11	Модуль, дБ	Фаза, градус
от -35 до -25 дБ	±5,5	±30
от -25 до -15 дБ	±1,5	±10
от -15 до 0 дБ	±0,5	±4

Таблица 26 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ

Диапазон измерений |S21|	Модуль, дБ
от минус 50 до 0 дБ	±1

Таблица 27 – Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ
от 1 МГц до 6 ГГц	18 тип.	18 тип.

Таблица 28 – Эффективные параметры в диапазоне частот

Диапазон частот	Параметр	Значение
от 1 МГц до 6 ГГц	направленность, дБ, не менее	42
	согласование источника, дБ, не менее	38
	трекинг отражения, дБ	±0,1

Таблица 29 – Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более

Диапазон частот	Значение
от 1 МГц до 6 ГГц	0,015

Таблица 30 – Параметры выхода измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Минимальный шаг установки частоты, Гц	20
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности в диапазоне частот, дБм	от -40 до 0
Минимальный шаг измерения выходной мощности, дБ	0,25

Таблица 31 – Параметры входа измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Максимальная допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	50

Таблица 32 – Нелинейность амплитудной характеристики приёмников (компрессия), дБ

Уровень мощности на входе измерительного порта	Значение
0 дБм	0,1

Таблица 33 – Время измерения

Наименование параметры	Значение
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	100 тип.
ПРИМЕЧАНИЯ – При полосе фильтра ПЧ 100 кГц и количестве точек 1001.	

Таблица 34 – Дополнительные параметры

Наименование параметры	Значение
Диапазон полос пропускания фильтра ПЧ (с шагом 1/3), Гц	от 10 до $1 \cdot 10^5$
Количество точек измерений: RVNA RNVNA	 от 2 до 200 001 от 2 до 16 001

Таблица 35 – Вход внешнего опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала, дБм	от 0 до +4
Входное сопротивление, Ом	50

Таблица 36 – Выход опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала на нагрузке 50 Ом, дБм	от +1 до +5

Таблица 37 – Вход триггера (соединитель «Trig In/Out»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Минимальная длительность импульса, мкс	2
Тип входа	Pulldown; 3,3 В; 1 кОм

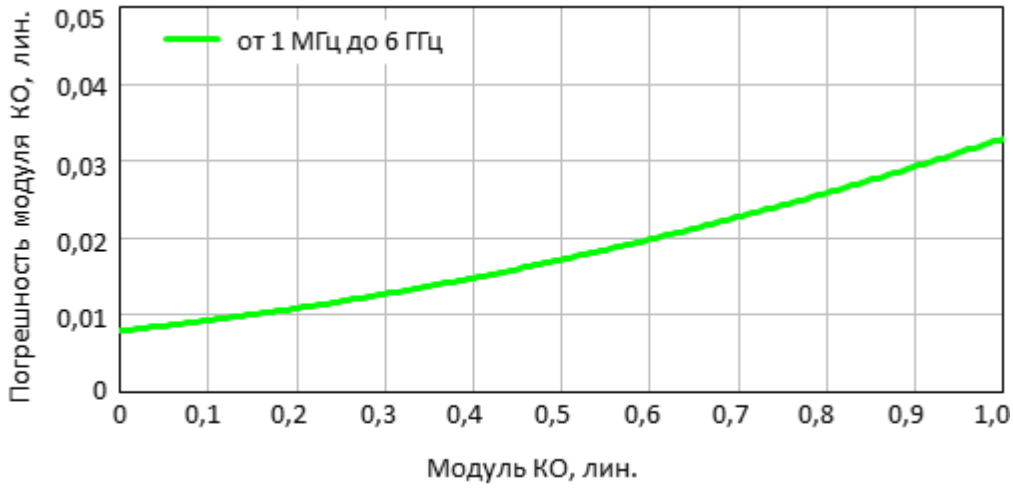
Таблица 38 – Выход триггера (соединитель «Trig In/Out», «Trig Out»)

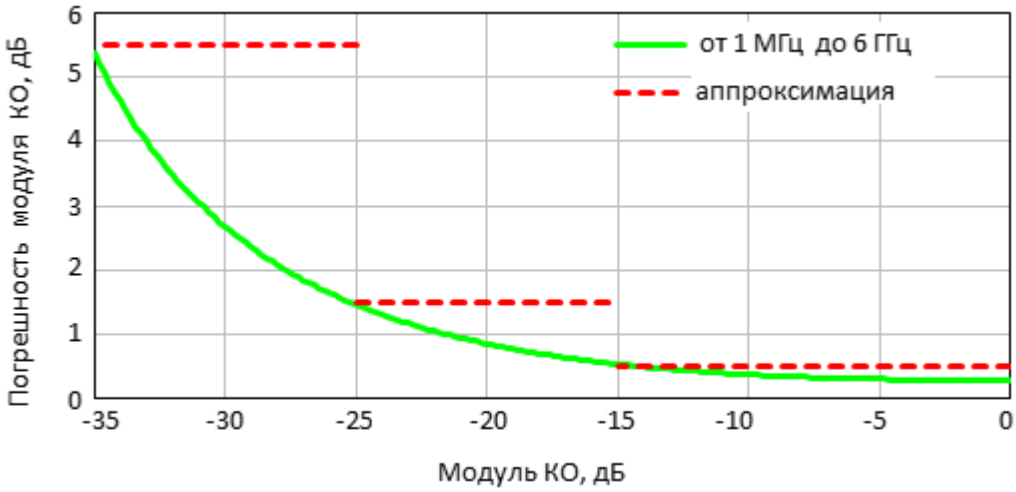
Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Тип выхода	LVCMOS; 3,3 В; 12 мА

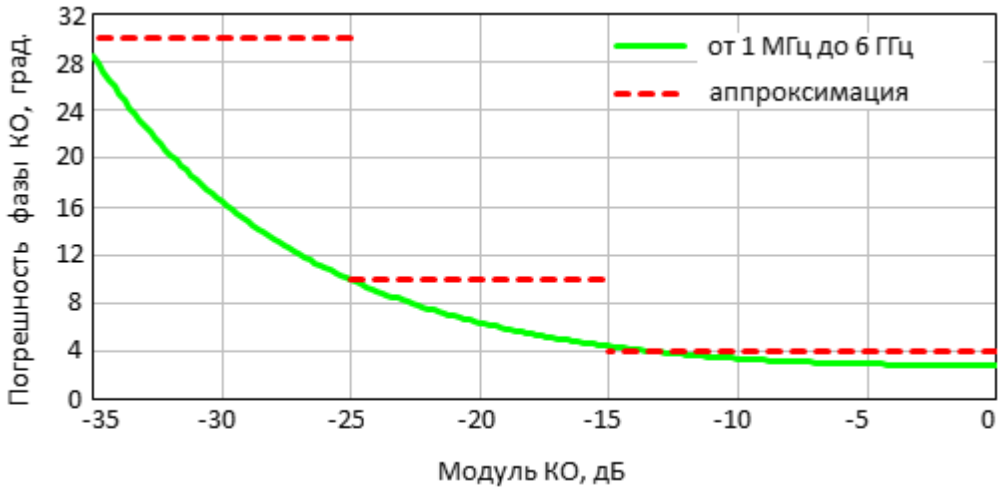
Таблица 39 – Требования к компьютеру

Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Частота процессора, ГГц, не менее	1
ОЗУ, Гб, не менее	2

Погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения CABAN R60







3.3.2.2 CABAN R150

Таблица 40 – Динамический диапазон при полосе фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБ (1 мВт)

Диапазон частот	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	125
от 4,8 ГГц до 15 ГГц	105

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристики, указанные в настоящей таблицах 41 – 3, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, а также погрешности измерений КСВН во время эксплуатации.

Таблица 41 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений

Диапазон частот	Диапазон измерений S11	Модуль, дБ	Фаза, градус
от 85 МГц до 4,8 ГГц	от -35 до -25 дБ	±4	±22
	от -25 до -15 дБ	±1,2	±8
	от -15 до 0 дБ	±0,4	±4
от 4,8 ГГц до 15 ГГц	от -35 до -25 дБ	±5,5	±30
	от -25 до -15 дБ	±1,5	±10
	от -15 до 0 дБ	±0,5	±5

Таблица 42 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ

Диапазон частот	Диапазон измерений |S21|	Модуль, дБ
от 85 МГц до 4,8 ГГц	от минус 50 до 0 дБ	±1
от 4,8 ГГц до 15 ГГц	от минус 25 до 0 дБ	±1

Таблица 43 – Нескорректированные параметры

Диапазон частот	Направленность, дБ	Согласование источника, дБ
от 85 МГц до 15 ГГц	10	10

Таблица 44 – Эффективные (скорректированные) параметры

Диапазон частот	Ed	Es	(Er-1)
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,006	0,014	0,012
от 4,8 ГГц до 15 ГГц	0,008	0,018	0,023

Таблица 45 – Эффективные параметры в диапазоне частот

Диапазон частот	Параметр	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	направленность, дБ, не менее	45
	согласование источника, дБ, не менее	37
	трекинг отражения, дБ	±0,1
от 4,8 ГГц до 15 ГГц	направленность, дБ, не менее	42
	согласование источника, дБ, не менее	35
	трекинг отражения, дБ	±0,2

Таблица 46 – Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более

Диапазон частот	Значение
от 1 МГц до 4,8 ГГц	0,015
от 4,8 ГГц до 15 ГГц	0,035

Таблица 47 – Параметры измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Количество измерительных портов	1
Тип соединителей: CABAN R150-01 CABAN R150-02 CABAN R150-11 CABAN R150-12	 N, розетка N, вилка 3,5 мм, розетка 3,5 мм, вилка
Волновое сопротивление, Ом	50
Нескорректированные параметры, дБ, не менее	см. таблицу 43

Таблица 48 – Параметры выхода измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Минимальный шаг установки частоты, Гц	25
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$

Таблица 49 – Параметры входа измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Максимальная допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБ (1 мВт)	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	50

Таблица 50 – Нелинейность амплитудной характеристики приёмников (компрессия), дБ

Уровень мощности на входе измерительного порта	Значение
0 дБм	0,1

Таблица 51 – Время измерения

Наименование параметры	Значение
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	170 тип.
ПРИМЕЧАНИЯ – При полосе фильтра ПЧ 300 кГц и количестве точек 1001.	

Таблица 52 – Дополнительные параметры

Наименование параметры	Значение
Количество точек измерений:	
RVNA	от 2 до 200 001
RNVNA	от 2 до 16 001

Таблица 53 – Вход внешнего опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала, дБ (1 мВт)	от 0 до +4
Входное сопротивление, Ом	50

Таблица 54 – Выход опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала на нагрузке 50 Ом, дБ (1 мВт)	от +1 до +5

Таблица 55 – Вход триггера (соединитель «Trig In/Out»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Минимальная длительность импульса, мкс	2
Тип входа	Pulldown; 3,3 В; 1 кОм

Таблица 56 – Выход триггера (соединитель «Trig In/Out», «Trig Out»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Тип выхода	LVCMOS; 3,3 В; 12 мА

Таблица 57 – Подключение к компьютеру для управления

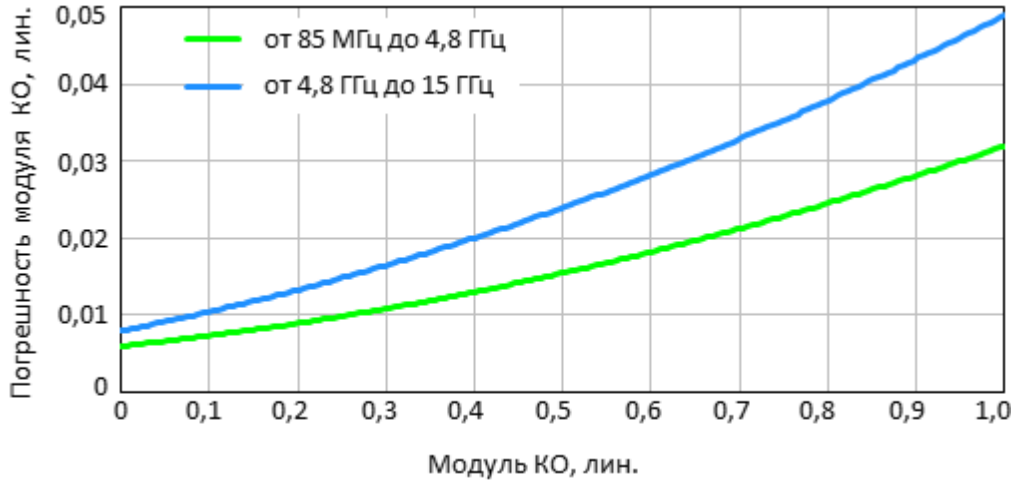
Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	USB Mini-B
Интерфейс	USB 2.0 (High Speed)

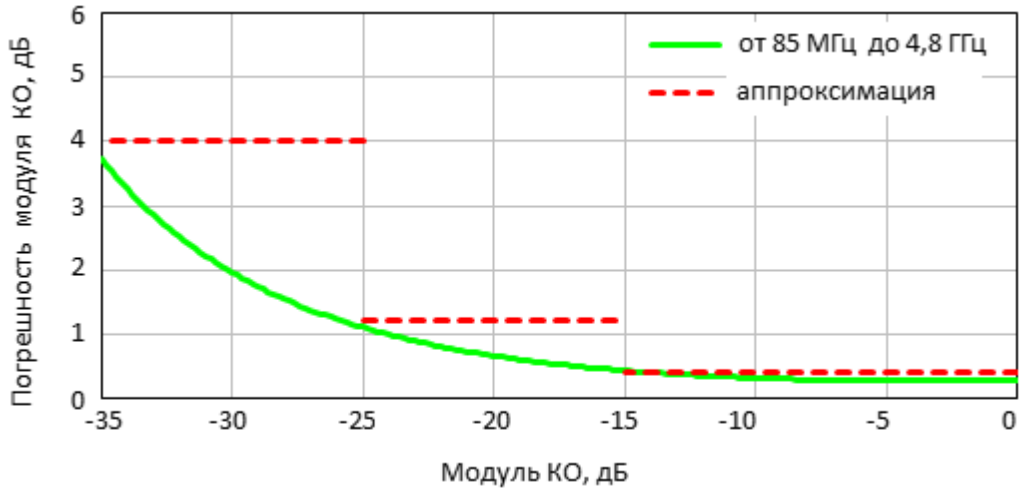
Таблица 58 – Требования к компьютеру

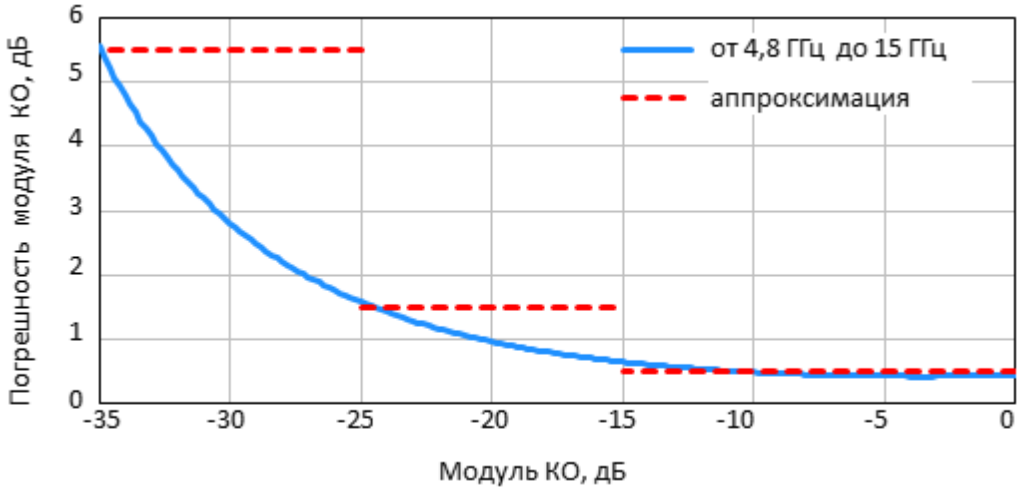
Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Частота процессора, ГГц, не менее	1
ОЗУ, Гб, не менее	2

Погрешность измерений модуля коэффициента отражения

CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12

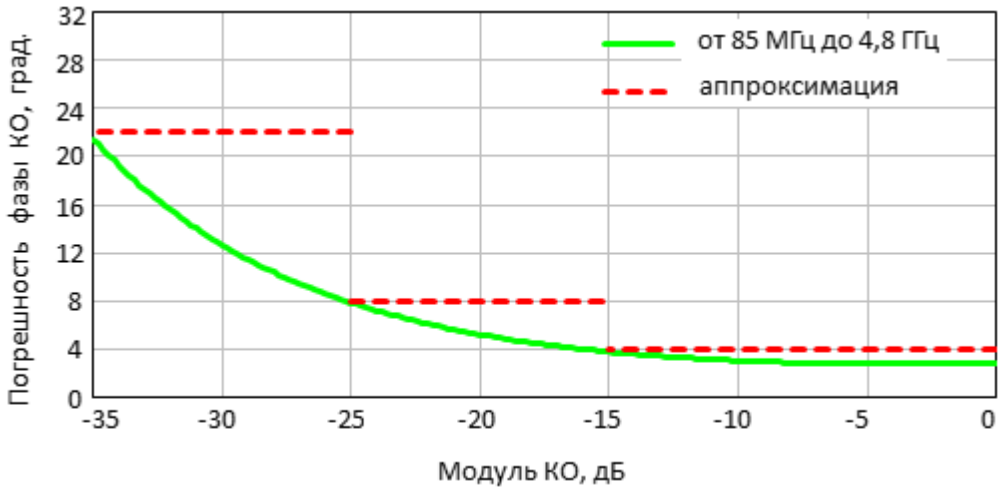


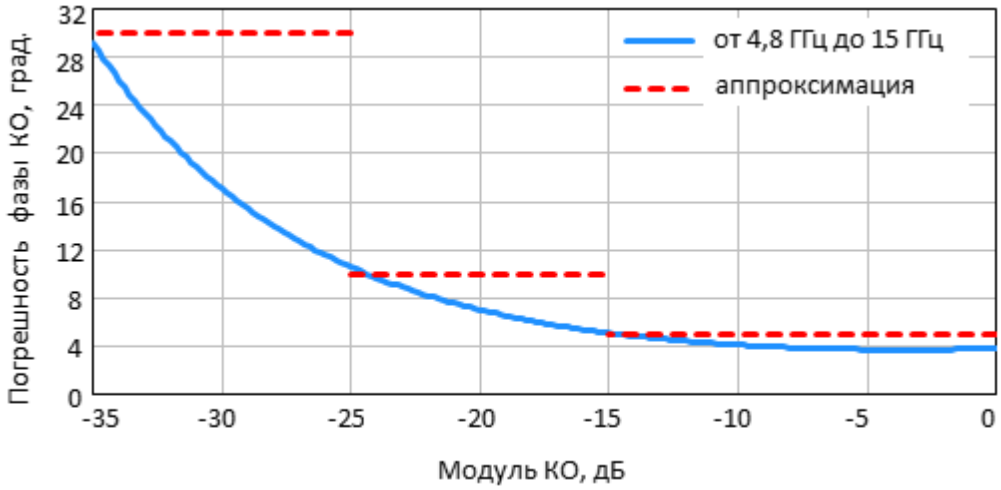




Погрешность измерений фазы коэффициента отражения

CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12





3.3.2.3 CABAN R180

Таблица 59 – Динамический диапазон при полосе фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБм

Диапазон частот	Значение
от 1 МГц до 6 ГГц	110 (120 тип.)
от 6 ГГц до 18 ГГц	94 (104 тип.)

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристики, указанные в настоящей таблицах 60 – 3, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, а также погрешности измерений КСВН во время эксплуатации.

Таблица 60 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений

Диапазон частот	Диапазон измерений S11	Модуль, дБ	Фаза, градус
от 1 МГц до 12 ГГц	от -35 до -25 дБ	±5,5	±30
	от -25 до -15 дБ	±1,5	±10
	от -15 до 0 дБ	±0,5	±4
от 12 ГГц до 18 ГГц	от -35 до -25 дБ	±7,5	±35
	от -25 до -15 дБ	±2,0	±12
	от -15 до 0 дБ	±0,6	±6

Таблица 61 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ

Диапазон частот	Диапазон измерений |S21|	Модуль, дБ
от 1 МГц до 6 ГГц	от минус 50 до 0 дБ	±1
от 6 ГГц до 18 ГГц	от минус 40 до 0 дБ	±1

Таблица 62 – Эффективные параметры в диапазоне частот

Диапазон частот	Параметр	Значение
от 1 МГц до 12 ГГц	направленность, дБ, не менее	42
	согласование источника, дБ, не менее	35
	трекинг отражения, дБ	±0,1
от 12 ГГц до 18 ГГц	направленность, дБ, не менее	40
	согласование источника, дБ, не менее	32
	трекинг отражения, дБ	±0,15

Таблица 63 – Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более

Диапазон частот	Значение
от 1 МГц до 18 ГГц	0,020

Таблица 64 – Параметры выхода измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Минимальный шаг установки частоты, Гц	50
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$
Диапазон установки уровня выходной мощности в диапазоне частот, дБм	от -15 до 0
Минимальный шаг измерения выходной мощности, дБ	0,05

Таблица 65 – Параметры входа измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Максимальная допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	50

Таблица 66 – Нелинейность амплитудной характеристики приёмников (компрессия), дБ

Уровень мощности на входе измерительного порта	Значение
0 дБм	0,1

Таблица 67 – Время измерения

Наименование параметры	Значение
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	100 тип.
ПРИМЕЧАНИЯ – При полосе фильтра ПЧ 100 кГц и количестве точек 1001.	

Таблица 68 – Дополнительные параметры

Наименование параметры	Значение
Диапазон полос пропускания фильтра ПЧ (с шагом 1/3), Гц	от 10 до $1 \cdot 10^5$
Количество точек измерений: RVNA RNVNA	 от 2 до 200 001 от 2 до 16 001

Таблица 69 – Вход внешнего опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала, дБм	от 0 до +4
Входное сопротивление, Ом	50

Таблица 70 – Выход опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала на нагрузке 50 Ом, дБм	от +1 до +5

Таблица 71 – Вход триггера (соединитель «Trig In/Out»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Минимальная длительность импульса, мкс	2
Тип входа	Pulldown; 3,3 В; 1 кОм

Таблица 72 – Выход триггера (соединитель «Trig In/Out», «Trig Out»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Тип выхода	LVCMOS; 3,3 В; 12 мА

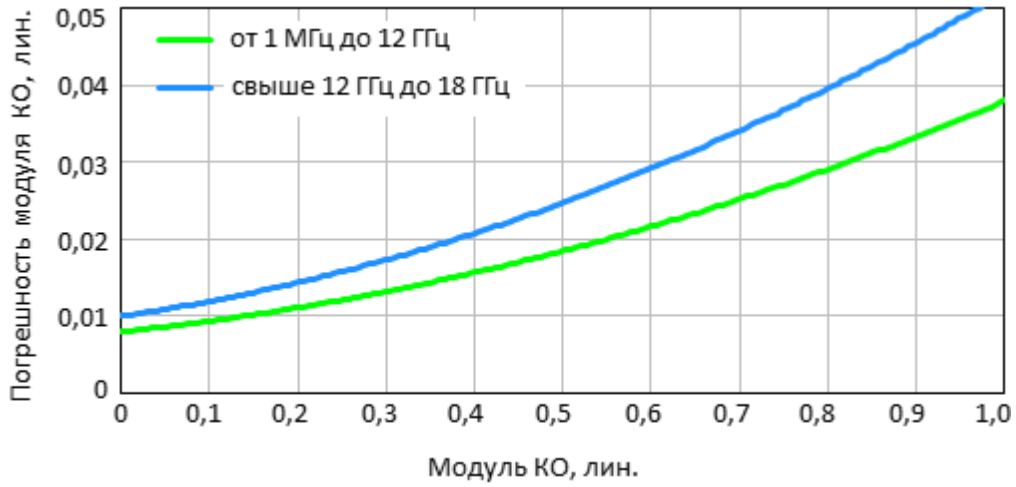
Таблица 73 – Подключение внешнего источника питания

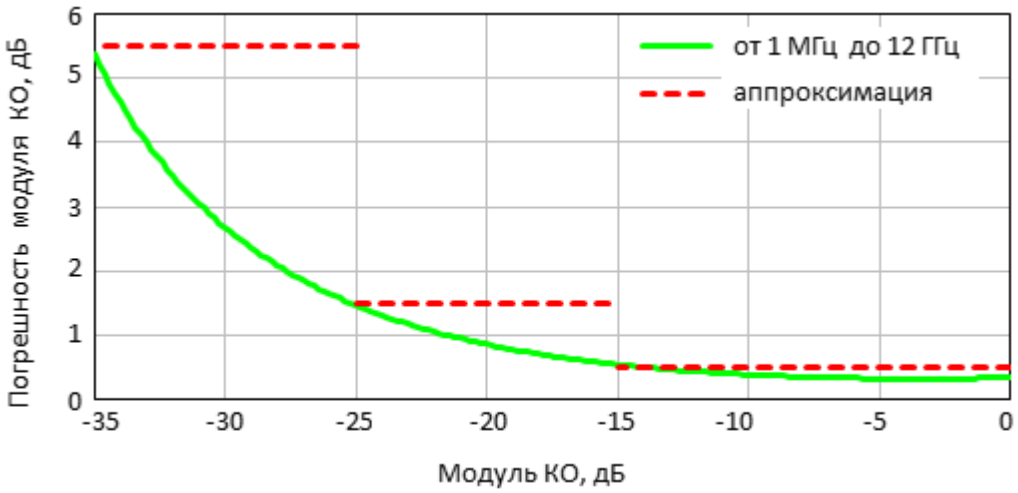
Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	PJ-075DH-SMT

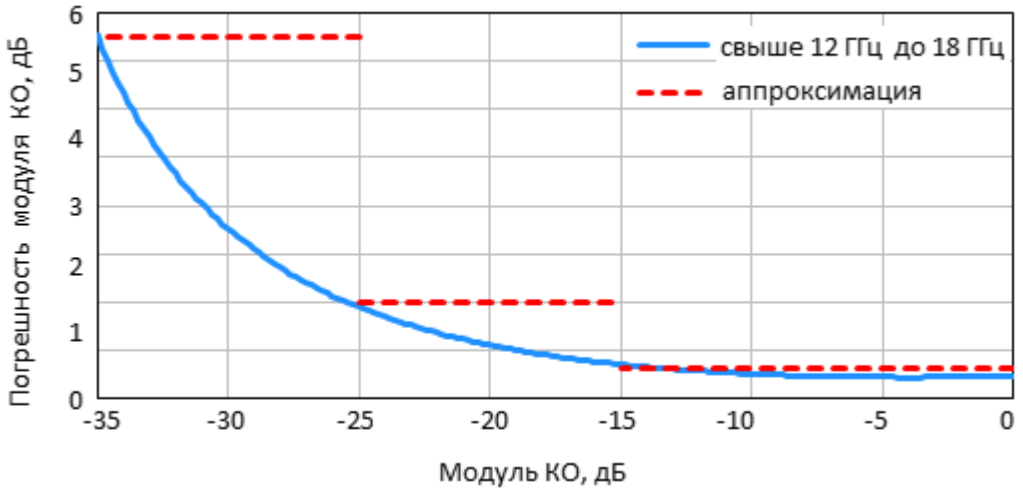
Таблица 74 – Требования к компьютеру

Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Частота процессора, ГГц, не менее	1
ОЗУ, Гб, не менее	2

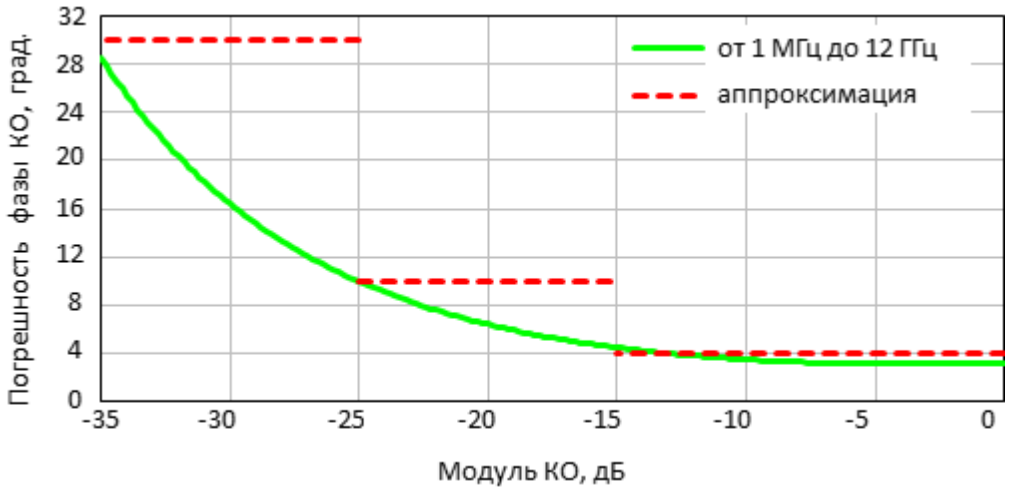
Погрешность измерений модуля коэффициента отражения
CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12

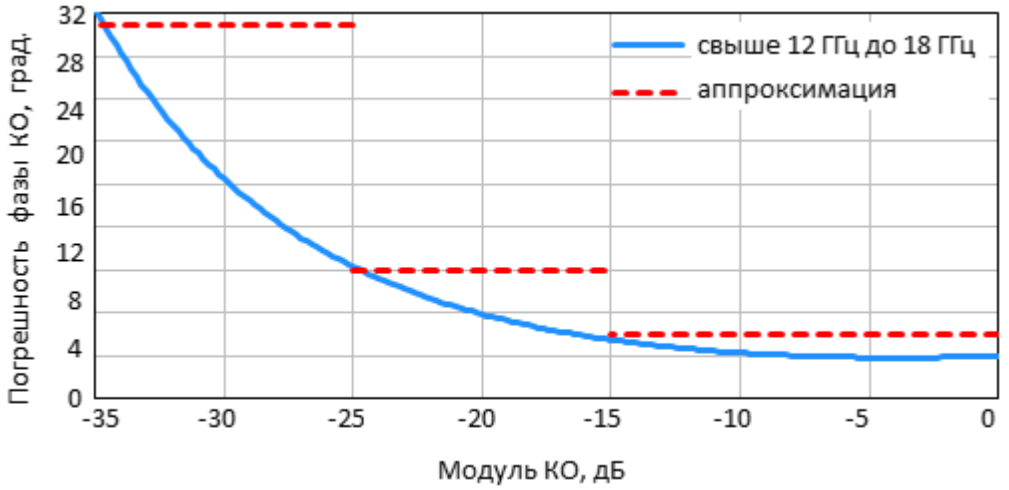






Погрешность измерений фазы коэффициента отражения
CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12





3.3.2.4 CABAN R54

Таблица 75 – Динамический диапазон при полосе фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБм

Диапазон частот	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	97

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристики, указанные в настоящей таблицах 76 – 3, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, а также погрешности измерений КСВН во время эксплуатации.

Таблица 76 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений

Диапазон измерений S11	Модуль, дБ	Фаза, градус
от -35 до -25 дБ	±5,5	±30
от -25 до -15 дБ	±1,5	±10
от -15 до 0 дБ	±0,5	±5

Таблица 77 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ

Диапазон измерений |S21|	Модуль, дБ
от минус 40 до 0 дБ	±1

Таблица 78 – Эффективные параметры в диапазоне частот

Диапазон частот	Параметр	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	направленность, дБ, не менее	42
	согласование источника, дБ, не менее	35
	трекинг отражения, дБ	±0,15

Таблица 79 – Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более

Диапазон частот	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,020

Таблица 80 – Параметры выхода измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Минимальный шаг установки частоты, Гц	10
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Уровень выходного сигнала в диапазоне частот, дБм:	
Высокий уровень	минус 10
Низкий уровень	минус 30

Таблица 81 – Параметры входа измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Максимальная допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	50

Таблица 82 – Нелинейность амплитудной характеристики приёмников (компрессия), дБ

Уровень мощности на входе измерительного порта	Значение
0 дБм	0,1

Таблица 83 – Время измерения

Наименование параметры	Значение
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	200 тип.
ПРИМЕЧАНИЯ – При полосе фильтра ПЧ 30 кГц и количестве точек 1001.	

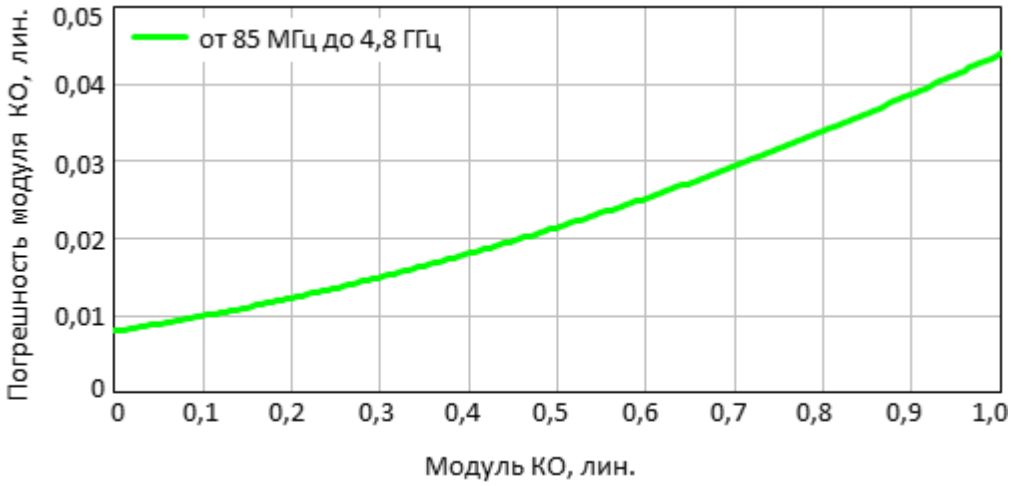
Таблица 84 – Дополнительные параметры

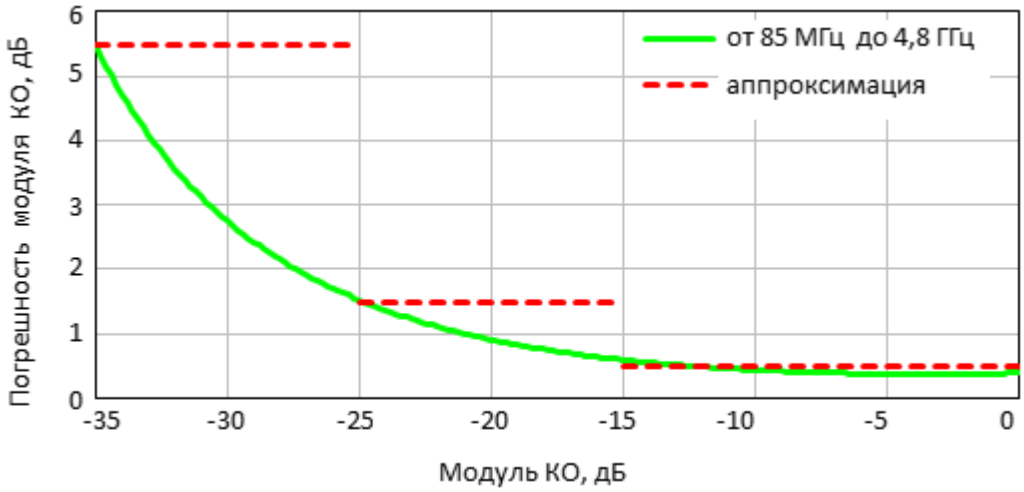
Наименование параметры	Значение
Диапазон полос пропускания фильтра ПЧ (с шагом 1/3), Гц	от 10 до $3 \cdot 10^4$
Количество точек измерений:	
RVNA	от 2 до 200 001
RNVNA	от 2 до 16 001

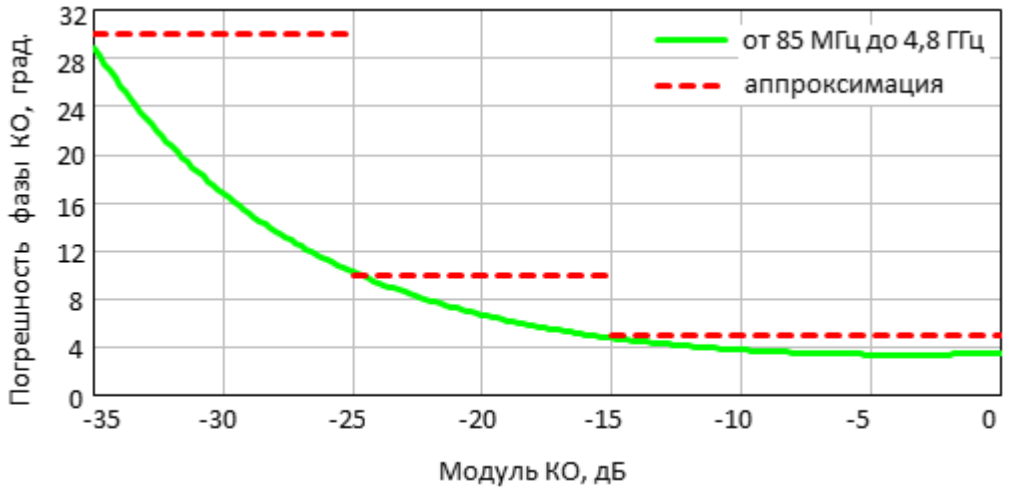
Таблица 85 – Требования к компьютеру

Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Частота процессора, ГГц, не менее	1
ОЗУ, Гб, не менее	2

Погрешность измерений модуля и фазы коэффициента отражения CABAN R54







3.3.2.5 CABAN R140

Таблица 86 – Динамический диапазон при полосе фильтра промежуточной частоты 10 Гц, дБм

Диапазон частот	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	107
от 4,8 ГГц до 14 ГГц	70

ПРИМЕЧАНИЕ Характеристики, указанные в настоящей таблицах 87 – 3, являются справочными и предназначены для упрощения расчета погрешности модуля и фазы коэффициентов передачи и отражения, а также погрешности измерений КСВН во время эксплуатации.

Таблица 87– Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента отражения в диапазоне его значений

Диапазон частот	Диапазон измерений S11	Модуль, дБ	Фаза, градус
от 85 МГц до 4,8 ГГц	от -35 до -25 дБ	±4,0	±22
	от -25 до -15 дБ	±1,2	±8
	от -15 до 0 дБ	±0,4	±4
от 4,8 ГГц до 14 ГГц	от -35 до -25 дБ	±5,5	±30
	от -25 до -15 дБ	±1,5	±10
	от -15 до 0 дБ	±0,5	±5

Таблица 88 – Дополнительная форма представления пределов допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи в диапазоне его значений, дБ

Диапазон частот	Диапазон измерений |S21|	Модуль, дБ
от 85 МГц до 4,8 ГГц	от минус 50 до 0 дБ	±1
от 4,8 ГГц до 14 ГГц	от минус 25 до 0 дБ	±1

Таблица 89 – Эффективные параметры в диапазоне частот

Диапазон частот	Параметр	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	направленность, дБ, не менее	45
	согласование источника, дБ, не менее	37
	трекинг отражения, дБ	±0,1
от 4,8 ГГц до 14 ГГц	направленность, дБ, не менее	42
	согласование источника, дБ, не менее	35
	трекинг отражения, дБ	±0,2

Таблица 90 – Отклонение результата измерений 0 дБ модуля коэффициента отражения при изменении температуры окружающей среды, дБ/°С, не более

Диапазон частот	Значение
от 85 МГц до 4,8 ГГц	0,015
от 4,8 ГГц до 14 ГГц	0,035

Таблица 91 – Параметры выхода измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Минимальный шаг установки частоты, Гц	10
Нестабильность частоты в рабочем диапазоне температур	$\pm 2{,}5 \cdot 10^{-6}$
Уровень выходного сигнала в диапазоне частот, дБм: от 85 МГц до 4,8 ГГц: Высокий уровень Низкий уровень от 4,8 ГГц до 14 ГГц	 0 минус 35 минус 10

Таблица 92 – Параметры входа измерительного порта

Наименование параметра	Значение
Максимальная допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	+23
Максимально допустимое входное напряжение постоянного тока на измерительном порту, В	50

Таблица 93 – Нелинейность амплитудной характеристики приёмников (компрессия), дБ

Уровень мощности на входе измерительного порта	Значение
0 дБм	0,1

Таблица 94 – Время измерения

Наименование параметры	Значение
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс	200 тип.
ПРИМЕЧАНИЯ – При полосе фильтра ПЧ 30 кГц и количестве точек 1001.	

Таблица 95 – Дополнительные параметры

Наименование параметры	Значение
Диапазон полос пропускания фильтра ПЧ (с шагом 1/3), Гц	от 10 до $3 \cdot 10^4$
Количество точек измерений: RVNA RNVNA	 от 2 до 200 001 от 2 до 16 001

Таблица 96 – Вход внешнего опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала, дБм	от 0 до +4
Входное сопротивление, Ом	50

Таблица 97 – Выход опорного генератора (соединитель «10 MHz Ref»)

Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Частота опорного генератора, МГц	10
Уровень мощности входного сигнала на нагрузке 50 Ом, дБм	от +1 до +5

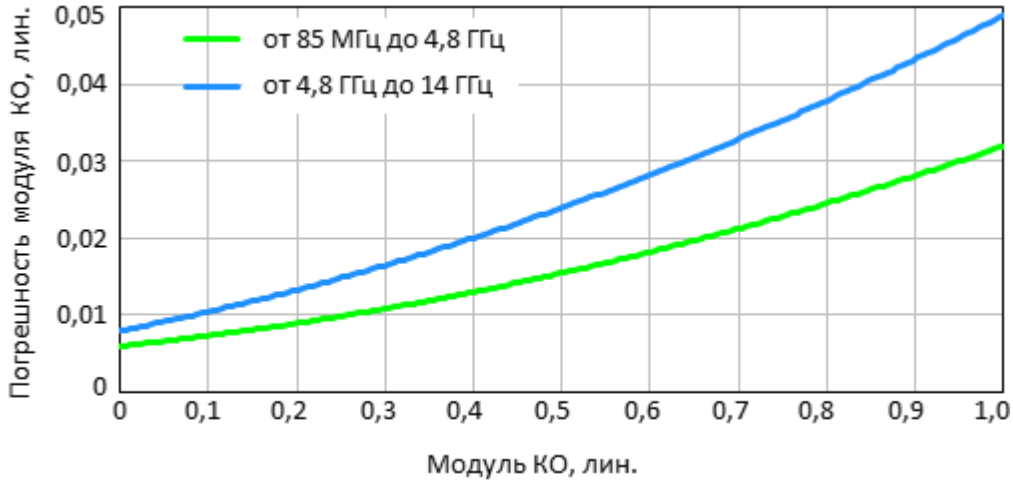
Таблица 98 – Вход триггера (соединитель «Trig In/Out»)

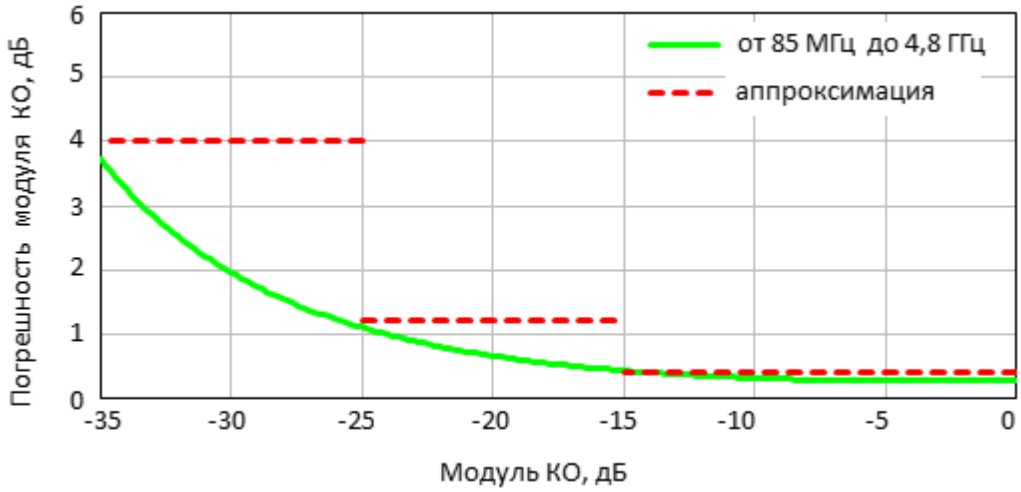
Наименование характеристики	Значение характеристики
Тип соединителя	SMA, розетка
Минимальная длительность импульса, мкс	2
Тип входа	Pulldown; 3,3 В; 1 кОм

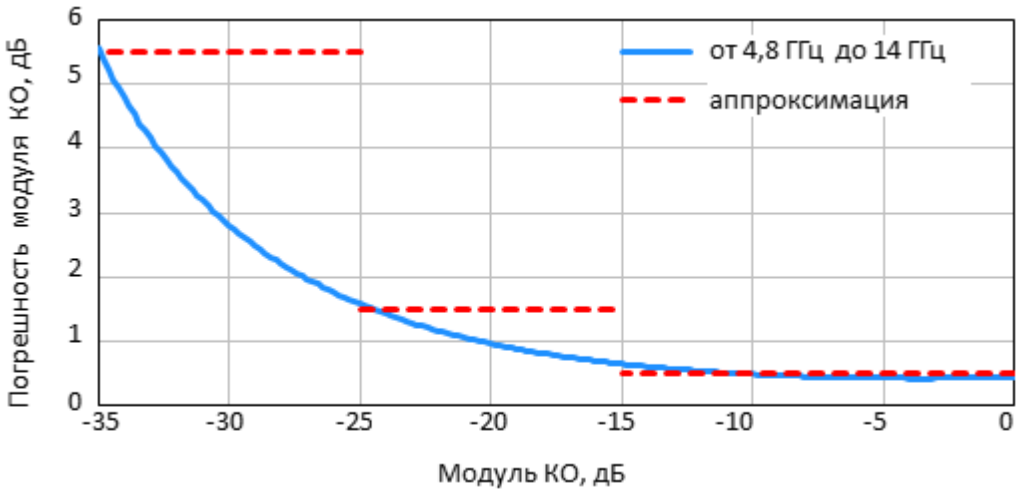
Таблица 99 – Требования к компьютеру

Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Частота процессора, ГГц, не менее	1
ОЗУ, Гб, не менее	2

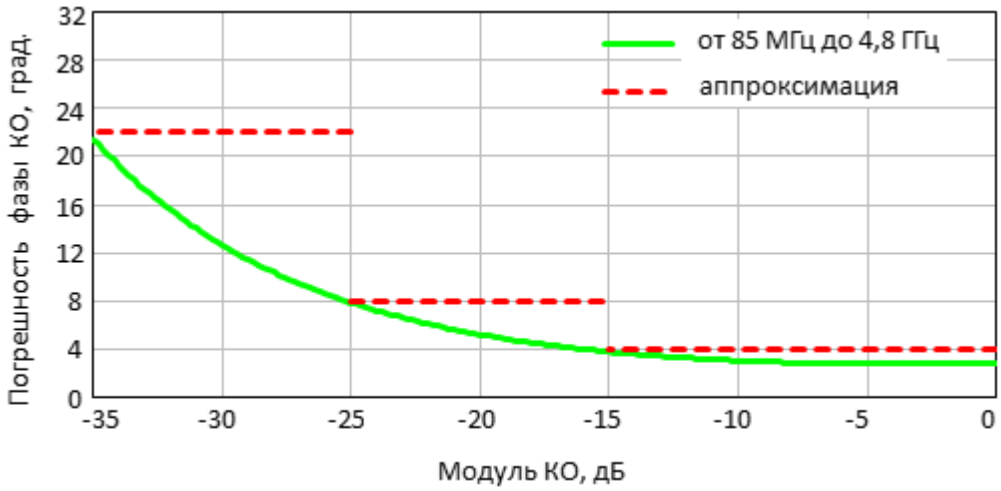
Погрешность измерений модуля коэффициента отражения CABAN R140

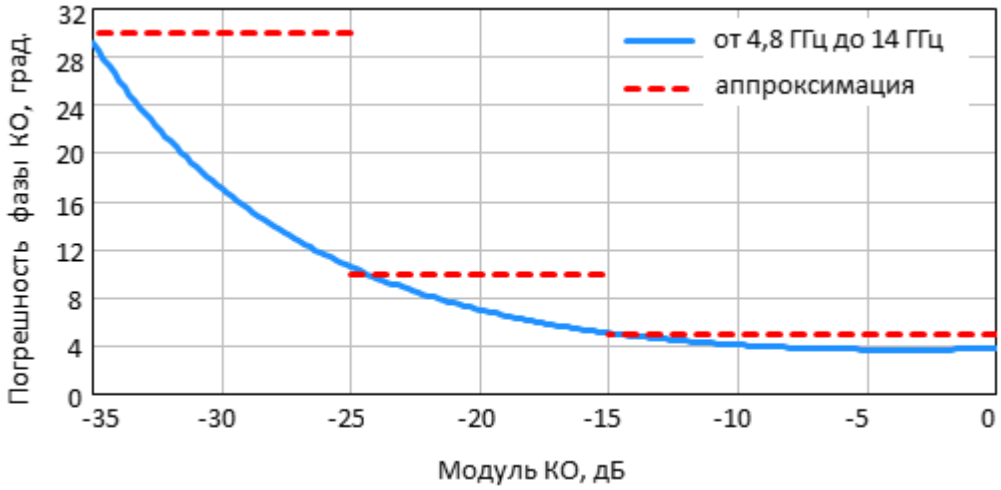






Погрешность измерений фазы коэффициента отражения CABAN R140





3.3.2.6 RNVNA

Таблица 100 – Дополнительные параметры

Наименование характеристики	Значение характеристики
Минимальное время измерения на одной частоте, мкс [1]:	
при использовании 2 рефлектометров	130 тип.
при использовании 8 рефлектометров	170 тип.
при использовании 16 рефлектометров	200 тип.
Количество точек измерения за сканирование	от 2 до 16 001
ПРИМЕЧАНИЕ – Минимальное время измерения на одной частоте для анализатора цепей RNVNA зависит от типа синхронизации и количества рефлектометров в составе.	

Таблица 101 – Требования к компьютеру

Наименование характеристики	Значение характеристики
Операционная система	Windows 7 и выше
Частота процессора, ГГц, не менее	1
ОЗУ, Гб, не менее	2

3.4 Устройство и принцип работы

Рефлектометр векторный состоит из генератора испытательного и гетеродинного сигнала, аттенюатора регулировки мощности, блока ответвителя направленного и других узлов, обеспечивающих работу. Измерительный порт рефлектометра векторного является источником испытательного сигнала. Падающая и отражённая волны блока направленных ответвителей (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 канала приёмника сигнала.

Принцип измерения комплексного коэффициента отражения заключается в подаче на исследуемое устройство (ИУ) тестового сигнала на заданной частоте, последующего измерения амплитуды и фазы отражённого исследуемым устройством сигнала и сравнения их с амплитудой и фазой тестового сигнала. Окончательный расчет и отображение результатов измерений комплексного коэффициента отражения, как функцию отношений амплитуд и разности фаз от частоты источника сигнала, выполняет внешний управляющий компьютер (ПК не входят в комплект поставки). Связь с компьютером осуществляется через USB-интерфейс.

Упрощенные структурные схемы рефлектометров векторных приведены на рисунках 2 и 5.

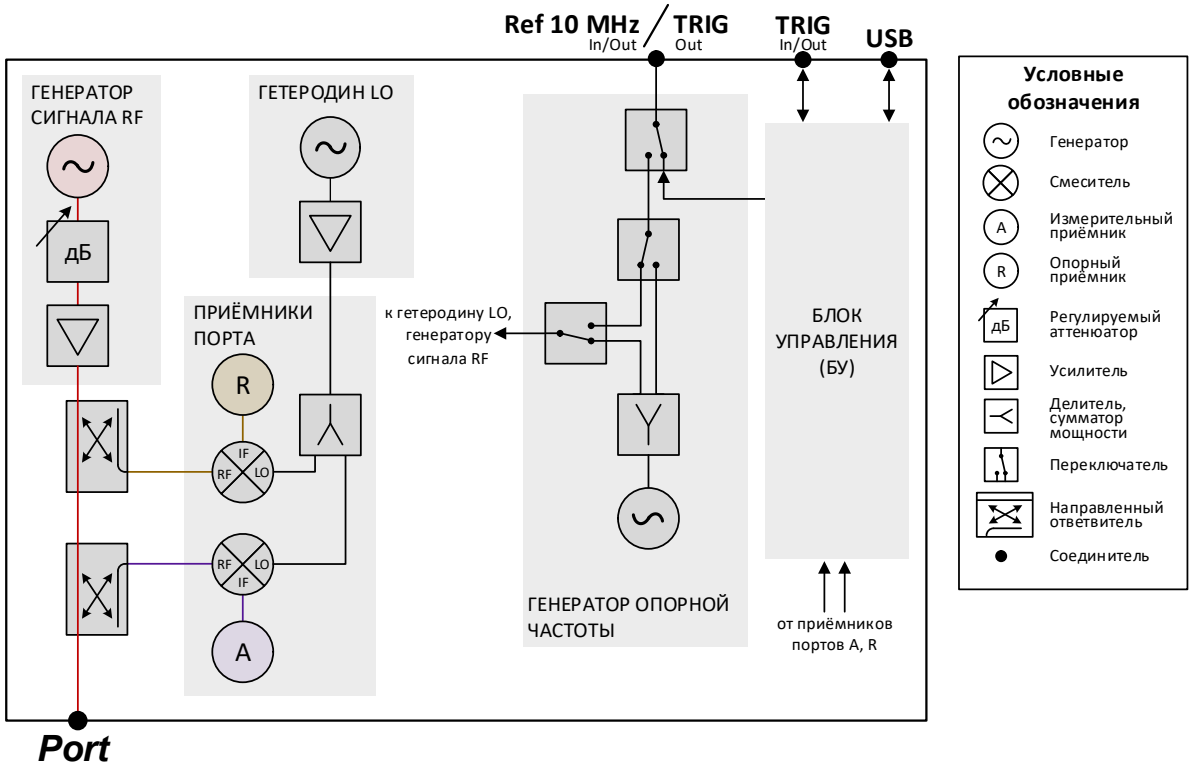


Рисунок 2 – Структурная схема рефлектометра векторного CABAN R60, R180

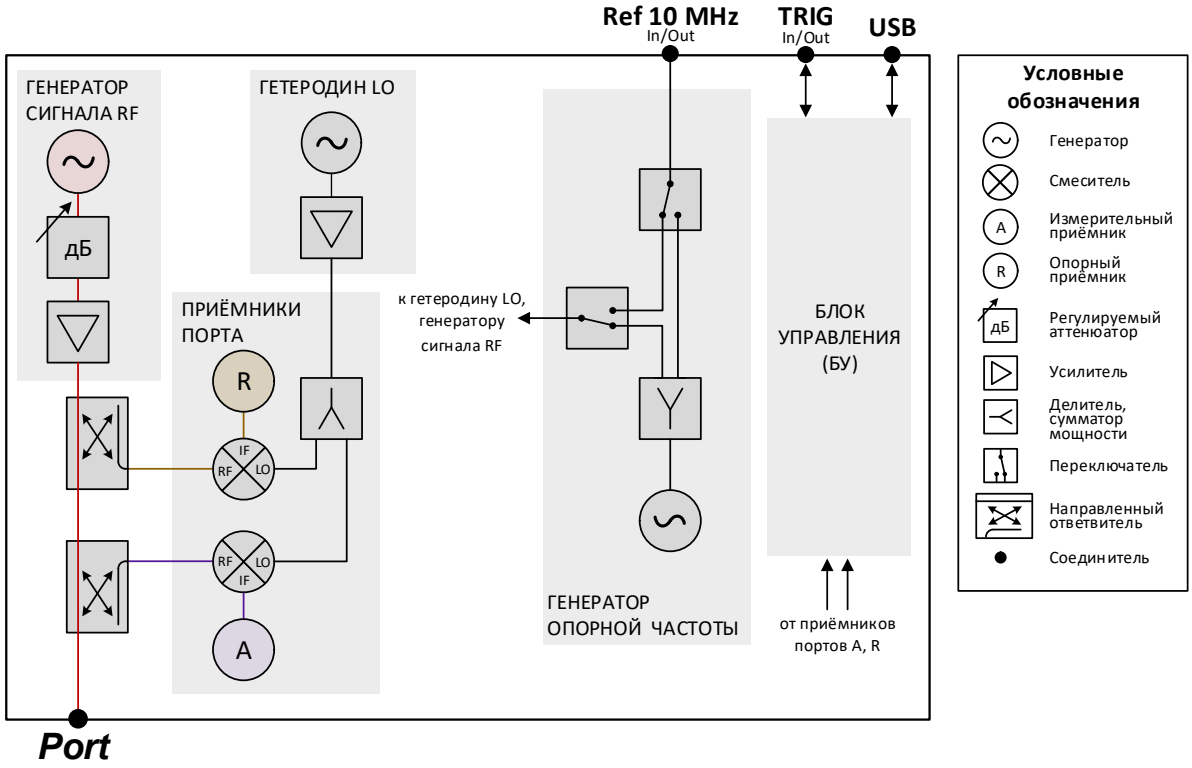


Рисунок 3 – Структурная схема рефлектометра векторного CABAN R150

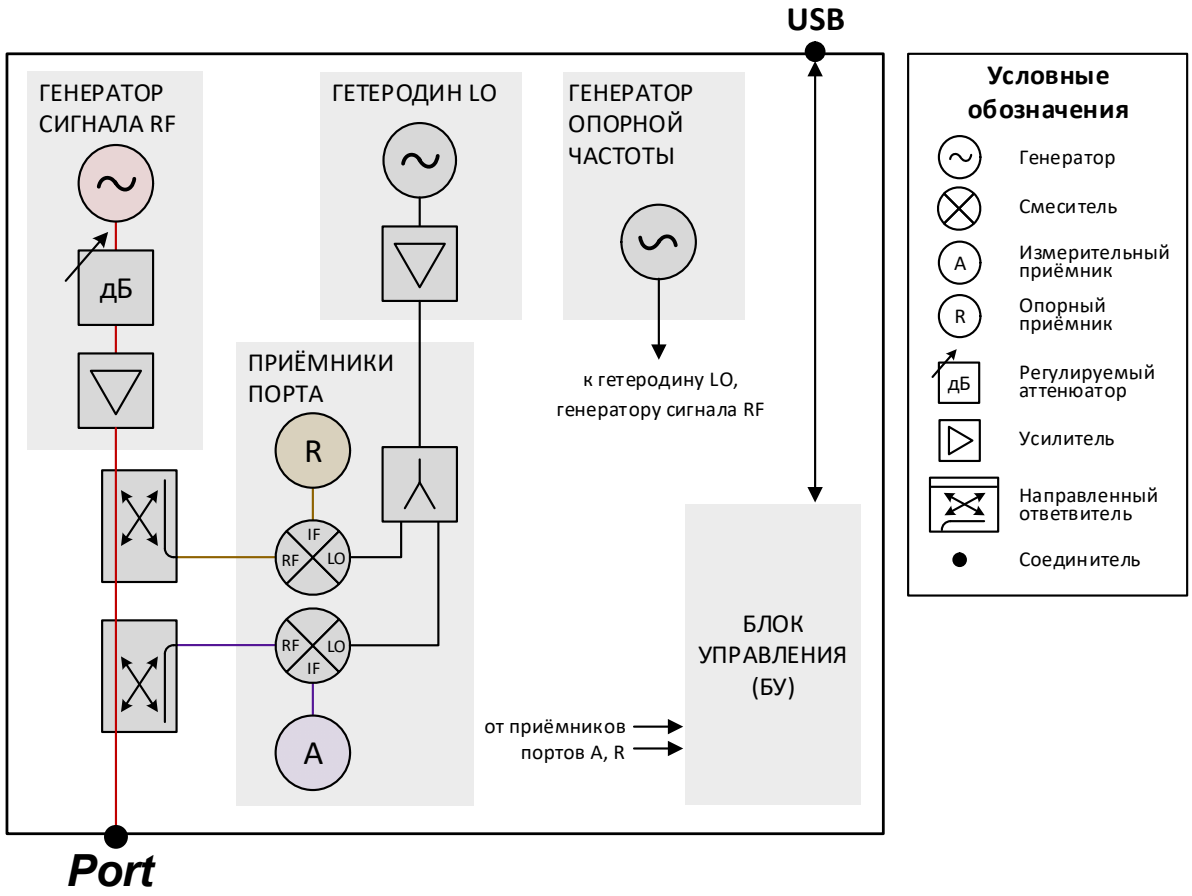


Рисунок 4 – Структурная схема рефлектометра векторного CABAN R54

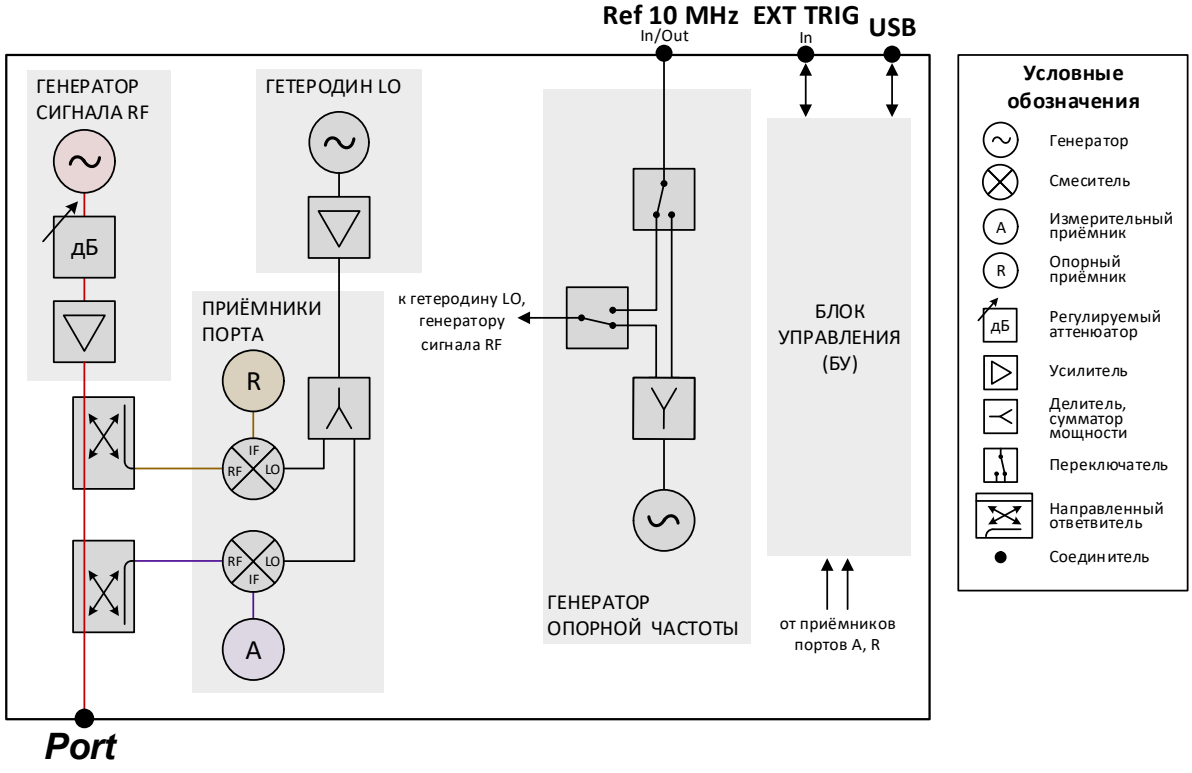


Рисунок 5 – Структурная схема рефлектометра векторного CABAN R140

Функциональная схема рефлектометров векторных приведена на рисунке 6.

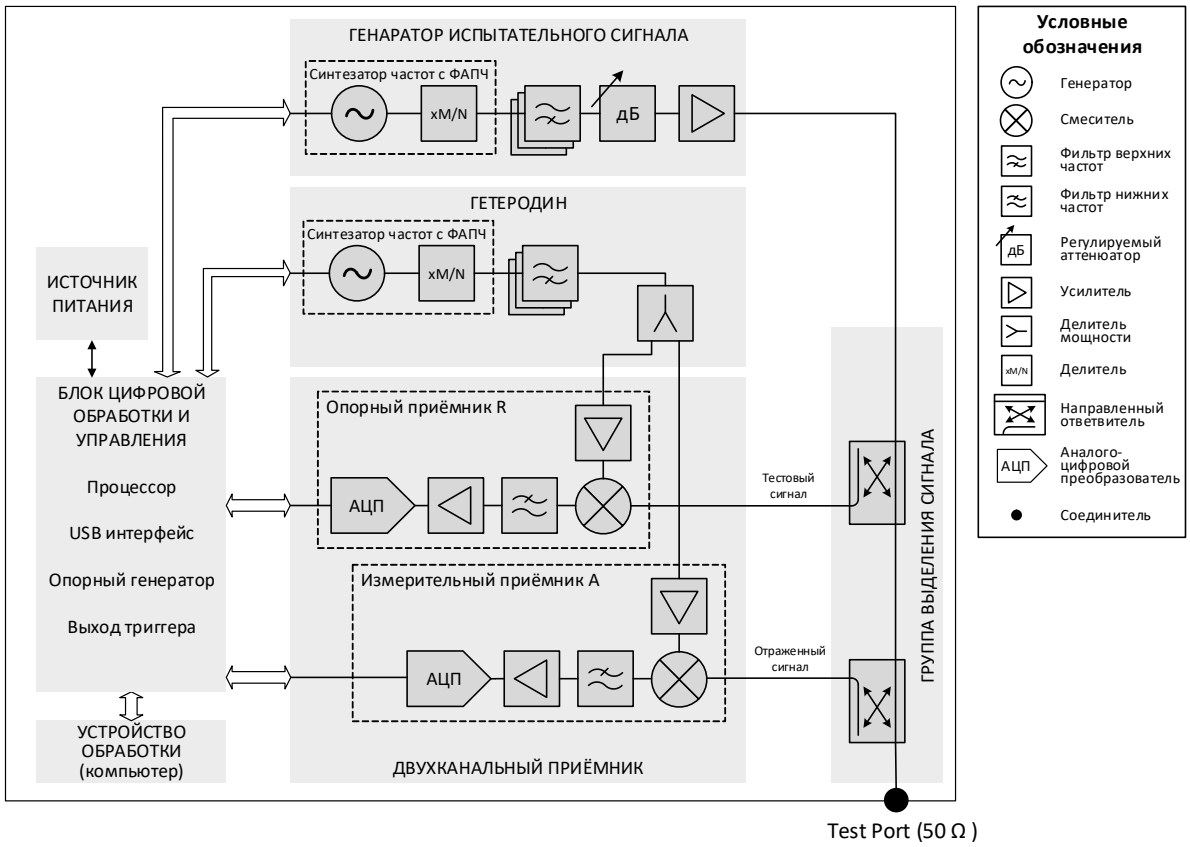


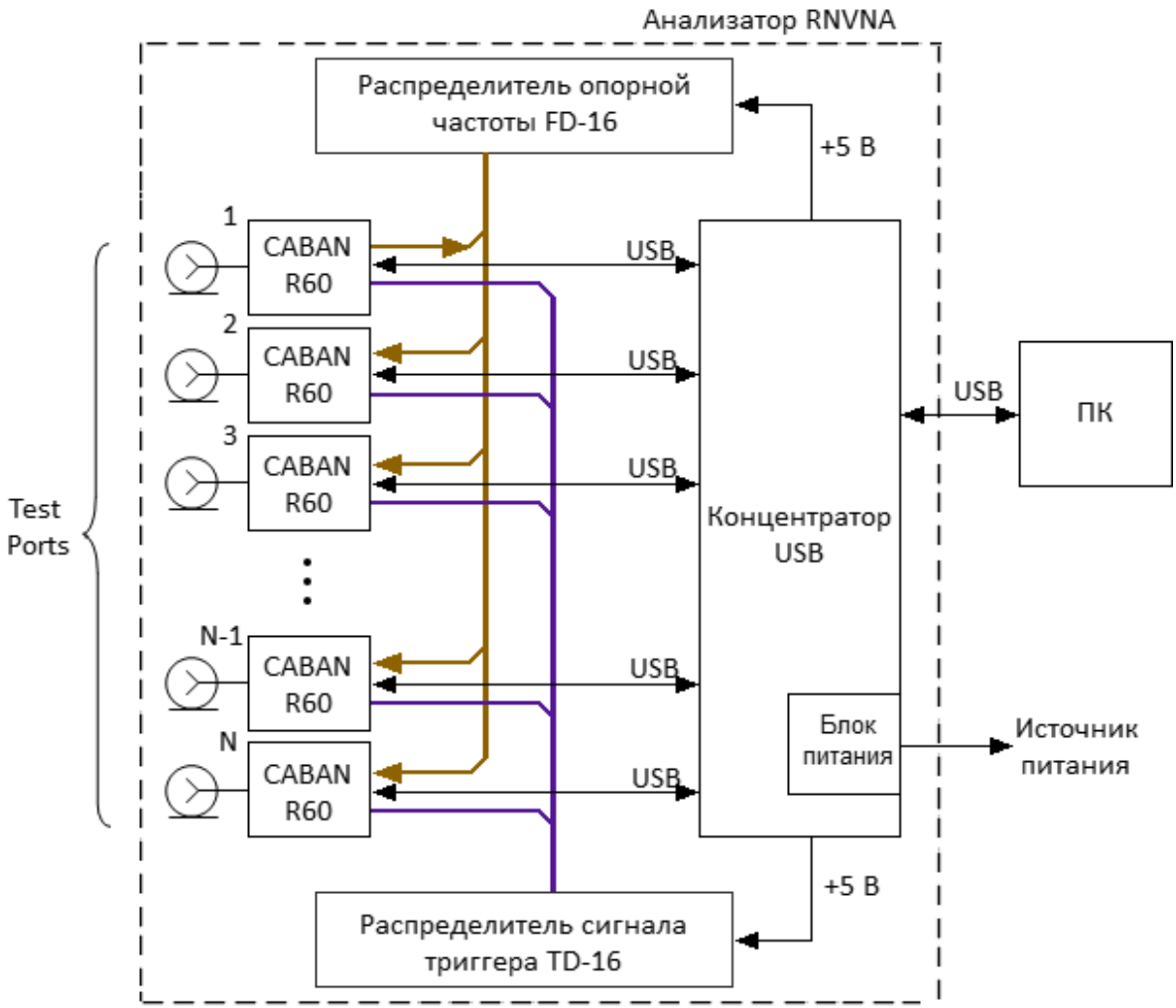
Рисунок 6 – Функциональная схема рефлектометра векторного

Анализатор цепей RNVNA состоит из набора векторных рефлектометров CABAN R60, подключенных к концентратору USB HUB для работы под управлением внешнего компьютера (ПК не входят в комплект поставки).

Опционально могут быть использованы распределители сигналов триггера TD-16 и опорной частоты FD-16. Использование распределителя сигнала триггера TD-16 позволяет увеличить скорости измерений. Использование распределителя сигнала опорной частоты FD-16 позволяет нивелировать расхождение частот между рефлектометрами векторными, что позволяет повысить точность измерения.

Единовременно источником сигнала может быть только один рефлектометр (активный). Остальные рефлектометры (пассивные) будут работать приёмниками сигнала. Рефлектометр назначается активным в зависимости от измеряемых в канале S-параметров. Например, при измерении параметров S11 и |S21| активным будет первый рефлектометр, при измерении |S12| и S22 – второй. Если в канале индикации указан перечень S-параметров, будет произведено несколько запусков сканирования, где рефлектометры будут меняться своими ролями.

Упрощенная структурная схема анализатора цепей RNVNA приведена 7.



N – количество задействованных рефлектометров

Рисунок 7 – Функциональная схема анализатора цепей RNVNA

3.5 Функциональные возможности

Функциональные возможности приборов разделены на следующие группы:

Общие сведения
Управление источником сигнала
Возможности индикации
Калибровка
Функции маркеров
Анализ данных
Измерение устройств с переносом частоты
Другие возможности
Удаленное управление

Общие сведения	
Измеряемые параметры	S11, потери в кабеле при использовании одного рефлектометра. S-параметры при использовании двух и более рефлектометров (отдельно или в составе анализаторов цепей RNVNA): • Sii, где i принимает значение от 1 до N; • |Sij|, i ≠ j, i и j принимают значение от 1 до N, где N - количество задействованных рефлектометров.
Число каналов	• от 1 до 4 логических каналов при использовании одного рефлектометра. • от 1 до 16 логических каналов при использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA).

	Логический канал представлен в виде отдельного окна на экране. Логический канал определяет параметры стимулирующего сигнала: частотный диапазон, число точек измерения и другие.
Число графиков	• от 1 до 4 графиков данных в каждом логическом канале при использовании одного рефлектометра. • от 1 до 16 графиков данных в каждом логическом канале при использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA). Графики представляют различные характеристики исследуемого устройства, включая модуль и фазу коэффициента отражения, графики отклика во временной области, потери в кабеле, модуль коэффициента передачи.
Память графиков	Каждый график данных в логическом канале может быть запомнен для последующего сравнения с текущими данными..
Форматы графиков	Коэффициент стоячей волны по напряжению, амплитуда в линейном и логарифмическом масштабе, потери в кабеле, фаза, фаза расширенная, групповое время запаздывания, диаграмма Вольперта-Смита.
Управление источником сигнала	
Тип сканирования по частоте	Линейный, логарифмический, сегментный.
Число точек сканирования	Устанавливается пользователем в диапазоне: • от 2 до 100 001 при использовании одного рефлектометра; • от 2 до 16 001 при использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA).

Сегментное сканирование	Разновидность сканирования по частоте с возможностью задания нескольких сегментов. В каждом сегменте задаются граничные частоты, число точек измерения, полоса ПЧ.
Управление мощностью	Для CABAN R150, CABAN R54, CABAN R140 существует два режима уровня выходной мощности: высокий и низкий. Для CABAN R60, CABAN R180 выходная мощность регулируется (диапазон мощности приведен в технических характеристиках на измеритель).
Триггер	Запуск цикла сканирования производится синхронно с заданными событиями. Режимы запуска сканирования: повторно, однократно, остановлен. Источник триггера: внутренний, внешний, программный. Доступность этой функции зависит от модели рефлектометра.
Возможности индикации	
Виды графиков	Измеряемые данные, память данных, либо одновременная индикация данных и памяти.
Математика	Модификация графика данных посредством математической операции между комплексными данными измерений и памяти. Доступные математические операции: сложение, вычитание, умножение, деление.
Автомасштабирование	Автоматический выбор цены деления и опорного уровня для наиболее наглядного отображения графика.
Автоматический выбор опорного уровня	Автоматический выбор опорного уровня в прямоугольных координатах. Вертикальное положение графика на экране изменяется так, чтобы опорный уровень пересекал график посередине.

Электрическая задержка	Линейная коррекция фазы в соответствии с заданной электрической задержкой. Задается независимо для каждого графика. Применяется, например, для компенсации электрической задержки в самом исследуемом устройстве при измерении отклонения фазы от линейного закона.
Смещение фазы	Смещение графика фазы на указанное значение в градусах.
Калибровка	
Калибровка	Калибровка для измерителей подобна процедуре установки нуля для некоторых типов измерительных приборов. Калибровка измерительной установки, включающей измерителя и адаптер, значительно увеличивает точность измерений. Калибровка позволяет вычислить и скорректировать систематические ошибки измерения, вызванные несовершенством измерительной установки: амплитудная и фазовая неравномерность, конечная направленность, несогласованность порта источника сигнала.
Виды калибровок	Рефлектометр векторный поддерживает следующие виды калибровок, отличающиеся по сложности выполнения и по погрешности измерений: • нормализация отражения; • полная однопортовая калибровка. При использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA): • нормализация модуля коэффициента передачи; • полная однопортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи;

	• полная двухпортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи.
Калибровка нормализации отражения	Наиболее простой вид калибровки. Обладает низкой точностью.
Полная однопортовая калибровка	Вид калибровки, используемый при однопортовом измерении отражения. Обладает высокой точностью.
Скалярная нормализация передачи (при использовании двух рефлектометров)	Вид калибровки, используемый при двухпортовом измерении передачи (только при использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA). Имеет низкую точность.
Полная однопортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи	Вид калибровки, используемый при двухпортовом измерении передачи (только при использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA). Повышает точность измерения коэффициента передачи за счет учета согласования источника сигнала с измеряемым устройством. Имеет среднюю точность.
Полная двухпортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи	Вид калибровки, используемый при двухпортовом измерении передачи (только при использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA). Повышает точность измерения коэффициента передачи за счет учета согласования источника и приемника сигнала с измеряемым устройством. Имеет высокую точность.
Заводская калибровка	Наличие заводской калибровки рефлектометра позволяет выполнять измерения без предварительной калибровки, а также уменьшить погрешность измерений при выполнении нормализации отражения.

Комплекты механических калибровочных мер	В программном обеспечении измерителей можно выбрать один из заранее предопределенных комплектов калибровочных мер различных производителей.
Автоматические калибровочные модули (АКМ)	Модули автоматической калибровки производства ООО "ПЛАНАР" позволяют выполнить полную SOLT калибровку за одно подключение. Калибровка с использованием АКМ проще и быстрее калибровки выполняемой комплектом механических мер. Использование АКМ обеспечивает высокую точность калибровки.
Определение калибровочных мер	Поддерживаются стандартные определения: • с помощью полиномиальной модели; • на основе данных (S-параметры).
Интерполяция при коррекции ошибок	При изменении граничных частот стимулирующего сигнала или количества точек измерения, по сравнению с настройками калибровки, применяется пересчет калибровочных коэффициентов с использованием интерполяции или экстраполяции (экстраполяция не рекомендуется).
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	Вычисление четырёх 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 её 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 значений S-параметров, измеренных при значении собственного волнового сопротивления порта 50 Ω, в значения, которые были бы получены при произвольном значении волнового сопротивления порта. ПРИМЕЧАНИЕ – Функция применима только для измерения коэффициентов отражения (S11, S22 и т. д.).

Исключение цепи	Функция, позволяющая математически исключить влияние цепи, включённой между плоскостью калибровки порта и исследуемым устройством. Цепь должна быть определена матрицей S-параметров, как файл формата Touchstone. ПРИМЕЧАНИЕ – Функция применима только для измерения коэффициентов отражения (S11, S22 и т. д.).
Встраивание цепи	Функция математически моделирует S-параметры нового устройства, полученного виртуальным встраиванием цепи между плоскостью калибровки порта и исследуемым устройством. Цепь определяется матрицей S-параметров, описанной в файле формата Touchstone. ПРИМЕЧАНИЕ – Функция применима только для измерения коэффициентов отражения (S11, S22 и т. д.).
Преобразование S-параметров устройства	Функция математически преобразует измеряемые S-параметры в следующие характеристики исследуемого устройства: входное сопротивление и проводимость, проходное сопротивление и проводимость, инверсия S-параметров. ПРИМЕЧАНИЕ – Функция применима только для измерения коэффициентов отражения (S11, S22 и т. д.).
Временная область	Функция математически имитирует традиционную рефлектометрию во временной области. Для этого на основе измеренных в частотной области данных с помощью Chirp-Z преобразования моделируется отклик исследуемого устройства на различные виды сигналов во временной области. Вид моделируемых стимулирующих сигналов: радиоимпульс, видеоимпульс, видеоперепад. Диапазон временной области задается

	пользователем произвольно от нуля до максимума, который определяется установленным шагом по частоте. Используются различные формы окон для достижения компромисса между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков. ПРИМЕЧАНИЕ – Функция применима только для измерения коэффициентов отражения (S11, S22 и т. д.).
Временная селекция	Функция математически удаляет нежелательные отклики во временной области, что позволяет получить частотную характеристику устройства без влияния устройств подключения. Функция использует преобразование во временную область, вырезает фильтром заданную часть временной области, и используя обратное преобразование возвращает результат селекции в частотную область. Применяются полосовой или режекторный фильтры временной селекции. Выбор формы фильтра (широкая, норма, минимум) позволяет найти компромисс между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков. ПРИМЕЧАНИЕ – Функция применима только для измерения коэффициентов отражения (S11, S22 и т. д.).
Измерение устройств с переносом частоты	
Режим смещения частоты	Метод позволяет измерять скалярный коэффициент передачи. Используется режим смещения частоты портов, когда частота порта приёмника смещена относительно частоты порта источника. ПРИМЕЧАНИЕ – При использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA).
Автоматическая подстройка частоты	В режиме смещения частоты при выполнении скалярных измерений позволяет автоматически

смещения	подстраивать частоту приёмника, компенсируя погрешность установки гетеродина в исследуемом устройстве. ПРИМЕЧАНИЕ – При использовании двух и более рефлектометров (раздельно или в составе анализаторов цепей RNVNA).
Другие возможности	
Управление прибором	Управление прибором осуществляется с внешнего персонального компьютера через интерфейс USB.
Удобный графический интерфейс	Интуитивно понятный пользовательский интерфейс на базе операционной системы Windows обеспечивает быструю и простую работу с измерителем. Программный интерфейс измерителя совместим с современными планшетными ПК и ноутбуками.
Распечатка и сохранение графиков	Возможно сохранение графиков в графическом формате и сохранение данных в форматах Touchstone и *.CSV (значения, разделенные запятыми) на жестком диске.
Удаленное управление	
COM/DCOM	Дистанционное управление с помощью COM/DCOM (Component Object Model). Приложение RVNA содержит сервер COM автоматизации, который предоставляет программный интерфейс для вызова своих функций со стороны программ пользователя. Протокол COM доступен только в ОС Windows. Автоматизация COM используется, когда приложение RVNA и пользовательская программа выполняются на одном ПК. Автоматизация DCOM используется, когда пользовательская программа и приложение RVNA выполняются на разных ПК, подключенных к локальной сети.

	Автоматизация измерителя может быть достигнута на любом COM / DCOM-совместимом языке или среде, включая Python, C ++, C #, VB.NET, LabVIEW, MATLAB, Octave, VEE, Visual Basic (Excel) и других.
SCPI, TCP/IP Socket	Дистанционное управление с помощью команд SCPI (Стандартные команды для программируемых инструментов). Протокол SCPI основан на обмене текстовыми сообщениями: команды посылаются измерителю, в ответ, если предусмотрено командой, возвращаются данные. Протокол SCPI доступен как в ОС Windows, так и в ОС Linux. Для доставки команд SCPI измеритель использует сетевой протокол TCP/IP Socket. Данный протокол может поддерживаться библиотекой VISA или напрямую программируется на любом языке или в любой среде, которая поддерживает TCP/IP Socket. Рекомендуется использовать стандартную библиотеку VISA. Библиотека VISA – это бесплатный и широко используемый программный интерфейс ввода-вывода в области тестирования и измерений.

4 Подготовка к работе

4.1 Общие положения

Если измеритель и подключаемые аксессуары находились в условия отличных от условий эксплуатации, прежде чем включить их и приступить к работе, выдержите их в условиях эксплуатации не менее двух часов.

Распакуйте измеритель, если он находится в упаковке или транспортной таре.

Разместите измеритель на рабочем месте. Площадь поверхности рабочего стола должна быть достаточной для размещения на ней измерителя и исследуемых устройств.

Измеритель должен располагаться на поверхности рабочего стола так, чтобы обеспечивался свободный доступ к соединителям. Устройства, подключаемые к измерителю, должны располагаться на рабочей поверхности стола или непосредственно над ней.

При эксплуатации вентиляционные отверстия на корпусе измерителя не должны закрываться предметами.

ВНИМАНИЕ!

Осмотр измерителя CABAN R180 разрешается проводить только при отключении прибора от сети электропитания и отсоединении внешнего блока питания.

Осмотр анализаторов цепей RNVNA разрешается проводить только при отключении концентратора USB HUB от сети электропитания.

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

Проведите внешний осмотр измерителя совместно с используемым комплектом аксессуаров. При необходимости, проведите чистку соединителя измерительного порта, кабелей и переходов, а также средств калибровки и выполните проверку присоединительных размеров соединителей указанных устройств.

4.2 Распаковывание и повторное упаковывание

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

Для упаковывания измерителя используется индивидуальная потребительская тара.

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

4.2.1 Распаковывание

Распаковывание проводить в указанной последовательности:

- расположите коробку в соответствии с манипуляционными знаками;
- откройте коробку, ознакомьтесь с сопроводительной документацией, аккуратно извлеките полиэтиленовые пакеты с измерителем, кабелем USB, USB flash накопителем с эксплуатационной документацией;
- снимите пакеты и проведите внешний осмотр (порядок внешнего осмотра см. в п. Внешний осмотр).

ПРИМЕЧАНИЕ	После распаковывания рекомендуется картонную коробку совместно с амортизационным материалом и транспортной тарой сохранить для возможного дальнейшего использования (при транспортировке на поверку, постановке на хранение или отправке на ремонт).

4.2.2 Упаковывание

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

Упаковывание проводить в следующей последовательности:

- проведите внешний осмотр измерителя (порядок внешнего осмотра см. в п. Внешний осмотр);
- поместите кабель USB и USB flash накопитель в полиэтиленовые пакеты соответствующего размера;
- положите измеритель, кабель USB и USB flash накопитель в коробку;

- добавьте в коробку пакетики с мелкопористым силикагелем массой приблизительно 10 г;
- закройте измеритель вторым вкладышем из пенополиэтилена;

ПРИМЕЧАНИЕ

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

- для заполнения пустоты в верхней части коробки, при необходимости, положите мягкий вкладыш;
- заполните необходимую сопроводительную документацию и поместите ее в полиэтиленовый пакет (прозрачный файл или мультифору);
- вложите сопроводительную документацию в коробку;
- закройте коробку крышкой и зафиксировать крышку скотчем (клейкой лентой) с четырех сторон;
- нанесите на коробку маркировку:
    1. наименование предприятия-изготовителя;
    2. наименование и серийный номер измерителя;
    3. манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно!», «Беречь от влаги» и «Верх», если используется не оригинальная индивидуальная потребительская тара.

4.3 Внешний осмотр

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

Последовательность проведения внешнего осмотра рефлектометров векторных:

- при первичном осмотре проверьте наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя, отсутствие следов вскрытия корпуса измерителя, целостность USB кабеля;
- проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе измерителя, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность

маркировки. При обнаружении несоответствий дальнейшая работа с измерителем запрещается;

- при наличии, проведите визуальный контроль целостности устройств из комплекта аксессуаров, к которым относятся кабели, переходы и средства калибровки;
- проведите визуальный контроль целостности и чистоты соединителя измерительного порта измерителя, кабелей и переходов, а также средств калибровки. При обнаружении посторонних частиц проведите чистку их соединителей;
- проверьте отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей указанных устройств.

ВНИМАНИЕ! При обнаружении механических повреждений соединителя измерителя дальнейшая работа с этим измерителем ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Измеритель бракуется и изолируется с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других измерителей.

Последовательность проведения внешнего осмотра анализаторов цепей RNVNA:

- проведите внешний осмотр всех рефлектометров векторных и устройств из комплекта аксессуаров (при наличии) по методике, изложенной выше;
- проверьте отсутствие глубоких царапин, вмятин и забоин на шасси, распределителях сигналов триггера TD-16 и опорной частоты FD-16 концентраторе USB HUB. Проверьте целостность лакокрасочных покрытий и сохранность маркировки на шасси;

ВНИМАНИЕ! При обнаружении механических повреждений какого-либо измерителя или распределителя дальнейшая работа с этими измерителем или распределителем ЗАПРЕЩАЕТСЯ.

- проверьте подключения согласно инструкции по сборке:
  1 кабелей USB между измерителями и концентратором USB HUB;
  2 кабелей SMA между измерителями и распределителями сигналов триггера TD-16 и опорной частоты FD-16 (при наличии);
  3 кабелей USB между распределителями сигналов триггера TD-16 и опорной частоты FD-16 и концентратором USB HUB (при наличии).

При обнаружении несоответствий произведите необходимые подключения.

4.4 Чистка соединителей

Чистку соединителей рекомендуется проводить до и после использования измерителя и комплекта аксессуаров.

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

- протрите поверхности соединителей, указанные стрелками на рисунках 8 и 9, палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте; капли спирта не должны попадать вовнутрь устройств;

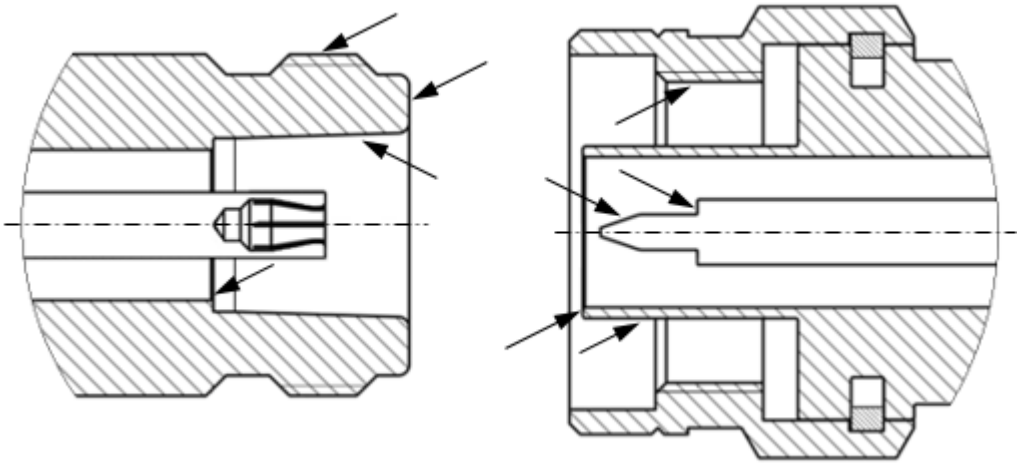


Рисунок 8 – Соединители тип N (розетка и вилка)

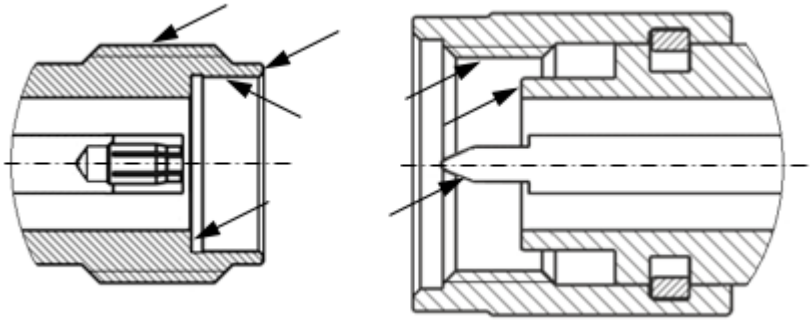


Рисунок 9 – Соединители тип 3,5 мм (розетка и вилка)

- проведите чистку остальных внутренних поверхностей соединителей, продув их воздухом;
- просушите соединители, убедитесь в отсутствии остатков спирта внутри соединителей;
- проведите визуальный контроль чистоты соединителей, убедитесь в отсутствии посторонних частиц;

- при необходимости повторите чистку.

ВНИМАНИЕ!	ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять металлические предметы для чистки соединителей. ЗАПРЕЩАЕТСЯ протирать центральный проводник соединителей «розетка». Чистку проводить продувкой воздухом.

4.5 Проверка присоединительных размеров

Рекомендуется проверить присоединительные размеры соединителя измерительного порта измерителя, кабелей и переходов, а также средств калибровки, при первом использовании. В дальнейшем, проверяйте присоединительные размеры регулярно.

Первая проверка соединителей позволит получить значения присоединительных размеров, которые могут быть использованы при эксплуатации измерителя 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 измерителем, 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» (см. рисунках 10 и 11).

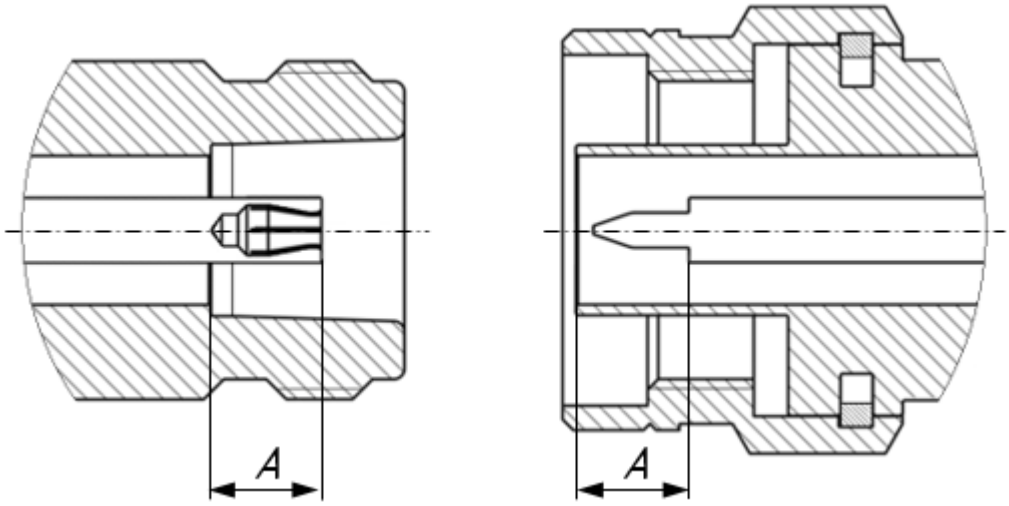


Рисунок 10 – Соединители тип N (розетка и вилка)

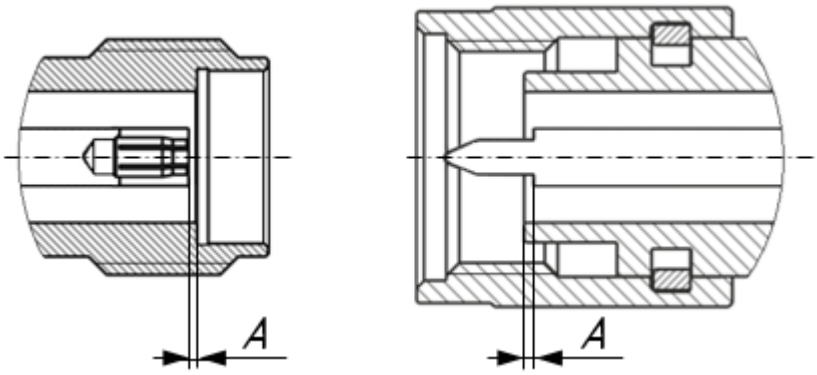


Рисунок 11 – Соединители тип 3,5 мм (розетка и вилка)

Присоединительный размер «А» соединителей измерительных портов измерителя должен находиться в пределах:

- тип N, розетка, мм от 5,18 до 5,26
- тип N, вилка, мм от 5,28 до 5,36
- тип 3,5 мм, розетка, мм от -0,08 до 0
- тип 3,5 мм, вилка, мм от -0,08 до 0.

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

ПРИМЕЧАНИЕ При обнаружении несоответствий размеров проверяемого соединителя установленным нормам необходимо

выполнить ремонт. Измеритель с такими соединителями бракуют.

4.6 Подключение и отключение устройств

При эксплуатации измерителя постоянно возникает необходимость подключения различных устройств между собой: кабелей к измерительному порту измерителя, переходов к кабелям, средств калибровки к переходам или порту измерителя, а также исследуемых устройств к порту и т.д.

Подключение устройств с коаксиальными соединителями рекомендуется выполнять в следующей последовательности для обеспечения максимальной повторяемости результата измерений и предотвращения поломки:

- аккуратно совместите соединители подключаемых устройств;
- удерживая подключаемое устройство, руками накрутите гайку соединителя «вилка». При этом рабочие поверхности центральных проводников и опорные плоскости внешних проводников должны соприкасаться, как показано на рисунках 12 и 13;
- затяните с помощью тарированного ключа (усилие затягивания зависит от типа соединителя) гайку соединителя «вилка», при этом следует удерживать подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания. Окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводите, удерживая ключ за конец ручки. Прекратите затягивание в момент излома ручки ключа.

Присоединение следует осуществлять только вращением гайки соединителя «вилка».

ЗАПРЕЩАЕТСЯ вращать корпус подключаемого устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ Затягивание гайки соединителя «вилка» выполняйте с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента.

- от 1,1 до 1,5 Н·м – для соединителей тип N;
- от 0,8 до 1,0 Н·м – для соединителей тип 3,5 мм.

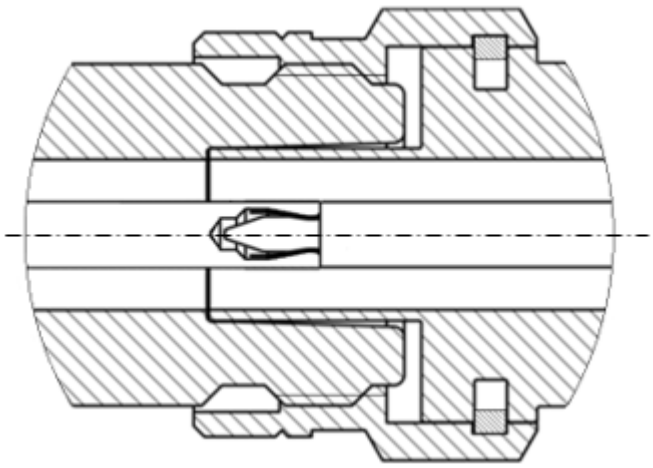


Рисунок 12 – Соединители тип N (розетка слева, вилка справа)

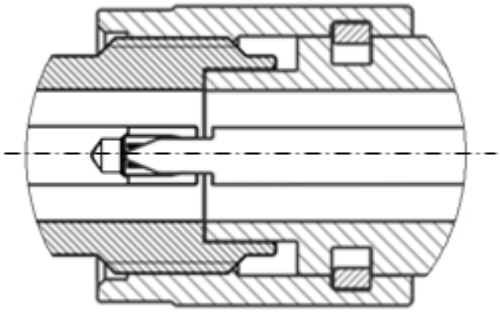


Рисунок 13 – Соединители тип 3,5 мм (розетка слева, вилка справа)

Отключение соединителей должно выполняться в последовательности:

- с помощью ключа, которым проводилось затягивание, ослабьте крепление гайки соединителя «вилка», при этом удерживайте 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, раскрутите гайку соединителя «вилка».

4.7 Порядок включения и выключения питания

Питания измерителя зависит от модели (см. таблицу 102).

Таблица 102

Измеритель	Электропитание
CABAN R54, CABAN R60, CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12, CABAN R140	Электропитание осуществляется по кабелю USB.
CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12	Электропитание должно осуществляться от внешнего блока питания с напряжением 5 В. Перед включением прибора в сеть следует проверить исправность внешнего блока питания.
RNVNA	Электропитание концентратора USB HUB должно осуществляться от сети переменного тока 230 В, 50 Гц. Перед включением прибора в сеть проведите внешний осмотр прибора (см. п. Внешний осмотр).

Последовательность включения питания рефлектометра векторного:

- включите компьютер;
- подключите измеритель к сети электропитания (только для CABAN R180);
- соедините измеритель с компьютером кабелем USB из комплекта поставки;
- установите программное обеспечение, если оно не было ранее установлено (процедура установки программного обеспечения описана в части II руководства по эксплуатации);
- запустите программное обеспечение;
- выдержите измеритель в течение времени установления рабочего режима

ВНИМАНИЕ! При подключении измерителя к компьютеру, программное обеспечение производит загрузку микропрограмм в

прибор. По окончании загрузки через 5 - 10 с измеритель готов к работе.

Последовательность выключения питания рефлектометра векторного:

- закройте программное обеспечение;
- при необходимости, разберите схему измерений;
- отсоедините измеритель от сети электропитания (только для CABAN R180).

Последовательность включения питания анализатора цепей RNVNA:

- включите компьютер;
- подключите кабель питания концентратора USB HUB к сети переменного тока 230 В, 50 Гц;
- соедините концентратор USB HUB с компьютером кабелем USB из комплекта поставки;
- установите программное обеспечение, если оно не было ранее установлено (процедура установки программного обеспечения описана в части II руководства по эксплуатации);
- запустите программное обеспечение;
- выдержите измеритель в течение времени установления рабочего режима.

ВНИМАНИЕ!	При подключении измерителя к компьютеру, программное обеспечение производит загрузку микропрограмм в прибор. По окончании загрузки через 5 - 10 с измеритель готов к работе.

Последовательность выключения питания рефлектометра векторного:

- закройте программное обеспечение;
- при необходимости, разберите схему измерений;
- отсоедините кабель питания концентратора USB HUB от сети переменного тока 230 В, 50 Гц.

4.8 Порядок работы

4.8.1 Расположение органов управления

Рефлектометр векторный CABAN R54



Рисунок 14 – Лицевая сторона

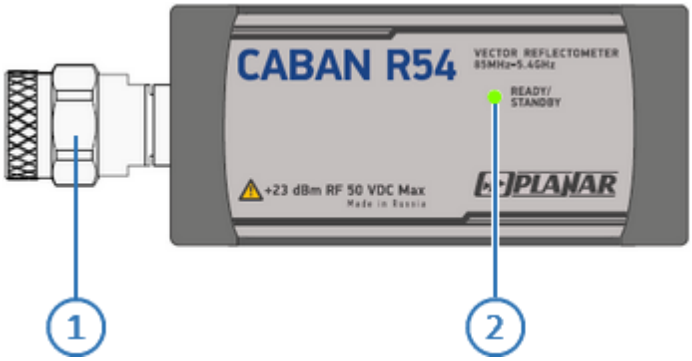


Рисунок 15 – Оборотная сторона

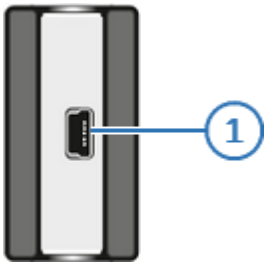


Рисунок 16 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R60



Рисунок 17 – Лицевая сторона

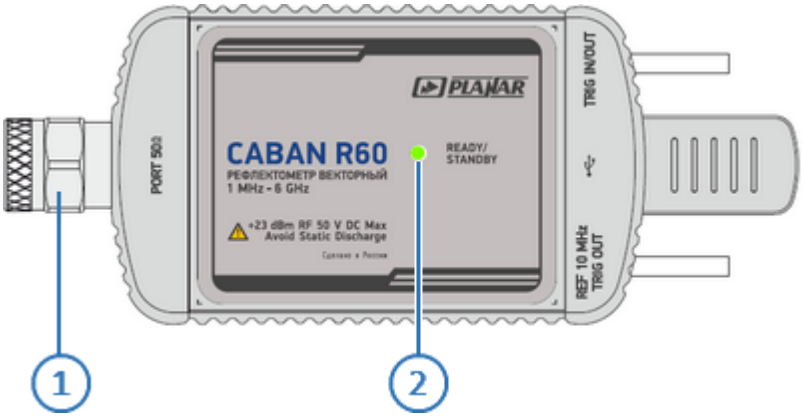


Рисунок 18 – Оборотная сторона

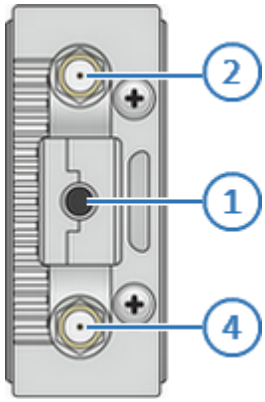


Рисунок 19 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R150-01



Рисунок 20 – Лицевая сторона

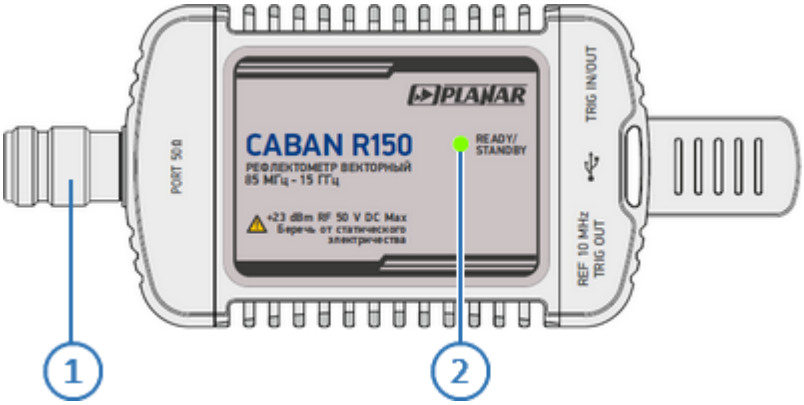


Рисунок 21 – Оборотная сторона

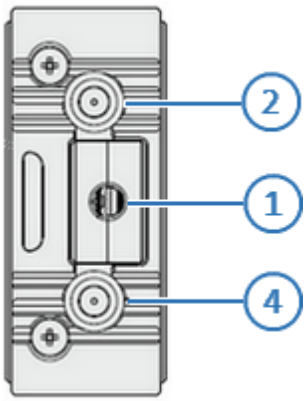


Рисунок 22 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R150-02



Рисунок 23 – Лицевая сторона

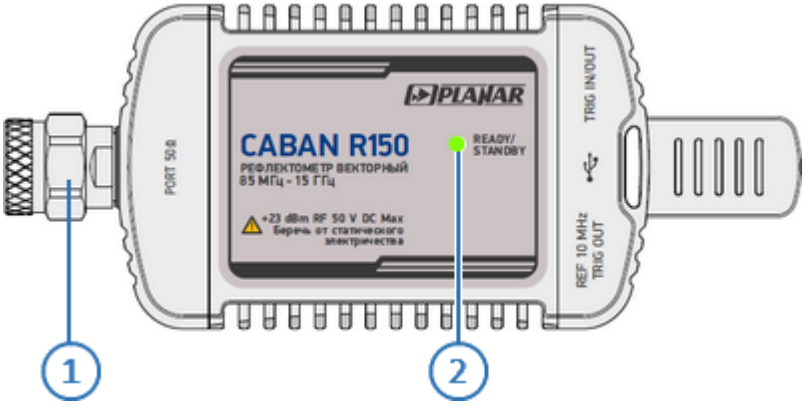


Рисунок 24 – Оборотная сторона

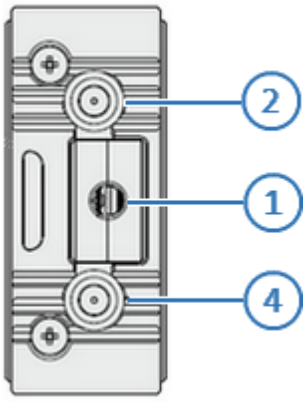


Рисунок 25 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R150-11

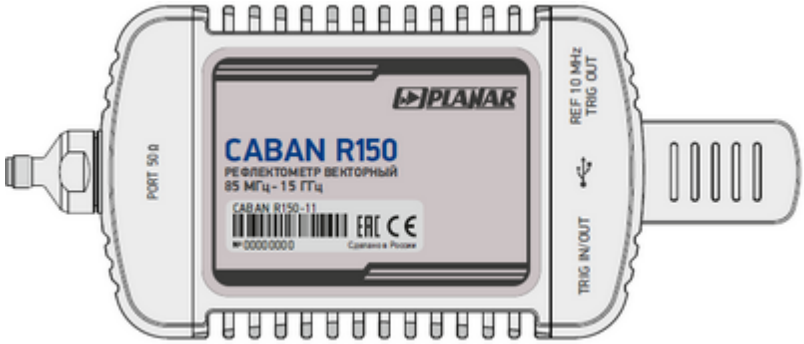


Рисунок 26 – Лицевая сторона

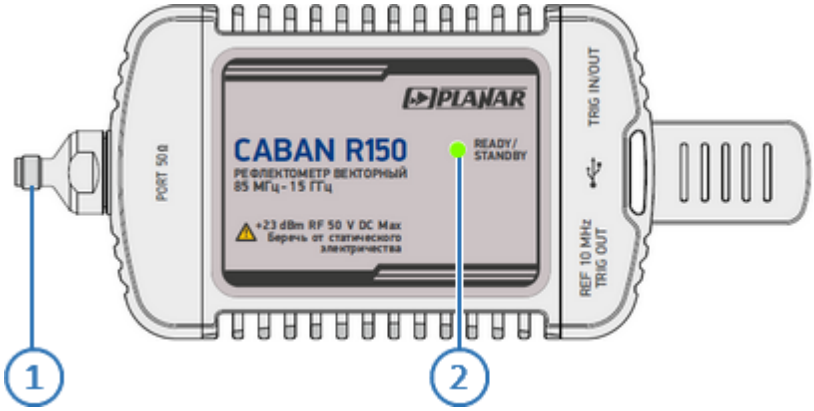


Рисунок 27 – Оборотная сторона

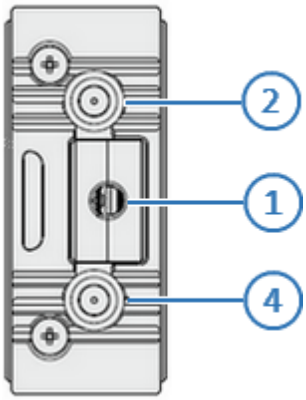


Рисунок 28 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R150-12

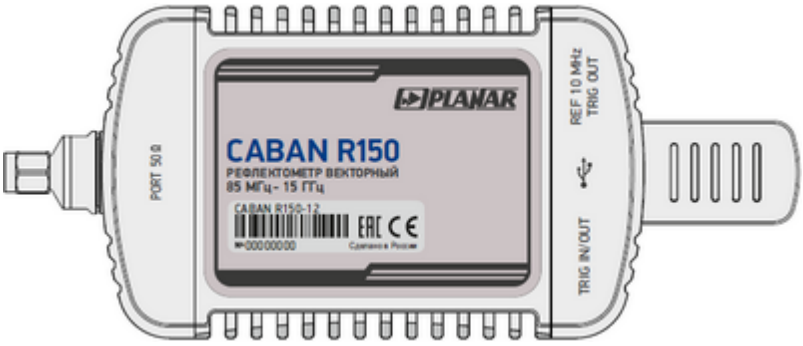


Рисунок 29 – Лицевая сторона

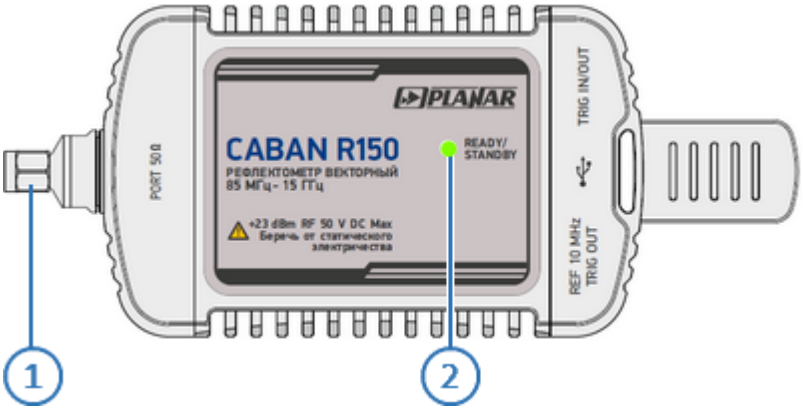


Рисунок 30 – Оборотная сторона

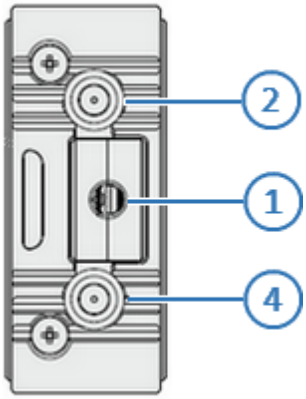


Рисунок 31 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-01

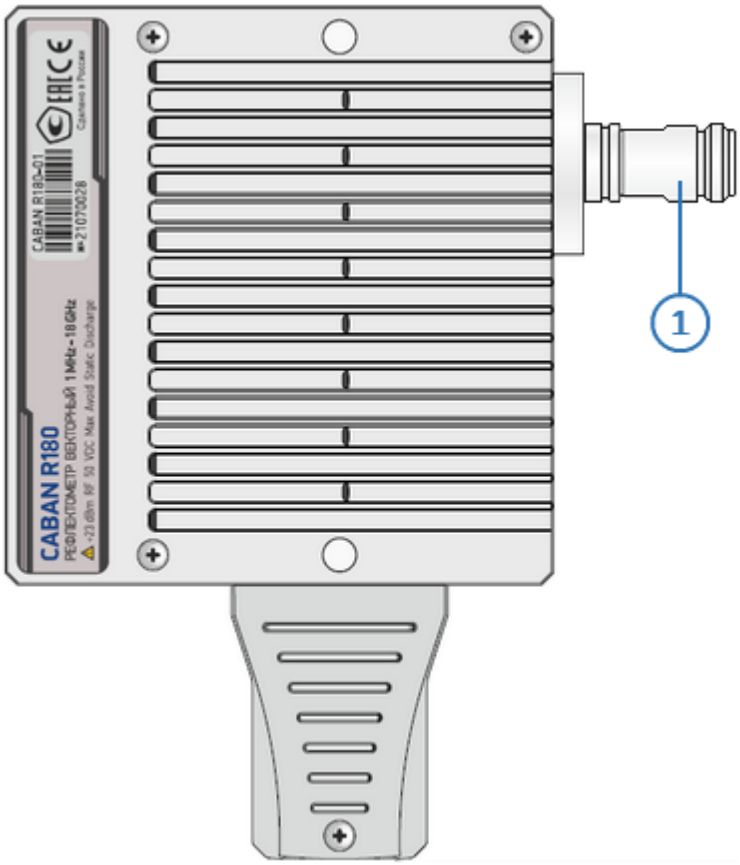


Рисунок 32 – Лицевая сторона

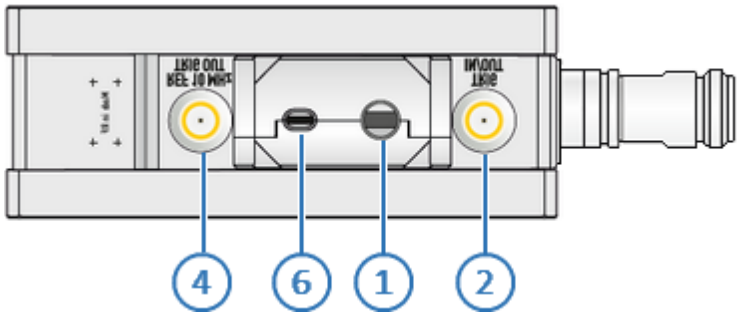


Рисунок 33 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-02

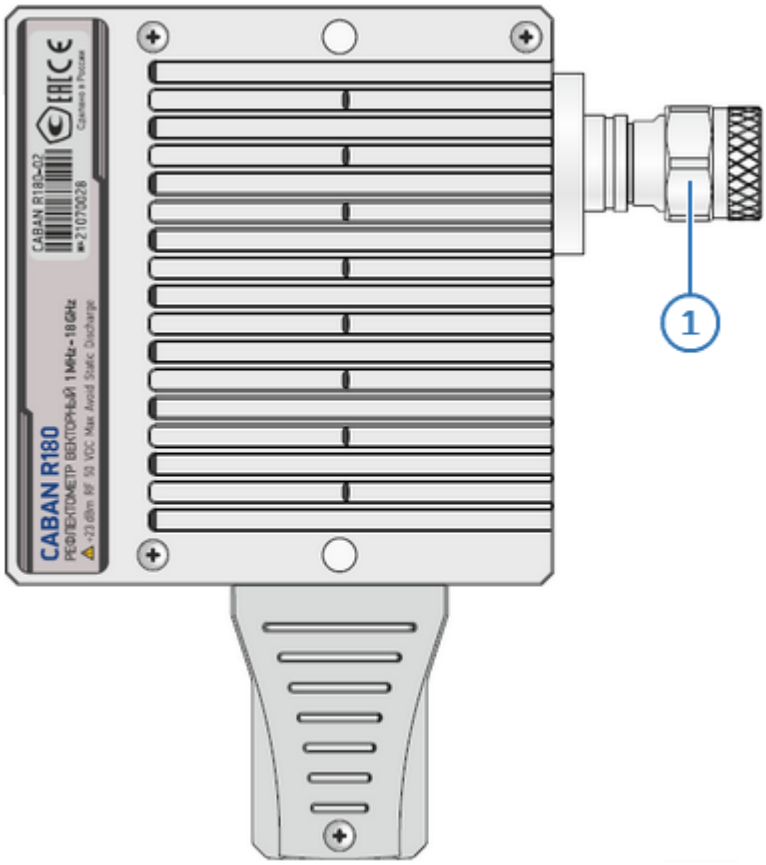


Рисунок 34 – Лицевая сторона

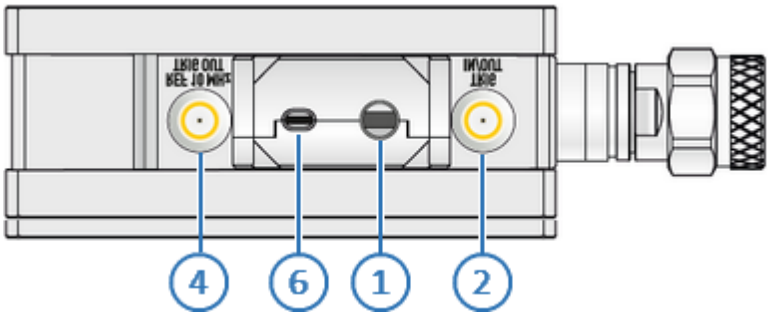


Рисунок 35 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-11

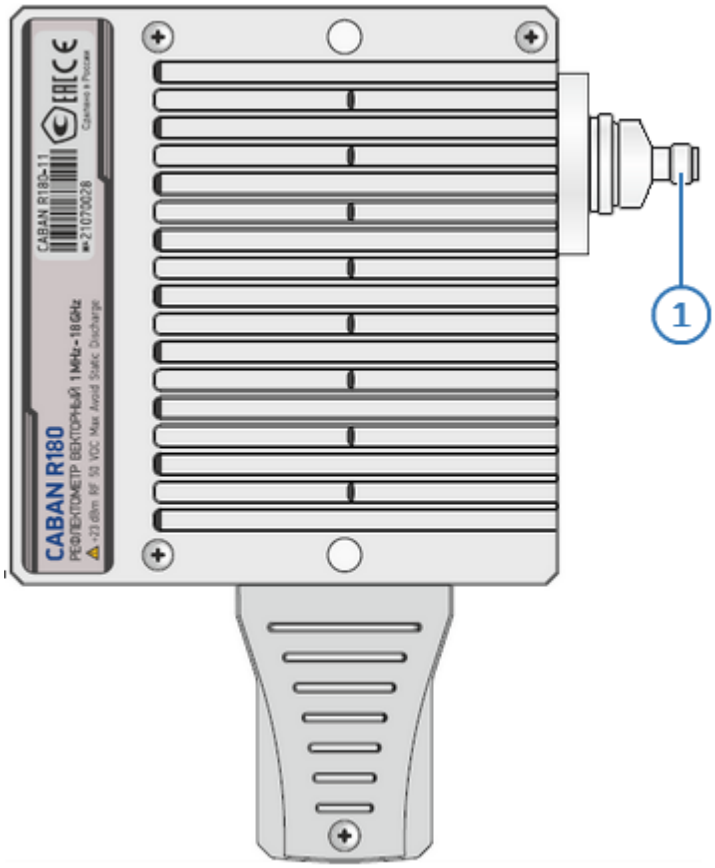


Рисунок 36 – Лицевая сторона

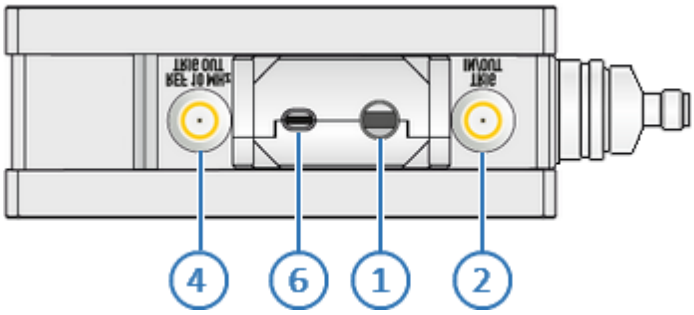


Рисунок 37 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R180-12

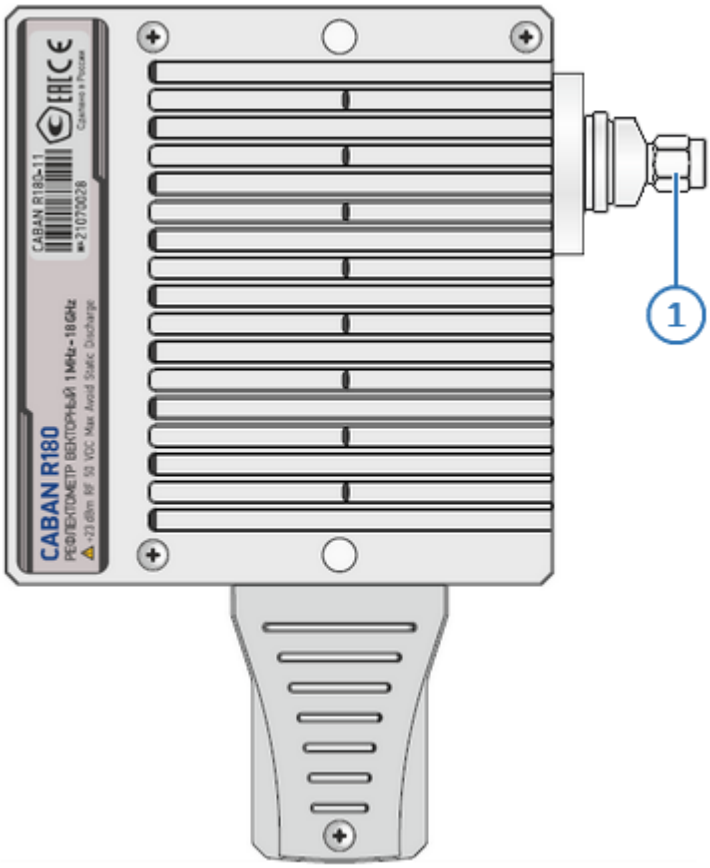


Рисунок 38 – Лицевая сторона

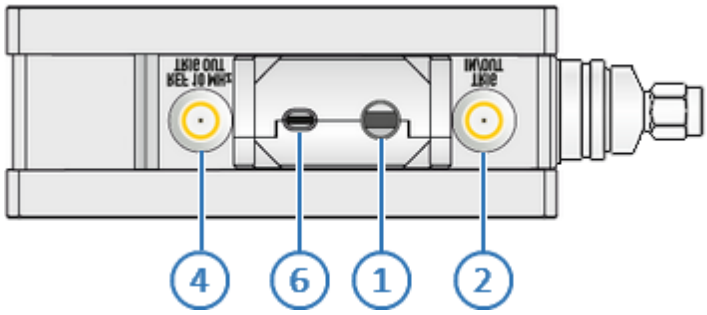


Рисунок 39 – Торцевая сторона

Рефлектометр векторный CABAN R140



Рисунок 40 – Лицевая сторона

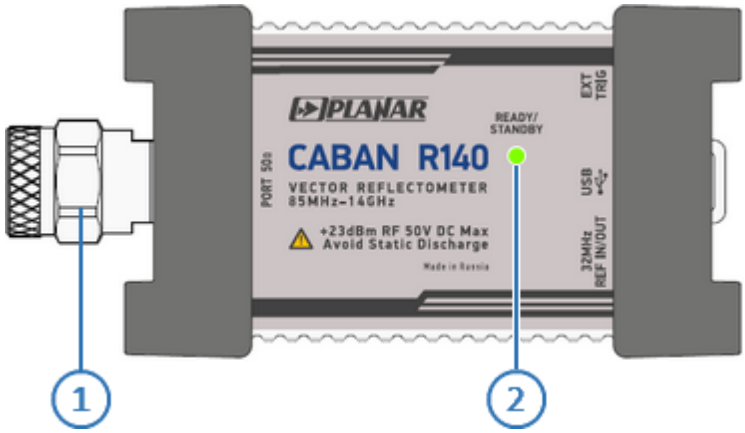


Рисунок 41 – Оборотная сторона

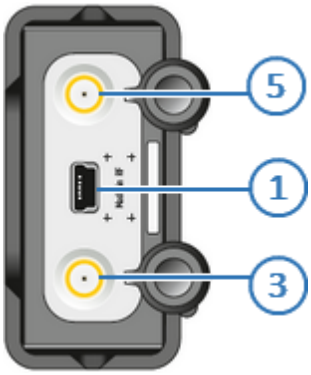
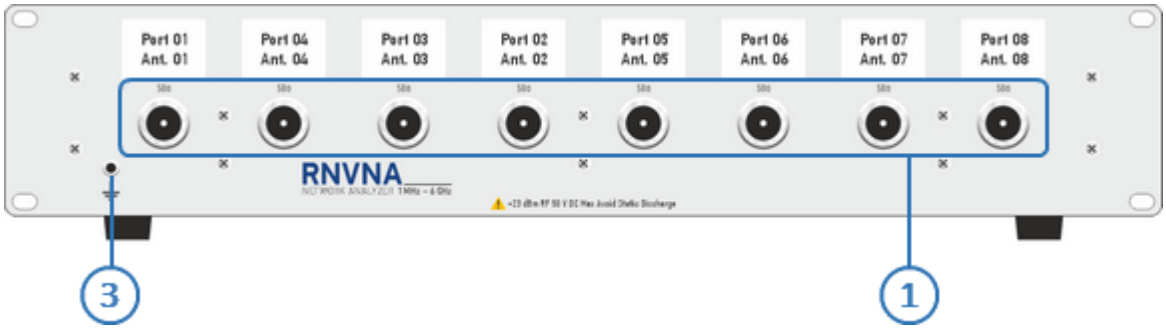
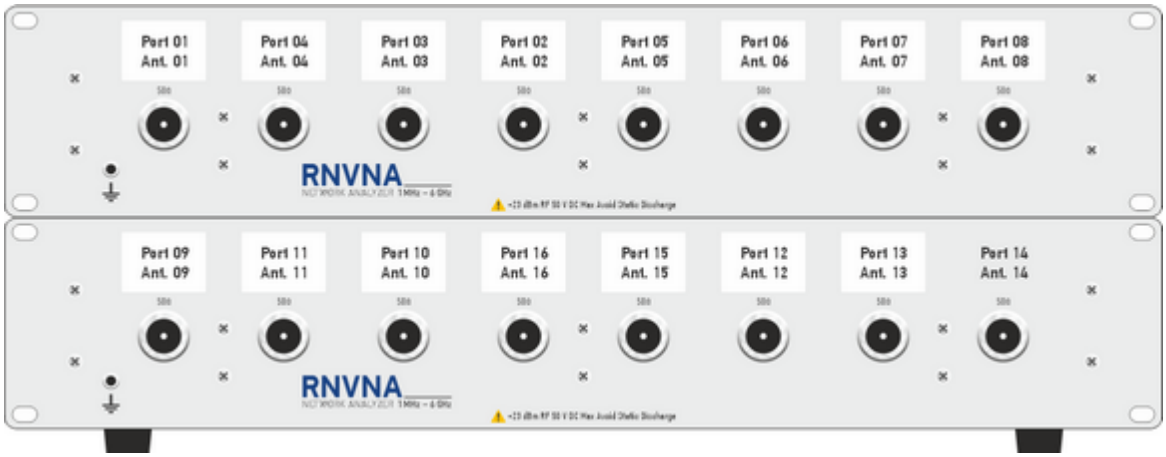


Рисунок 42 – Торцевая сторона

Анализатор цепей RNVNA



Шасси высотой 2U



Шасси высотой 4U

Рисунок 43 – Лицевая сторона

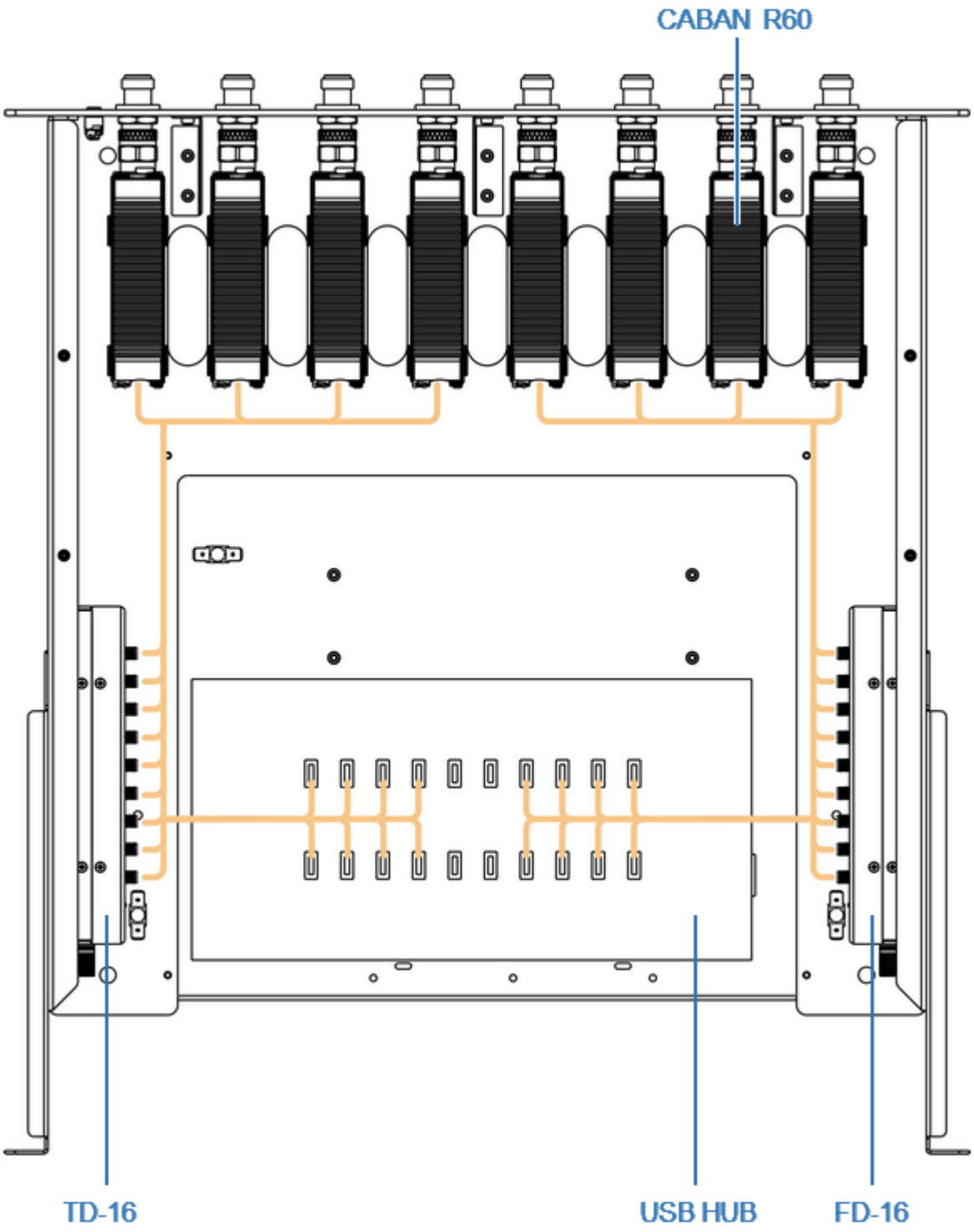


Рисунок 44 – Вид сверху

4.8.1.1 Лицевая и оборотная стороны

1 Измерительные порты



Измерительные порты служат 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 верхней панели, может привести к выходу рефлектометра из строя.

② Светодиодный индикатор состояния READY/STANDY (кроме CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12)



Индицирует следующие состояния:

- мигание индикатора зелёным – дежурный режим. В этом режиме ток потребления от порта USB минимальный. Дежурный режим включается автоматически при подключении рефлектометра к USB порту компьютера. Выход из дежурного режима осуществляется при запуске программы на управляющем компьютере;
- зелёное свечение индикатора – нормальная работа рефлектометра.

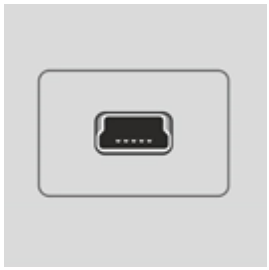
③ Клемма заземления (только RNVNA)



Клемма служит для подключения измерителя к шине защитного заземления.

4.8.1.2 Торцевая сторона

1 Соединитель USB 2.0

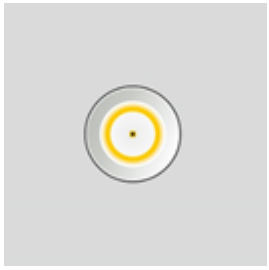




Соединитель для подключения прибора к внешнему управляющему компьютеру.

ВНИМАНИЕ!	Для CABAN R60, CABAN R150, CABAN R54, CABAN R140 питание осуществляется через кабель USB.

2 Вход / выход синхронизации TRIG IN/OUT (только CABAN R60, CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12, CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12)



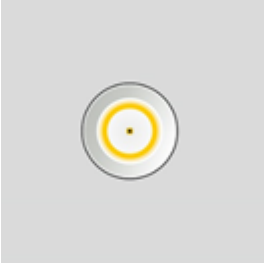
Вход / выход TRIG IN/OUT может использоваться как вход или выход сигнала внешнего запуска:

- вход внешнего запуска служит для подключения источника сигнала внешнего запуска. Синхронизация или запуск прибора возможны по различным событиям, перечисленным в программном обеспечении;
- выход внешнего запуска используется для организации синхронной работы с внешними устройствами. Прибор позволяет выдавать сигналы синхронизации, связанные с различными событиями, в зависимости от настроек. В зависимости от настроек, в качестве выхода триггера может

использоваться данный разъем или разъем REF 10Mhz TRIG OUT.

Выбор функции данного соединителя производится в программном обеспечении.

3 Вход синхронизации EXT TRIG (только CABAN R140)



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

4 Вход / выход опорного генератора 10 МГц или выход синхронизации TRIG OUT (только CABAN R60, CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12, CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12)



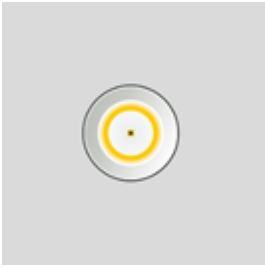
Вход/выход REF 10MHz TRIG OUT может использоваться как вход или выход сигнала опорной частоты или как выход сигнала триггера:

- 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 используется для подключения различных устройств к внутреннему опорному генератору для создания единой шкалы времени (временной синхронизации), а так же контроля параметров внутреннего опорного генератора при проведении диагностики, технического обслуживания. Частота внутреннего опорного генератора 10 МГц.
- выход внешнего запуска используется для организации синхронной работы с внешними устройствами. Прибор позволяет выдавать сигналы

синхронизации, связанные с различными событиями, в зависимости от настроек.

Выбор функции входа / выхода REF 10MHz TRIG OUT производится в программном обеспечении.

5 Вход / выход опорного генератора 32 МГц (только CABAN R140)

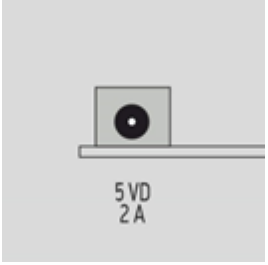


Вход/выход 32 MHz REF IN/OUT может использоваться как вход или выход сигнала опорной частоты:

- вход опорного генератора служит для подключения внешнего опорного генератора, обеспечивающего синхронную работу всех узлов и блоков прибора. Частота внешнего опорного генератора 32 МГц;
- выход опорного генератора используется для подключения различных устройств к внутреннему опорному генератору для создания единой шкалы времени (временной синхронизации), а так же контроля параметров внутреннего опорного генератора при проведении диагностики, технического обслуживания. Частота внутреннего опорного генератора 32 МГц.

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

6 Соединитель для подключения внешнего блока питания (только CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12)



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.

4.8.2 Порядок проведения измерений

Управление измерителями 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 (триггер), 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.

ВНИМАНИЕ!

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

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

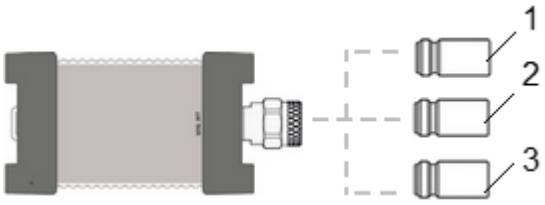
Основные режимы измерений
Комплексный коэффициент отражения
Потери
Модуль коэффициента передачи
Анализ и фильтрация во временной области

Функциональные возможности
Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S)
Допусковый контроль
Тест пульсаций
Поиск полосы
Синхронизация
Автоматизация

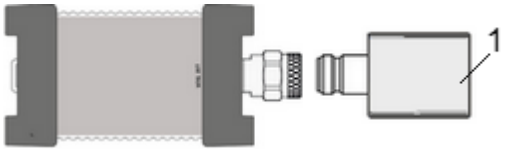
Все режимы измерений и функциональные возможности подробно представлены в части II руководства по эксплуатации.

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

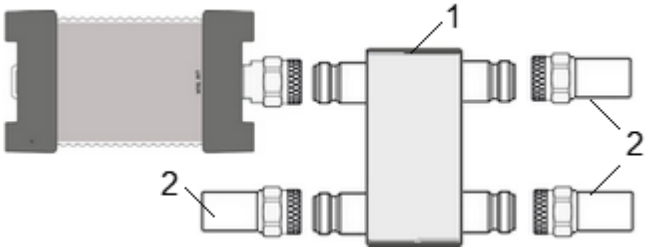
Коэффициент отражения



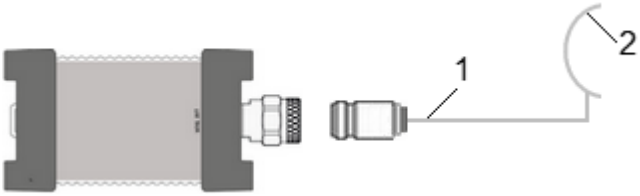
1 – XX, 2 – КЗ, 3 – СН
Полная однопортовая калибровка



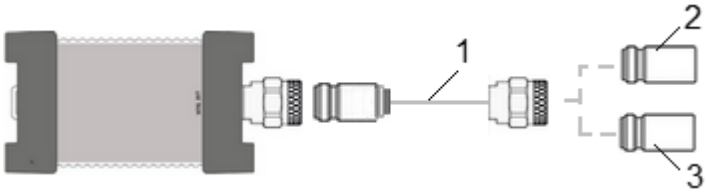
1 – Исследуемое устройство
Коэффициент отражения двухполюсника



1 – Исследуемое устройство
2 – Согласованная нагрузка
Коэффициент отражения многополюсника



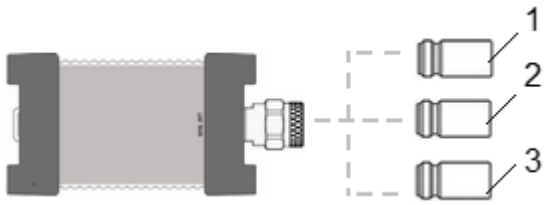
1 – Измерительный кабель, 2 – Антенна
Коэффициент отражения антенно-фидерного тракта

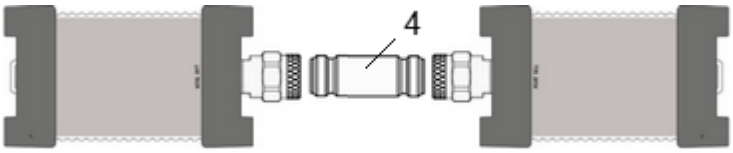


1 – Измерительный кабель
2 – СН, 3 – КЗ
Потери в кабеле

Измерение
S11
Формат
Амплитуда лог Амплитуда лин КСВН Фаза Фаза расшир ГВЗ Потери в кабеле Реальная и Мнимая части Полярная диаграмма Диаграмма Вольперта-Смита
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

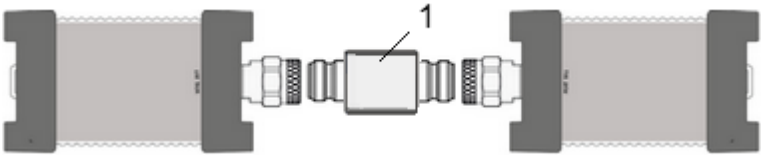
Модуль коэффициента передачи





1 – XX, 2 – КЗ, 3 – СН, 4 – Перемычка

Полная однопортовая калибровка порта источника и нормализация передачи

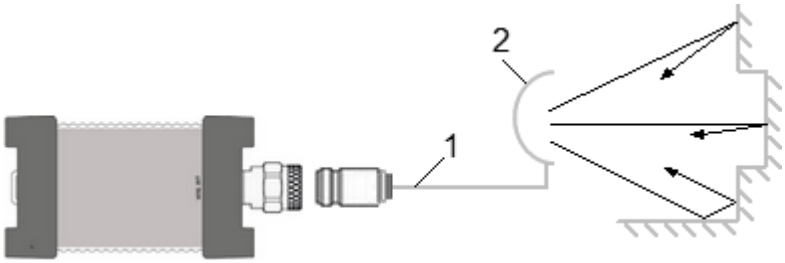


1 – Исследуемое устройство

Модуль коэффициента передачи четырехполюсника

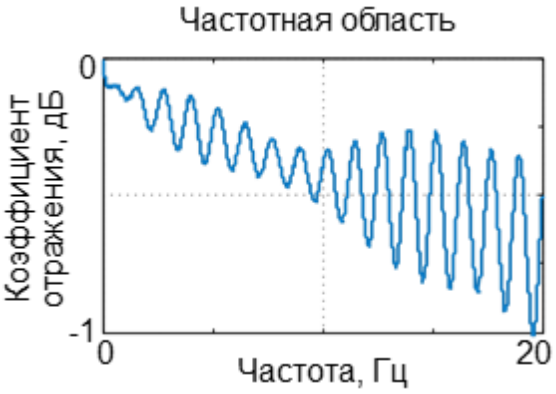
Измерение
S11, |S21|, S22, |S12|
Формат
Амплитуда лог Амплитуда лин КСВН Фаза Фаза расшир ГВЗ Потери в кабеле Реальная и Мнимая части Полярная диаграмма Диаграмма Вольперта-Смита
Анализ
Электрическая задержка Смещение фазы Преобразование импеданса Преобразование параметров (Z, Y, инверсия S) Исключение цепи Встраивание цепи Временная область
Функции
Статистика Допусковый контроль Тест пульсаций Поиск полосы

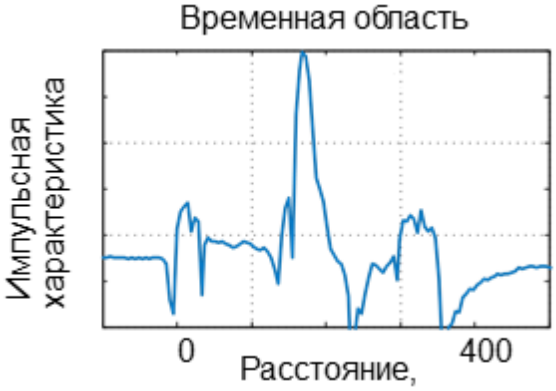
Временная область



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 Калибровка

Измерители RNVNA не внесен в государственный реестр средств измерений. Для подтверждения его нормируемых метрологических характеристик может использоваться калибровка. Калибровка осуществляется в добровольном порядке в соответствии с МИ 3411-2013 или иным нормативным документом, описывающим последовательность действий для проверки параметров приборов с требуемой точностью.

6 Поверка

Поверка осуществляется в соответствии с методиками:

- РТ-МП-5070-441-2018 «ГСИ. Рефлектометры векторные CABAN R60, CABAN R180. Методика поверки» для рефлектометров векторных CABAN R60, CABAN R180-01, CABAN R180-02, CABAN R180-11, CABAN R180-12;
- РТ-МП-2083-44-2014 «ГСИ. Рефлектометры векторные CABAN R54, CABAN R140. Методика поверки» для измерителей CABAN R54, CABAN R140;
- РТ-МП-4660-441-2023 «ГСИ. Рефлектометры векторные CABAN R150. Методика поверки» для измерителей CABAN R150-01, CABAN R150-02, CABAN R150-11, CABAN R150-12.

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 коэффициентов передачи и отражения для измерителей в волноводе с сечением, отличающимся от его измерительных портов, следует проводить в соответствии с МИ 3411-2013.

ВНИМАНИЕ!

Если вычисленные погрешности измерений модуля и фазы коэффициентов передачи и 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 измерителей должен быть дополнен комплектом измерительных переходов и набором калибровочных мер (набором мер коэффициентов передачи и отражения) с соединителями в новом типе волновода.

Проверка выполняется с помощью программного обеспечения «VNA Performance Test» в полуавтоматическом режиме с возможностью протоколирования результатов измерений.

Перечень операций, который следует выполнить при поверке приведен в методике поверке на измеритель.

ВНИМАНИЕ!

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.

---

7 Техническое обслуживание

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

7.1 Общие указания

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

7.2 Порядок проведения технического обслуживания

Перед проведением технического обслуживания следует подготовить

необходимый инструмент, принадлежности и материалы: пинцет, мягкую кисть, спирт этиловый ректификованный, ветошь, бязь, марлю.

При непосредственном использовании измерителя по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

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

Контрольный осмотр (КО) включает:

- проверка комплектности;
- внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий; исправности соединительных проводов, кабелей питания, заземления.

ТО–2 включает в себя:

- контрольный осмотр (КО);
- проверку функционирования измерителя (проводится при подготовке к использованию по назначению);
- протирку контактов электрических разъемов и высокочастотных соединителей;
- проверку правильности ведения эксплуатационной документации;
- проверку работоспособности отдельных узлов и блоков;
- профилактические работы;
- поверку (проводится для средств измерений с периодичность 1 раз в год).

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).

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

- проверку наличия измерителя 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;
- поверку;
- упаковку измерителя;
- проверку состояния эксплуатационной документации;
- отметку о выполненных работах в формуляре.

Профилактика и контроль электрических контактов

Проверка по этому пункту включает следующие операции:

- проверку технической прочности, заделки разъемов, сетевых вилок, наконечников на всех кабелях и шнурах, тестирование проводимости соответствующих контактов, разъемов, кабелей;
- проверку качества разъемных соединений (состояние резьбы, возможность и удобство завинчивания в резьбовых разъемах).

Контактные поверхности высокочастотных соединителей протирают в соответствии с п. Чистка соединителей.

В случае неудовлетворительных результатов проверок принять соответствующие меры по ремонту, заделке, затяжке соединителей и контактных устройств.

Необходимо соблюдать меры защиты полупроводниковых элементов от статического электричества.

Профилактические работы выполняют с минимально необходимой разборкой узлов, трактов, расстыковкой соединителей.

8 Текущий ремонт

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

ВНИМАНИЕ!	ЗАПРЕЩАЕТСЯ нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт.

Текущий ремонт	Ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности измерителя и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.
Обезличенный метод	Метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру измерителя.

9 Хранение

Измеритель до введения в эксплуатацию должен храниться в упаковке предприятия – изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до плюс 40 ºС и относительной влажности до 80% (при температуре плюс 25 ºС), согласно условиям хранения 1 ГОСТ 15150 – 69.

Хранение измерителя без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 ºС и относительной влажности до 80% (при температуре плюс 25 ºС).

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

10 Транспортирование

Допускается транспортирование измерителя в транспортной таре всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 60ºС.

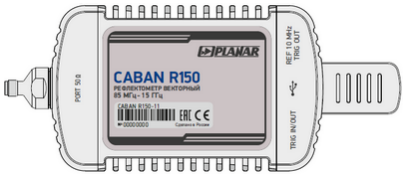
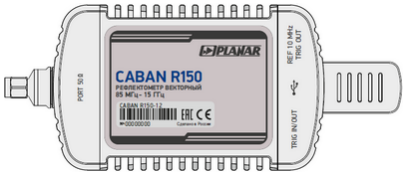
При транспортировании самолётом измеритель должен быть размещен в отапливаемом герметизированном отсеке.

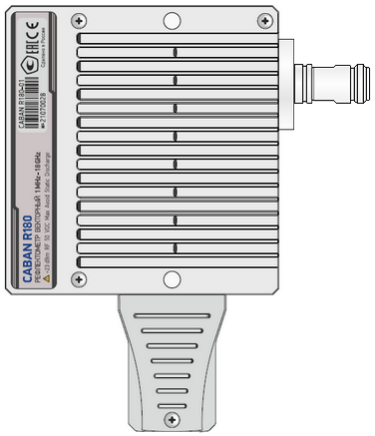
Условия транспортирования по ГОСТ 22261–94.

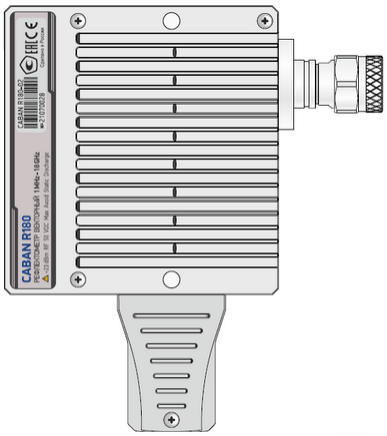
При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование измерителя.

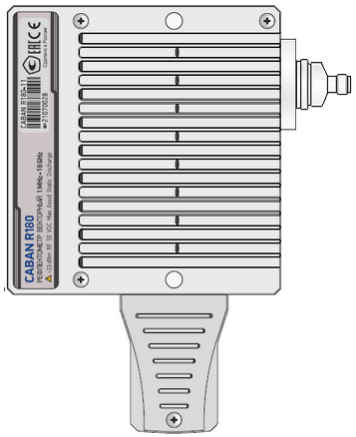
11 Приложение А (справочное) Обзор приборов

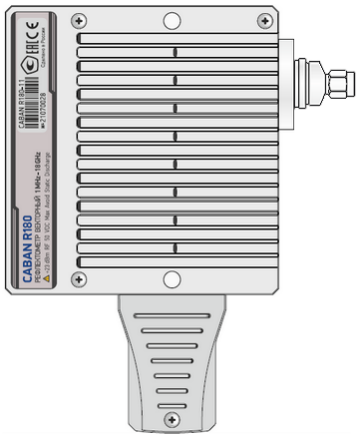
Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
CABAN R60 	от 1 МГц до 6 ГГц от 2 до 100 001 100 мкс тип N (50 Ω), вилка	от -40 до 0 дБм 0,005 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область
CABAN R150-01 	от 85 МГц до 15 ГГц от 2 до 100 001 170 мкс тип N (50 Ω), розетка	0, -25 дБм -0,005 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область
CABAN R150-02 	от 85 МГц до 15 ГГц от 2 до 100 001 170 мкс тип N (50 Ω), вилка	0, -25 дБм -0,005 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
CABAN R150-11 	от 85 МГц до 15 ГГц от 2 до 100 001 170 мкс тип 3,5 мм (50 Ω), розетка	0, -25 дБм -0,005 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область
CABAN R150-12 	от 85 МГц до 15 ГГц от 2 до 100 001 170 мкс тип 3,5 мм (50 Ω), вилка	0, -25 дБм -0,005 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область

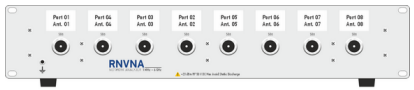
Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
CABAN R180-01 	от 1 МГц до 18 ГГц от 2 до 100 001 100 мкс тип N (50 Ω), розетка	от -15 до 0 дБм 0,010 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
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

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
CABAN R180-11 	от 1 МГц до 18 ГГц от 2 до 100 001 100 мкс тип 3,5 мм (50 Ω), розетка	от -15 до 0 дБм 0,010 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
CABAN R180-12 	от 1 МГц до 18 ГГц от 2 до 100 001 100 мкс тип 3,5 мм (50 Ω), вилка	от -15 до 0 дБм 0,010 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
CABAN R54 	от 85 МГц до 5,4 ГГц от 2 до 100 001 200 мкс тип N (50 Ω), вилка	-10, -30 дБм 0,015 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область
CABAN R140 	от 85 МГц до 14 ГГц от 2 до 100 001 170 мкс тип N (50 Ω), вилка	0, -35 дБм (до 4,8 ГГц) -10 дБм (св. 4,8 ГГц) 0,005 дБ	S11 Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область

Измеритель	Диапазон частот Количество точек Время измерений Количество портов	Выходная мощность Средний уровень шума Динамический диапазон СКО трассы	Режимы измерений	Специальные режимы
RNVNA Шасси 2U  Шасси 4U 	от 1 МГц до 6 ГГц от 2 до 16 001 170 мкс/ 200 мкс (типовые значения при использовании 8 / 16 рефлектометров) от 2 до 16 портов тип N (50 Ω), розетка	от -40 до 0 дБм 0,005 дБ	S-параметры отражения и передачи Потери в кабеле Z, Y, 1/S	Временная область