

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ МОДУЛИ

- ACM6000T, ACM8000T
- ACM2506, ACM2509, ACM2520
- ACM8400T, ACM4509, ACM4520
- ACM4000T
- ACMB2506



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ





АВТОМАТИЧЕСКИЕ КАЛИБРОВОЧНЫЕ МОДУЛИ

АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ2520

АСМВ2506

АСМ4000Т

АСМ8400Т, АСМ4509, АСМ4520

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Май 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Требование безопасности	6
2 Описание и принцип работы	7
2.1 Назначение	7
2.2 Состав	8
2.3 Технические характеристики	13
2.3.1 Основные технические характеристики	13
2.4 Функциональные возможности модуля	22
2.5 Устройство и принцип работы	26
2.6 Типы калибровочных мер	27
2.7 Атенюатор	27
3 Подготовка к работе	32
3.1 Эксплуатационные ограничения	32
3.2 Распаковывание и повторное упаковывание	33
3.2.1 Распаковывание	33
3.2.2 Упаковывание	34
3.3 Порядок установки	35
3.4 Программное обеспечение	36
4 Порядок работы	37
4.1 Лицевая и обратная стороны	37
4.1.1 Измерительные порты	44
4.1.2 Светодиодный индикатор состояния	45
4.1.3 Выключатель питания	46
4.1.4 Элемент питания	46
4.2 Торцевая сторона	47
4.2.1 Соединитель mini USB	47
4.2.2 Соединитель USB B	47
4.3 Схемы подключения	48
4.3.1 Полная однопортовая калибровка	48
4.3.2 Однонаправленная двухпортовая и полная двухпортовая калибровки	49
4.3.3 Полная трехпортовая калибровка	50
4.3.4 Полная четырехпортовая калибровка	51
4.4 Сеанс работы с модулем	52
4.4.1 Подготовка модуля к проведению калибровки	52
4.5 Установка параметров	53
4.6 Измерение S-параметров длинной линии	53
5 Калибровка	55
5.1 Погрешности измерения	55

5.2 Виды калибровок.....	56
5.2.1 Полная однопортовая калибровка.....	56
5.2.2 Однонаправленная двухпортовая калибровка.....	56
5.2.3 Полная двухпортовая калибровка.....	56
5.2.4 Полная трехпортовая калибровка.....	57
5.2.5 Полная четырехпортовая калибровка.....	57
5.2.6 Неизвестная перемычка.....	57
5.3 Преимущества модуля.....	58
5.4 Температурная компенсация.....	58
5.5 Выполнение калибровки.....	59
5.6 Проведение пользовательской характеристики.....	62
5.7 Доверительный тест.....	63
5.8 Автоматизация.....	64
6 Техническое обслуживание.....	65
6.1 Введение.....	65
6.2 Общие указания.....	65
6.3 Порядок проведения технического обслуживания.....	65
6.3.1 Виды работ по техническому обслуживанию.....	65
6.3.2 Чистка соединителей.....	66
6.3.3 Проверка присоединительных размеров.....	67
6.3.4 Подключение и отключение устройств.....	69
6.3.5 Замена элемента питания.....	70
6.3.6 Контроль условий окружающей среды.....	71
6.4 Заводская калибровка.....	71
7 Текущий ремонт.....	72
8 Правила хранения.....	73
9 Транспортирование.....	74
Приложение А (справочное) Обзор модулей.....	75

Введение

Документ является обновленной редакцией руководства по эксплуатации РЭ 6687-099-21477812-2012.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения автоматических калибровочных модулей (далее – модули).

Перед началом работы необходимо ознакомиться со следующими документами:

- настоящим руководством по эксплуатации;
- руководством по эксплуатации анализатора цепей векторного или измерителя комплексных коэффициентов передачи и отражения (далее - анализатор), совместно с которым он будет использоваться;
- руководством программиста для организации дистанционного управления.

Работа с модулями 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 модулей изменения, не влияющие на их нормированные метрологические характеристики.

ВНИМАНИЕ: ДАННЫЙ ДОКУМЕНТ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ 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 модулей, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

1 Требование безопасности

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



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

Перед началом работы корпус управляющего компьютера и корпус анализатора (клемма \perp), совместно с которым будет работать модуль, должны быть соединены.

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

Защита от электростатического разряда



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

Защита от электростатического разряда очень важна при подключении и отключении модуля. Подключение модуля к анализатору, отключение от него, чистка соединителей модуля, визуальный осмотр - при каждой из этих операций можно повредить чувствительные к статическому электричеству элементы внутренних цепей модуля или калибруемого анализатора.

Статическое электричество может накопиться на вашем теле и при разряде повредить чувствительные элементы внутренних цепей модуля или анализатора. Для предотвращения повреждения необходимо соблюдать следующее:

всегда снимать накопленный на теле заряд статического электричества до прикосновения к модулю и другим чувствительным к статическому электричеству устройствам;

всегда использовать заземленный проводящий настольный коврик под измеряемым устройством;

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

2 Описание и принцип работы

2.1 Назначение

Полное торговое наименование, тип и обозначение:

- Автоматические калибровочные модули ACM6000T, ACM8000T, ACM2506, ACM2509, ACM2520, ACMB2506, ACM4000T, ACM8400T, ACM4509, ACM4520.

Автоматические калибровочные модули предназначены для калибровки (коррекции результатов измерений) анализаторов цепей векторных в автоматическом режиме.

Калибровка осуществляется путем автоматического подключения к измерительным портам анализатора внутренних мер отражения и передачи.

В результате калибровки определяются комплексные оценки ошибок (составляющие систематической погрешности) в соответствии с моделью анализатора. Результаты используются для коррекции. Коррекция – это процесс исключения ошибок, определённых при калибровке, с целью повышения точности измерений.

Использование модуля вместо механического набора калибровочных мер дает ряд преимуществ, гарантирующих высокую точность измерений и увеличение срока службы измерительных портов анализатора. Точность измерений обеспечивается прецизионным описанием мер (состояний) модуля, стабильностью выбранной конструкции и применением функций учета дрейфа температуры и самодиагностики в виде доверительного теста. Однократное подключение модуля при калибровке:

- продлевает ресурс портов анализатора;
- уменьшает нагрузку на технический персонал, снижая вероятность ошибки некорректного подключения той и иной меры;
- делает процесс измерений максимально производительным.

Протокол управления модулем основан на стандарте USBTMC-USB488.

2 Описание и принцип работы

2.2 Состав

Модули отличаются друг от друга диапазоном рабочих частот, количеством портов и наличием элемента питания. Функциональные особенности кратко перечислены в таблице 2.1 и приложении А. Внешний вид приведен в разделе 4.1.

Таблица 2.1 Функциональные особенности

Модуль	Диапазон рабочих частот
Двухпортовые модули с волновым сопротивлением 50 Ом	
АСМ6000Т	от 20 кГц до 6 ГГц
АСМ8000Т	от 100 кГц до 8 ГГц
АСМ2506	от 20 кГц до 6,5 ГГц
АСМ2509	от 20 кГц до 9 ГГц
АСМ2520 ¹⁾	от 100 кГц до 20 ГГц
Двухпортовые модули с волновым сопротивлением 50 Ом и встроенным элементом питания	
АСМВ2506	от 20 кГц до 6 ГГц
Двухпортовые модули с волновым сопротивлением 75 Ом	
АСМ4000Т	от 20 кГц до 4 ГГц
Четырехпортовые модули с волновым сопротивлением 50 Ом	
АСМ8400Т	от 100 кГц до 8 ГГц
АСМ4509	от 100 кГц до 9 ГГц
АСМ4520 ¹⁾	от 100 кГц до 20 ГГц

При калибровке модули управляются программным обеспечением анализатора цепей, установленным на персональный компьютер. Для связи используется интерфейс USB 2.0.

Модули имеют несколько модификаций в зависимости от типа соединителей PORT A, PORT B и, при наличии, PORT C и PORT D. В таблицах 2.2 – 2.11 указаны возможные типы соединителей для каждого модуля.

¹⁾ Верхняя граница диапазона рабочих частот АСМ2520 и АСМ4520 с типом соединителей N составляет 18 ГГц.

Таблица 2.2 Модификации АСМ6000Т

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
АСМ6000Т-011	N, розетка	N, розетка
АСМ6000Т-012	N, вилка	N, розетка
АСМ6000Т-111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
АСМ6000Т-112	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Таблица 2.3 Модификации АСМ8000Т

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
АСМ8000Т-011	N, розетка	N, розетка
АСМ8000Т-012	N, вилка	N, розетка
АСМ8000Т-111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
АСМ8000Т-112	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Таблица 2.4 Модификации АСМ2506

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
АСМ2506-011	N, розетка	N, розетка
АСМ2506-012	N, вилка	N, розетка
АСМ2506-111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
АСМ2506-112	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

2 Описание и принцип работы

Таблица 2.5 Модификации ACM2509

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
ACM2509-011	N, розетка	N, розетка
ACM2509-012	N, вилка	N, розетка
ACM2509-111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
ACM2509-112	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Таблица 2.6 Модификации ACM2520

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
ACM2520-011	N, розетка	N, розетка
ACM2520-012	N, вилка	N, розетка
ACM2520-111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
ACM2520-112	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Таблица 2.7 Модификации ACMB2506

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
ACMB2506-011	N, розетка	N, розетка
ACMB2506-012	N, вилка	N, розетка
ACMB2506-111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
ACMB2506-112	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Таблица 2.8 Модификации АСМ4000Т

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A	Port B
АСМ4000Т-411	F, розетка	F, розетка
АСМ4000Т-412	F, вилка	F, розетка
АСМ4000Т-511	N 75, розетка	N 75, розетка
АСМ4000Т-512	N 75, вилка	N 75, розетка

Таблица 2.9 Модификации АСМ8400Т

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A/C	Port B/D
АСМ8400Т-01111	N, розетка	N, розетка
АСМ8400Т-01212	N, вилка	N, розетка
АСМ8400Т-11111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
АСМ8400Т-11212	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Таблица 2.10 Модификации АСМ4509

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A/C	Port B/D
АСМ4509-01111	N, розетка	N, розетка
АСМ4509-01212	N, вилка	N, розетка
АСМ4509-11111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
АСМ4509-11212	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

2 Описание и принцип работы

Таблица 2.11 Модификации АСМ4520

Обозначение	Тип соединителя	
	Port A/C	Port B/D
АСМ4520-01111	N, розетка	N, розетка
АСМ4520-01212	N, вилка	N, розетка
АСМ4520-11111	3,5 мм, розетка	3,5 мм, розетка
АСМ4520-11212	3,5 мм, вилка	3,5 мм, розетка

Комплект поставки приведен в таблице 2.12.

Таблица 2.12 Комплект поставки

Наименование	Количество, шт.
Автоматический калибровочный модуль	1
Кабель USB	1
Формуляр	1

Примечание – Конкретная модель автоматического калибровочного модуля определяется при заказе.

2.3 Технические характеристики

2.3.1 Основные технические характеристики

Основные технические характеристики модулей приведены в таблице 2.13.

Модуль обеспечивает эффективные параметры анализатора в диапазоне температур от 18 °С до 28 °С и изменении температуры не более чем на ± 1 °С после выполнения полной одно- или многопортовой калибровки при уровне выходной мощности минус 5 дБм и включённом режиме термокомпенсации.

Для обеспечения указанных в таблице 2.14 эффективных параметров следует применять прецизионные измерительные кабели и переходы. Перечень кабелей и переходов приведен в руководстве по эксплуатации на калибруемый анализатор. При использовании принадлежностей общего применения пределы погрешности анализатора могут быть увеличены.

Таблица 2.13 Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, МГц:	
АСМ6000Т, АСМВ2506	от 0,02 до 6000
АСМ8000Т, АСМ8400Т	от 0,10 до 8000
АСМ2506	от 0,02 до 6500
АСМ2509	от 0,02 до 9000
АСМ2520, АСМ4520 ¹⁾	от 0,10 до 20000
АСМ4000Т	от 0,02 до 4000
АСМ4509	от 0,10 до 9000
Количество портов:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ2520, АСМ4000Т, АСМВ2506	2
АСМ8400Т, АСМ4509, АСМ4520	4

¹⁾ Верхняя граница диапазона рабочих частот для АСМ2520 и АСМ4520 с типом соединителей N составляет 18 ГГц.

2 Описание и принцип работы

Продолжение таблицы 2.13

Наименование характеристики	Значение характеристики
Параметры портов:	
тип соединителей	приведены в таблицах 2.2 – 2.8
волновое сопротивление, Ом:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ2520, АСМ8400Т, АСМ4509, АСМ4520, АСМВ2506	50
АСМ4000Т	75
Максимальное количество точек характеристики	1601
Максимальная ¹⁾ входная мощность, дБм ²⁾ :	
АСМ6000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ2520, АСМ4520, АСМ4000Т, АСМВ2506	0
АСМ8000Т, АСМ8400Т, АСМ4509	-5
Максимальное входное постоянное напряжение, В	±10
Предельная ³⁾ входная мощность, дБм	+18
Предельное входное постоянное напряжение, В:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ2520, АСМ8400Т, АСМ4509, АСМ4000Т, АСМВ2506	±35
АСМ4520	±16

¹⁾ Превышение максимальных значений увеличивает погрешность измерения анализатора.

²⁾ дБм обозначает дБ относительно 1 мВт.

³⁾ Превышение предельных значений приводит к выходу модуля из строя.

Продолжение таблицы 2.13

Наименование характеристики	Значение характеристики
Подключение к компьютеру для управления:	
тип соединителя:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ8400Т, АСМ4509, АСМ4000Т, АСМВ2506	mini USB
АСМ2520, АСМ4520	USB B
интерфейс	USB 2.0
протокол управления	проприетарный ¹⁾ USBTMC-USB488 ²⁾
Потребляемая мощность, Вт, не более:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ4000Т, АСМВ2506	0,20
АСМ2520	0,25
АСМ8400Т, АСМ4509	0,60
АСМ4520	0,40
Время установления рабочего режима, мин, не более	15
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ4000Т	115 × 40 × 25
АСМ2520	106,4 × 55,0 × 28,0
АСМ8400Т, АСМ4509	115 × 74 × 25

¹⁾ Проприетарный – закрытый протокол, разработанный компанией ООО «ПЛАНАР» для управления модулями собственного производства.

²⁾ USBTMC-USB488 – наличие данного протокола управления для конкретного модуля следует уточнять в службе технической поддержки ООО «ПЛАНАР».

2 Описание и принцип работы

Продолжение таблицы 2.13

Наименование характеристики	Значение характеристики
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более:	
АСМВ2506	115 × 50 × 25
АСМ4520-01111, АСМ4520-01212	110 × 89 × 27
АСМ4520-11111, АСМ4520-11212	98 × 89 × 27
Масса, кг, не более:	
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ4000Т	0,350
АСМ2520	0,435
АСМВ2506	0,400
АСМ8400Т, АСМ4509	0,550
АСМ4520-01111, АСМ4520-01212	0,900
АСМ4520-11111, АСМ4520-11212	0,800
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +40
относительная влажность воздуха при температуре плюс 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, кПа	от 70,0 до 106,7
Тип элемента питания:	
АСМВ2506	AAA, 1,5 В
Время работы в автономном режиме, ч, не менее	
АСМВ2506	200

Таблица 2.14 Обеспечиваемые модулем эффективные (скорректированные) параметры анализатора¹⁾

Диапазон частот	Ed	Es	El	$(Er-1)$	$(Et-1)$
АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ8400Т, АСМ4509, АСМВ2506					
от нижней границы до 1 МГц	0,016	0,025	0,016	0,017	0,017
св. 1 МГц до верхней границы	0,005	0,010	0,005	0,005	0,007
АСМ2520					
от 100 кГц до 1 МГц	0,016	0,025	0,016	0,017	0,017
св. 1 МГц до 9 ГГц	0,005	0,010	0,005	0,005	0,007
св. 9 ГГц до верхней границы	0,010	0,016	0,010	0,005	0,007
АСМ4000Т					
от 20 кГц до 1 МГц	0,016	0,025	0,016	0,017	0,017
св. 1 МГц до верхней границы	0,008	0,011	0,008	0,012	0,012
АСМ4520					
от 100 кГц до 10 МГц	0,010	0,032	0,010	0,006	0,012
св. 10 МГц до 4 ГГц	0,005	0,010	0,005	0,005	0,007
св. 4 ГГц до верхней границы	0,010	0,016	0,010	0,006	0,012

где Ed – направленность; Es – согласование источника; El – согласование нагрузки; $(Er-1)$ – трекинг отражения; $(Et-1)$ – трекинг передачи.

¹⁾ Эффективные параметры зависят от точности исходных эталонов, используемых при заводской характеристике модуля (см. п. 2.4). Уровень точности может быть согласован между заказчиком и ООО «ПЛАНАР» на договорной основе при выпуске модуля из производства. В этом случае эффективные параметры могут отличаться от приведенных в таблице.

2 Описание и принцип работы

Таблица 2.15 Дополнительная форма представления обеспечиваемых АСМ6000Т, АСМ8000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМВ2506, АСМ8400Т, АСМ4509 эффективных (скорректированных) параметров анализатора

Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от нижней границы до 1 МГц	
направленность, дБ, не менее:	36
согласование источника, дБ, не менее	32
согласование нагрузки, дБ, не менее	36
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,15$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,15$
свыше 1 МГц до верхней границы	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,04$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,06$

Таблица 2.16 Дополнительная форма представления обеспечиваемых АСМ2520 эффективных (скорректированных) параметров анализатора

Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от 100 кГц до 1 МГц	
направленность, дБ, не менее:	36
согласование источника, дБ, не менее	32
согласование нагрузки, дБ, не менее	36
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,15$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,15$
свыше 1 МГц до 9 ГГц	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,04$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,06$
свыше 9 ГГц до верхней границы	
направленность, дБ, не менее:	40
согласование источника, дБ, не менее	36
согласование нагрузки, дБ, не менее	40
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,04$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,06$

2 Описание и принцип работы

Таблица 2.17 Дополнительная форма представления обеспечиваемых АСМ4000Т эффективных (скорректированных) параметров анализатора

Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от 20 кГц до 1 МГц	
направленность, дБ, не менее:	36
согласование источника, дБ, не менее	32
согласование нагрузки, дБ, не менее	36
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,15$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,15$
свыше 1 МГц до верхней границы	
направленность, дБ, не менее:	42
согласование источника, дБ, не менее	39
согласование нагрузки, дБ, не менее	42
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,10$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,10$

Таблица 2.18 Дополнительная форма представления обеспечиваемых АСМ4520 эффективных (скорректированных) параметров анализатора

Эффективные параметры в диапазоне частот:	
от нижней границы до 10 МГц	
направленность, дБ, не менее:	40
согласование источника, дБ, не менее	30
согласование нагрузки, дБ, не менее	40
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,05$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,10$
свыше 10 МГц до 4 ГГц	
направленность, дБ, не менее:	46
согласование источника, дБ, не менее	40
согласование нагрузки, дБ, не менее	46
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,04$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,06$
свыше 4 ГГц до верхней границы	
направленность, дБ, не менее:	40
согласование источника, дБ, не менее	36
согласование нагрузки, дБ, не менее	40
трекинг отражения, дБ	$\pm 0,05$
трекинг передачи, дБ	$\pm 0,10$

2 Описание и принцип работы

2.4 Функциональные возможности модуля

Программное обеспечение анализаторов, под управлением которого работают модули, имеет широкий набор функций. Ниже представлено их краткое описание. Более подробная информация приведена в руководстве по эксплуатации на анализатор.

Функциональные возможности разделены на следующие группы:

[Автоматическая калибровка](#)

[Характеризация модуля](#)

[Автоматическая ориентация модуля](#)

[Температурная компенсация](#)

[Доверительный тест](#)

[Автоматизация](#)

[Измерение S-параметров длинной линии](#)¹⁾

Автоматическая калибровка

Калибровка	Калибровка позволяет скорректировать составляющие систематической погрешности, вызванные неидеальностью анализатора цепей как измерительной системы, состоящей из прибора, кабелей и переходов. Калибровка повышает точность измерений.
------------	---

Автоматическая калибровка анализатора	Модуль позволяет выполнить калибровку «одним нажатием кнопки». Калибровка осуществляется полностью в автоматическом режиме: переключение различных мер модуля, их измерение и расчёт калибровочных коэффициентов выполняет программное обеспечение (далее ПО), используя хранящиеся в памяти модуля данные.
---------------------------------------	---

¹⁾ Только для модулей со встроенным элементом питания АСМВ2506.

Автоматическая калибровка

Виды калибровок	<p>Все модули поддерживают три вида калибровки:</p> <ul style="list-style-type: none"> • полная однопортовая калибровка; • однонаправленная двухпортовая калибровка; • полная двухпортовая калибровка. <p>Четырехпортовые модули дополнительно поддерживают:</p> <ul style="list-style-type: none"> • полная трехпортовая калибровка; • полная четырехпортовая калибровка.
Полная однопортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении коэффициента отражения однопортовых устройств. Обладает высокой точностью.
Однонаправленная двухпортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении коэффициентов передачи и отражения в одном направлении, например, только для S21 и S11. Обладает высокой точностью при измерении отражения и средней точностью при измерении передачи.
Полная двухпортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении всех элементов матрицы S-параметров двухпортового устройства. Обладает высокой точностью.
Полная трехпортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении всех элементов матрицы S-параметров трехпортового устройства. Обладает высокой точностью.
Полная четырехпортовая калибровка	Вид калибровки, который используется при измерении всех элементов матрицы S-параметров четырехпортового устройства. Обладает высокой точностью.
Неизвестная перемычка	<p>Использование обратимого четырехполюсника с потерями не более 10 дБ в процессе полной двух-, трех-, четырехпортовой калибровки позволяет скорректировать параметры анализатора для измерений характеристик невставляемых устройств. К невставляемым относят устройства, которые имеют однополюсные соединители любого типа, а также разнополюсные или однополюсные соединители разных типов.</p> <p>В памяти модуля хранятся S-параметры перемычки, которые используются для вычисления калибровочных коэффициентов. При использовании алгоритма неизвестной перемычки указанные параметры не используются.</p>

Характеризация модуля

Характеризация Характеризацией называют таблицы S-параметров всех мер (состояний) модуля, хранящиеся в его памяти.

Модуль имеет две секции памяти: защищенная и не защищенная для записи. В первой хранится заводская характеристика, вторая предназначена для записи до трех пользовательских характеристик. Перед калибровкой пользователь имеет возможность выбрать одну из характеристик: заводскую или пользовательскую.

Заводская характеристика Заводская характеристика выполняется при изготовлении модуля. Данные заводской характеристики хранятся в защищённом разделе памяти модуля.

Пользовательская характеристика Пользовательская характеристика позволяет записать S-параметры модуля с присоединенными переходами к его портам. Может быть создано до трёх различных характеристик. Пользовательскую характеристику можно провести при помощи программного обеспечения анализатора. Данные характеристик хранятся в разделе памяти, доступном для перезаписи.

Автоматическая ориентация модуля

Ориентация Ориентацией называется соответствие портов модуля портам анализатора. Порты модуля обозначаются литерами А, В, С и D, порты анализатора обозначаются цифрами.

Метод ориентации Пользователь может выбрать ручной или автоматический метод ориентации.

Автоматическая ориентация При автоматической ориентации программное обеспечение анализатора определяет ориентацию портов модуля каждый раз перед калибровкой или характеристикой.

Температурная компенсация

Температурная компенсация (термокомпенсация) Термокомпенсацией называется программная функция коррекции S-параметров на основании известной зависимости от температуры и данных от датчика температуры внутри модуля. Температурная зависимость каждого модуля с заводской характеристикой определяется при производстве и сохраняется в его памяти. Функция температурной компенсации может быть включена или отключена пользователем.

Температурная компенсация

Термокомпенсация пользовательской характеристики основана на коэффициентах, полученных при производстве модуля. Для данных пользовательской характеристики применяется линейная интерполяция коэффициентов термокомпенсации, если частотный диапазон и (или) количество частотных точек пользовательской и заводской характеристик не совпадают.

Доверительный тест

Доверительный тест

Доверительным тестом называется проверка действующей калибровки, проведённой как с помощью модуля, так и любым другим методом.

Доверительный тест заключается в одновременной индикации измеренных и записанных в памяти модуля S-параметров аттенюатора.

Для детального сравнения можно использовать математическую функцию деления данных на память.

Автоматизация

Режимы работы

Управление модулем осуществляется по интерфейсу USB. Для управления на ПК должно быть установлено программное обеспечение анализатора производства ООО «ПЛАНАР» или библиотека VISA. Универсальная библиотека VISA позволяет управлять измерительным оборудованием практически из любых языков программирования: C/C++, Visual Basic, MATLAB, LabView и других. В модуле реализован протокол управления, основанный на стандарте USBTMC-USB488. Руководство программиста на модули содержит описание команд, предназначенных для управления.

Измерение S-параметров длинной линии ¹⁾

Измерение S-параметров длинной линии

Использование одного порта модуля, работающего в автономном режиме, и одного калиброванного порта анализатора позволяет производить быстрое и качественное измерение всех четырех S-параметров длинной линии.

Автономную работу модуля обеспечивает встроенный элемент питания.

¹⁾ Только для модулей со встроенным элементом питания ACMB2506.

2 Описание и принцип работы

2.5 Устройство и принцип работы

Модуль состоит из различных мер отражения и передачи, электронных ключей для их коммутации, двух или четырех соединителей СВЧ и соединителя USB. Соединители СВЧ служат для подключения к портам анализатора, соединитель USB - для управления.

Модуль	Меры
АСМ6000Т, АСМ2506, АСМ2509, АСМ4000Т, АСМВ2506	6 мер отражения (по три для каждого порта), переключатель и аттенюатор
АСМ8000Т	10 мер отражения (по пять для каждого порта), переключатель и аттенюатор
АСМ2520	8 мер отражения (по четыре для каждого порта), переключатель и аттенюатор
АСМ8400Т и АСМ4509	16 мер отражения (по четыре для каждого порта), переключатель и аттенюатор
АСМ4520	12 мер отражения (по три для каждого порта), переключатель и аттенюатор

Калибровка осуществляется путем автоматического подключения к измерительным портам анализатора внутренних мер отражения и передачи.

В результате калибровки определяются комплексные оценки ошибок (составляющие систематической погрешности) в соответствии с моделью анализатора. Полученные данные используются для коррекции результатов измерений S-параметров с целью повышения точности.

Функциональные схемы модулей приведены на рисунках 2.2 – 2.7.

Для модулей, поддерживающих измерение S-параметров длинной линии в автономном режиме, предварительно необходимо выполнить полную однопортовую калибровку анализатора с помощью модуля и запрограммировать время цикла измерений модуля согласно руководству по эксплуатации на анализатор ¹⁾ (подробное описание порядка измерений приведено в п. 4.6). Далее для измерения S-параметров длинной линии один конец линии подключается к калиброванному порту анализатора, а другой – к модулю, работающему в автономном режиме.

¹⁾ Режим измерения S-параметров длинной линии доступен только для программного обеспечения S2VNA и S4VNA

Примечание	Измерение длинной линии относится только к модулю со встроенным элементом питания ACMB2506.
------------	---

При таком режиме, включенный модуль непрерывно повторяет цикл измерений (рисунок 2.1). В начале каждого цикла измерений двумя мерами отражения формируется пачка импульсов синхронизации, далее происходит последовательная коммутация мер отражения и передачи (КЗ, ХХ и СН). Анализатор непрерывно измеряет сигнал отражения для поиска импульсов синхронизации, и, после обнаружения, начинает измерять меры. После чего вычисляются все четыре S-параметра длинной линии.

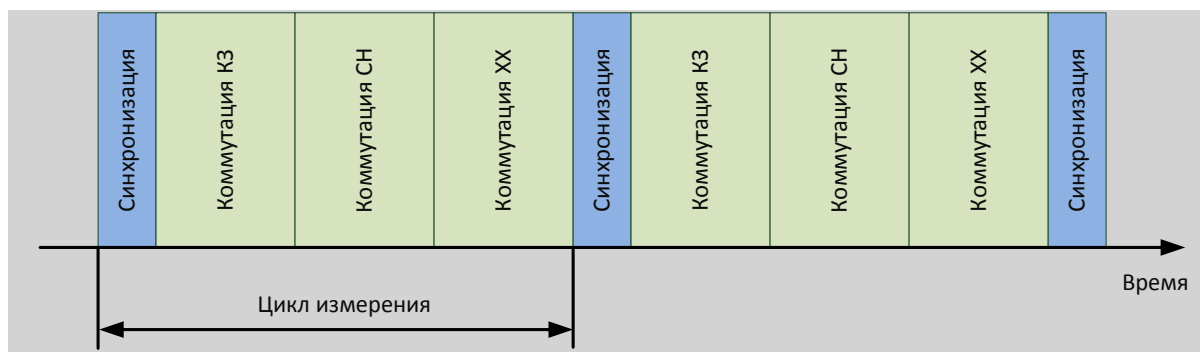


Рисунок 2.1 Цикл измерения

2.6 Типы калибровочных мер

Калибровочная мера – физическое устройство с известными параметрами, применяемое при калибровке анализатора с целью вычисления составляющих систематической погрешности для дальнейшей коррекции результатов измерений.

Холостой ход, короткое замыкание и согласованная нагрузка являются мерами отражения, перемычка – мерой передачи (соединение «на проход»).

Модуль включает в себя четыре типа калибровочных мер:

- нагрузка холостого хода (ХХ);
- нагрузка короткого замыкания (КЗ);
- согласованная нагрузка (СН);
- перемычка.

2.7 Аттенюатор

Модуль имеет дополнительное состояние - аттенюатор, которое не используется во время калибровки. Аттенюатор применяется для проверки качества калибровки с помощью специальной функции - доверительного теста, который позволяет сравнить измеряемые S-параметры аттенюатора со значениями, записанными в памяти модуля.

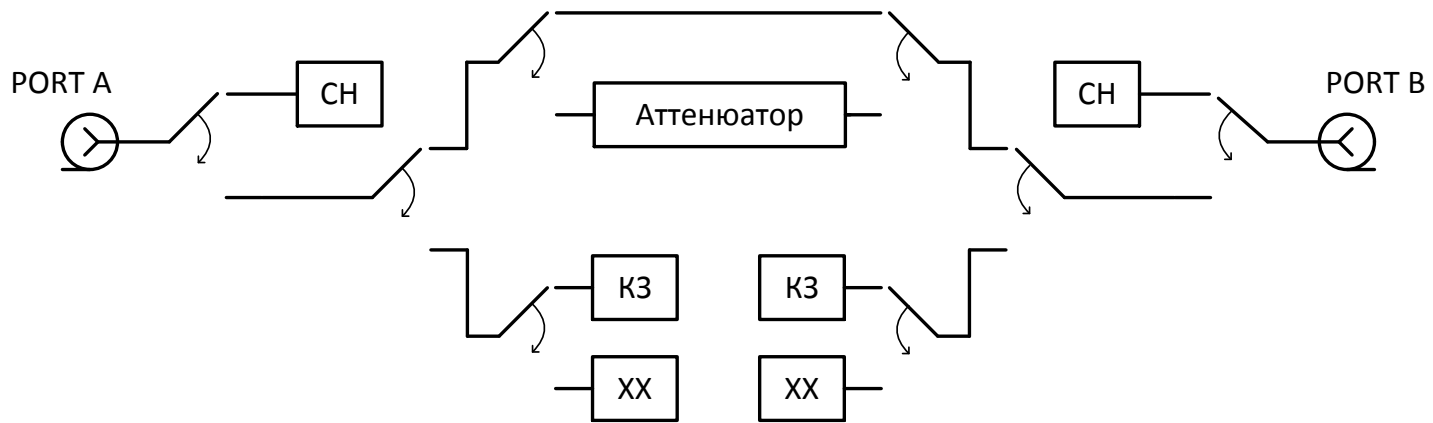


Рисунок 2.2 Функциональная схема ACM6000T, ASMB2506 и ACM4000T

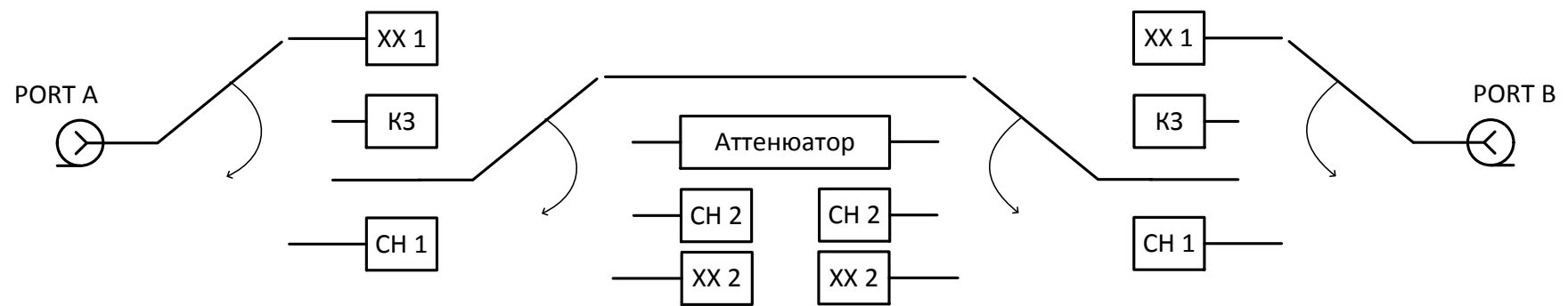


Рисунок 2.3 Функциональная схема ACM8000T

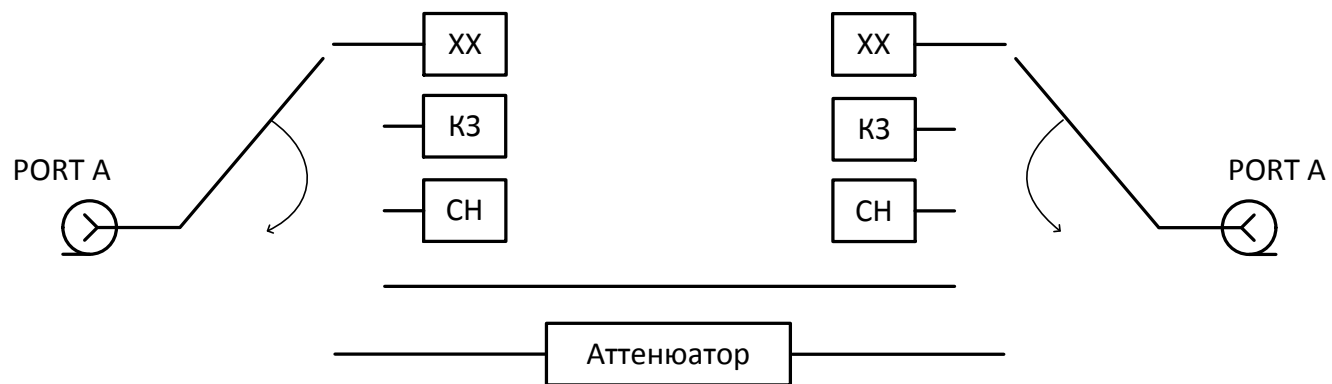


Рисунок 2.4 Функциональная схема ACM2506, ACM2509

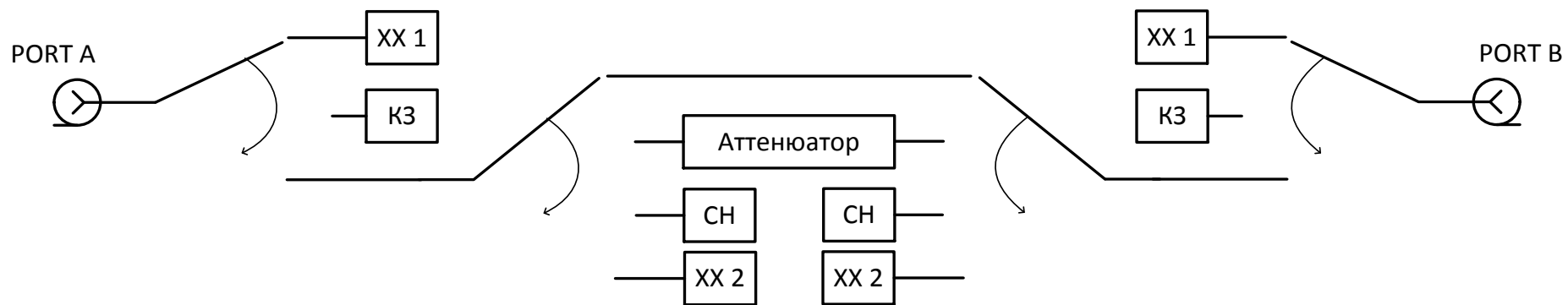


Рисунок 2.5 Функциональная схема ACM2520

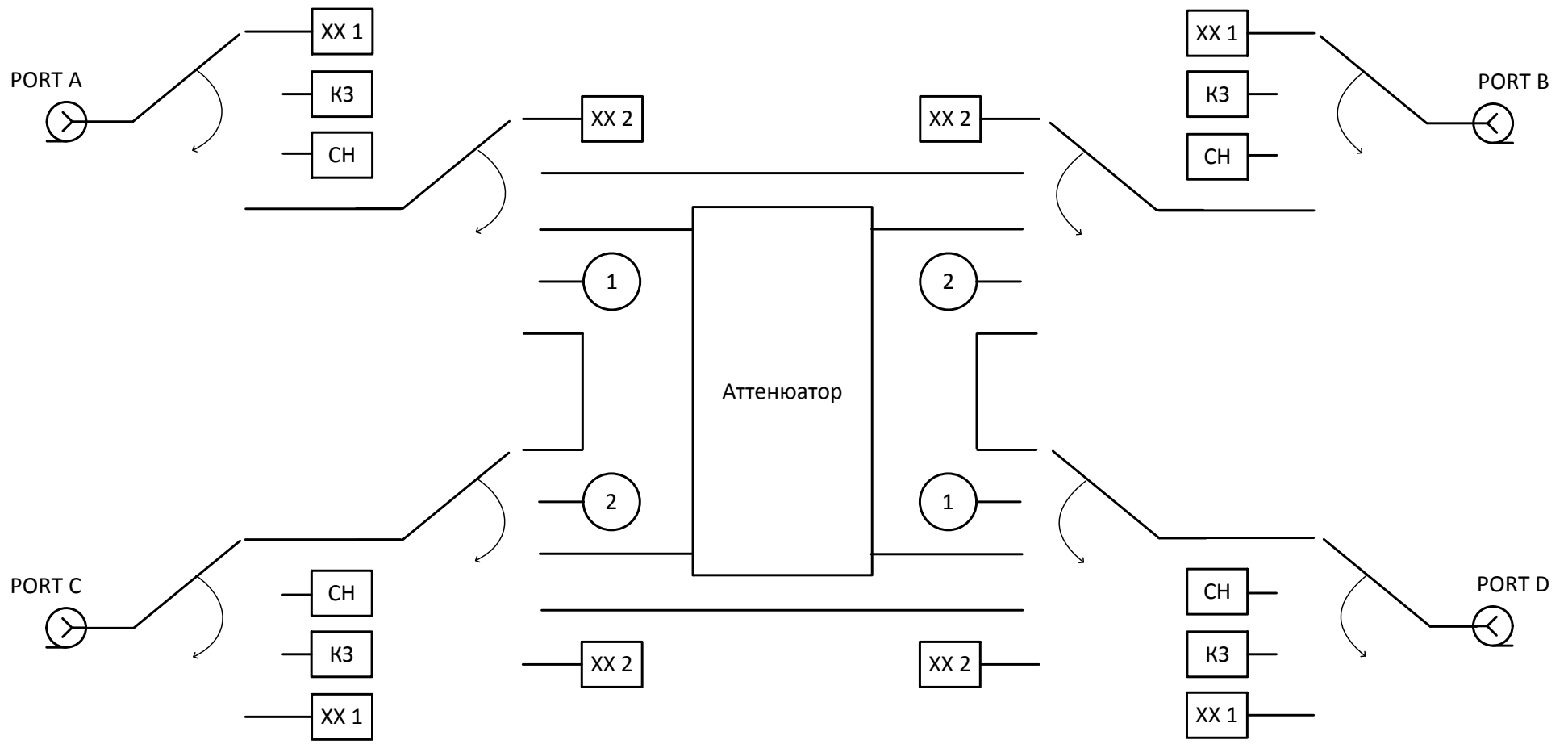


Рисунок 2.6 Функциональная схема ACM8400T и ACM4509

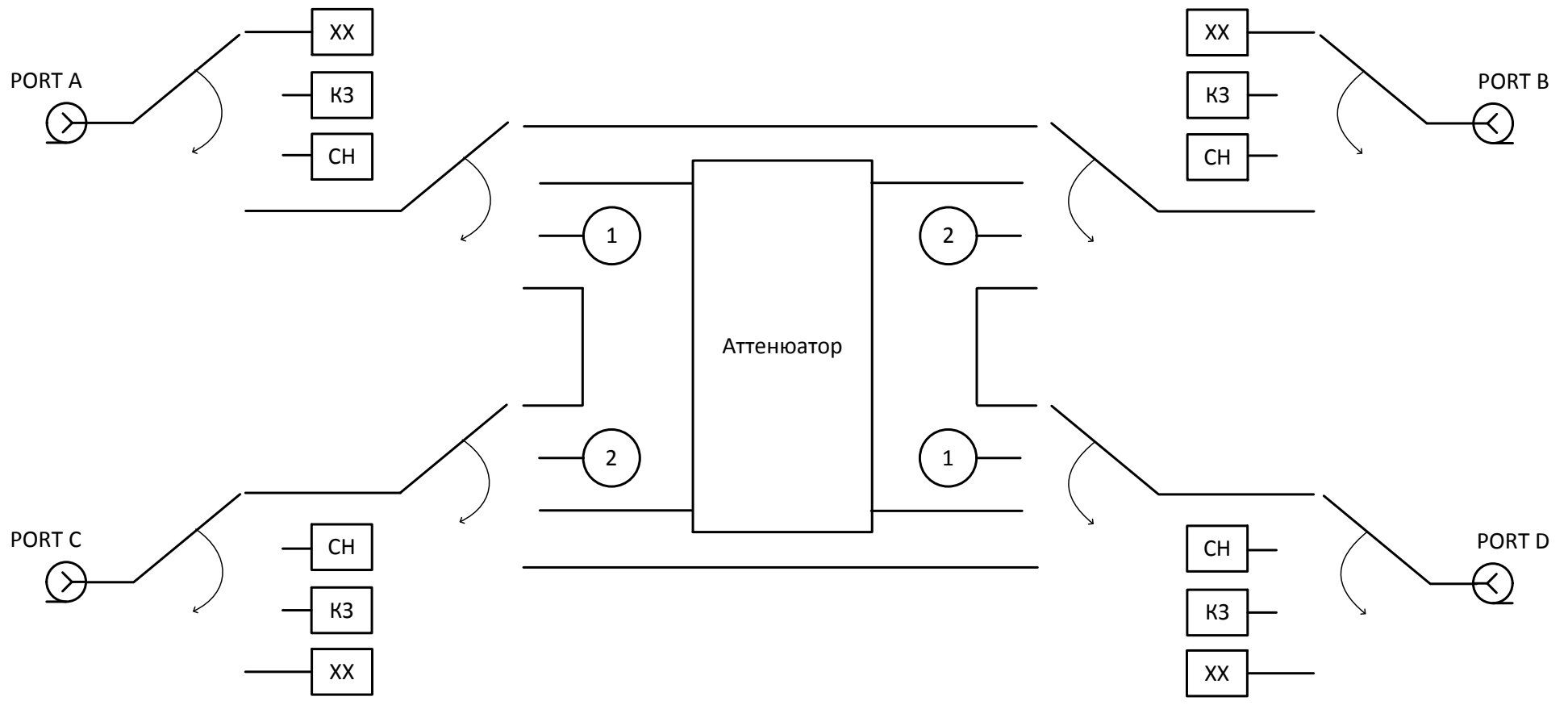


Рисунок 2.7 Функциональная схема ACM4520

3 Подготовка к работе

3.1 Эксплуатационные ограничения

Точность калибровки с помощью модуля во многом зависит от надлежащего обращения с ним при подготовке к работе. Чистота соединителей модуля, а также их целостность увеличивают срок службы. Загрязненный или поврежденный соединитель ухудшит точностные характеристики и существенно повлияет на результаты калибровки анализатора.

Перед началом работы рекомендуется выполнить комплекс мероприятий, направленный на предупреждение повреждений модуля:

- проведите визуальный контроль чистоты и целостности соединителей, корпуса модуля и кабеля USB из состава. При обнаружении посторонних частиц на соединителях выполните чистку по методике в п. 6.3.2. При обнаружении механических повреждений соединителя использование модуля запрещается, модуль бракуют и изолируют с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других устройств;
- проведите визуальный контроль чистоты и целостности соединителей устройств, которые будут подключаться к модулю. При обнаружении посторонних частиц на соединителях выполните чистку по методике в п. 6.3.2;
- при необходимости, проведите проверку присоединительных размеров по методике 6.3.3 для соединителей модуля и устройств, которые будут подключаться к нему.

Порядку подключения соединителей должно уделяться особое внимание. Правильное подключение гарантирует отсутствие механических повреждений внутреннего и внешнего проводников, обеспечивает повторяемость присоединений и исключает наиболее распространенную погрешность в измерениях при помощи анализатора – «плохое» соединение. Рекомендуемый порядок подключения приведен в п. 6.3.4.

Изменение условий окружающей среды в промежутке времени между калибровкой анализатора и выполнением измерений исследуемого устройства являются основной причиной ухудшения точности измерений. Контроль условий окружающей среды приведен в разделе в 6.3.5.

3.2 Распаковывание и повторное упаковывание

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

Для упаковывания модуля используется потребительская тара. В качестве индивидуальной потребительской тары используется коробка из гофрированного картона с амортизационными вкладышами.

3.2.1 Распаковывание

Распаковывание необходимо проводить в указанной последовательности:

- расположите коробку в соответствии с манипуляционными знаками;
- откройте коробку и аккуратно извлеките модуль, кабель USB;
- проведите внешний осмотр:
 - проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе модуля, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
 - проведите визуальный контроль целостности соединителей;
 - проверьте отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей портов;
 - проверьте целостность кабеля USB.
- после распаковывания рекомендуется сохранить картонную коробку совместно с амортизационным материалом для возможного дальнейшего использования (поставке на хранение или отправке на ремонт).

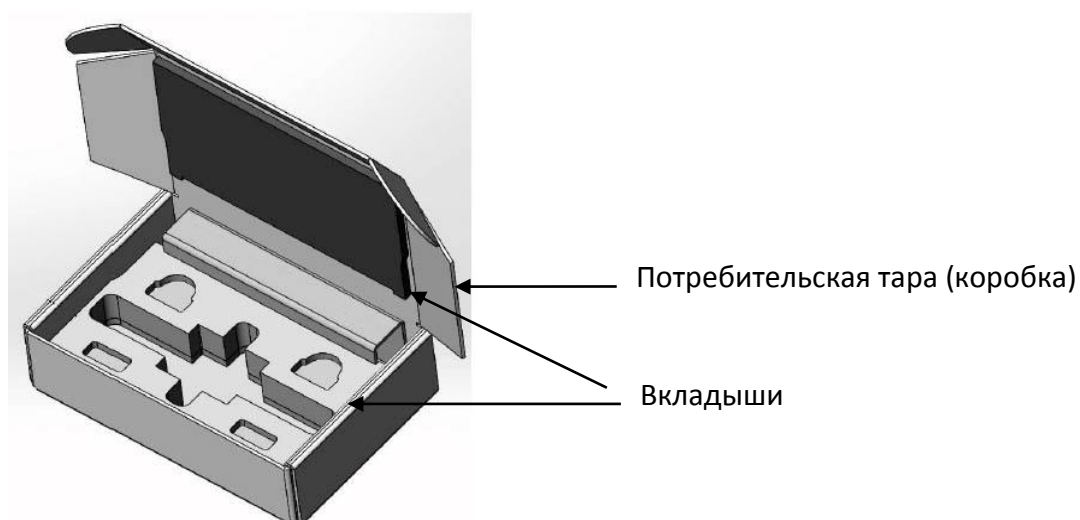


Рисунок 3.1 Упаковка

3 Подготовка к работе

3.2.2 Упаковывание

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

Перед упаковыванием необходимо провести внешний осмотр:

- если упаковывание проводится перед хранением, проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе модуля, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
- проведите визуальный контроль целостности соединителей;
- проверьте отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях соединителей;
- проверьте целостность кабеля USB.

Упаковывание необходимо проводить в следующей последовательности:

- вставьте модуль в коробку со специальными вкладышами, выполняющими амортизационную функцию;

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

- вложите кабель;
- закройте коробку, убедитесь, что крышка коробки свободно открывается и закрывается.

3.3 Порядок установки

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

Распакуйте и разместите модуль на рабочем месте.

Если модуль находился в условиях, отличных от условий эксплуатации, выдержите его в условиях эксплуатации не менее двух часов.

Подключите модуль с помощью кабеля USB. Прогрейте модуль не менее 15 минут. Подключение модуля для прогрева показано на рисунках 3.2 – 3.3.

Типичные схемы подключения модуля при выполнении калибровки анализатора представлены в разделе 4.3.

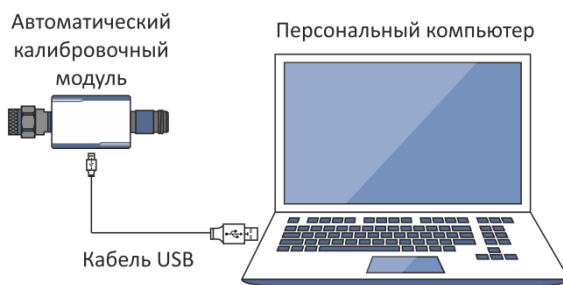


Рисунок 3.2 Подключение модуля к ПК

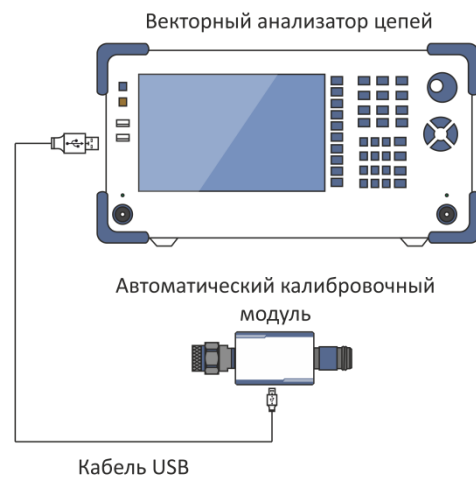


Рисунок 3.3 Подключение модуля непосредственно к анализатору

3.4 Программное обеспечение

Управление модулем производится через программное обеспечение анализатора производства ООО «Планар». Минимальные технические требования к ПК, а также описание установки программного обеспечения описаны в руководстве по эксплуатации на анализатор.

ПО анализатора автоматически определяет подключённый модуль и делает доступным меню «Автокалибровка». Обычно, специального выбора модуля не требуется.

Если меню не активно, рекомендуется следующее:

- выключите все запущенные экземпляры ПО анализатора;
- на короткое время отключите модуль от кабеля USB, через минуту восстановите подключение кабеля USB;
- вновь запустите ПО анализатора, убедитесь, что ПО анализатора функционирует корректно. Проверку работоспособности ПО анализатора проводить согласно РЭ на него;
- повторите подключение к модулю, убедитесь, что модель и серийный номер соответствуют подключённому модулю.

Установка драйвера	При первом подключении модуля к порту USB ПК, автоматически выполняется процедура установки драйвера USB.
Примечание	Режим измерения S-параметров длинной линии доступен только для программного обеспечения S2VNA и S4VNA.

4 Порядок работы

4.1 Лицевая сторона

Лицевые стороны с обозначением мест расположения основных частей разных модификаций изображены на рисунках 4.1 - 4.10.

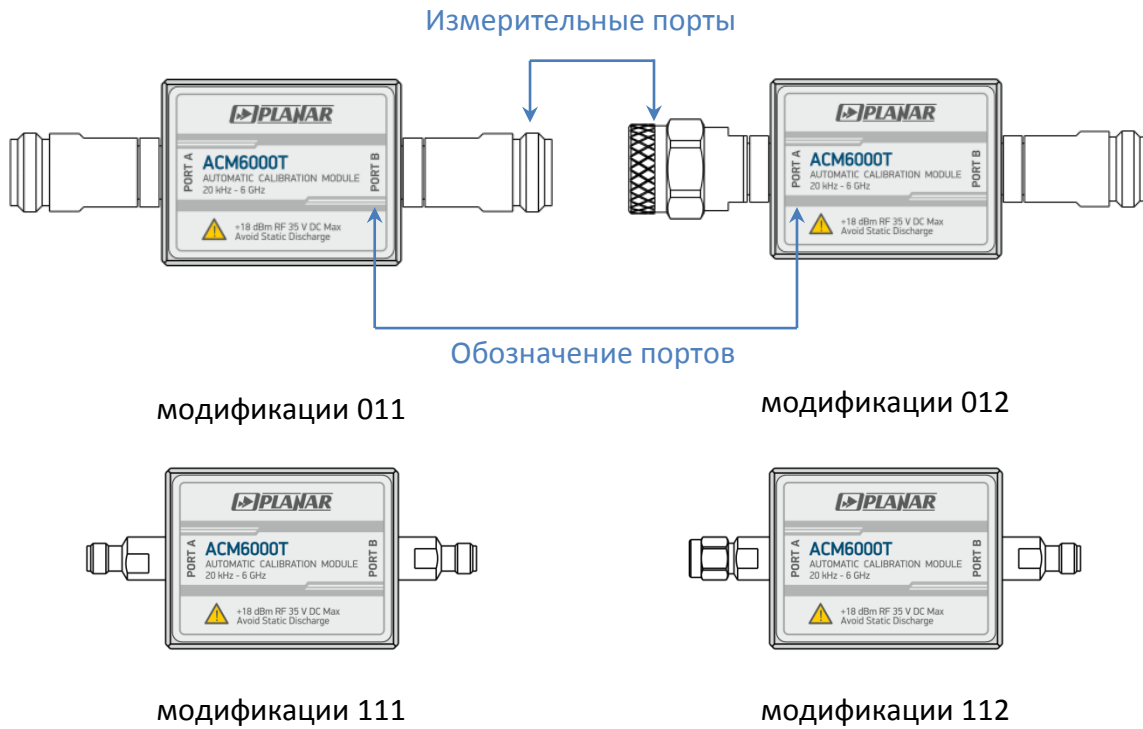


Рисунок 4.1 Лицевая сторона ACM6000T

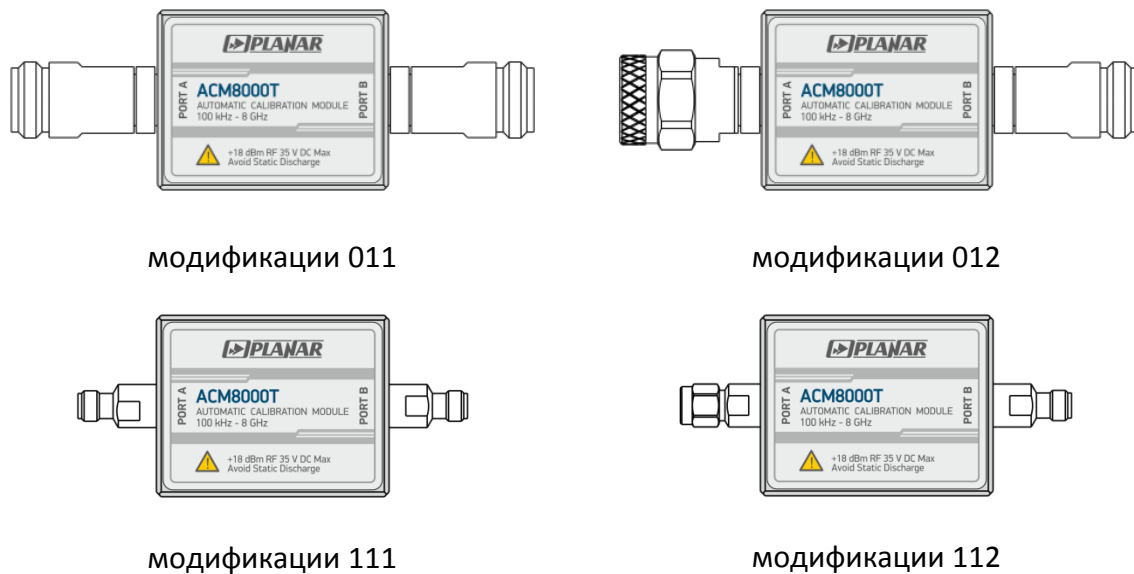


Рисунок 4.2 Лицевая сторона ACM8000T

4 Порядок работы



модификации 011



модификации 012



модификации 111



модификации 112

Рисунок 4.3 Лицевая сторона ACM2506



модификации 011



модификации 012



модификации 111



модификации 112

Рисунок 4.4 Лицевая сторона ACM2509

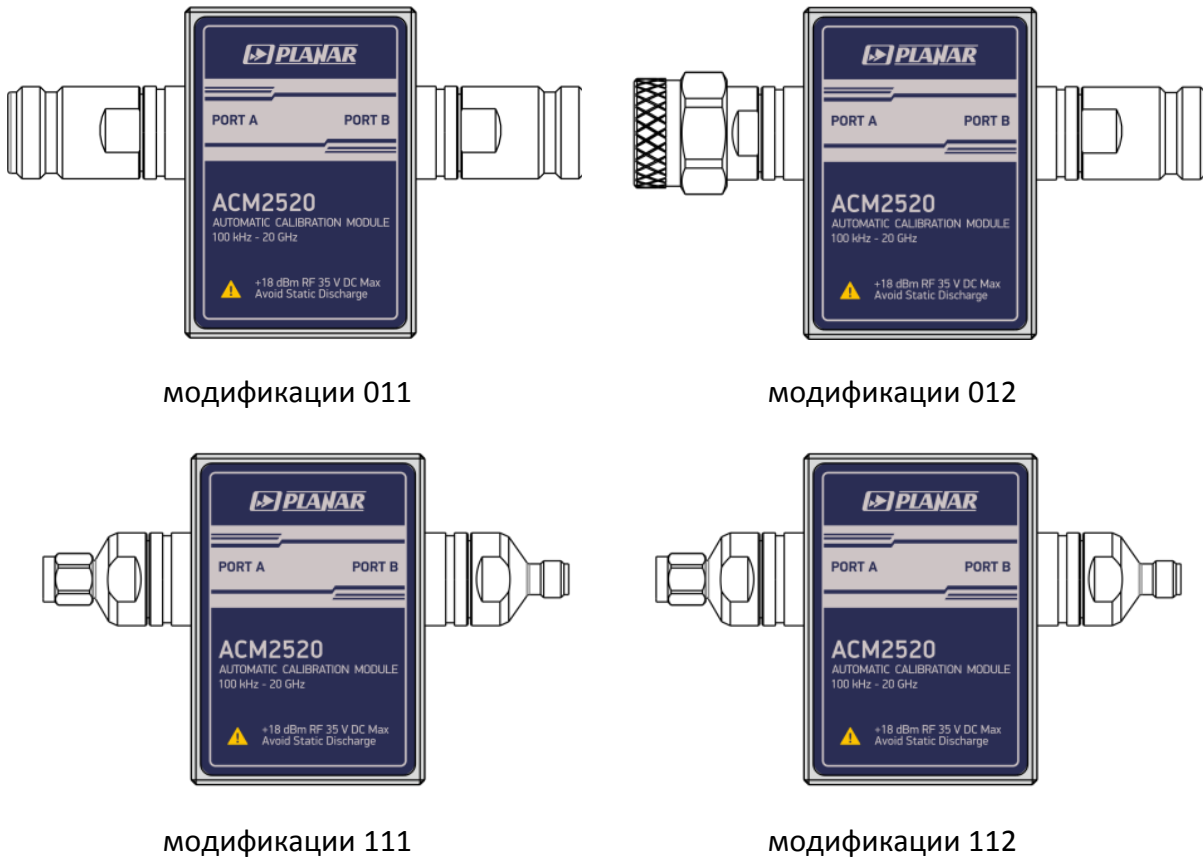


Рисунок 4.5 Лицевая сторона ACM2520

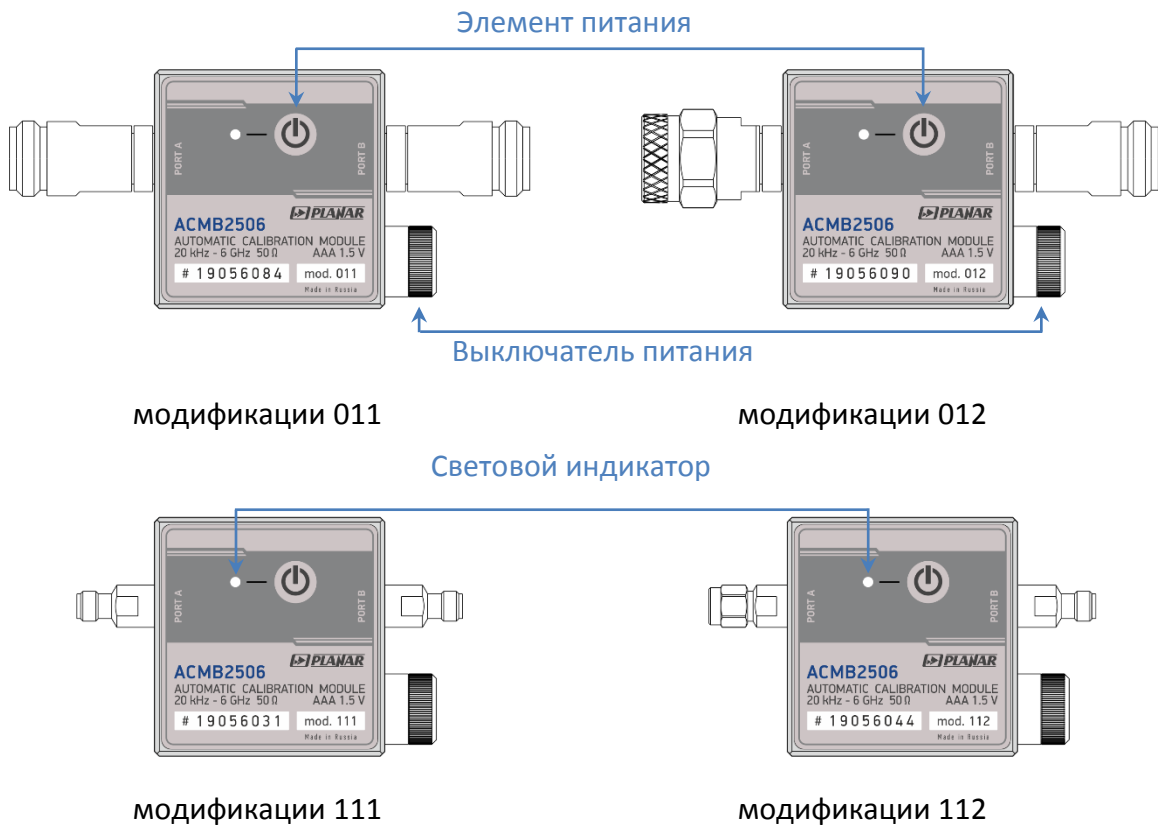
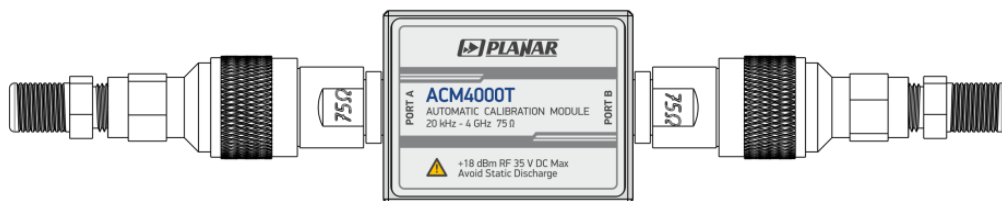
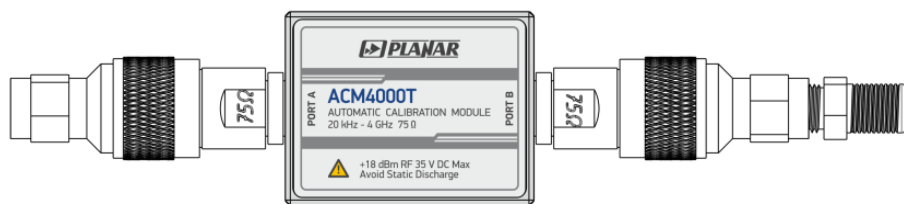


Рисунок 4.6 Лицевая сторона ACMB2506

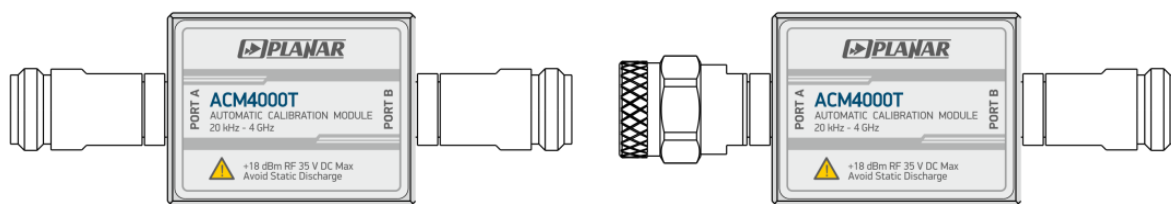
4 Порядок работы



модификации 411



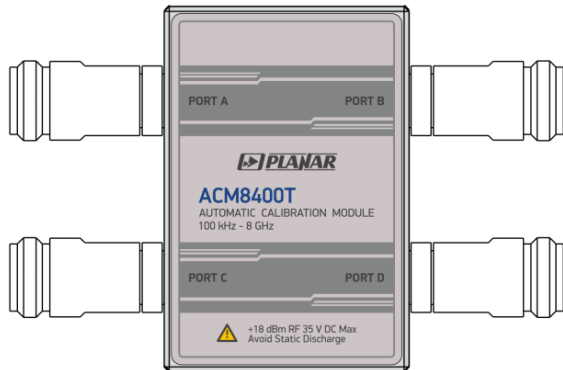
модификации 412



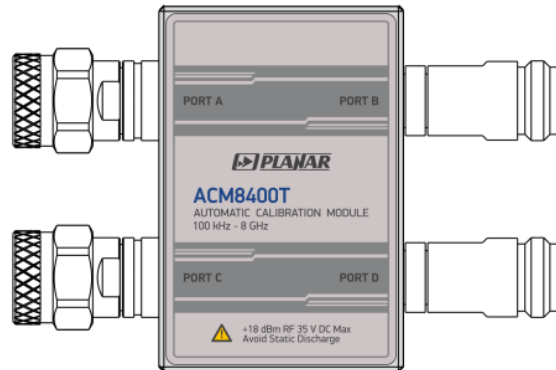
модификации 512

модификации 511

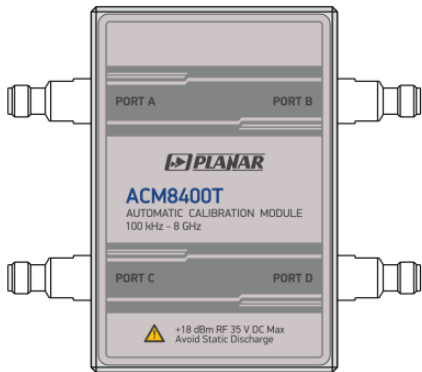
Рисунок 4.7 Лицевая сторона ACM4000T



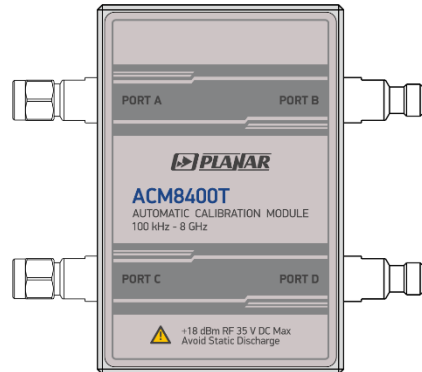
модификации 01111



модификации 01212



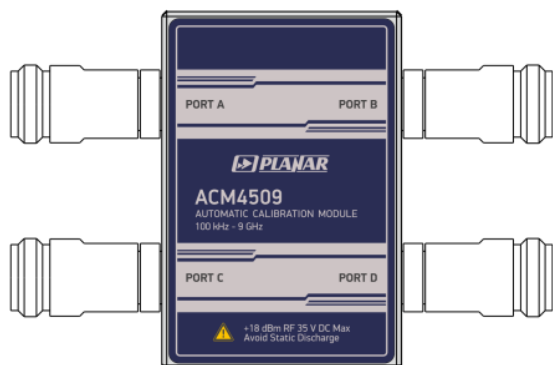
модификации 11111



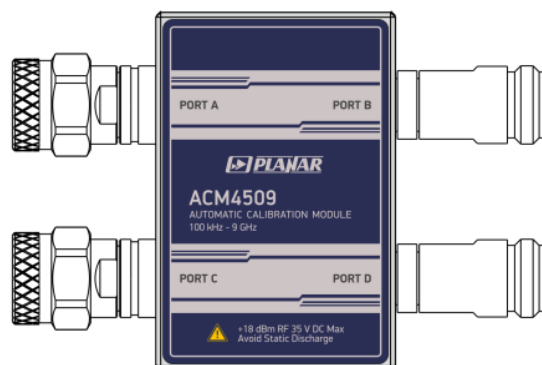
модификации 11212

Рисунок 4.8 Лицевая сторона ACM8400

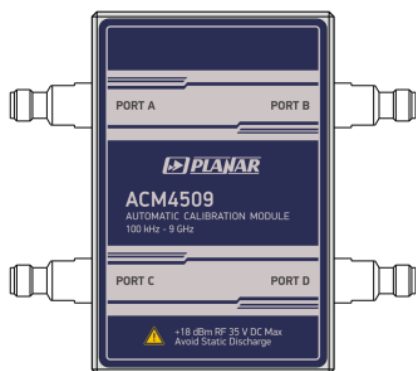
4 Порядок работы



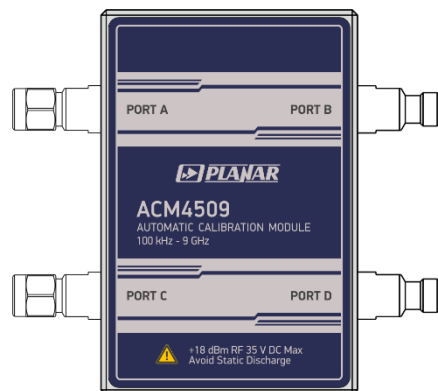
модификации 01111



модификации 01212



модификации 11111

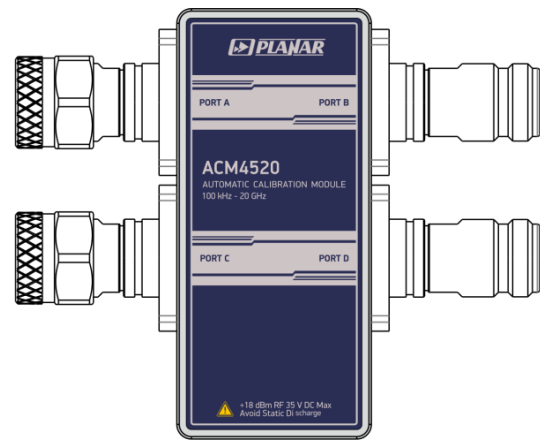


модификации 11212

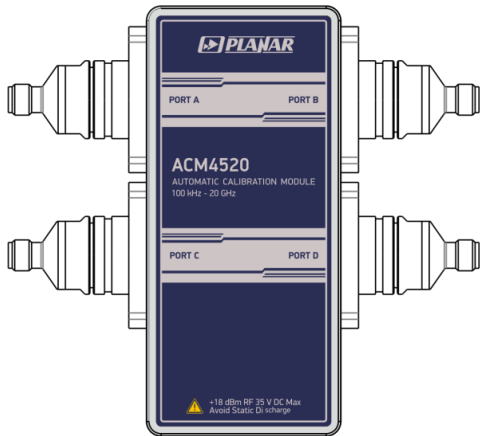
Рисунок 4.9 Лицевая сторона ACM4509



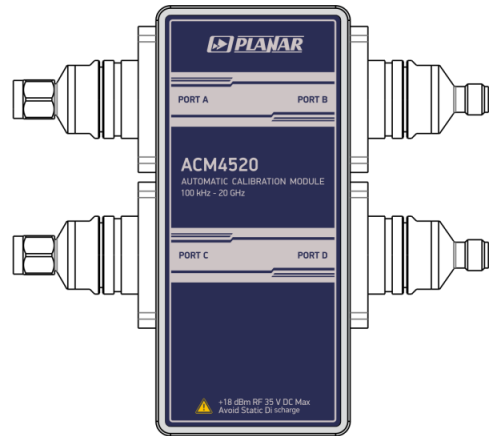
модификации 01111



модификации 01212



модификации 11111



модификации 11212

Рисунок 4.10 Лицевая сторона ACM4520

4 Порядок работы

4.1.1 Измерительные порты

Измерительные порты предназначены для подключения к калибруемому анализатору. Соединители анализатора, в сечении которых проводилась калибровка, считаются его измерительными портами.

Соединители модулей представлены на рисунках 4.11 – 4.18.

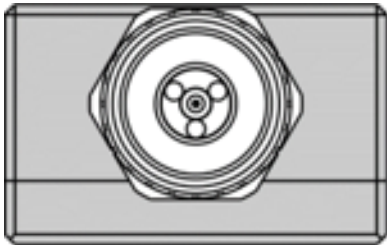


Рисунок 4.11 N, вилка

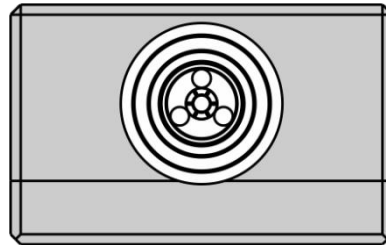


Рисунок 4.12 N, розетка

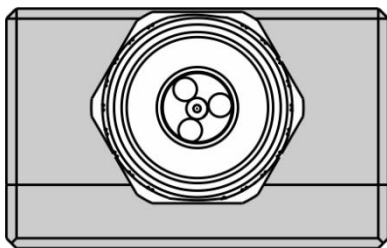


Рисунок 4.13 N (75 Ом), вилка

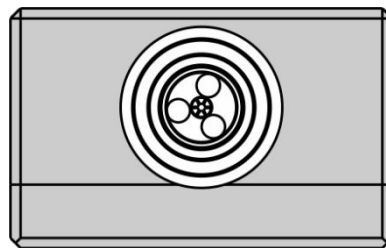


Рисунок 4.14 N (75 Ом), розетка



Рисунок 4.15 3,5 мм, вилка

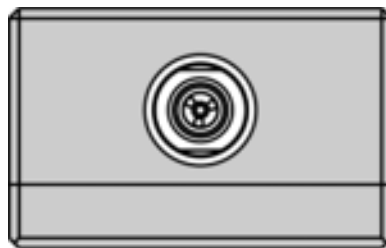


Рисунок 4.16 3,5 мм, розетка

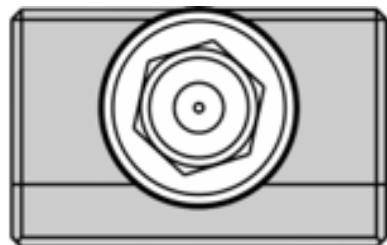


Рисунок 4.17 F, вилка

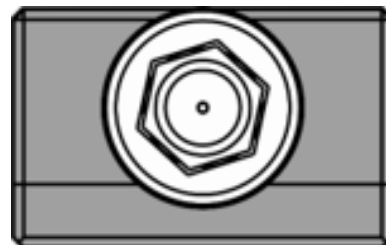
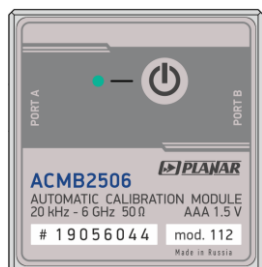
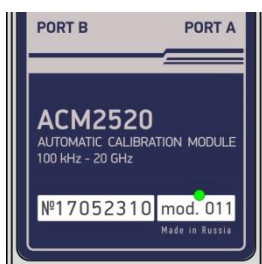


Рисунок 4.18 F, розетка

4.1.2 Светодиодный индикатор состояния



Световой индикатор на ACM2520, ACM8400T, ACM4509 и ACM4520 индицирует следующие состояния:

- Попеременное включение зеленого и красного – проверка светодиодной индикации и наличие напряжения питания.

- Красное свечение – модуль находится в режиме прогрева. При подключении модуля по USB автоматически начитается отсчет времени, требуемого на установление рабочего режима. Если в этот момент отключить и снова включить модуль, то отсчет начнется заново.

Дополнительно красное свечение может означать потерю связи модуля с ПК. В этом случае, следует проверить подключен ли модуль к программному обеспечению (активна ли кнопка «Автокалибровка»), если нет – отсоединить кабель USB от модуля и повторить подключение.

- Зеленое свечение – модуль готов к работе.

Световой индикатор на ACMB2506 индицирует следующие состояния:

- Попеременное включение зеленого и красного – проверка светодиодной индикации.

- Зеленое свечение – модуль подключен по USB к управляющему компьютеру или анализатору.

- Красное свечение – модуль не запрограммирован на автономную работу или допущена ошибка в процессе программирования модуля. В этом случае, следует подключить модуль к программному обеспечению и перепрограммировать.

- Кратковременное мигание зеленым или красным – индикация работы модуля в автономном режиме. При достаточном уровне заряда батареи индикатор модуля мигает зеленым цветом, если элемент питания разряжен и требует замены – красным.

Примечание

Световой индикатор присутствует на ACM2520, ACM8400T, ACM4509, ACM4520 и ACMB2506.

4 Порядок работы

4.1.3 Выключатель питания

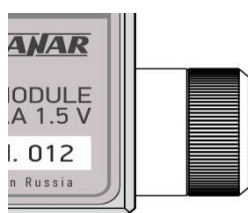


Выключатель питания служит для включения / выключения питания модуля при работе в автономном режиме. Включение или выключение питания возможно в любой момент времени. При включении питания модуль производит загрузку микропрограмм в прибор.

Примечание

Выключатель питания присутствует на ACMB2506.

4.1.4 Элемент питания



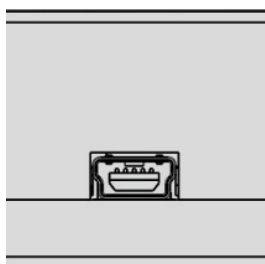
Элемент питания служит для автономного питания модуля без подключения кабеля питания. Тип элемента питания и время работы от элемента представлены в таблице 2.13.

Примечание

Элемент питания присутствует в ACMB2506.

4.2 Торцевая сторона

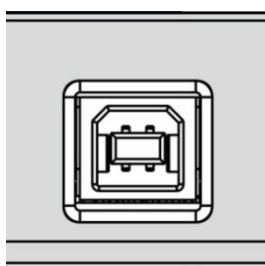
4.2.1 Соединитель mini USB



Соединитель mini USB расположен на торцевой стороне модуля и предназначен для подключения модуля к управляющему компьютеру или анализатору. Питание модуля осуществляется по кабелю USB.

Примечание	Соединитель mini USB присутствует на ACM6000T, ACM8000T, ACM2506, ACM2509, ACM8400T, ACM4509, ACM4000T и ACMB2506.
Примечание	При подключении ACMB2506 к управляющему компьютеру через кабель mini USB, удаленная работа ACMB2506 не возможна. При таком подключении ACMB2506 выполняет все функции ACM6000T.

4.2.2 Соединитель USB B



Соединитель USB B расположен на торцевой стороне модуля и предназначен для подключения модуля к управляющему компьютеру или анализатору. Питание модуля осуществляется по кабелю USB.

Примечание	Соединитель USB B присутствует на ACM2520 и ACM4520.
------------	--

4 Порядок работы

4.3 Схемы подключения

4.3.1 Полная однопортовая калибровка

При выполнении калибровки к свободному порту модуля рекомендуется присоединить согласованную нагрузку. Согласованная нагрузка не входит в комплект поставки.

Типичные схемы подключения для полной однопортовой калибровки показаны на рисунках 4.19 – 4.20.

Для предотвращения поломки кабеля и улучшения стабильности рекомендуется использовать дополнительные защитные переходы измерительного класса (переходы не показаны на рисунках).



Для затягивания СВЧ соединителей необходимо использовать тарированные ключи с нормированным крутящим моментом и поддерживающие ключи для предотвращения проворачивания подключаемого устройства.



Рисунок 4.19 Схема включения модуля для выполнения полной однопортовой калибровки

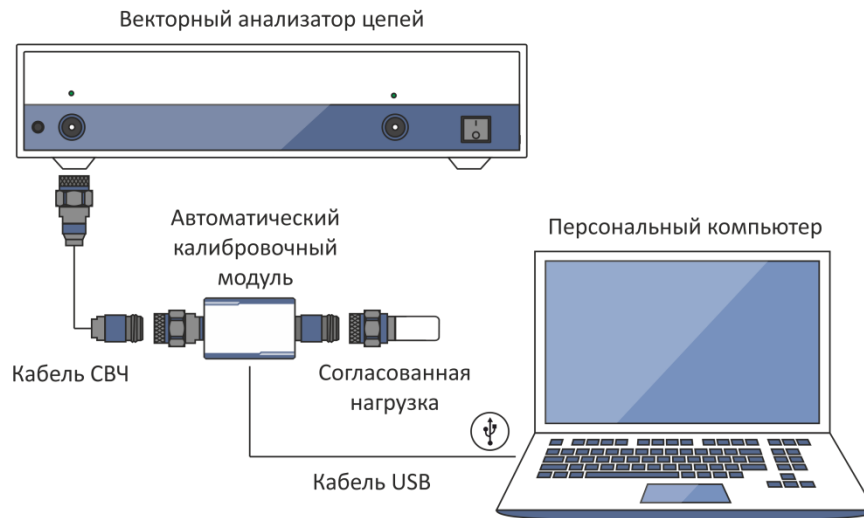


Рисунок 4.20 Схема включения модуля для выполнения полной однопортовой калибровки

4.3.2 Однонаправленная двухпортовая и полная двухпортовая калибровки

Типичные схемы подключения для однонаправленной двухпортовой и полной двухпортовой калибровок показаны на рисунках 4.21 – 4.22.

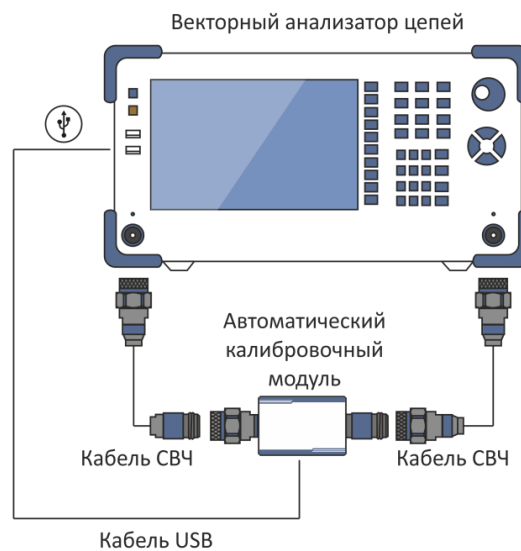


Рисунок 4.21 Схема включения модуля для выполнения однонаправленной двухпортовой и полной двухпортовой калибровок

4 Порядок работы

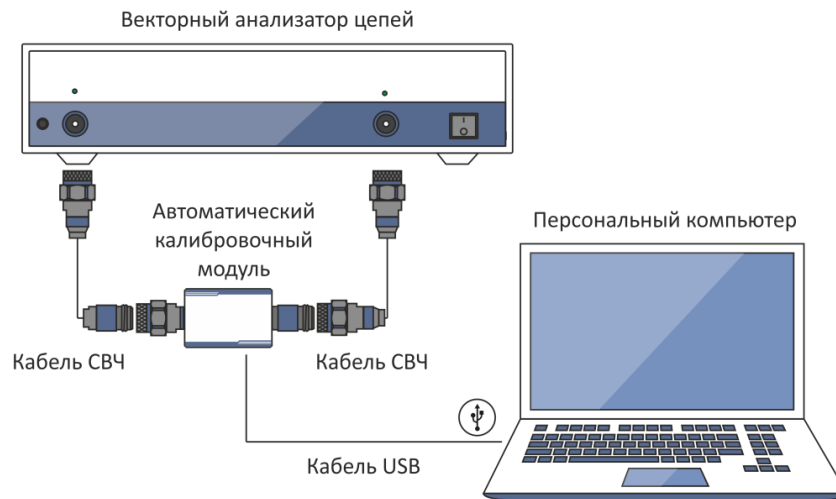


Рисунок 4.22 Схема включения модуля для выполнения однонаправленной двухпортовой и полной двухпортовой калибровок

4.3.3 Полная трехпортовая калибровка

При выполнении калибровки к свободному порту модуля рекомендуется присоединить согласованную нагрузку.

Типичные схемы подключения для полной трехпортовой калибровки показаны на рисунках 4.23 – 4.24.



Рисунок 4.23 Схема включения модуля для выполнения полной трехпортовой калибровки на примере портов 1, 2 и 4

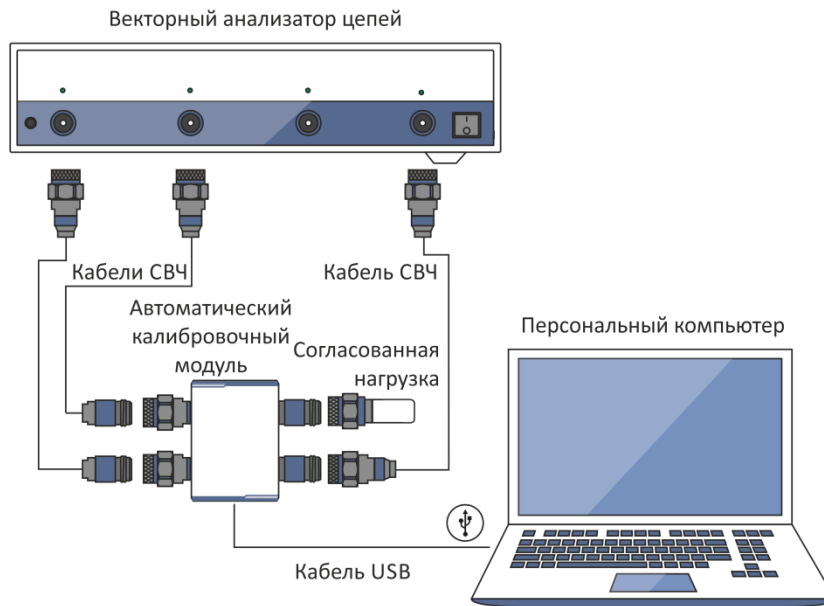


Рисунок 4.24 Схема включения модуля для выполнения полной трехпортовой калибровки на примере портов 1, 2 и 4

4.3.4 Полная четырехпортовая калибровка

Типичные схемы подключения для полной четырехпортовой калибровки показаны на рисунках 4.25 – 4.26.

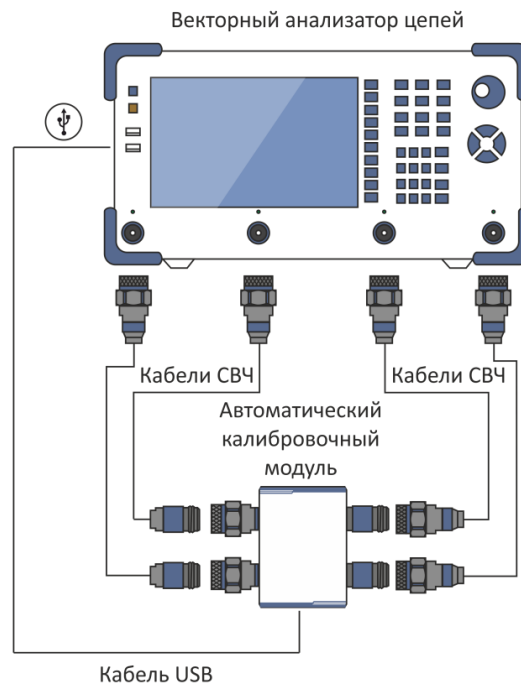


Рисунок 4.25 Схема включения модуля для выполнения полной четырехпортовой калибровки

4 Порядок работы

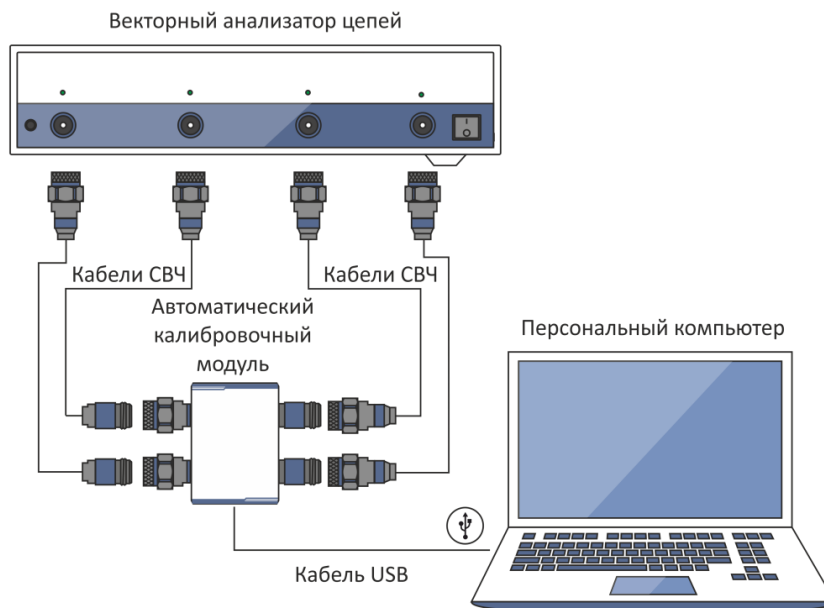


Рисунок 4.26 Схема включения модуля для выполнения полной четырехпортовой калибровки

4.4 Сеанс работы с модулем

В данном разделе приведён пример сеанса работы с модулем. Для калибровки всех видов анализатора необходимо произвести следующие действия:

- разместите модуль на рабочем месте и прогрейте его не менее 15 минут;
- установите параметры анализатора, при которых будет проводиться калибровка и измерение параметров исследуемых устройств;
- соберите схемы измерений;
- присоедините модуль (типичные схемы включения представлены в разделе 4.3);
- выполните калибровку необходимого вида;
- отсоедините модуль и присоедините вместо него исследуемое устройство.

4.4.1 Подготовка модуля к проведению калибровки

Разместите модуль на рабочем месте, включите и прогрейте не менее времени, указанного в технических характеристиках.



Технические характеристики модуля будут соответствовать заявленным только по окончании времени установления рабочего режима.

Определение работоспособности модуля	ПО анализатора автоматически определяет подключенный модуль. После подключения модуля программное обеспечение анализатора делает доступным меню «Автокалибровка».
--------------------------------------	--

4.5 Установка параметров

Перед проведением калибровки и измерений в ПО анализатора:

- установите параметры по умолчанию;
- выберите трассы и назначить им измеряемые S-параметры;
- установите требуемый диапазон частот и количество точек по частоте;
- установите уровень выходной мощности не более минус 5 дБм;
- выберите фильтр промежуточной частоты.


Установка параметров детально описана в РЭ на анализатор.

4.6 Измерение S-параметров длинной линии

Примечание	Раздел относится только к модулю со встроенным элементом питания ACMB2506.
------------	--

Используя векторный анализатор цепей и модуль, можно производить измерение S-параметров длинной линии.

Для измерения S-параметров длинной линии нужно произвести следующие действия:

- проведите полную однопортовую калибровку анализатора с помощью модуля (см. п. 5.5)
- настройте время цикла измерений и запрограммируйте модуль согласно руководству по эксплуатации на анализатор ¹⁾;
- подключите один соединитель длинной линии к калиброванному порту анализатора; второй, удаленный, - к порту модуля (см. рисунки 4.27 и 4.28);
- включите модуль кнопкой ;

¹⁾ Режим измерения S-параметров длинной линии доступен только для программного обеспечения S2VNA и S4VNA

4 Порядок работы

- измерьте S-параметры длинной линии согласно руководству по эксплуатации на анализатор.



Рисунок 4.27 Схема включения модуля для измерения S-параметров длинной линии

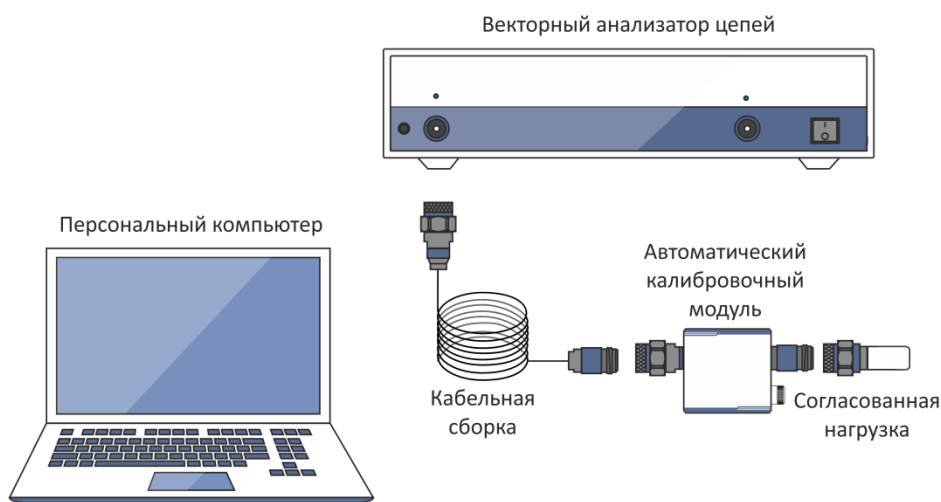


Рисунок 4.28 Схема включения модуля для измерения S-параметров длинной линии

Примечание

При подключении ACMB2506 к управляющему компьютеру через кабель mini USB, удаленная работа ACMB2506 не возможна. При таком подключении ACMB2506 выполняет все функции ACM6000T.

5 Калибровка

5.1 Погрешности измерения

При определении S-параметров с помощью анализатора на результаты влияют различные погрешности измерения. Погрешности можно разделить на две категории:

- систематические;
- случайные.

Случайные погрешности измерения — это шумовые флуктуации и температурные дрейфы в электронных компонентах, изменение механических размеров соединителей при изменении температуры, погрешности повторяемости при повторном их соединении. Случайные погрешности, в силу своей непредсказуемости, не могут быть заранее измерены и учтены. Для уменьшения случайных погрешностей можно принимать определённые меры:

- правильный выбор мощности источника;
- сужение полосы промежуточной частоты;
- поддержание постоянной температуры окружающей среды;
- соблюдение времени прогрева модуля;
- осторожное обращение с соединителями;
- уменьшение изгибов кабелей после калибровки;
- использование тарированного ключа с нормированным крутящим моментом при затягивании коаксиальных соединителей.

Систематические погрешности измерения — это погрешности, вызванные неидеальностью компонентов измерительной системы. Они повторяемы, их характеристики не изменяются со временем. Систематические погрешности можно вычислить, а затем уменьшить их величину путём введения поправок в результаты измерений математическим способом.

5 Калибровка

5.2 Виды калибровок

Модули осуществляют три вида калибровки:

- полная однонаправленная;
- однонаправленная двухпортовая;
- полная двухпортовая.

Четырехпортовые модули дополнительно осуществляют два вида калибровки:

- полная трехпортовая;
- полная четырехпортовая.

Выполнение калибровки описано в разделе 5.5.

5.2.1 Полная однопортовая калибровка

Полная однопортовая калибровка требует подключения, как минимум, трёх калибровочных мер к одному порту:

- КЗ,
- ХХ,
- Нагрузка.

Полная однопортовая калибровка обладает высокой точностью.

5.2.2 Однонаправленная двухпортовая калибровка

Однонаправленная двухпортовая калибровка совмещает полную однопортовую калибровку и расширенную нормализацию передачи. Метод позволяет более точно оценить погрешность частотной неравномерности передачи, чем нормализация передачи.

Однонаправленная двухпортовая калибровка требует подключения трех мер к порту источника, как однопортовая калибровка, плюс подключение меры – перемычка между калиброванным портом источника и портом приёмника.

5.2.3 Полная двухпортовая калибровка

Полная двухпортовая калибровка требует семь подключений калибровочных мер: по две однопортовые меры ХХ, КЗ, согласованной нагрузки и двухпортовую меру перемычки. Такой вид калибровки совмещает две полные однопортовые калибровки для каждого порта, плюс одно подключение меры перемычка, при котором делаются два измерения передачи для каждого порта - источника сигнала.

Полная двухпортовая калибровка обладает высокой точностью.

5.2.4 Полная трехпортовая калибровка

Полная трехпортовая калибровка требует двенадцать подключений калибровочных мер. Она совмещает полные однопортовые калибровки для каждого порта, плюс подключение к каждой паре портов меры перемишки, при котором делаются два измерения передачи для каждого порта – источника сигнала.

Полная трехпортовая калибровка обладает высокой точностью при измерениях трехпортовых устройств.

5.2.5 Полная четырехпортовая калибровка

Полная четырехпортовая калибровка требует восемнадцать подключений калибровочных мер. Она совмещает полные однопортовые калибровки для каждого порта, плюс подключение к каждой паре портов меры перемишки, при котором делаются два измерения передачи для каждого порта – источника сигнала.

Полная четырехпортовая калибровка обладает высокой точностью при измерениях четырехпортовых устройств.

5.2.6 Неизвестная перемишка

Неизвестная перемишка используется в процессе полной двух-, трех-, четырехпортовой калибровки. Метод калибровки с неизвестной перемишкой называют SOLR от английского: Short, Open, Load, Reciprocal.

В качестве неизвестной перемишки может выступать произвольный четырехполюсник с неизвестными параметрами.

К неизвестной перемишке предъявляют два основных требования:

- перемишка должна обладать свойством обратимости ($S_{21} = S_{12}$), что легко выполняется практически для любых пассивных цепей. Кроме того, не рекомендуется применять перемишки с потерями более 10 дБ, из-за увеличения погрешности калибровки.
- необходимо знать примерную электрическую длину "неизвестной перемишки", с точностью до $1/4$ длины волны на максимальной частоте калибровки. Данное требование может быть опущено, если выбран шаг по частоте:

$$\Delta F < \frac{1}{4 \cdot \tau_0},$$

где τ_0 – задержка четырехполюсника.

В этом случае программа анализатора автоматически определяет электрическую длину (задержку) четырехполюсника.

Перемишка, реализуемая внутри модуля с помощью электронных ключей, обладает потерями. Поэтому для обеспечения заданной точности калибровки необходимо или

5 Калибровка

точно знать параметры перемычки, или использовать алгоритм неизвестной перемычки.

Модуль позволяет использовать обе эти возможности. В его памяти хранятся S-параметры перемычки, которые используются для вычисления калибровочных коэффициентов. Если же используется алгоритм неизвестной перемычки, то указанные параметры не используются.

5.3 Преимущества модуля

Калибровка с использованием модуля имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной калибровкой с использованием механического набора мер:

- сокращение количества подключений до одного;
- уменьшение времени калибровки;
- уменьшение вероятности ошибок оператора;
- снижение износа соединителей измерительных портов анализатора.

5.4 Температурная компенсация

Температурная компенсация (термокомпенсация) — это программная функция коррекции параметров модуля, использующая данные датчика внутренней температуры и данные о температурной зависимости.

Данные о температурной зависимости модуля — это коэффициенты термокомпенсации амплитуды и фазы коэффициентов отражения или передачи различных состояний модуля, хранящиеся в его памяти.

Значение компенсированной амплитуды M_c , дБ, определяется по формуле:

$$M_c = M \times k_m \times (T_{char} - T),$$

где:

M – амплитуда до компенсации, дБ;

k_m – коэффициент термокомпенсации амплитуды, дБ/°С;

T_{char} – температура, при которой выполнялась характеристика модуля, °С;

T – текущая температура внутри корпуса модуля, °С.

Значение компенсированной фазы, P_c °, определяется по формуле:

$$P_c = P \times k_p \times (T_{char} - T),$$

где:

P – фаза до компенсации, °;

k_p – коэффициент термокомпенсации амплитуды, °/°C;

T_{char} – температура, при которой выполнялась характеристика модуля, °C;

T – текущая температура внутри корпуса модуля, °C.

Температурная зависимость S-параметров каждого модуля снимается в заводских условиях и сохраняется в его памяти.

Термокомпенсация может применяться к данным как заводской, так и пользовательской характеристик.

Пользователь имеет возможность включить или отключить функцию термокомпенсации.

5.5 Выполнение калибровки

Калибровка осуществляется полностью в автоматическом режиме. Для ее выполнения необходимо произвести следующие действия:

- 1) в главном меню ПО анализатора нажмите кнопку калибровки;
- 2) в появившемся меню выберите автоматическую калибровку. Кнопка автокалибровки становится активной при подключении модуля (типичные схемы подключения представлены в разделе 4.3);
- 3) нажмите кнопку характеристики;
- 4) в меню характеристики выберите характеристику: заводскую или одну из трех пользовательских (выполнение пользовательской характеристики описано в разделе 5.6);
- 5) выберите способ ориентации модуля, нажав на кнопку ориентации;
- 6) выберите состояние алгоритма неизвестной перемычки. Алгоритм неизвестной перемычки может быть либо включен, либо выключен;
- 7) выберите состояние функции термокомпенсации. Функция термокомпенсации может быть либо включена, либо выключена;
- 8) при необходимости, выведите на экран подробную информацию о характеристике. Вывод информации на экран осуществляется нажатием соответствующей кнопки в меню автокалибровки;
- 9) выберите вид калибровки: однопортовая, двухпортовая, трехпортовая или четырехпортовая;
- 10) укажите порт для полной однопортовой калибровки, два порта – для полной двухпортовой, три порта – для полной трехпортовой.
- 11) дождитесь окончания калибровки.

5 Калибровка

Калибровка выполняется автоматически: меры из состава модуля под управлением ПО анализатора по очереди подключаются к анализатору, после чего рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти анализатора.

Показателем того, что калибровка была выполнена, являются значки в строках состояния графиков коэффициентов отражения и передачи в ПО анализатора:

- [F1] – полная однопортовая калибровка;
- [OP] – однонаправленная двухпортовая калибровка;
- [F2] – полная двухпортовая калибровка;
- [F3] – полная трехпортовая калибровка;
- [F4] – полная четырехпортовая калибровка.

Алгоритм выполнения автоматической калибровки представлен на рисунке 5.1.

Подробное выполнение калибровки с помощью модуля и название всех кнопок для каждого анализатора описано в РЭ анализатора.

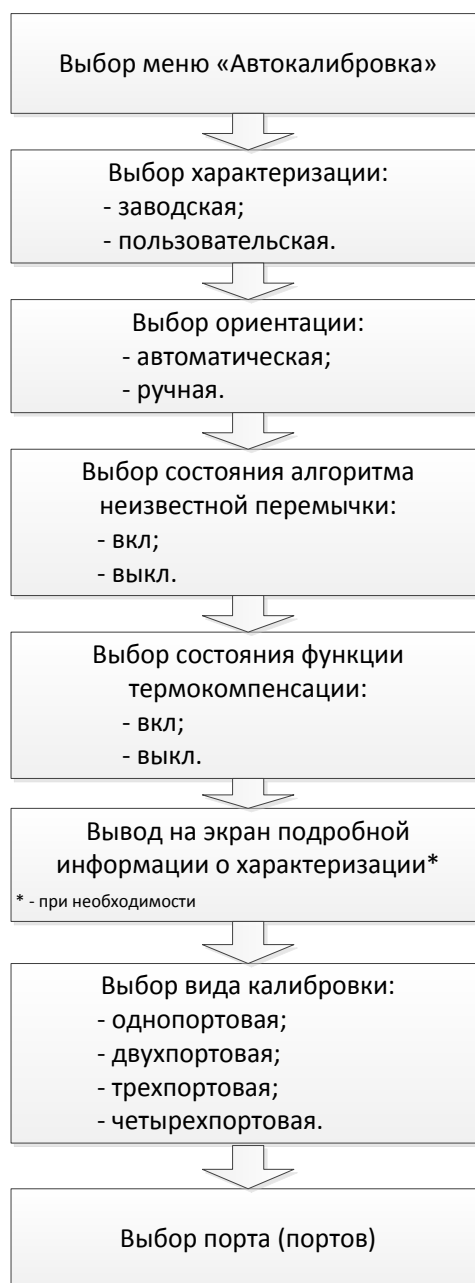


Рисунок 5.1 Алгоритм выполнения автокалибровки

5.6 Проведение пользовательской характеристики

Характеризацией называют процесс определения таблицы S-параметров всех состояний модуля.

Пользовательская характеристика модуля требуется при изменении соединителей модуля с помощью переходов. Характеризуется новое устройство – модуль плюс переходы.

Перед пользовательской характеристикой двухпортового модуля необходимо выполнить двухпортовую калибровку анализатора с конфигурацией портов, совместимой с конфигурацией портов модуля.

Перед пользовательской характеристикой четырехпортового модуля необходимо выполнить четырехпортовую калибровку анализатора с конфигурацией портов, совместимой с конфигурацией портов модуля.

Характеризуется модуль совместно с переходами. Для сохранения характеристики не следует отсоединять и заново присоединять переходы, с которыми характеристика была проведена. После отсоединения переходов - характеристику нужно проводить заново.

Для выполнения пользовательской характеристики следует выполнить в ПО анализатора следующие действия:

- 1) нажмите кнопку калибровки в главном меню ПО анализатора;
- 2) выберите автоматическую калибровку в появившемся меню;
- 3) нажмите кнопку выбора характеристики в меню автокалибровки;
- 4) выберите одну из трех пользовательских характеристик в меню характеристики;
- 5) выберите способ ориентации модуля в меню автокалибровки, нажав на кнопку ориентации. Рекомендуется использовать автоматическую ориентацию;
- 6) проведите характеристику модуля путем нажатия на соответствующую кнопку в меню Автокалибровки;
- 7) в появившемся диалоговом окне укажите:
 - имя оператора;
 - наименование анализатора;
 - место проведения характеристики;
 - типы соединителей;
 - типы соединителей переходов.
- 8) нажмите кнопку записи для завершения пользовательской характеристики модуля.

Порядок выполнения пользовательской характеристики показан на рисунке 5.2.

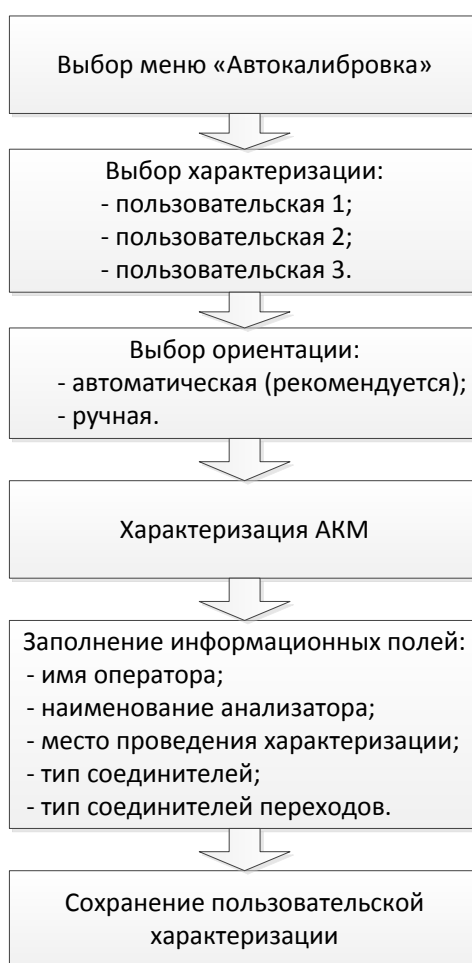


Рисунок 5.2 Порядок выполнения пользовательской характеристики

Подробное выполнение пользовательской характеристики модуля и название всех кнопок для каждого анализатора описано в РЭ анализатора.

5.7 Доверительный тест

Доверительный тест – это проверка действующей калибровки, проведённой как с помощью модуля, так и любым другим методом.

Модуль имеет дополнительное состояние - аттенюатор, который не используется во время калибровки. Аттенюатор предназначен для проверки калибровки с помощью специальной функции ПО, которая позволяет сравнить измеряемые S-параметры аттенюатора со значениями, записанными в памяти модуля.

Для выполнения доверительного теста необходимо произвести следующие действия:

- 1) нажмите кнопку калибровки в главном меню ПО анализатора;
- 2) выберите автоматическую калибровку в появившемся меню;
- 3) нажмите кнопку характеристики в меню автокалибровки;

5 Калибровка

- 4) выберите характеристику в меню характеристики: заводскую или одну из трех пользовательских;
- 5) выберите способ ориентации модуля в меню автокалибровки, нажав на кнопку ориентации. Рекомендуется использовать автоматическую ориентацию;
- 6) нажмите кнопку доверительного теста в меню автокалибровки;
- 7) дождитесь завершения доверительного теста.

Доверительный тест выполнится автоматически. На экран, после измерения, будут выведены два графика для каждого S-параметра. Измеренные параметры индицируются на графике данных, а считанные из модуля - на графике памяти.

Сравнивая графики данных и памяти, делается вывод о пригодности калибровки. Для более тонкого сравнения графиков можно задействовать функции математических операций с памятью.

Алгоритм проведения доверительного теста представлен на рисунке 5.3.

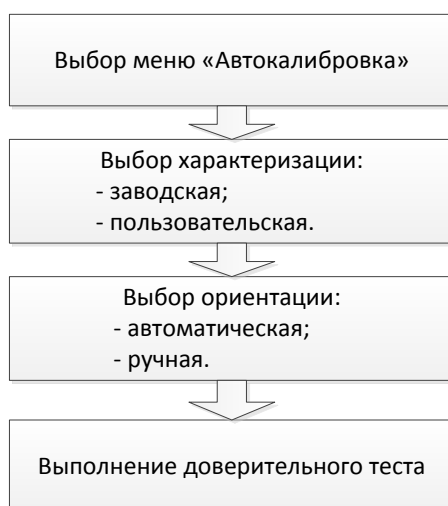


Рисунок 5.3 Алгоритм проведения доверительного теста с помощью модуля

Подробное выполнение доверительного теста с помощью модуля и название всех кнопок для каждого анализатора описано в РЭ анализатора.

5.8 Автоматизация

Модуль поддерживает дистанционное управление с применением стороннего программного обеспечения. Управление осуществляется по интерфейсу USB. Для взаимодействия на ПК должна быть установлена библиотека VISA, позволяющая управлять измерительным оборудованием практически из любых языков программирования: C/C++, Visual Basic, MATLAB, LabView и других. Библиотека VISA поддерживает множество интерфейсов и протоколов, в том числе реализованный в модуле протокол, основанный на стандарте USBTMC-USB488.

Более детальная информация об управлении приведена в руководстве программиста на модуль.

6 Техническое обслуживание

6.1 Введение

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

6.2 Общие указания

Техническое обслуживание модуля предназначено для поддержания его технических характеристик и обеспечения долговечности его работы.

6.3 Порядок проведения технического обслуживания

6.3.1 Виды работ по техническому обслуживанию

Техническое обслуживание модуля предусматривает следующие виды работ:

- контрольный осмотр;
- проверка работоспособности.

Контрольный осмотр рекомендуется выполнять каждый раз до и после использования модуля по назначению.

При контрольном осмотре осуществляются:

- проверка комплектности;
- удаление пыли и загрязнений с наружных поверхностей модуля. Для чистки внешних поверхностей модуля нужно использовать сухую или немного увлажнённую материю. Не следует очищать модуль изнутри;
- чистка соединителей по методике в п. 6.3.2.

Проверку работоспособности рекомендуется выполнять один раз за 100 присоединений.

При проверке работоспособности осуществляются:

- контрольный осмотр;
- проверка присоединительных размеров соединителей модуля по методике в п. 6.3.3;
- выполнение доверительного теста.

6.3.2 Чистка соединителей

Чистку соединителей рекомендуется проводить до и после использования модуля по назначению.

Чистку соединителей необходимо проводить по следующей методике:

- протрите поверхности соединителей, указанные стрелками на рисунке 6.1 или 6.2, палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте;

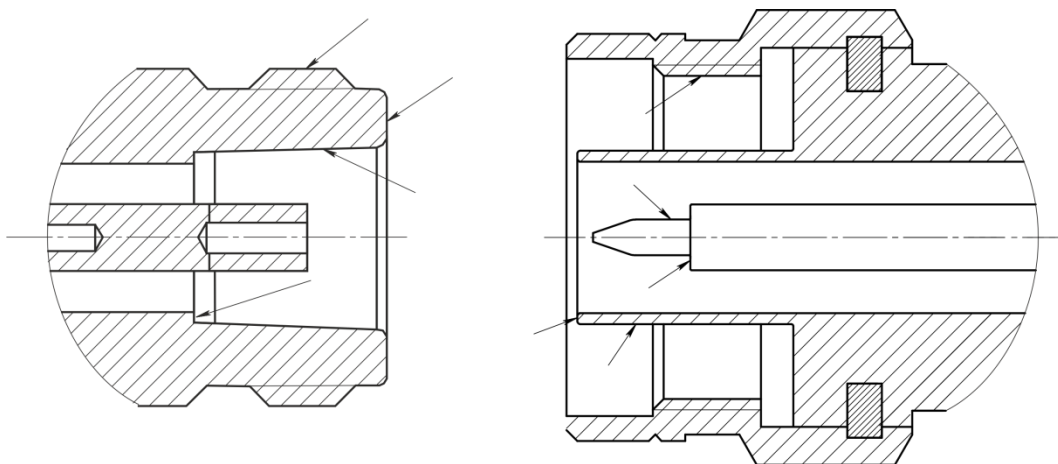


Рисунок 6.1 Соединители N

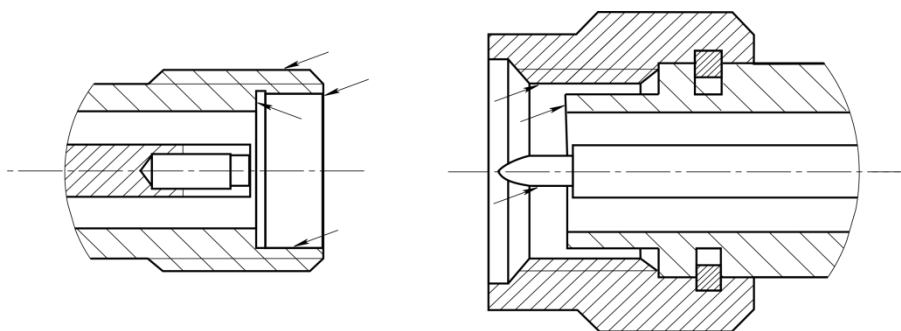


Рисунок 6.2 Соединители 3,5 мм

- 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.



ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять металлические предметы для чистки соединителей.

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

6.3.3 Проверка присоединительных размеров

Присоединительные размеры соединителей рекомендуется проверить при первом использовании модуля и, в дальнейшем, проверять регулярно.

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

Повторная проверка соединителей рекомендуются, если:

- по результатам визуального осмотра или по результатам выполненной с помощью модуля калибровки возникает предположение о поломке или повреждении соединителя;
- обнаружено, что соединители устройств, использовавшихся с модулем, 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 модуля.

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.).

Проверке подлежат присоединительные размеры соединителей «PORT A», «PORT B» и, при наличии, «PORT C» и «PORT D». При проверке измеряется только размер «А» соединителей типов N (рисунок 6.3) и 3,5 мм (рисунок 6.4).

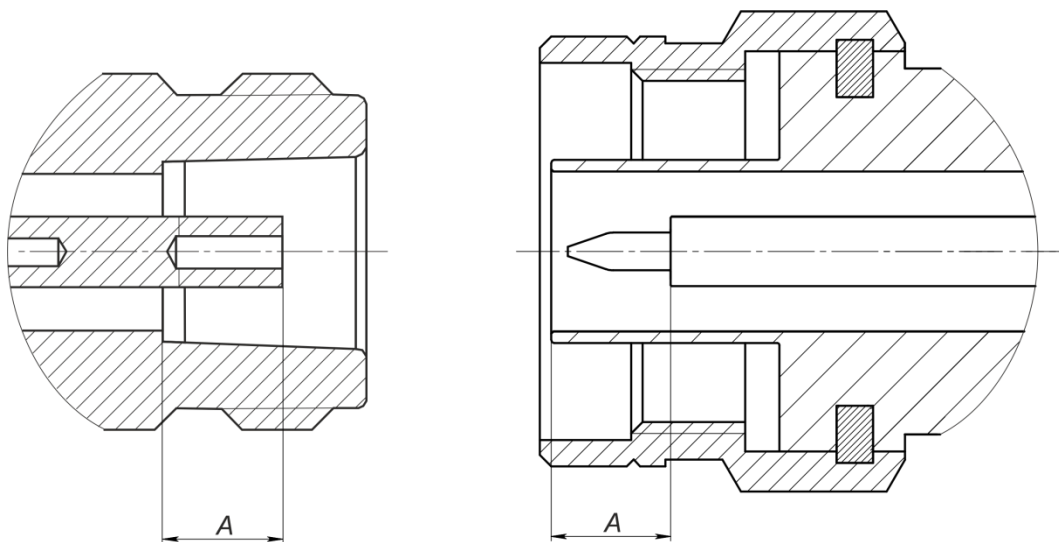


Рисунок 6.3 Соединители N (розетка и вилка)

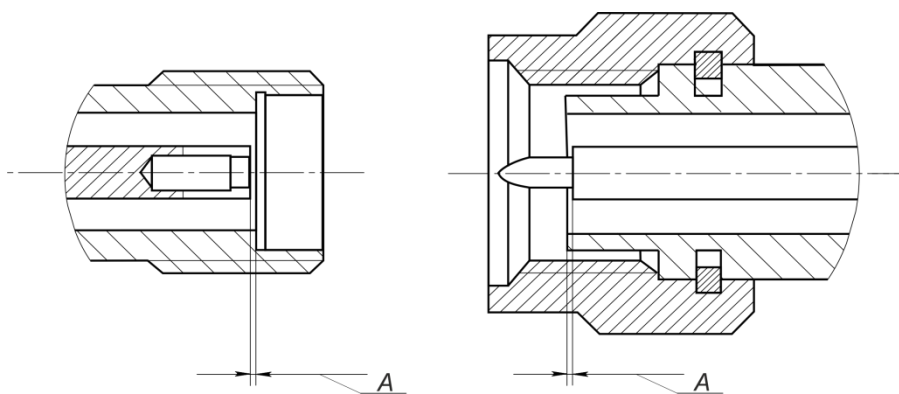


Рисунок 6.4 Соединители 3,5 мм (розетка и вилка)

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

- N, розетка от 5,18 до 5,26 мм
- N, вилка от 5,28 до 5,36 мм
- 3,5 мм, розетка от -0,08 до 0,00 мм
- 3,5 мм, вилка от -0,08 до 0,00 мм

Норма на присоединительный размер «А» соединителей других устройств должна быть указана в эксплуатационной документации на них.



При обнаружении несоответствий размеров проверяемого соединителя установленным нормам необходимо выполнить ремонт (см. п. 7). Устройство с такими соединителями бракуют.

6.3.4 Подключение и отключение устройств

Подключение соединителей модуля рекомендуется выполнять в последовательности:

- зафиксируйте корпус одного из подключаемых устройств. Это необходимо для исключения его смещения при подключении. Фиксация корпуса может достигаться несколькими способами:

- а) фиксация устройства с помощью зажимов или ключей гаечных;
- б) фиксация может обеспечиваться массой и конструкцией самого устройства;
- в) фиксацию положения можно обеспечить, удерживая устройство руками;

- 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 соприкоснуться, как показано на рисунке 6.5 (для соединителей N) и рисунке 6.6 (для соединителей 3,5 мм);

- затяните с помощью тарированного ключа (усилие затягивания зависит от типа соединителя) гайку соединителя «вилка», при этом удерживайте подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания. Окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводите, удерживая ключ за конец ручки. Затягивание нужно прекратить в момент излома ручки ключа.

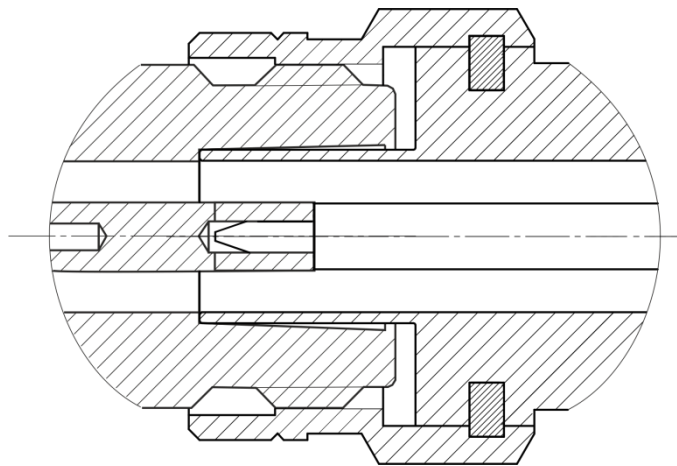


Рисунок 6.5 Соединители N (розетка слева, вилка справа)

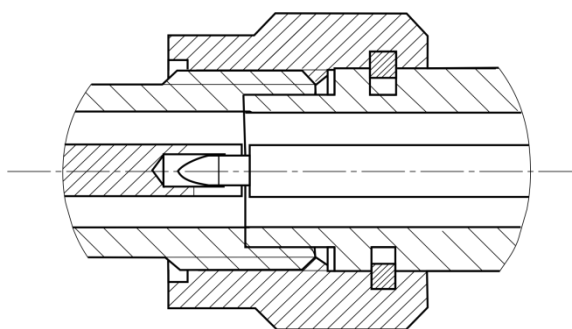


Рисунок 6.6 Соединители 3,5 мм (розетка слева, вилка справа)

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».

6.3.5 Замена элемента питания

Замена элемента питания АКМ должна выполняться в последовательности:

- отверните крышку батарейного отсека и вынуть батарейку;
- вставьте новую батарейку, соблюдая правильную полярность (см. рисунок 6.7);
- установите на место крышку батарейного отсека и заверните ее до упора.

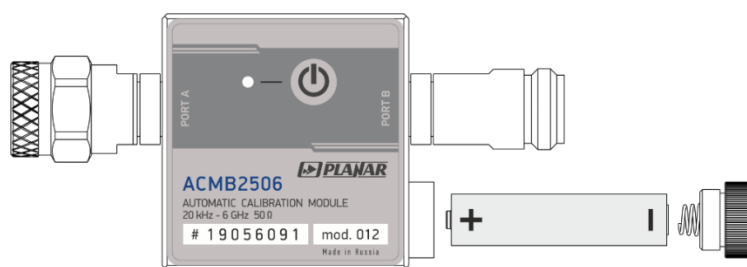


Рисунок 6.7 Замена элемента питания

Примечание	Элемент питания присутствует только в ACMB2506.
	Утилизируйте старые элементы питания в соответствии с действующим местным законодательством. По мере возможности, элементы питания должны быть сданы на переработку. НЕ ВЫБРАСЫВАЙТЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПИТАНИЯ В БЫТОВОЙ МУСОР!

6.3.6 Контроль условий окружающей среды

Изменения условий окружающей среды (особенно температуры) в промежутке времени между калибровкой анализатора и выполнением измерений исследуемого устройства являются основной причиной ухудшения точности измерений.

Рекомендуется проводить измерения при отклонении температуры не более чем на ± 1 °C от температуры, при которой была выполнена калибровка анализатора.

6.4 Заводская калибровка

Заводская калибровка – это регулярная процедура, которая выполняется на прецизионном оборудовании по специализированной методике. Результаты заводской калибровки обеспечивают достоверную информацию о пригодности модуля к использованию по назначению.

Рекомендуется проводить калибровку модуля один раз в год. Пользователь может уменьшать интервал между калибровками с учётом интенсивности использования модуля.

7 Текущий ремонт

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

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

8 Правила хранения

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

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

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

9 Транспортирование

Погрузка и выгрузка упакованных модулей должны проводиться аккуратно, исключая удары и повреждения упаковки. При транспортировании модули следует устанавливать согласно нанесенным на упаковке знакам.

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

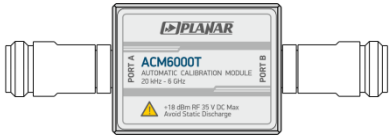
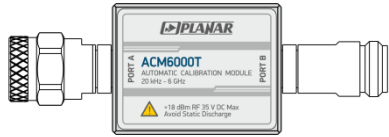
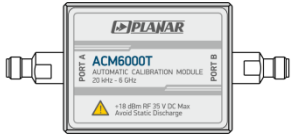

- температура окружающего воздуха от минус 50 °С до 70 °С;
- относительная влажность воздуха при 30 °С не более 95 %;
- атмосферное давление от 70,0 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт. ст.).

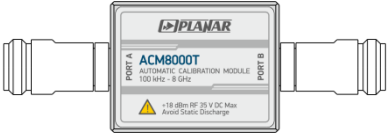
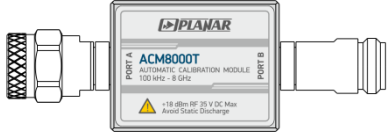
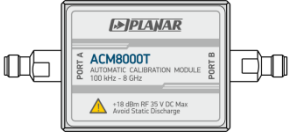
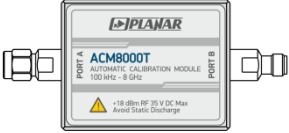
Модули разрешается транспортировать в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические повреждения или нарушить целостность упаковки в пути следования.






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




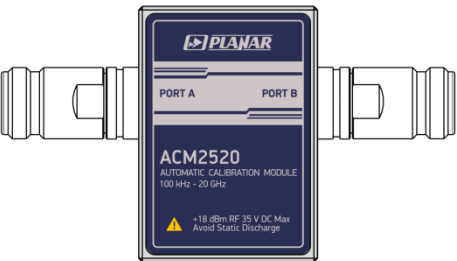
При транспортировании самолётом модули должны быть размещены в отапливаемых герметизированных отсеках.

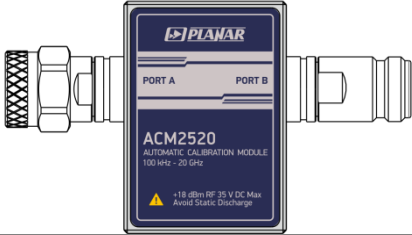
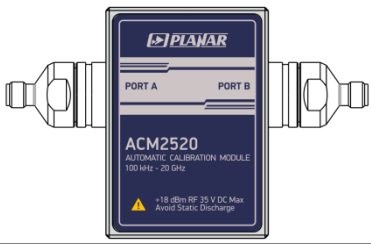
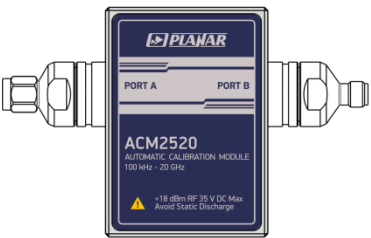
Приложение А
(справочное)
Обзор модулей


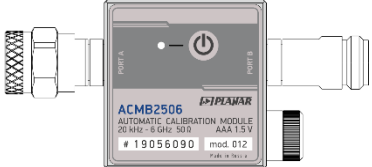


Модуль	Диапазон частот Количество точек характеризации Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
 <p>ACM6000T-011</p>	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM6000T-012</p>	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM6000T-111</p>	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM6000T-112</p>	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

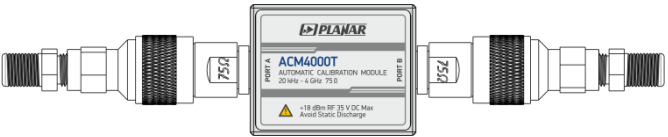
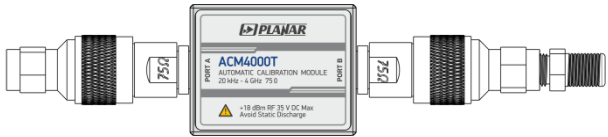
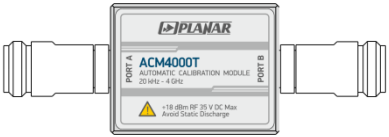
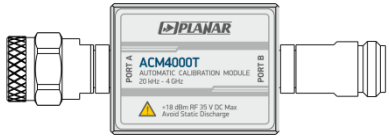
Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
 <p>ACM8000T-011</p>	<p>от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM8000T-012</p>	<p>от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM8000T-111</p>	<p>от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM8000T-112</p>	<p>от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

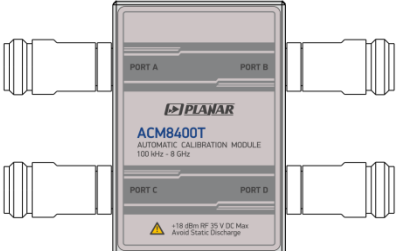
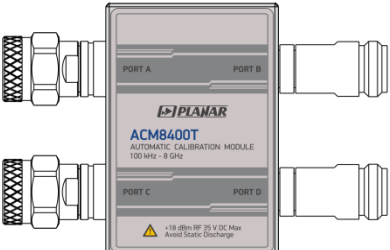
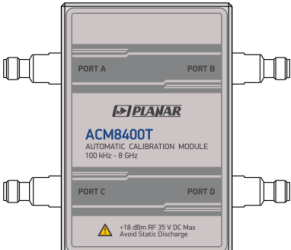
Модуль	Диапазон частот Количество точек характеризации Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
 <p>ACM2506-011</p>	<p>от 20 кГц до 6,5 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2506-012</p>	<p>от 20 кГц до 6,5 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2506-111</p>	<p>от 20 кГц до 6,5 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2506-112</p>	<p>от 20 кГц до 6,5 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2509-011</p>	<p>от 20 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

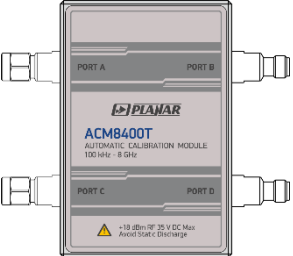
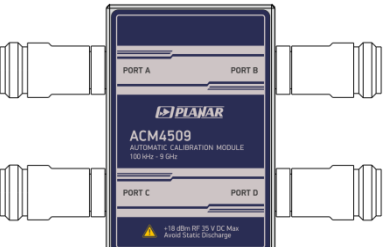
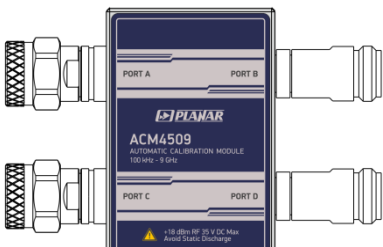
Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
 <p>ACM2509-012</p>	<p>от 20 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2509-111</p>	<p>от 20 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2509-112</p>	<p>от 20 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
 <p>ACM2520-011</p>	<p>от 100 кГц до 18 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

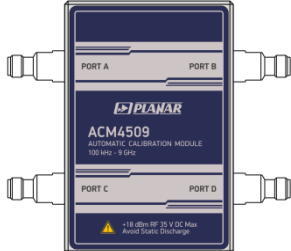
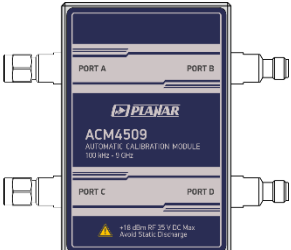
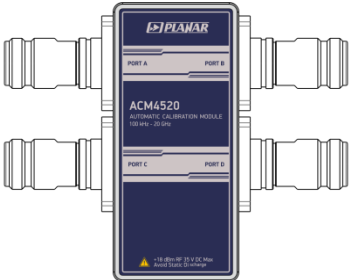
Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p data-bbox="416 395 607 424">ACM2520-012</p> 	<p data-bbox="902 456 1178 603">от 100 кГц до 18 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 456 1547 603">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 437 2078 624">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="416 673 607 702">ACM2520-111</p> 	<p data-bbox="902 735 1178 882">от 100 кГц до 20 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 735 1547 882">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 719 2078 906">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="416 960 607 989">ACM2520-112</p> 	<p data-bbox="902 1023 1178 1169">от 100 кГц до 20 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 1023 1547 1169">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 1007 2078 1193">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

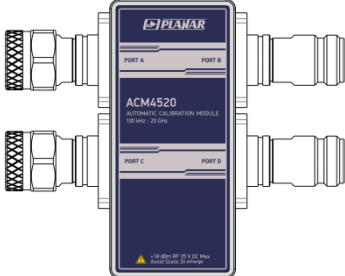

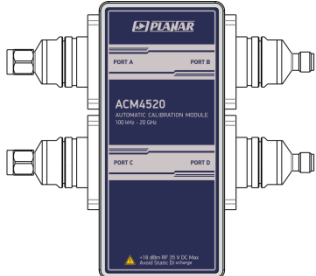
Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p>АСМВ2506-011</p> 	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест Измерение длинной линии</p>
<p>АСМВ2506-012</p> 	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта N (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест Измерение длинной линии</p>
<p>АСМВ2506-111</p> 	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест Измерение длинной линии</p>
<p>АСМВ2506-112</p> 	<p>от 20 кГц до 6 ГГц от 2 до 1601 2 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p>Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p>Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест Измерение длинной линии</p>

Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p data-bbox="409 403 613 432">АСМ4000Т-411</p> 	<p data-bbox="913 416 1160 564">от 20 кГц до 4 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип F (75 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 416 1552 564">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 395 2085 587">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="409 603 613 632">АСМ4000Т-412</p> 	<p data-bbox="913 616 1160 764">от 20 кГц до 4 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип F (75 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 616 1552 764">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 595 2085 786">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="409 802 613 831">АСМ4000Т-511</p> 	<p data-bbox="913 815 1160 963">от 20 кГц до 4 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип N (75 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 815 1552 963">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 794 2085 986">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="409 1002 613 1031">АСМ4000Т-512</p> 	<p data-bbox="913 1015 1160 1163">от 20 кГц до 4 ГГц от 2 до 1601 2 порта тип N (75 Ом)</p>	<p data-bbox="1249 1015 1552 1163">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая</p>	<p data-bbox="1608 994 2085 1185">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p data-bbox="394 395 629 424">ACM8400T-01111</p> 	<p data-bbox="909 467 1167 616">от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 4 порта тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1245 408 1552 671">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1608 448 2078 635">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="394 695 629 724">ACM8400T-01212</p> 	<p data-bbox="909 767 1167 916">от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 4 порта тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1245 707 1552 970">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1608 746 2078 933">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="394 995 629 1024">ACM8400T-11111</p> 	<p data-bbox="909 1067 1167 1216">от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 4 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1245 1007 1552 1270">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1608 1046 2078 1233">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p data-bbox="392 406 638 438">АСМ8400Т-11212</p> 	<p data-bbox="907 470 1176 630">от 100 кГц до 8 ГГц от 2 до 1601 4 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1243 414 1556 678">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1601 454 2083 646">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="392 710 638 742">АСМ4509-01111</p> 	<p data-bbox="907 782 1176 933">от 100 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 4 порта тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1243 726 1556 981">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1601 758 2083 949">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="392 1005 638 1037">АСМ4509-01212</p> 	<p data-bbox="907 1077 1176 1228">от 100 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 4 порта тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1243 1021 1556 1276">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1601 1053 2083 1244">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>

Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p data-bbox="398 395 622 422">АСМ4509-11111</p> 	<p data-bbox="909 467 1171 614"> от 100 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 4 порта 3,5 мм (50 Ом) </p>	<p data-bbox="1245 408 1554 671"> Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая </p>	<p data-bbox="1608 448 2083 635"> Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест </p>
<p data-bbox="398 695 622 722">АСМ4509-11212</p> 	<p data-bbox="909 767 1171 914"> от 100 кГц до 9 ГГц от 2 до 1601 4 порта 3,5 мм (50 Ом) </p>	<p data-bbox="1245 708 1554 971"> Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая </p>	<p data-bbox="1608 748 2083 935"> Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест </p>
<p data-bbox="398 995 622 1023">АСМ4520-01111</p> 	<p data-bbox="902 1078 1178 1225"> от 100 кГц до 18 ГГц от 2 до 1601 4 порта тип N (50 Ом) </p>	<p data-bbox="1245 1019 1554 1283"> Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая </p>	<p data-bbox="1608 1059 2083 1246"> Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест </p>

Модуль	Диапазон частот Количество точек характеристики Количество портов Тип соединителей	Поддерживаемые калибровки	Дополнительные возможности
<p data-bbox="398 395 622 427">АСМ4520-01212</p> 	<p data-bbox="902 480 1178 628">от 100 кГц до 18 ГГц от 2 до 1601 4 порта тип N (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1245 424 1554 683">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1608 461 2085 647">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="398 721 622 753">АСМ4520-11111</p> 	<p data-bbox="902 805 1178 954">от 100 кГц до 20 ГГц от 2 до 1601 4 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1245 750 1554 1008">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1608 790 2085 976">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>
<p data-bbox="398 1040 622 1072">АСМ4520-11212</p> 	<p data-bbox="902 1125 1178 1273">от 100 кГц до 20 ГГц от 2 до 1601 4 порта 3,5 мм (50 Ом)</p>	<p data-bbox="1245 1069 1554 1327">Полная однопортовая Однонаправленная двухпортовая Полная двухпортовая Полная трехпортовая Полная четырехпорто- вая</p>	<p data-bbox="1608 1109 2085 1295">Неизвестная перемычка Термокомпенсация Пользовательская характеристика Автоматическая ориентация Доверительный тест</p>