

Руководство  
по эксплуатации

## Keysight Technologies

Модули электронной калибровки  
двухпортовые  
N7550A, N7551A, N7552A,  
N7553A, N7554A и N7555A

## Примечания

© Keysight Technologies, Inc., 2008–2017.

Ни одна из частей данного руководства не может быть воспроизведена в какой-либо форме и какими-либо средствами (включая хранение и поиск информации в электронном виде или перевод на иностранные языки) без предварительного согласования с компанией Keysight Technologies и получения ее письменного разрешения в соответствии с законодательством США и международным законодательством по охране авторских прав.

### Признание прав на товарные знаки

Каталожный номер руководства  
N7550-90002RURU

### Издание

Издание 1-е, август 2017 г.

Отпечатано в США/Малайзии  
Издатель:

Keysight Technologies  
1400 Fountaingrove Parkway  
Santa Rosa, CA 95403

### Гарантия в отношении документации

МАТЕРИАЛЫ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ НА УСЛОВИЯХ «КАК ЕСТЬ» И МОГУТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНЫ БЕЗ УВЕДОМЛЕНИЯ В ПОСЛЕДУЮЩИХ РЕДАКЦИЯХ. КРОМЕ ТОГО, В МАКСИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ, РАЗРЕШЕННОЙ ПРИМЕНИМЫМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, КОМПАНИЯ KEYSIGHT ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ВСЕХ ГАРАНТИЙ, ЯВНЫХ И КОСВЕННЫХ, В ОТНОШЕНИИ ДАННОГО РУКОВОДСТВА И ВСЕЙ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ИНФОРМАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ, ПОМИМО ПРОЧЕГО, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ И ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПО НАЗНАЧЕНИЮ. КОМПАНИЯ KEYSIGHT ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ОШИБКИ ИЛИ ПОБОЧНЫЕ ИЛИ КОСВЕННЫЕ УБЫТКИ В СВЯЗИ С ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА ИЛИ ЛЮБОЙ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ИНФОРМАЦИИ. В СЛУЧАЕ ЕСЛИ МЕЖДУ КОМПАНИЕЙ KEYSIGHT И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ БЫЛО ЗАКЛЮЧЕНО ОТДЕЛЬНОЕ СОГЛАШЕНИЕ, УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ В КОТОРОМ В ОТНОШЕНИИ МАТЕРИАЛОВ НАСТОЯЩЕГО ДОКУМЕНТА ПРОТИВОРЕЧАТ ВЫШЕИЗЛОЖЕННЫМ УСЛОВИЯМ, ПРИОРИТЕТ ИМЕЮТ УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ, СОДЕРЖАЩИЕСЯ В ОТДЕЛЬНОМ СОГЛАШЕНИИ.

### Лицензии на технологии

Аппаратные средства и (или) программное обеспечение, описанные в настоящем документе, предоставляются в рамках лицензионного соглашения и могут быть использованы или скопированы исключительно в соответствии с условиями такого лицензионного соглашения.

### U.S. Права государственных органов

Данное программное обеспечение является коммерческим компьютерным программным обеспечением согласно определению, содержащемуся в Федеральных правилах закупок (FAR) 2.101. Согласно FAR 12.212 и 27.405-3, а также дополнению к FAR для Министерства обороны (DFARS) 227.7202, коммерческое компьютерное программное обеспечение приобретает государственным органом США на тех же условиях, на которых данное программное обеспечение обычно предоставляется обычным клиентам. Соответственно, компания Keysight предоставляет программное обеспечение заказчикам из государственных органов США в рамках своей стандартной коммерческой лицензии, которая включена в ее лицензионное соглашение с конечным пользователем (EULA), с копией которого можно ознакомиться по адресу <http://www.keysight.com/find/sweula>. Лицензия, содержащаяся в EULA, предоставляет исключительные полномочия, в соответствии с которыми государственные органы США могут использовать, вносить изменения, распространять или раскрывать программное обеспечение. Помимо прочего, EULA и содержащаяся в нем лицензия не требуют и не дают разрешения на то, чтобы компания Keysight: (1) предоставляла техническую информацию, имеющую отношение к коммерческому компьютерному программному обеспечению или документации на коммерческое компьютерное программное обеспечение, которая обычно не предоставляется обычным клиентам; (2) отказывалась от прав в пользу государственных органов или иным образом предоставляла права государственным органам сверх тех прав, которые обычно представляются обычным клиентам, на использование, внесение изменений, воспроизведение, выпуск, исполнение, отображение или раскрытие коммерческого компьютерного программного обеспечения или документации

на коммерческое компьютерное программное обеспечение. Не должны применяться какие-либо дополнительные требования государственных органов, помимо тех, что изложены в EULA, за исключением тех случаев, когда такие условия, права или лицензии прямо требуются от всех поставщиков коммерческого компьютерного программного обеспечения в соответствии с FAR и DFARS и когда они прямо указаны в письменной форме в EULA. Компания Keysight не несет никаких обязательств по обновлению, исправлению или внесению иных изменений в программное обеспечение. В отношении любых технических данных согласно определению, содержащемуся в FAR 2.101, в соответствии с FAR 12.211 и 27.404.2, а также DFARS 227.7102, государственным органам не предоставляется каких-либо прав сверх ограниченных прав согласно определению, содержащемуся в FAR 27.401 или DFAR 227.7103-5 (c), в зависимости от того, что применимо к техническим данным.

## Указания по технике безопасности

### ВНИМАНИЕ

Пометка «ВНИМАНИЕ» указывает на опасность. Она означает, что при неправильном выполнении или несоблюдении рабочих процедур, методик и т. п. возможно повреждение изделия или утрата важных данных. Действия, описанные после пометки «ВНИМАНИЕ», следует выполнять только после того, как указанные условия будут полностью поняты и соблюдены.

### ОСТОРОЖНО

Пометка «ОСТОРОЖНО!» указывает на опасность. Она означает, что при неправильном выполнении или несоблюдении рабочих процедур, методик и т. п. возможно причинение травм, в том числе со смертельным исходом. Действия, описанные после пометки «ОСТОРОЖНО!», следует выполнять только после того, как указанные условия будут полностью поняты и соблюдены.

## Где найти актуальную информацию

В документацию периодически вносятся обновления. Самую последнюю информацию о данном изделии, включая обновления программного обеспечения для приборов, информацию о программных приложениях и сведения об изделии, можно получить в сети Интернет по одному из следующих адресов в зависимости от названия используемого изделия:

<http://www.keysight.com/find/>

Чтобы получать обновления по электронной почте, подпишитесь на рассылку Keysight по адресу:

<http://www.keysight.com/find/MyKeysight>

Информацию о том, как предотвратить повреждение приборов, можно получить по адресу:

[www.keysight.com/find/PreventingInstrumentRepair](http://www.keysight.com/find/PreventingInstrumentRepair)

## Установлена ли у вас последняя версия программного обеспечения?

Компания Keysight периодически выпускает обновления программного обеспечения для устранения известных дефектов и улучшения продукции. Чтобы найти обновления программного обеспечения для используемого изделия, перейдите на страницу технической поддержки компании Keysight по адресу:

<http://www.keysight.com/find/techsupport>



## Содержание

**1. Общие сведения**

Обзор руководства .....	1-1
Необходимые знания.....	1-1
Пояснения по терминам, касающимся соединителей .....	1-1
Точность электронной калибровки по сравнению с механической.....	1-2
Когда требуется калибровка .....	1-3
Модели и опции .....	1-4
Модули N755xA (ВЧ, двухпортовые).....	1-4
Совместимые анализаторы цепей .....	1-7
Сервисное обслуживание и повторная сертификация.....	1-9
Контактная информация компании Keysight .....	1-9
Отправка устройств в Центр сервиса и метрологии Keysight .....	1-9
Повторная сертификация модулей ECal .....	1-10
Информация о технике безопасности и нормативно-правовая информация .....	1-12
Указания по технике безопасности.....	1-13
Маркировка на приборе.....	1-13
Заявления о соответствии .....	1-14

**2 Подготовка модулей ECal к использованию**

Проверка комплекта ECal .....	2-1
Проверка состава комплекта .....	2-1
Найдите серийный номер.....	2-1
Запишите серийный номер .....	2-2
Проверьте электрические характеристики .....	2-3
Требуемое оборудование, не входящее в комплект поставки.....	2-3
Состав комплекта серии N755xA .....	2-3
Опции N755xA.....	2-4
Правила техники безопасности .....	2-4
Повреждения электростатическими разрядами.....	2-4
Уход за соединителями.....	2-5
Входной уровень мощности .....	2-6
Рабочая температура .....	2-6

**3 Использование модуля ECal**

Настройка калибровки.....	3-1
Сигналы светодиодов модуля ECal .....	3-1
Обязательная процедура для всех калибровок (анализаторы цепей серии PNA и модульные анализаторы цепей в формате PXIe).....	3-2

Обязательная процедура для всех калибровок (ENA E5061B, E5063A, E5071C и E5072A).....	3-2
Обязательная процедура для всех калибровок (анализаторы FieldFox) .....	3-3
Доступные виды калибровки .....	3-5
Когда требуется поправка на развязку .....	3-6
Методы калибровки с использованием не подключаемых напрямую устройств .....	3-7
Получение дополнительной информации о выполнении калибровки.....	3-9
Валидация калибровки.....	3-10
Проверка достоверности данных ECal — базовая валидация калибровки.....	3-10
Процедура верификации системы — прослеживаемая валидация точности калиброванной измерительной системы.....	3-11
Устранение неполадок ECal .....	3-13
<b>4 Эксплуатация, техническое обслуживание и уход за устройствами</b>	
Разряды статического электричества .....	4-1
Визуальный осмотр .....	4-3
В первую очередь обратите внимание на наличие явных дефектов и повреждений .....	4-3
Проверьте контактные поверхности в стыковочной плоскости .....	4-3
Проверка соединителей типа «розетка» .....	4-5
Чистка соединителей .....	4-6
Чистка коаксиальных соединителей.....	4-6
Выверка соединителей по калибрам.....	4-8
Точность калибров для соединителей.....	4-8
Когда требуется выверка соединителей по калибрам.....	4-9
Распознавание типа калибра .....	4-9
Снятие показаний с калибра для соединителей .....	4-9
Процедуры выверки по калибрам .....	4-12
Выполнение соединений.....	4-14
Устройства с соединителями 3,5 мм, 2,92 мм и типа N.....	4-14
Окончательная сборка соединения с помощью динамометрического ключа .....	4-14
Разборка соединений .....	4-17
Обращение и хранение .....	4-18
Футляр для хранения комплекта ECal (опция 150).....	4-19
<b>5 Параметры и технические характеристики</b>	
Технические характеристики: термины и определения .....	5-21
Характеристики окружающей среды .....	5-2
Температура при эксплуатации и повышение точности.....	5-2
Атмосферное давление и относительная влажность.....	5-2
Типовые характеристики.....	5-3
Серия N755xA .....	5-3
Механические характеристики.....	5-5
Глубина штекера.....	5-5

Характеристики разъемов типа N .....	5-6
Типовые значения глубины штекера .....	5-8
Дополнительные механические характеристики .....	5-10
Механические размеры модулей .....	5-11
Калькулятор погрешности измерений .....	5-15
Загрузить калькулятор погрешности векторного анализатора цепей .....	5-15
<b>6 Заменяемые детали</b>	
Аннотация к данной главе .....	6-17
Модули с соединителями типа N (50 Ом) и принадлежности .....	6-2
Модули с соединителями 3,5 мм и принадлежности .....	6-3
Модули с соединителями 2,92 мм и принадлежности .....	6-4
Прочие принадлежности ECal .....	6-5





# Двухпортовые модули электронной калибровки ВЧ-/СВЧ-диапазона Keysight

## Руководство по эксплуатации

### 1. Общие сведения

#### Обзор руководства

Цель данного руководства состоит в том, чтобы помочь вам уверенно и эффективно использовать модули электронной калибровки (ECal). ECal — это высокоточная технология электронной калибровки с одиночным подключением, в которой применяются электронные меры, допускающие полную прослеживаемость и верификацию. В памяти каждого модуля хранятся уникальные данные по S-параметрам. В процессе калибровки ECal использует эти данные для расчета параметров погрешности анализаторов цепей.

Данное руководство содержит инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию модулей ECal. Также приведены механические характеристики и перечни заменяемых деталей для всех моделей.

Модули серий N7550A/51A/52A/53A/54A/55A обеспечивают двухпортовую калибровку с рабочими частотами от постоянного тока до 26,5 ГГц.

#### Необходимые знания

При составлении руководства подразумевалось, что пользователь обучен правильному обращению с разъемами. Поскольку точность калибровки зависит от целостности и чистоты контактных поверхностей разъемов, результаты калибровки с использованием модуля с поврежденным соединителем будут недействительными. См. раздел «Уход за соединителями» на стр. 2-5.

#### Пояснения по терминам, касающимся соединителей

В настоящем руководстве адаптеры, модули ECal и контрольные калибры определяются по типу их соединителя. Пример:

- розеточный адаптер имеет соединитель типа «розетка»;
- вилочный адаптер имеет соединитель типа «вилка».

Калибры для соединителей определяются применительно к соединителю, для измерения которого они используются. Пример:

- вилочный калибр для соединителей имеет соединитель типа «розетка», то есть он может использоваться для измерения вилочных устройств;
- розеточный калибр для соединителей имеет соединитель типа «вилка», то есть он может использоваться для измерения розеточных устройств.

## Точность электронной калибровки по сравнению с механической

По мере увеличения числа измерительных портов тестируемых устройств растет также и необходимое количество калибровочных измерений. Это повышает вероятность ненадежных подключений и некачественных калибровок, в которых вместо ECal используются механические калибровочные меры. Кроме того, погрешности повторяемости и стабильности кабелей измерительных портов растут при увеличении числа соединений и разъединений. Например, чтобы выполнить 4-портовую калибровку SOLT, необходимо выполнить измерения с использованием как минимум двенадцати 1-портовых мер и трех 2-портовых мер (прямого соединения), что в сумме дает восемнадцать подключений. Та же калибровка, выполняемая с помощью 2-портового модуля ECal (N755xA), потребует всего лишь четырех подключений.

В следующей таблице сравнивается точность ECal и механической калибровки в различных вариантах без учета погрешностей, связанных с подключениями.

Тип механической калибровки	ECal прямого соединения	Измерение	ECal	Механическая калибровка
1-портовая, калибровочная константа (не на основе данных) SOL	Н/Д	Отражение	++	
1-портовая, меры короткого замыкания, разрыва, скользящей нагрузки	Н/Д	Отражение	+	
1-портовая, на основе данных, расширенная	Н/Д	Отражение		+
2-портовая TRL	Все типы	Отражение		++
		Передача		++
≥2-портовая, калибровочная константа SOL, мера прямого соединения нулевой длины <sup>a</sup>	С известными характеристиками	Отражение	++	++
	Внутренняя неизвестная мера	Отражение	++	
	Внешняя мера нулевой длины	Отражение	++	
≥2-портовая, калибровочная константа SOL, неизвестная мера прямого соединения	С известными характеристиками	Отражение	++	++
	Внутренняя неизвестная мера	Отражение	++	=
		Передача	=	
≥2-портовая, на основе данных, расширенная, мера прямого соединения нулевой длины	С известными характеристиками	Отражение		+
		Передача		++
	Внутренняя неизвестная мера	Отражение		+
	Внешняя мера нулевой длины	Отражение		+
		Передача		+

Общие сведения.  
Когда требуется калибровка

Тип механической калибровки	ESal прямого соединения	Измерение	ESal	Механическая калибровка
≥2-портовая, на основе данных, расширенная, неизвестная мера прямого соединения	С известными характеристиками	Отражение Передача		+ ++
	Внутренняя неизвестная мера	Отражение Передача		+ +

++ лучше; + незначительно лучше;  
= одинаково

- а. Мера прямого соединения нулевой длины НЕ должна использоваться, если типы соединителей измерительных портов отличаются от типа соединителей калибровочных мер. Разъемы SMA и 3,5 мм совместимы друг с другом, но НЕ относятся к одному типу.

## Когда требуется калибровка

Калибровка анализатора цепей остается действительной до тех пор, пока изменения систематической погрешности незначительны. Это значит, что изменения неисправленных утечек (по направленности и развязке), рассогласованности (согласование источника и согласование нагрузки) и АЧХ системы остаются небольшими (менее 10 %) относительно заявленных характеристик погрешности.

Изменения условий окружающей среды (особенно температуры) между калибровкой и измерением являются основной причиной снижения точности калибровки. Главным образом, это связано с изменением физической длины внешних и внутренних кабелей. К другим важным факторам можно отнести загрязнение и повреждение соединителей измерительных портов и калибровочных мер. В случае загрязнения или повреждения соединителей ухудшается повторяемость и точность результатов измерений. К счастью, оценить общую адекватность калибровки достаточно легко. Чтобы проверить повторяемость, следует повторно выполнить измерения на одной из калибровочных мер. Если получить повторяемые результаты измерений калибровочных мер невозможно, необходимо выполнить техническое обслуживание соединителей измерительных портов, кабелей и калибровочных мер. Кроме того, необходимо иметь как минимум одно тестируемое устройство или устройство с известными характеристиками в качестве эталонного. Для этой цели можно использовать верификационный набор. После калибровки выполните измерения на эталонном устройстве и запишите его отклик. Периодически повторяйте измерения на этом устройстве и отмечайте любые изменения в его скорректированном отклике, которые могут быть связаны с системой тестирования. По мере накопления опыта вы научитесь видеть изменения в эталонном отклике, указывающие на необходимость повторной калибровки.

## Модели и опции

В данном разделе приведены номера моделей, рабочие характеристики и варианты подключения ВЧ- и СВЧ-модулей Keysight ECal. Чтобы заказать модули ECal, выберите номер модели и укажите после нее требуемые опции.

### Модули N755xA (ВЧ, двухпортовые)

Модули ECal этой серии поставляются с типами соединителей и диапазонами частот, перечисленными в [табл. 1-1 на стр. 6](#). Опции с несколькими типами соединителей позволяют подобрать конфигурацию модуля с разными типами соединителей у каждого порта (как показано на [рис. 1-2](#)).

Рисунок 1-1

Модель N755xA, показана опция «Вилочный и розеточный соединители типа N»



Общие сведения.  
Модели и опции

Рисунок 1-2 Модель N755xA, показана опция «Вилочный и розеточный соединители 3,5 мм»



Рисунок 1-3 Модель N755xA, показана опция «Вилочный и розеточный соединители 2,92 мм»



Общие сведения.  
Модели и опции

Таблица 1-1 Модули N755xA

Номер модели	Тип разъема	Рабочая частота	Опции портов А и В		
			«Вилка» и «розетка»	«Вилка» и «вилка»	«Розетка» и «розетка»
N7550A	Тип N, 50 Ом	От 0 до 4 ГГц	N7550A-NMF	N7550A-NMM	N7550A-NFF
	3,5 мм		N7550A-3MF	N7550A-3MM	N7550A-3FF
N7551A	Тип N, 50 Ом	От 0 до 6,5 ГГц	N7551A-NMF	N7551A-NMM	N7551A-NFF
	3,5 мм		N7551A-3MF	N7551A-3MM	N7551A-3FF
N7552A	Тип N, 50 Ом	От 0 до 9 ГГц	N7552A-NMF	N7552A-NMM	N7552A-NFF
	3,5 мм		N7552A-3MF	N7552A-3MM	N7552A-3FF
N7553A	Тип N, 50 Ом	От 0 до 14 ГГц	N7553A-NMF	N7553A-NMM	N7553A-NFF
	3,5 мм		N7553A-3MF	N7553A-3MM	N7553A-3FF
N7554A	Тип N, 50 Ом	От 0 до 18 ГГц	N7554A-NMF	N7554A-NMM	N7554A-NFF
	3,5 мм		N7554A-3MF	N7554A-3MM	N7554A-3FF
N7555A	3,5 мм	От 0 до 26,5 ГГц	N7555A-3MF	N7555A-3MM	N7555A-3FF

Прочие опции	Описание
A6J	Калибровка по стандарту ANSI Z540-1-1994
1A7	Калибровка + погрешности + доверительный интервал
UK6	Добавляет к коммерческому сертификату калибровки данные измерений.
SPS	Послепродажная поддержка
150	Прочный пластиковый футляр для хранения ECal — см. также «Футляр для хранения комплекта ECal (опция 150)» на стр. 19

## Совместимые анализаторы цепей

Модули ECal могут использоваться с анализаторами цепей, модели которых перечислены в табл. 1-2. Не все сочетания модулей ECal и анализаторов цепей имеют одинаковые характеристики и возможности. См. руководство по эксплуатации своего анализатора цепей или онлайн-справку.

Таблица 1-2 Совместимые анализаторы цепей

Анализаторы цепей	Модули ECal серии N755xA N755xA	Требуемый интерфейс <sup>a</sup>
<b>Анализаторы цепей серии PNA<sup>b</sup></b>		
N5221/2/4/5/7A	Да	USB
N5231/2/4/5/9A	Да	USB
N5241/2/4/5/7/9A	Да	USB
<b>Анализаторы цепей серии ENA</b>		
E5072A <sup>c</sup>	Да	USB
E5071C <sup>d</sup>	Да	USB
E5063A <sup>e</sup>	Да	USB
E5061B <sup>f</sup>	Да	USB
E5080A <sup>g</sup>	Да	USB
<b>Модульные векторные анализаторы цепей в формате PXIe<sup>h</sup></b>		
M9370/1/2/3/4/5A	Да	USB
<b>Портативные анализаторы FieldFox<sup>i</sup></b>		
N9923A	Да	USB
N9913/4/5/6/7/8A	Да	USB
N9925/6/7/8A	Да	USB
N9950/1/2A	Да	USB

- a N755xA поддерживает любые концентраторы, совместимые с USB 2.0. Обмен данными возможен на высокой скорости (480 Мбит/с) и полной скорости (12 Мбит/с).
- b Совместимые анализаторы серии PNA должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже A.10.49.07.
- c Совместимые анализаторы серии ENA E5072A должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже B.02.30 (рекомендуется не ниже B.02.39).
- d Совместимые анализаторы серии ENA E5071C должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже B.13.20 (рекомендуется не ниже B.13.29).

## Общие сведения.

### Совместимые анализаторы цепей

- e Совместимые анализаторы серии ENA E5063A должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже A.03.71 (рекомендуется не ниже A.03.72).
- f Совместимые анализаторы серии ENA E5061B должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже B.04.80 (рекомендуется не ниже B.04.86).
- g Совместимые анализаторы серии ENA E5080A должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже A.12.55.05.
- h Совместимые анализаторы в формате PXIe должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже A.10.55.07.
- i Совместимые портативные анализаторы FieldFox должны иметь версию программно-аппаратного обеспечения не ниже A.09.25.



## Сервисное обслуживание и повторная сертификация

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для повторной сертификации и сервисного обслуживания модули N7550A/1/2/3/4/5/6A должны быть возвращены изготовителю. См. раздел «[Определения](#)».

Модули N7550A/1/2A могут проходить повторную сертификацию и сервисное обслуживание. Однако, ввиду того что модули ECal имеют очень сложную конструкцию и стоимость их повторной сертификации и мелкого ремонта достаточно высока, отправка этих модулей изготовителю может быть экономически нецелесообразным.

Компания Keysight предлагает утилиту, которая может использоваться для контроля правильности работы модулей ECal. См. раздел «[Проверка достоверности данных ECal — базовая валидация калибровки](#)» на стр. 3-10.

Если ваш модуль ECal нуждается в ремонте или повторной сертификации, обратитесь в ближайшее представительство компании Keysight, чтобы получить информацию, куда его следует отправить. Верификация характеристик модулей ECal возможна только на специальном оборудовании и с использованием калибровочных мер компании Keysight.

### Определения

- Сервисное обслуживание: замена соединителей.
- Повторная сертификация: измерение характеристик устройства и выдача заключения о соответствии/несоответствии. См. также раздел «[Повторная сертификация модулей ECal](#)» на стр. 1-10.

## Контактная информация компании Keysight

Помощь, в том числе по испытаниям и измерениям, и информацию о ближайшем представительстве компании Keysight можно получить в Интернете по адресу: [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist)

Если у вас нет доступа в Интернет, обратитесь к инженеру компании Keysight.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В переписке или телефонном разговоре необходимо сообщить номер модели и полный серийный номер изделия компании Keysight. С помощью этой информации сотрудник компании Keysight сможет проверить гарантийный срок изделия.

## Отправка приборов в Центр сервиса и метрологии Keysight

Если вы намерены отправить какое-либо изделие в ЦСМ Keysight, свяжитесь с ним и предоставьте следующую информацию:

- название и адрес вашей организации;
- контактное лицо вашей организации по техническим вопросам и полный номер телефона данного лица, включая телефонный код страны и код региона;
- номер модели и серийный номер, указанные на корпусе;

Общие сведения.  
Сервисное обслуживание и повторная сертификация

- номер модели и серийный номер каждого устройства;
- вид требуемого обслуживания;
- развернутое описание проблемы и того, как использовалось устройство, когда возникла проблема (например, калибровка или измерения).

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для транспортировки модулей используйте оригинальную или совместимую упаковку.

## Повторная сертификация модулей ECal

#### ВНИМАНИЕ

Только в калибровочных лабораториях Keysight используются наиболее точные эталонные меры, обладающие прямой прослеживаемостью к государственным и международным первичным эталонам, для калибровки модулей ECal до гарантированных характеристик. Калибровка, выполняемая неуполномоченными поставщиками, существенно ухудшает характеристики модулей ECal. Компания Keysight не несет ответственности за ухудшение качества работы модулей ECal, калибровка которых выполнялась неуполномоченными поставщиками услуг калибровки.

Рекомендуемый интервал повторной сертификации составляет 12 месяцев. После анализа результатов первой повторной сертификации вы сможете установить меньший интервал, который будет отражать интенсивность использования модуля и его износ.

### Куда отправлять модуль для прохождения повторной сертификации?

За информацией, куда отправить ваш комплект для повторной сертификации, обратитесь в компанию Keysight. См. раздел [«Контактная информация компании Keysight» на стр. 1-9](#). Инструкцию по подготовке к отправке устройства см. в разделе [«Отправка устройств в ЦСМ Keysight» на стр. 1-9](#).

### Как компания Keysight подтверждает характеристики модулей ECal

Компания Keysight подтверждает характеристики данных устройств следующим образом:

1. Микроволновые характеристики остаточной погрешности испытательной системы подтверждаются с помощью прецизионных воздушных линий и закорачивающих переключателей или сопротивлений по постоянному току, для которых обеспечивается прямая прослеживаемость к Американскому национальному институту стандартов и технологий (NIST). Характеристики воздушных линий и закорачивающих переключателей определяются на основании механических измерений. Механические измерения и свойства материалов тщательно моделируются для получения высокоточного электрического представления. Затем для механических измерений обеспечивается прослеживаемость к NIST посредством различных пробочных и кольцевых калибров и других механических измерений.
2. Каждый модуль проходит электрическое тестирование на этой системе на соответствие характеристикам, перечисленным в [главе 5 «Параметры и технические характеристики»](#).

Этими двумя этапами Keysight обеспечивает прослеживаемость к NIST в той степени, которая допускается калибровочными средствами данного института. Данные по характеристикам, предоставленные для модуля, прослеживаются к NIST через компанию Keysight Technologies.

Общие сведения.

Сервисное обслуживание и повторная сертификация

### Что предоставляется вместе с повторной сертификацией

- новая этикетка с данными о калибровке, приклеенная к модулю;
- сертификат калибровки;
- перечень номеров, прослеживаемых к Американскому национальному институту стандартов и технологий (NIST);
- протокол калибровки для каждого прослеживаемого модуля с измеренными значениями, нормируемыми значениями и погрешностью;
- новый набор данных по S-параметрам (хранящихся в памяти модуля), если старый набор более не обеспечивает калибровку, соответствующую всем нормируемым характеристикам

Компания Keysight Technologies предлагает различные виды калибровки для повторной сертификации модулей. За более подробной информацией обращайтесь в компанию Keysight. См. раздел **«Контактная информация компании Keysight»** на стр. 1-9.

## Информация о технике безопасности и нормативно-правовая информация

Прочтите этот раздел, чтобы ознакомиться с маркировками и инструкциями по безопасности прежде, чем приступать к работе с модулем ECal. Данное изделие было разработано и испытано в соответствии с международными стандартами.

### **ОСТОРОЖНО**

Пометка «ОСТОРОЖНО!» указывает на опасность. Она означает, что при неправильном выполнении или несоблюдении процедур, методик и т. п. возможно причинение травм. Действия, описанные после пометки «ОСТОРОЖНО!», следует выполнять только после того, как указанные условия будут полностью поняты и соблюдены.

---

### **ВНИМАНИЕ**

Пометка «ВНИМАНИЕ» указывает на опасность. Она означает, что при неправильном выполнении или несоблюдении рабочих процедур, методик и т. п. возможно повреждение изделия или утрата важных данных. Действия, описанные после пометки «ВНИМАНИЕ», следует выполнять только после того, как указанные условия будут полностью поняты и соблюдены.

---

## Указания по технике безопасности

### ВНИМАНИЕ

Чистить наружные элементы корпуса следует мягкой тряпкой, сухой или слегка смоченной водой. Пользователю запрещается чистить устройство внутри.

## Маркировка на приборе

Таблица 1-3



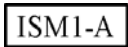
Символ документации. Если на изделии имеется данный знак, вам необходимо обратиться к инструкциям в документации.



Данный знак указывает на необходимость отдельного сбора и утилизации электрического и электронного оборудования, обязательного в соответствии с законодательством ЕС от 13 августа 2005 г. Все электрическое и электронное оборудование необходимо отделять от обычных отходов при утилизации (Директива WEEE 2002/96/ЕС).



Знак CE — обозначение соответствия требованиям законодательства Европейского сообщества. Показывает, что изделие соответствует всем применимым законодательным директивам ЕС.



Данная маркировка означает, что изделие относится к классу А из группы 1 оборудования для промышленных, научных и медицинских целей (см. CISPR 11, пункт 5).



Данное устройство промышленного, научного или медицинского назначения соответствует требованиям стандарта Канады ICES-001. Cet appareil ISM est conforme a la norme NMB du Canada.



Знак RCM — зарегистрированная торговая марка Австралийского управления связи и СМИ.



Китайские правила RoHS содержат требования по упаковке, а также о соответствии китайскому стандарту GB18455-2001.



Знак корейской сертификации (KC); содержит идентификационный код маркировки в формате KCC-REM-YYY-ZZZZZZZZZZZZZZ или MSIP-REM-YYY-ZZZZZZZZZZZZZZ

Таблица 1-3



Данный знак означает соответствие китайским правилам RoHS к упаковке из картона/ДВП.

## Заявления о соответствии

Данное изделие разработано и испытано в соответствии с принятыми отраслевыми стандартами и поставляется в безопасном виде. Документация содержит информацию и предупреждения, которым должен следовать пользователь для обеспечения безопасной работы и поддержания устройства в безопасном состоянии.

### Информация об электромагнитной совместимости (ЭМС) и безопасности

#### ЭМС

Соответствует основным требованиям Европейской директивы по ЭМС, а также требованиям текущих редакций следующих стандартов (даты и номера редакций указаны в Заявлении о соответствии):

- IEC/EN 61326-1
- CISPR, публ. 11, группа 1, класс А
- AS/NZS CISPR 11
- ICES/NMB-001

Данное устройство промышленного, научного или медицинского назначения соответствует требованиям стандарта Канады ICES-001.

Set appareil ISM est conforme a la norme NMB-001 du Canada.000

Заявление о соответствии требованиям по ЭМС класса А для Южной Кореи:

Данное оборудование класса А подходит для профессионального использования и для использования в электромагнитных средах вне жилых помещений.

A 급 기기 (업무용 방송통신기자재) 이 기기는 업무용 (A 급) 전자파적합기 기로서 판매자 또는 사용자는 이 점을 주의하시기 바라 며, 가정외의 지역 에서 사용하는 것을 목적으로 합니다.

### Информация по безопасности

К данным изделиям не применяется Европейская директива о низковольтном оборудовании.

### Заявление о соответствии

Заявление о соответствии для любого из перечисленных модулей ECal находится по адресу: <http://www.keysight.com/go/conformity>. Кроме того, его можно получить, обратившись в компанию Keysight — см. раздел «**Контактная информация компании Keysight**» на стр. 1-9.

# Двухпортовые модули электронной калибровки ВЧ-/СВЧ-диапазона Keysight

Справочное руководство

## 2 Подготовка модулей ECal к использованию

### Проверка комплекта ECal

#### Проверка состава комплекта

Проверьте ящик и его содержимое; убедитесь, что они не имеют повреждений и что все компоненты включены в комплект (см. перечень позиций в [табл. 2-2](#)). Если ящик или какое-либо устройство имеют видимые повреждения, а также в случае неполной поставки, обратитесь в компанию Keysight. Компания Keysight организует ремонт или замену в случае неполной поставки или поврежденных изделий, не дожидаясь компенсации от транспортной компании. См. раздел [«Контактная информация компании Keysight» на стр. 1-9](#).

#### Найдите серийный номер

Каждый комплект ECal имеет уникальный серийный номер. Он напечатан на этикетке, приклеенной с обратной стороны модуля ECal.

#### Серийный номер комплекта ECal

Серийный номер с префиксом MY/US, указанный с обратной стороны модуля ECal, относится ко **всему комплекту** ECal. См. [рис. 2-1](#). В комплект ECal входит модуль ECal и, в зависимости от выбранных опций, различные принадлежности, такие как гаечные ключи и адаптеры.

Подготовка модулей ECal к использованию.  
Проверка комплекта ECal

Рисунок 2-1

Обозначение модели и серийный номер ECal с обратной стороны модуля ECal



Серийный номер комплекта ECal предназначен для его идентификации в случае отправки комплекта ECal в ЦСМ Keysight для ремонта или повторной сертификации.

### Серийный номер модуля ECal

Серийный номер указан с обратной стороны модуля ECal (см. [рис. 2-1](#)). Каждый модуль ECal уникален и имеет индивидуальный номер. Этот серийный номер хранится в памяти модуля ECal, и доступ к нему возможен с помощью анализатора цепей, когда ECal используется для выполнения калибровки. В отчетах об испытаниях модуля ECal будет содержаться ссылка на этот серийный номер в виде «ECal S/N».

### Запишите серийный номер

Запишите серийный номер и дату первого использования в качестве напоминания о ежегодной повторной сертификации. См. раздел [«Повторная сертификация модулей ECal» на стр. 1-10](#).



Подготовка модулей ECal к использованию.  
Состав комплекта серии N755xA

Таблица 2-1 Таблица отслеживания серийных номеров

Номер модели комплекта ECal	Серийный номер комплекта ECal (содержит префикс MY/US)	Дата первого использования

## Проверьте электрические характеристики

Порядок проверки электрических характеристик модуля см. в разделе «Валидация калибровки» на стр. 3-10.

## Требуемое оборудование, не входящее в комплект поставки

### Калибры для измерения глубины штекера

Калибры для измерения выступа наружу и смещения вглубь не входят в данный комплект. См. главу 6 «Заменяемые детали» или обратитесь в компанию Keysight для заказа калибров и иных принадлежностей для испытаний.

## Состав комплекта серии N755xA

В следующей таблице перечислены позиции, входящие в каждый комплект N755xA.

Таблица 2-2 Состав комплекта N755xA

Кол-во	Наименование	Каталожный №
<b>N755xA</b>		
1	N755xA, модуль ECal	—
1	Заявление о соответствии требованиям по ЭМС класса А для Южной Кореи	5061-7383
1	Сертификат калибровки	5962-0476
2	Комплект подушечек размером 30,5x23,5x14 см из вспененного полиэтилена плотностью 0,9 фнт	9220-8151
1	Шнур	9223-1111
1	Дополнение к правилам RoHS КНР для испытательных принадлежностей — ВЧ и СВЧ	9320-6695

Таблица 2-2 Состав комплекта N755xA

Кол-во	Наименование	Каталожный №
1	Руководство по подбору изделий	9320-6794
1	Шнур в сборе	N7550-60008
1	Кабель со штекерами USB A и микро-B, 2 м	8121-2671
1	Краткое руководство по эксплуатации	N7550-90001

## Опции N755xA

Символом «х» обозначен тип разъема (например, «N» = тип 50Ω N, «3» = 3,5 мм и «9» = 2,92 мм):

- Опция хFF, конфигурация модуля с соединителями типа «розетка — розетка».
- Опция хММ, конфигурация модуля с соединителями типа «вилка — вилка».
- Опция хMF, конфигурация модуля с соединителями типа «вилка — розетка».

## Правила техники безопасности

При подключении модуля ECal и во время работы с ним соблюдайте следующие правила техники безопасности.

### Повреждения электростатическими разрядами

При обращении и работе с модулем ECal важно обеспечить защиту от электростатических разрядов (ЭСР). Статическое электричество может накапливаться на теле человека и может легко повреждать чувствительные компоненты при разряде. Даже неощутимые электростатические разряды могут необратимо вывести модуль из строя. Во избежание повреждения статическим электричеством:

- используйте заземленный антистатический коврик, уложенный перед испытательным оборудованием, и носите заземленный антистатический браслет, прикрепленный к этому коврику, при обращении или работе с модулем ECal;
- используйте пяточный ремень при работе в местах с токопроводящими полами;
- заземляйте себя перед тем, как приступить к чистке или проверке, или перед тем, как подключиться к модулю ECal. Для этого, например, можно на короткое время прикоснуться к заземленному наружному корпусу измерительного порта или кабельного соединителя;
- избегайте прикосновений к центральному проводнику измерительных портов.

Более подробные сведения о предотвращении электростатических разрядов см. в разделе «Разряды статического электричества» на стр. 4-1.

## Уход за соединителями

Поскольку соединители могут выходить из строя вследствие износа в процессе нормальной эксплуатации, для обеспечения максимального срока службы они требуют осмотра и технического обслуживания. Более подробная информация приведена в разделе **«Визуальный осмотр»** на стр. 4-3.

- Проверяйте стыкующиеся поверхности каждый раз, когда выполняете подключение. Часто во время сборки или разборки соединения металлические частицы с резьбы соединителя попадают на стыкующиеся поверхности.
- Удаляйте загрязнения со стыкующихся поверхностей и резьбы соединителей. Это простое действие продлевает срок службы разъемов и повышает качество калибровок и измерений.
- Периодически проверяйте соединители калибрами. Это не только гарантирует точность механических допусков и, соответственно, надлежащие характеристики соединителей, но также помогает выявить ситуацию, когда есть вероятность повреждения другого соединителя.

### ВНИМАНИЕ

Модуль ECal может быть поврежден при приложении чрезмерного момента затяжки к разъемам. См. **табл. 4-1 на стр. 17**, где указаны требуемые значения крутящего момента.

---

## Входной уровень мощности

### ВНИМАНИЕ

Прежде чем выполнить калибровку, убедитесь, что уровни входной мощности и постоянного тока не превышают значений, указанных в [табл. 2-3](#).

Таблица 2-3 Предельные значения входной мощности

Параметр	Серия модуля ECal
<b>N755xA</b>	
Типовое максимальное значение входной мощности (линейность) <sup>a,b</sup>	-15,0 дБм
Типовой максимальный уровень постоянного тока, подаваемого на измерительный порт	0 В
Типовой уровень повреждений	+10,0 дБм

- a. В случае превышения максимальной входной мощности при калибровке может возникнуть компрессия.
- b. При использовании PNA-X уровень мощности может быть увеличен после калибровки с минимальным влиянием на точность измерений.

## Рабочая температура

Для обеспечения нормируемых рабочих характеристик температура модуля ECal должна находиться в следующем диапазоне.

- Серия N755x: от +15 до +35 °C и при относительной влажности до 75 %.  
Подробнее см. в разделе [«Характеристики окружающей среды»](#) на [стр. 5-2](#).

# Двухпортовые модули электронной калибровки ВЧ-/СВЧ-диапазона Keysight

## Руководство по эксплуатации

### 3 Использование модуля ECal

#### Настройка калибровки

Используйте следующую процедуру как отправную точку калибровки анализатора цепей с помощью модуля ECal. Более подробные сведения о регулировке и настройке анализатора см. в соответствующем руководстве или онлайн-справке.

#### Сигналы светодиодов модуля ECal

Модуль ECal имеет три различных светодиодных индикатора, подающих сигналы в процессе работы:

Таблица 3-1

Работа светодиодного индикатора статуса

Цвет светодиодного индикатора статуса	Описание
Постоянно горит зеленым	— Модуль ECal подключен, работает и обменивается данными в нормальном режиме <sup>а</sup>
Горит оранжевым	— Модуль ECal подключен и работает, но не обменивается данными с управляющим ПО. — См. также рисунок «Поиск неисправностей ECal» на стр. 13.
Не горит	— Модуль ECal не подключен к прибору или неисправен. — См. также рисунок «Поиск неисправностей ECal» на стр. 13.

а. При первом подключении модуля ECal к прибору, когда загружается управляющее ПО, светодиодный индикатор статуса мигает оранжевым светом.

## Обязательная процедура для всех калибровок (анализаторы цепей серии PNA и модульные анализаторы цепей в формате PXIe)

Независимо от типа калибровки необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключите модуль ECal к анализатору с соответствующим частотным диапазоном и типом разъема.
2. Дождитесь, когда светодиод загорится зеленым.
3. Приведите анализатор в конфигурацию для измерения. Выберите частоту, мощность, развертку и прочие настройки испытательного сигнала.
4. Наблюдайте ответный сигнал (без коррекции) и оптимизируйте настройки анализатора по мере необходимости.
5. Подключите модуль ECal к измерительным портам.
6. Выберите пункт меню **Response > Cal Wizard**
7. В мастере калибровки: откроется окно «Begin Calibration» («Начать калибровку»), в нем выберите **Use Electronic Calibration (ECal)**, нажмите **Next** и следуйте системным указаниям.
8. По завершении калибровки отключите модуль ECal и подключите тестируемое устройство.

### ВНИМАНИЕ

Чрезмерный момент затяжки соединений может привести к повреждению соединителей модуля ECal. См. [табл. 4-1 на стр. 4-17](#), где указаны требуемые значения момента затяжки для всех типов разъемов.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения оптимальных результатов следует установить на каждый неиспользуемый порт ECal оконечную нагрузку в 50 Ом.

## Обязательная процедура для всех калибровок (ENA E5061B, E5063A, E5071C и E5072A)

Независимо от типа калибровки необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключите модуль ECal к анализатору с соответствующим частотным диапазоном и типом разъема.
2. Дождитесь, когда светодиод загорится зеленым.
3. Приведите анализатор в конфигурацию для измерения. Выберите частоту, мощность, развертку и прочие настройки испытательного сигнала.
4. Наблюдайте ответный сигнал (без коррекции) и оптимизируйте настройки анализатора по мере необходимости.
5. Подключите модуль ECal к измерительным портам.
6. Выберите канал, требующий калибровки, нажимая клавиши **Channel Next/Channel Prev**
7. Нажмите **Cal**
8. Щелкните **ECal > 1-Port Cal**

Использование модуля ECal.  
Настройка калибровки

9. Выполните однопортовую калибровку, нажав сенсорную клавишу для выбранного порта.
10. Более подробные сведения о выполнении однопортовых калибровок различных типов см. в руководстве по эксплуатации анализатора цепей серии ENA или онлайн-справке. Найти онлайн-справку или руководство по эксплуатации вашего прибора можно на сайте <http://www.keysight.com>.
11. По завершении калибровки отключите модуль ECal и подключите тестируемое устройство.

#### ВНИМАНИЕ

Чрезмерный момент затяжки соединений может привести к повреждению соединителей модуля ECal. См. [табл. 4-1 на стр. 4-17](#), где указаны требуемые значения момента затяжки для всех типов разъемов.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения оптимальных результатов следует установить на каждый неиспользуемый порт ECal оконечную нагрузку в 50 Ом.

## Обязательная процедура для всех калибровок (анализаторы FieldFox)

Независимо от типа калибровки необходимо выполнить следующие действия:

1. Подключите модуль ECal к анализатору FieldFox с соответствующим частотным диапазоном и типом разъема.
2. Дождитесь, когда светодиод загорится зеленым.
3. Приведите анализатор в конфигурацию для измерения. Выберите частоту, мощность, развертку и прочие настройки испытательного сигнала.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Убедитесь, что на анализаторе FieldFox выбран частотный диапазон, находящийся внутри диапазона модуля ECal. Если начальная или конечная частота находится за пределами диапазона модуля ECal, FieldFox не распознает модуль ECal.

4. Наблюдайте ответный сигнал (без коррекции) и оптимизируйте настройки анализатора по мере необходимости.
5. Подключите модуль ECal к измерительным портам.
6. Установите на приборе частотный диапазон, совместимый с используемым модулем ECal.
7. Выберите пункт меню **Cal 5 > Mechanical Cal / ECal**.

Для каждого тестового порта, требующего калибровки, нажмите кнопку **Change DUT Connectors** и следуйте системным указаниям.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

**ВАЖНО:** до тех пор, пока на модуле ECal не будет выбран правильный тип разъема, модуль (модули) ECal для выбора не будет виден в таблице Select CalKit.

Использование модуля ECal.  
Настройка калибровки

8. Нажмите **Change Cal Type**. Отобразятся подключенный модуль ECal и соответствующие пользовательские характеристики (User Characterizations), а также заводские настройки ECal по умолчанию в виде калибровочного комплекта (Cal Kit) по умолчанию. В открывшейся таблице «Select Calkit» убедитесь, что выбрана правильная модель ECal. В противном случае выберите правильную модель ECal, пользуясь стрелочными клавишами.
9. Нажмите **Finish**
10. Нажмите **Start Calibration**.
11. В открывшемся окне мастера калибровки нажмите **Measure**. 12.
12. Следуйте системным указаниям для другого порта, а когда калибровка завершится, отключите модуль ECal и подключите тестируемое устройство. Более подробные сведения о совместной работе модуля ECal и анализатора FieldFox см. в руководстве по эксплуатации конкретной модели на сайте [www.keysight.com](http://www.keysight.com)

**ВНИМАНИЕ**

Чрезмерный момент затяжки соединений может привести к повреждению соединителей модуля ECal. См. **табл. 4-1 на стр. 4-17**, где указаны требуемые значения момента затяжки для всех типов разъемов.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Для получения оптимальных результатов следует установить на каждый неиспользуемый порт ECal оконечную нагрузку в 50 Ом.

---



## Доступные виды калибровки

В следующей таблице приведены виды калибровки и расширенные настройки, доступные для всех типов совместимых анализаторов цепей.

Таблица 3-2 Доступные виды калибровки и расширенные настройки

Виды калибровки	Серии анализаторов			
	PNA	PXIe	ENA	FieldFox <sup>a</sup>
Однопортовая, отраженный сигнал	Да	Да	Да	Да
Полная двухпортовая	Да	Да	Да	Да
Полная на N портов, где N>2	Да	Да	Да	Нет
Расширенный отклик	Да	Да	Да	Да
Быстрая калибровка с использованием мер холостого хода (QSOLT)	Да	Да	Нет	Да
<b>Расширенные настройки</b>				
Удаление эффектов адаптера	Да	Да	Нет	Нет
Мера прямого соединения нулевой длины	Да	Да	Нет	Да
Неизвестная мера прямого соединения	Да	Да	Да	Да
Пользовательские характеристики	Да	Да	Да	Да

- a. Калибровки ECal не поддерживаются в анализаторе N9912A.  
b. Пользовательские характеристики анализатора FieldFox должны задаваться на анализаторах серии PNA или ENA. Более подробные сведения о задании пользовательских характеристик см. на веб-сайте справки по анализатору цепей серии PNA: [http://na.support.keysight.com/pna/help/latest/S3\\_Cals/ECal\\_User\\_Characterization.htm](http://na.support.keysight.com/pna/help/latest/S3_Cals/ECal_User_Characterization.htm)

## Когда требуется поправка на развязку

Поправка на развязку вводится при измерениях на устройствах с высоким уровнем потерь, например ПАВ-фильтрах или антенных разветвляющих устройствах. Если требуется максимальный динамический диапазон, поправка на развязку может устранить погрешности, связанные с перекрестными помехами (между измерительными портами) при измерении параметров передачи.

При включении поправки на развязку в калибровку по двум, трем и четырем портам анализатор автоматически применяет усреднение, чтобы снизить шум при измерении. Без усреднения в измерениях перекрестных наводок будет присутствовать шум, что может поднять порог шума при использовании анализатором этого значения для коррекции погрешностей.

Для большинства измерений обычно достаточной считается развязка системы анализатора, и поправка на нее обычно не требуется. Пока перекрестные помехи остаются ниже порогового значения шума, рекомендуется НЕ вводить поправку на развязку при использовании модуля ECal. Что касается программно-аппаратного обеспечения анализатора цепей серии PNA версии 4.26, измерение параметров развязки в рамках процесса ECal более не поддерживается.

## Методы калибровки с использованием не подключаемых напрямую устройств

«Не подключаемое напрямую» применительно к устройствам означает, что измерительные порты не могут быть соединены между собой для обеспечения ПРЯМОГО соединения при калибровке для определения параметров передачи. Ввиду того что модули, как правило, формируют цепь с ПРЯМЫМ соединением, калибровка с использованием не подключаемых напрямую устройств возможна только одним из следующих способов.

### Настроить конфигурацию модуля ECal аналогично устройству

Простейший способ калибровки с использованием не подключаемых напрямую устройств заключается в настройке конфигурации модуля ECal с теми же типами соединителей, что и у тестируемого устройства. ВЧ-модули ECal могут иметь конфигурацию с несколькими типами соединителей в соответствии с типами соединителей тестируемого устройства. См. раздел **«Модели и опции» на стр. 4**. Кроме того, конфигурацию модуля можно настроить с другими типами соединителей, выполнив установку пользовательской характеристики (см. далее).

### Использование калибровки с удалением эффектов адаптера

Удаление эффектов адаптера — точный способ калибровки с использованием не подключаемых напрямую устройств, но для него требуются дополнительные калибровочные этапы определения характеристик адаптера. Для такой калибровки должен использоваться адаптер типа «вилка — вилка» или «розетка — розетка», а тип разъема у него должен быть аналогичен типу разъема у модуля. Кроме того, модуль должен иметь соединитель «вилка» на одном измерительном порту и соединитель «розетка» на другом (для одного и того же типа разъема).

### Использование калибровки с неизвестной мерой прямого соединения

Калибровка с неизвестной мерой прямого соединения на данный момент доступна для всех анализаторов цепей серии PNA, за исключением E8801/2/3A. Она проста в выполнении и может проводиться на любых двух портах при использовании измерительных систем на базе анализатора цепей серии PNA с несколькими портами. Она вызывает минимальный сдвиг кабеля, если мера прямого соединения занимает столько же места, что и тестируемое устройство. Фактически тестируемое устройство часто само может выступать в качестве меры прямого соединения. На обоих портах выполняется однопортовая калибровка. Неизвестная мера прямого соединения подключается между двумя портами и измеряется. Затем пользователь должен подтвердить ожидаемую задержку. Для этого требуется знать ФЧХ в пределах  $1/4$  длины волны. Если ФЧХ неизвестна, задержка может быть измерена отдельно и введена в диалоговое окно.

### Установка пользовательской характеристики

Обычно при выполнении калибровки с помощью модуля ECal значения погрешности для калибровки рассчитываются с использованием заводской характеристики (данных), хранящейся в памяти модуля. Пользовательская характеристика позволяет изменять характеристику модуля двумя способами:

- изменить конфигурацию разъемов: позволяет добавить адаптер или оснастку в измерительный порт модуля и включить его влияние в характеристику модуля. В результате новая характеристика позволяет сдвинуть базовую плоскость с одного или нескольких измерительных портов модуля до портов адаптера (или оснастки);

## Использование модуля ECal. Настройка калибровки

— изменить настройки состояния: позволяет указать количество точек данных (не более 1601) или иные настройки испытательного сигнала, используемые модулем для выполнения калибровки.

При задании пользовательской характеристики данные заводской характеристики остаются в памяти модуля. При калибровке можно выбрать либо заводскую, либо любую из пользовательских характеристик, хранящихся в модуле. Модуль может хранить до пяти пользовательских характеристик (помимо заводской).

В настоящее время установку пользовательской характеристики поддерживают анализаторы цепей серии PNA, модульные анализаторы в формате PXIe и анализаторы FieldFox.

Для задания пользовательской характеристики требуется калибровочный комплект (имеющий тот же тип разъема, что и новая базовая плоскость).

Подробные сведения о способах калибровки с использованием анализаторов цепей серии PNA, модульных анализаторов в формате PXIe и анализаторов FieldFox см. в соответствующих руководствах по эксплуатации или онлайн-справке. Порядок пользования онлайн-справкой для анализаторов цепей серии PNA или модульных анализаторов цепей в формате PXIe см. в разделе **«Получение дополнительной информации о выполнении калибровки» на стр. 9.**

## Получение дополнительной информации о выполнении калибровки

Подробные сведения о выполнении калибровки с использованием анализатора цепей серий PNA, модульных анализаторов в формате PXIe и анализаторов FieldFox см. в соответствующем руководстве по эксплуатации или онлайн-справке.

- Чтобы просмотреть справочный файл, встроенный в анализатор серии PNA или в модульный анализатор в формате PXIe, нажмите кнопку «Help» («Помощь») на передней панели анализатора цепей.
- Чтобы просмотреть руководство по эксплуатации или файл справки в Интернете, выполните следующее:
  1. Откройте страницу [www.keysight.com](http://www.keysight.com).
  2. Введите номер модели анализатора (например, N5242A) в строку поиска и нажмите «Search» («Поиск»).
  3. Нажмите на гиперссылку «Manuals» («Руководства»).
  4. Откройте PDF-файл руководства по эксплуатации или справки.

### ВНИМАНИЕ

Выполнять калибровку разрешается только после очистки и визуального осмотра всех соединителей, а также принятия мер по защите от электро-статических разрядов.

---

## Валидация калибровки

Точность выполняемой калибровки должна периодически подтверждаться путем валидации, так как она может стать недействительной из-за воздействия следующих источников погрешностей:

- поврежденные кабели;
- загрязненные или изношенные соединители;
- ошибки оператора;
- погрешности измерения, вызванные интерполяцией.

В следующих параграфах описаны два способа подтверждения точности калибровки:

1. Проверка достоверности данных модуля ECal.
2. Выполнение процедуры верификации системы анализатора с использованием мер, входящих в верификационные наборы Keysight.

Выбор того или иного способа во многом зависит от требуемого уровня точности и наличия верификационных наборов Keysight.

### Проверка достоверности данных ECal — базовая валидация калибровки

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Рекомендуется выполнять проверку достоверности приблизительно через каждые два месяца, чтобы убедиться, что параметры устройства соответствуют ожидаемым.

Проверка достоверности данных ECal позволяет измерить состояние полного сопротивления модуля ECal — называемое достоверным состоянием — и сравнить данные своих измерений с данными заводских измерений, хранящимися в памяти модуля ECal (того же достоверного состояния). При проверке достоверности ECal два графика измерений накладываются друг на друга, что позволяет легко увидеть разницу между результатами заводских измерений и ваших измерений.

- Проверка достоверности ECal служит базовым подтверждением того, что калибровка ECal была выполнена правильно и была активирована.
- Проверка достоверности ECal — это не метод верификации системы. В состоянии полного сопротивления при проверке достоверности ECal физически используется часть той же аппаратуры, что и в состояниях полного сопротивления калибровки ECal. Для верификации системы требуется верификационный набор, так как в его состав входят устройства, физически отличающиеся от устройств в составе калибровочного комплекта.
- Компания Keysight рекомендует при получении нового модуля ECal выполнить проверку достоверности ECal и сохранить результаты измерений в качестве базы для обращения в будущем.
- Рекомендуется периодически проводить дополнительные проверки достоверности ECal и сравнивать их результаты с базовыми данными.

## Использование модуля ECal. Валидация калибровки

— Решение о том, какое отклонение измеренных данных от заводских приемлемо, принимается в зависимости от вашей уверенности в результатах калибровки на основании архивных записей базовых данных.

Прежде чем выполнять проверку достоверности ECal, необходимо выполнить калибровку анализатора, при этом вид калибровки должен соответствовать выполняемым измерениям. Например, измерения для достоверного состояния невозможны с помощью измерения параметра S22, если активна однопортовая калибровка по параметру S11.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения оптимальных результатов следует установить на каждый неиспользуемый порт ECal окончательную нагрузку в 50 Ом.

---

Подробную информацию о выполнении проверки достоверности ECal с использованием анализаторов цепей серии PNA, модульных анализаторов в формате PXIe или анализаторов FieldFox см. в соответствующих руководствах по эксплуатации или онлайн-справке. Чтобы просмотреть онлайн-справку по анализатору цепей серии PNA или модульному анализатору цепей в формате PXIe либо руководство по эксплуатации FieldFox в сети Интернет, действуйте, как описано в разделе [«Получение дополнительной информации о выполнении калибровки»](#) на стр. 9.

## Процедура верификации системы — прослеживаемая валидация точности калиброванной измерительной системы

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для валидации калибровки данным методом требуется верификационный набор Keysight.

---

Использование встроенной процедуры верификации системы анализатора для измерения мер, входящих в верификационный набор Keysight, обеспечивает прослеживаемую валидацию точности калиброванной измерительной системы. После измерения каждой из мер процедура верификации системы выдает заключение о соответствии/несоответствии, на основании которого может быть установлено, выдает ли ваша калибровка результаты измерений, укладывающиеся в предельную допустимую погрешность.

- Встроенная процедура верификации системы анализатора обеспечивает прослеживаемую валидацию точности, подтверждающую правильность выполнения калибровки ECal и соответствие предельной допустимой погрешности.
- Процедура верификации системы также позволяет подтвердить характеристики анализатора.
- В состав верификационных наборов входят меры с точно известными характеристиками, для которых определены фаза и амплитуда сигналов отклика. Эти наборы включают прецизионные воздушные линии, воздушные линии со ступенчатым импедансом и прецизионные фиксированные аттенюаторы.
- Каждая из мер, входящих в верификационный набор, проходит высокоточные измерения в аккредитованной испытательной лаборатории Keysight. Данные по измерениям и погрешности каждой из мер прикладываются к каждому набору на диске или USB-накопителе.
- Компания Keysight может выполнить повторную сертификацию верификационных наборов. За информацией о заказе верификационных наборов обращайтесь в компанию Keysight — см. раздел [«Контактная информация компании Keysight»](#) на стр. 9.

## Использование модуля ECal. Валидация калибровки

Подробную информацию об использовании встроенной процедуры верификации системы для своего анализатора см. в соответствующих руководствах по эксплуатации или онлайн-справке. Чтобы просмотреть онлайн-справку по анализатору цепей серии PNA или модульному анализатору в формате PXIe либо руководство по эксплуатации анализаторов FieldFox в сети Интернет, действуйте, как описано в разделе **«Получение дополнительной информации о выполнении калибровки» на стр. 9.**



## Устранение неполадок ECal

Таблица 3-3 Устранение неполадок

Цвет светодиода индикатора	Описание	Возможные причины	Способы устранения
<b>Оранжевый</b>	ECal подключен и работает, но не обменивается данными с управляющим ПО.	Модуль ECal подключен к прибору (или ПК), на котором не установлено соответствующее управляющее ПО.	Подключить модуль ECal к совместимому прибору. Убедиться, что ПО прибора обновлено.
		Неисправность USB-порта прибора	Подключиться к другому USB-порту прибора.
		Повреждение USB-кабеля	Выполните подключение с помощью другого USB-кабеля.
		Неисправность USB-концентратора	Подключить ECal напрямую к USB-порту прибора.
<b>Не горит</b>	ECal не работает.	ECal не подключен к прибору.	Проверить надежность соединения USB-разъемов.
		Неисправность USB-порта прибора	Подключиться к другому USB-порту прибора.
		Повреждение USB-кабеля	Выполните подключение с помощью другого USB-кабеля.
		Неисправность USB-концентратора	Подключить ECal напрямую к USB-порту прибора.
		Неисправен модуль ECal	Отправить в компанию Keysight для проведения ремонта. См. <a href="#">главу 1 «Сервисное обслуживание и повторная сертификация» на стр. 9.</a>

Использование модуля ECal.  
Устранение неполадок ECal

## Двухпортовые модули электронной калибровки ВЧ-/СВЧ-диапазона Keysight

### Справочное руководство

## 4 Эксплуатация, техническое обслуживание и уход за устройствами

### Разряды статического электричества

Меры по защите от электростатических разрядов (ЭСР) очень важны при выполнении соединений, проверке и чистке устройств, входящих в состав чувствительных к ЭСР цепей (как те, что присутствуют в анализаторах цепей и модулях ECal).

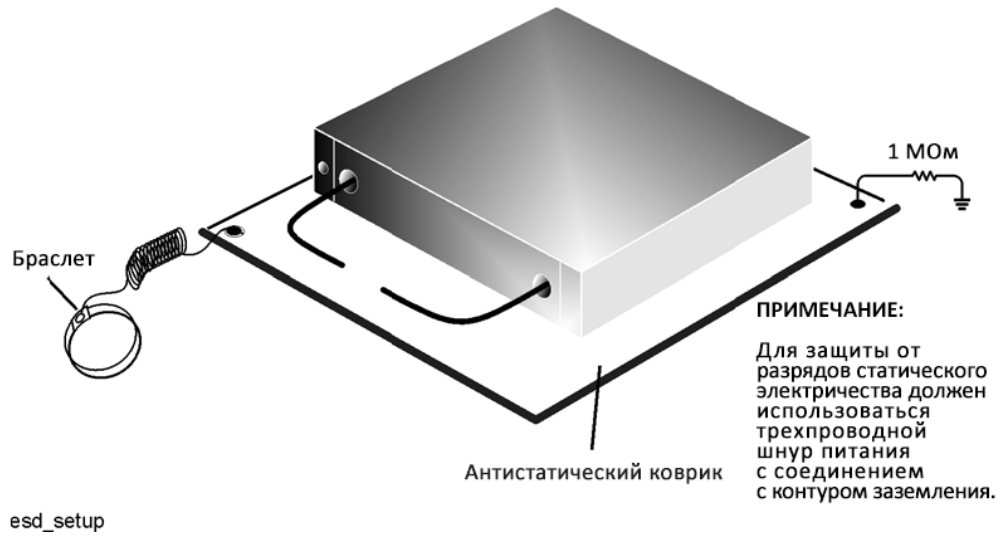
Статическое электричество может накапливаться на теле человека и легко повреждать чувствительные внутренние элементы цепей при разряде. Даже неощутимые электростатические разряды могут вызывать повреждения, устранить которые будет невозможно. Кроме того, статические заряды могут присутствовать на самих устройствах, например на калибровочных компонентах и тестируемых устройствах. Во избежание повреждения компонентов анализаторов цепей и других устройств:

- **всегда** надевайте заземленный браслет с последовательно установленным сопротивлением 1 МОм во время манипуляций с компонентами и устройствами и при выполнении подключений к испытательной схеме;
- **всегда** используйте заземленный электропроводящий настольный коврик при выполнении соединений;
- **всегда** используйте пяточный ремень при работе в местах с токопроводящими полами. Если вы не уверены в характеристиках электропроводности своих полов, следует использовать пяточный ремень;
- **всегда** заземляйте себя перед тем, как приступить к чистке или проверке, или перед тем, как подключиться к устройству или измерительному порту, чувствительному к ЭСР. Для этого, например, можно на короткое время прикоснуться к заземленному наружному корпусу измерительного порта или кабельного соединителя;
- **всегда** заземляйте центральный проводник кабеля для тестирования перед тем, как подключиться к измерительному порту анализатора или другому устройству, чувствительному к ЭСР. Это может быть сделано следующим образом:
  1. Установите закорачивающую перемычку (из вашего калибровочного комплекта) на один конец кабеля, чтобы накоротко соединить центральный проводник с наружным проводником.
  2. Надев на запястье заземленный браслет, возьмитесь за внешний корпус кабельного соединителя.
  3. Присоедините другой конец кабеля к измерительному порту.
  4. Снимите закорачивающую перемычку с кабеля.

Каталожные номера приспособлений для защиты от ЭСР приведены в разделе «Прочие принадлежности ECal» на стр. 6-5.

Рисунок 4-1

Защита от электростатических разрядов с помощью коврика, браслета и заземленного кабеля питания



## Визуальный осмотр

Визуальный осмотр и, при необходимости, чистку следует производить каждый раз, когда выполняется соединение. Металлические частицы из резьбы соединителя могут попасть внутрь соединителя при разборке соединения.

### ВНИМАНИЕ

Устройства с поврежденными соединителями следует незамедлительно отбраковывать или снабжать четкой маркировкой и изымать из эксплуатации для проведения ремонта. Поврежденное устройство в свою очередь вызовет повреждение любого исправного соединителя, к которому оно будет прикреплено. Перед тем как присоединить новый неповрежденный соединитель в той же конфигурации, следует выяснить причину повреждения.

При осмотре соединителей может быть полезна лупа, хотя она не обязательна и даже может стать причиной неверных выводов. Дефекты и повреждения, неразличимые без лупы, на практике обычно не оказывают влияния на электрические и механические характеристики. Лупа очень полезна при анализе причин повреждений и при чистке соединителей, но она не требуется при осмотре.

---

## В первую очередь обратите внимание на наличие явных дефектов и повреждений

Проверьте соединители сначала на наличие явных дефектов или повреждений, таких как сильный износ покрытия на контактной поверхности соединителя, деформированная резьба или погнутый, сломанный или несоосный центральный проводник.

### В чем причина износа соединителей?

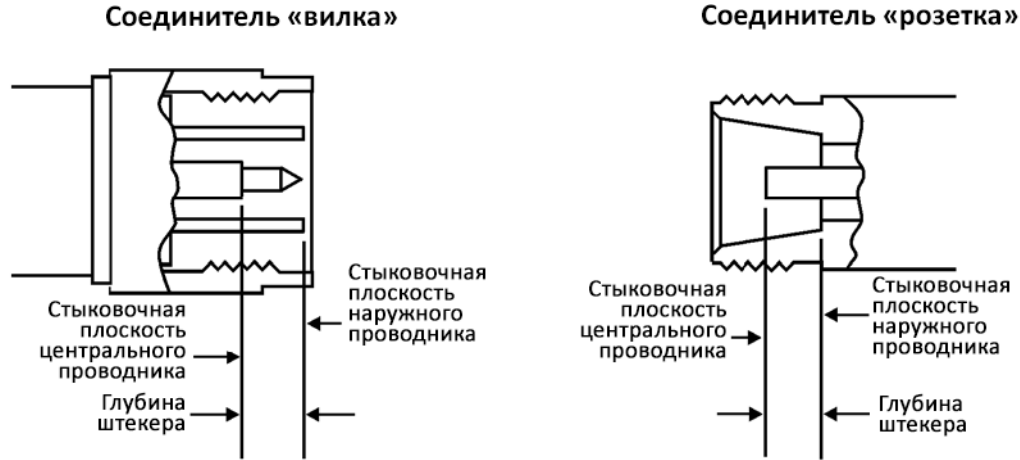
Износ соединителей происходит вследствие сборки и разборки соединений с устройствами. Чем интенсивнее используется устройство, тем быстрее происходят его износ и ухудшение состояния. Износ значительно ускоряется, если соединители не поддерживаются в чистоте или если сборка соединений выполняется с нарушениями. Это в первую очередь касается устройств с точными электрическими характеристиками, таких как модули ECal. При частоте использования порядка нескольких раз в неделю модули ECal должны иметь длительный срок службы.

Соединители измерительных портов у анализатора сетей могут ежедневно использоваться во множестве операций сборки соединений, поэтому они более подвержены износу. Для минимизации износа соединителей измерительных портов рекомендуется выполнять подключения через адаптеры, установленные в измерительные порты. Следует заменять устройства с изношенными соединителями.

## Проверьте контактные поверхности в стыковочной плоскости

Для создания надежного соединения необходимо обеспечить равномерный контакт между соединителями во всех точках их поверхностей в стыковочной плоскости. Пример взаимного расположения контактных поверхностей в стыковочной плоскости показан на [рис. 4-2](#). Особенно внимательно проверьте поверхности соединителей в стыковочной плоскости на отсутствие глубоких царапин и вмятин, а также загрязнений и металлических частиц. Также проверьте на признаки повреждения вследствие сильного или неравномерного износа или несоосности.

Рисунок 4-2 Разъем типа N, глубина штекера и контактные поверхности



k31a

Считается нормальным наличие легкой потертости поверхностей в стыковочной плоскости, которая проявляется в виде слабых царапин или мелких круговых отметин, распределенных более-менее равномерно по поверхности в стыковочной плоскости. Также нормальным считается наличие других незначительных недостатков и косметических дефектов. Ни один из них не оказывает влияния на электрические или механические характеристики. Если на соединителе присутствуют глубокие царапины или вмятины, прилипшие к поверхности в стыковочной плоскости частицы или неравномерный износ, следует почистить и повторно проверить соединитель.

## Проверка соединителей типа «розетка»

При использовании соединителей без прорези, например соединителей 3,5 мм или типа N 50 Ом, особое внимание следует обращать на контактные пальцы в центральном проводнике соединителя типа «розетка». Они могут быть погнутыми или сломанными, и их повреждение не всегда бывает легко увидеть. Соединитель с поврежденными контактными пальцами не будет обеспечивать надежный электрический контакт и должен быть заменен.

### ПРИМЕЧАНИЕ

В силу более точных механических характеристик прецизионных устройств проверка соединителей особенно важна при подключении обычных устройств к прецизионным устройствам.

---

## Чистка соединителей

Поддержание стыковочных поверхностей соединителей в чистом состоянии позволяет продлить их срок службы и обеспечивает более точные и повторяемые результаты измерений.

### ОСТОРОЖНО

При работе со сжатым воздухом или азотом всегда используйте средства защиты органов зрения.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Описанная ниже процедура может применяться для чистки большинства типов коаксиальных соединителей.

## Чистка коаксиальных соединителей

### 1. Использование сжатого воздуха или азота

Используйте сжатый воздух (или азот) для удаления частиц с поверхностей в стыковочной плоскости соединителей.

Может использоваться любой источник чистого, сухого сжатого воздуха или азота под давлением, оборудованный эффективным фильтром масляных паров и конденсатоотводчиком, которые должны быть установлены непосредственно перед выходным шлангом.

Для защиты от электростатических разрядов заземлите штуцер на шланге и установите давление воздуха на уровне ниже 414 кПа (60 фнт/кв. дюйм), чтобы обеспечить контроль над скоростью воздушного потока.

Направленный на соединитель поток сжатого воздуха, движущийся с высокой скоростью, может приводить к образованию зарядов статического электричества. Дополнительные сведения см. в разделе «**Разряды статического электричества**» на стр. 4-1 выше в данной главе.

### ОСТОРОЖНО

Не подносите изопропиловый спирт близко к источникам тепла, искр и пламени. Храните его в герметично закрытой таре. Изопропиловый спирт относится к легковоспламеняющимся жидкостям. В случае пожара для тушения используйте спиртостойкую пену, порошковые составы или углекислый газ. Тушение водой может быть неэффективным.

При работе с изопропиловым спиртом обеспечьте достаточную вентиляцию и избегайте его попадания в глаза, на кожу и на одежду. Он вызывает раздражение кожи, может приводить к повреждению органов зрения и может оказывать вредное воздействие при попадании в желудочно-кишечный тракт или дыхательные пути. Кроме того, вредное воздействие возможно при попадании данного вещества в организм через кожные покровы.

Тщательно умойтесь после работы с данным веществом. В случае утечки в окружающую среду соберите разлитое вещество путем впитывания песком или землей. Вымойте место разлива водой.

Утилизируйте изопропиловый спирт в соответствии со всеми применимыми государственными, региональными и местными нормативными документами по охране окружающей среды.



**ВНИМАНИЕ**

## 2. Очистите резьбу на соединителях

Для чистки поверхностей соединителей должен использоваться ТОЛЬКО изопропиловый спирт. Любые другие растворители могут повредить изоляторы, опорные выступы и уплотнители соединителей.

Запрещается погружать соединители в какой бы то ни было растворитель. Растворитель может остаться в полостях внутри соединителя и вызвать проблемы со стоячей волной, фазовыми и линейными потерями.

---

Слегка смочите (не погружая в жидкость) безворсовый тампон или чистящую салфетку в изопропиловом спирте и удалите с помощью тампона или салфетки все оставшиеся или трудноудаляемые загрязнения, которые невозможно убрать с помощью сжатого воздуха или азота. См. раздел «Прочие принадлежности ECal» на стр. 6-11, где перечислены чистящие тампоны и другие средства для чистки соединителей.

- a. Слегка смочите изопропиловым спиртом чистящий тампон из безворсового материала.
- b. Очистите резьбу на соединителях.
- c. Подождите, пока спирт испарится, и затем продуйте резьбу насухо несильным потоком чистого сжатого воздуха или азота под низким давлением. Всегда до конца высушивайте соединители перед тем, как использовать или собрать их.

## 3. Очистите контактные поверхности в стыковочной плоскости

- a. Слегка смочите изопропиловым спиртом новую чистящую салфетку или тампон из безворсового материала.
- b. Очистите контактные поверхности в стыковочной плоскости у центрального и наружного проводников. См. рис. 4-2 на стр. 4. При чистке соединителей типа «розетка» следует делать короткие движения, избегая захвата тампона контактными пальцами центрального проводника.
- c. Подождите, пока спирт испарится, и затем продуйте контактную поверхность в стыковочной плоскости насухо несильным потоком чистого сжатого воздуха или азота под низким давлением. Всегда до конца высушивайте соединители перед тем, как использовать или собрать их.

## 4. Проверьте каждый соединитель

Проверьте соединитель на отсутствие частиц и остатков загрязнений.

## Выверка соединителей по калибрам

Калибры, поставляемые компанией Keysight Technologies, предназначены для использования только в целях профилактического технического обслуживания и поиска и устранения неисправностей. Они могут эффективно применяться для выявления чрезмерного выступа наружу или смещения вглубь центрального проводника и обнаружения повреждений проводников у тестируемых устройств, принадлежностей для испытаний и измерительных портов ECal. Не используйте калибры для высокоточных измерений глубины штекера.

### Точность калибров для соединителей

Калибры для соединителей пригодны только для грубых измерений. Они не обеспечивают степень погрешности, необходимую для точного измерения глубины штекера. Это частично обусловлено недостаточной воспроизводимостью, характерной для данных измерений.

При правильной технике измерений калибры могут успешно применяться для выявления грубых отклонений глубины штекера у соединителей устройств. Чтобы достичь максимальной точности, необходимо свести к минимуму случайные погрешности путем принятия среднего значения из результатов как минимум трех измерений с различной ориентацией калибра на соединителе. Даже после этого полученное среднее значение может иметь погрешность до  $\pm 0,0025$  мм ( $\pm 0,0001$  дюйма), обусловленную систематическими ошибками (смещением), причиной которых обычно являются изношенные калибры и контрольные калибры. Информация в разделе «**Типовые значения глубины штекера**» на стр. 5-8 приведена с допущением, что используются новые калибры и контрольные калибры. Поэтому указанные значения систематической ошибки не были включены в анализ погрешности. По мере использования калибров систематические ошибки могут оказывать все большее влияние на точность измерений.

Погрешность измерений в первую очередь зависит от материалов, из которых изготовлено устройство, и его конструктивного исполнения, а также от уникального характера взаимодействия каждого типа устройств с калибрами. Поэтому данные погрешности могут варьироваться для разных устройств.

Наблюдаемые предельные значения глубины штекера учитывают эти погрешности в типовых заводских значениях глубины штекера для получения практических предельных значений, которые могут использоваться как справочные при измерениях калибрами.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

При измерении глубины штекера измеренное значение (полученное среднее из трех и более результатов измерений) содержит в себе погрешность измерений и не обязательно представляет собой истинное значение. Всегда сравнивайте измеренное значение с **наблюдаемыми** предельными значениями глубины штекера (которые учитывают погрешность измерений), приведенными в разделе «**Типовые значения глубины штекера**» на стр. 5-8, с целью оценки состояния соединителей устройств.

## Когда требуется выверка соединителей по калибрам

Выполняйте выверку соединителей по калибрам в следующих случаях:

- перед тем как использовать модуль ECal в первый раз: запишите результаты измерения глубины штекера, чтобы их можно было сравнить с результатами измерений в будущем. Это может оказаться полезным в случаях, когда имеются подозрения относительно возможных повреждений устройства;
- если визуальный осмотр или электрические характеристики указывают на то, что стыковочные поверхности соединителя могут отклоняться от диапазона типовых значений (например, вследствие износа или повреждения);
- если модуль используется другим оператором или в составе другой системы или позиции оборудования;
- после выполнения первых 100 соединений и впоследствии с периодичностью, определяемой на основании опыта.

## Распознавание типа калибра

Калибры для соединителей определяются применительно к соединителю, для измерения которого они используются. Например, вилочный калибр служит для измерения соединителей типа «вилка», то есть данный калибр имеет соответствующий соединитель типа «розетка».

- См. [рис. 4-3 на стр. 4-10](#), где показаны типовые калибры для соединителей 3,5 и 2,92 мм.
- См. [рис. 4-4 на стр. 4-11](#), где показаны типовые калибры для соединителей типа N.

### ПРИМЕЧАНИЕ

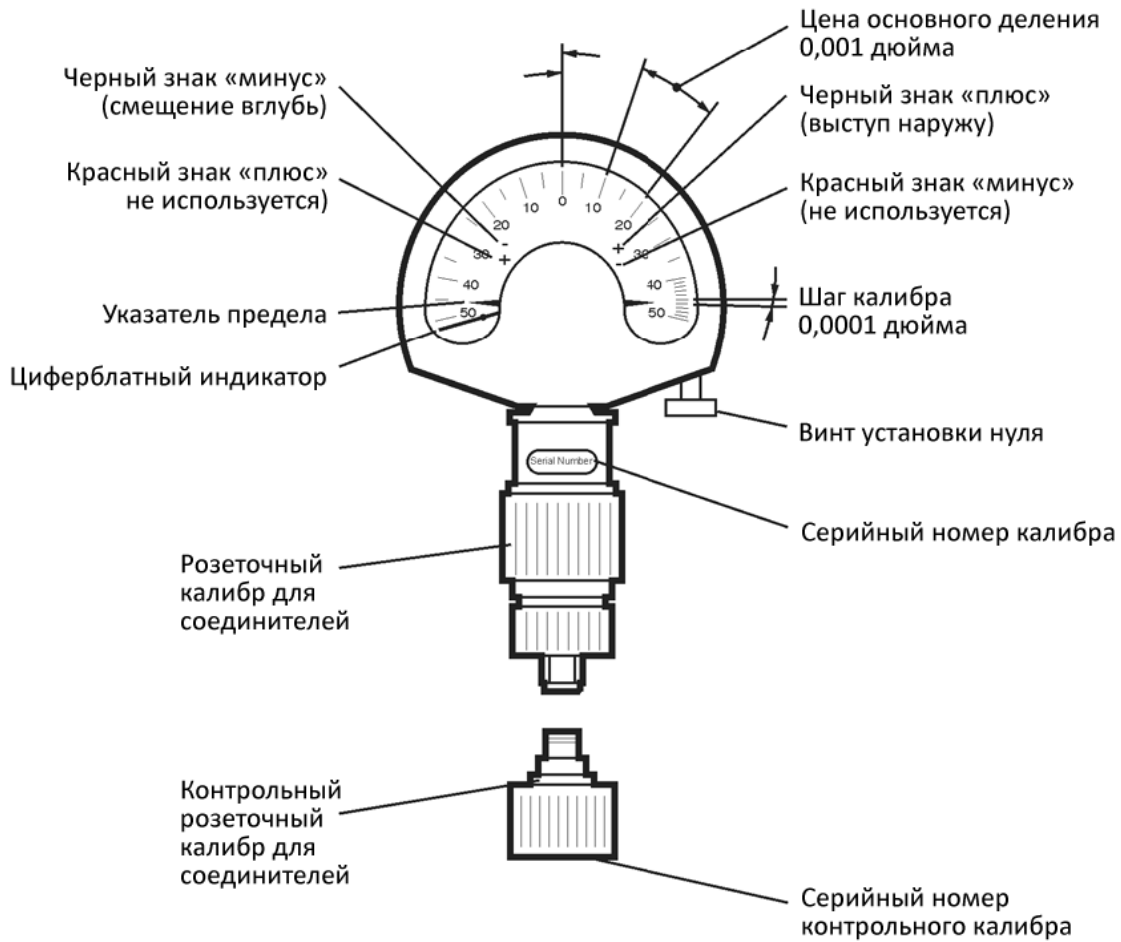
Набор калибров на 3,5 мм может использоваться для измерения соединителей 3,5 и 2,92 мм.

## Снятие показаний с калибра для соединителей

Циферблатный индикатор калибра имеет деления с ценой 0,0025 мм (0,0001 дюйма) и большие деления через 0,0025 мм (0,001 дюйма). Калибры для соединителей типа N показаны на [рис. 4-4 на стр. 4-11](#). Для каждого оборота большого циферблата показания на малом циферблате изменяются на 0,025 мм (0,01 дюйма). Используйте малый циферблат в качестве индикатора для измерений, кратных 0,025 мм (0,01 дюйма). В большинстве случаев при использовании для измерения соединителей показания данного индикатора будут равны нулю.

При выполнении измерений циферблатный индикатор калибра будет перемещаться в одном из двух направлений. Если центральный проводник утоплен относительно нулевой базовой плоскости, индикатор будет двигаться против часовой стрелки, показывая величину смещения вглубь, которое считывается в виде отрицательного значения. Если центральный проводник выступает наружу, индикатор будет двигаться по часовой стрелке, показывая величину выступа наружу, который считывается в виде положительного значения. Определения выступа наружу и смещения вглубь приведены в разделе «[Типовые значения глубины штекера](#)» на [стр. 5-8](#).

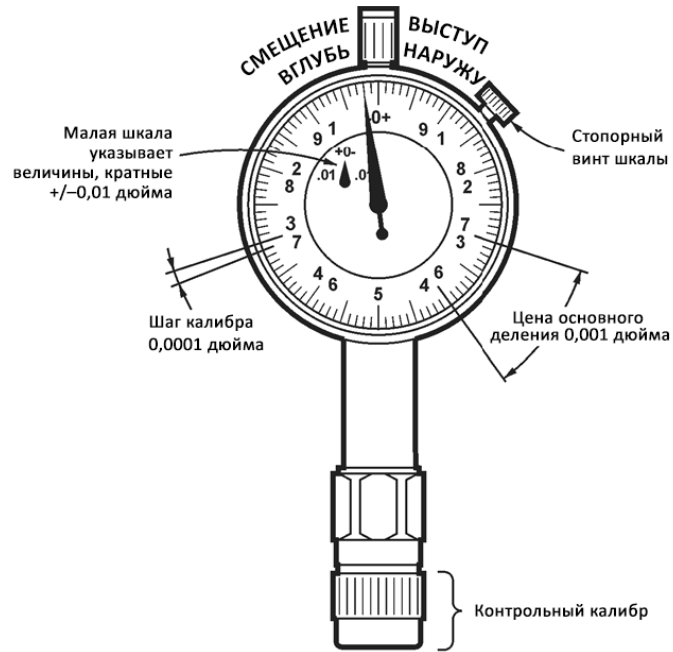
Рисунок 4-3 Типовой калибр для соединителей 3,5 и 2,92 мм



3 5mm

Рисунок 4-4

Типовой калибр для соединителей типа N



ku311b

## Процедуры выверки по калибрам

### Обнуление калибров для соединителей

У калибров типа N спаренный контрольный калибр имеет этикетку со значением смещения, которое служит для компенсации его погрешности при использовании в сочетании с его парным калибром. Данная этикетка находится на нижней стороне всех контрольных калибров типа N, для которых имеется свой парный калибр. При стыковке калибров типа N с контрольными калибрами обязательно устанавливайте калибр на значение смещения контрольного калибра, указанное на этикетке, а не на ноль, кроме тех случаев, когда указано нулевое значение смещения.

Конструкция калибров, предназначенных для измерения соединителей 3,5 и 2,92 мм, отличается от конструкции калибров для соединителей типа N. Основное отличие заключается в том, что для соединителей типа N требуется смещение для компенсации неточности контрольных калибров.

1. Выберите соответствующий калибр для своего соединителя. Используйте только те калибры, которые предназначены для измерения глубины штекера. Номера моделей шаблонов вместе с соответствующими типами соединителей перечислены в [главе 6 «Заменяемые детали»](#).
2. Выполните осмотр и чистку калибра, контрольного калибра и выверяемого устройства. См. разделы [«Визуальный осмотр» на стр. 4-3](#) и [«Чистка соединителей» на стр. 4-6](#).

#### ВНИМАНИЕ

Прежде чем приступать к работе, убедитесь, что вы ознакомлены с правильными методиками выполнения соединения и затяжки для данного типа соединителей. См. раздел [«Выполнение соединений» на стр. 4-14](#).

3. Удерживая калибр за цилиндрическую часть, присоедините калибр к контрольному калибру. Затяните контрольный калибр пальцами. Не перетягивайте соединение.
4. С помощью динамометрического ключа, рекомендованного для использования с данным типом соединителей, затяните соединительную гайку на контрольном калибре. См. [табл. 4-1 на стр. 17](#).
5. Тип N: ослабьте фиксирующий винт циферблата на калибре и поверните циферблат так, чтобы стрелка совпала с величиной поправки, указанной на контрольном калибре. Не устанавливайте циферблат калибра на ноль, если только на контрольном калибре не указана величина поправки, равная нулю.  
  
3,5 мм: стрелка индикатора калибра должна точно совпасть с нулевой отметкой шкалы калибра. В противном случае поверните винт установки нуля, чтобы стрелка индикатора калибра точно совпала с нулевой отметкой шкалы.
6. Затяните фиксирующий винт циферблата и снимите контрольный калибр.
7. Вновь присоедините к калибру контрольный калибр и затяните его, чтобы убедиться в повторяемости настройки. Снимите контрольный калибр.

## Порядок выверки

1. Присоедините измеряемое устройство к калибру и затяните соединение.
2. Слегка постучите пальцем по цилиндрической части калибра, чтобы стабилизировать показания.
3. Тип N: снимите показания с циферблатного индикатора калибра. Если стрелка индикатора переместилась по часовой стрелке, это указывает на то, что центральный проводник **выступает** наружу на величину, отображаемую числами черного цвета. Если стрелка индикатора переместилась против часовой стрелки, это указывает на то, что центральный проводник **смещен внутрь** на величину, отображаемую числами красного цвета.  
  
3,5 мм: снимите показания с циферблатного индикатора калибра. Считывать следует только значения  $\pm$ , указанные черным цветом, а не значения  $\pm$ , указанные красным цветом.
4. Для максимальной точности выполните не менее трех измерений соединителя и примите среднее из полученных результатов измерений. После каждого измерения поворачивайте калибр на четверть оборота, чтобы уменьшить отклонения результатов измерений, обусловленные неидеальной перпендикулярностью поверхности калибра или соединителя к продольной оси.
5. Сравните среднее показание с наблюдаемыми предельными значениями глубины штекера, указанными в таблице в разделе «**Типовые значения глубины штекера**» на стр. 5-8 для каждого типа соединителей.

## Выполнение соединений

Правильное выполнение соединения имеет ключевое значение для правильности калибровки и измерений. Для правильного выполнения соединений требуется подготовленный оператор. **Наиболее частой причиной погрешности измерений являются некачественные соединения.**

### Устройства с соединителями 3,5 мм, 2,92 мм и типа N

1. С устройствами необходимо работать только на стендах, защищенных от разрядов статического электричества. См. раздел «**Разряды статического электричества**» на стр. 4-1.
2. Осторожно состыкуйте соединители. Центральный штекер соединителя типа «вилка» должен концентрически войти в контактный палец соединителя типа «розетка».

#### ВНИМАНИЕ

Не поворачивайте корпус устройства. Поворачивайте только соединительную гайку. Вращение корпуса устройства может привести к повреждению центрального проводника.

3. Прижмите соединители прямо в направлении друг к другу и затяните соединительную гайку пальцами. Не скручивайте и не вращайте соединители относительно друг друга. При стыковке центральных проводников обычно ощущается небольшое сопротивление.
4. Предварительное соединение будет достаточно плотным, когда поверхности в стыковочной плоскости будут равномерно и слегка контактировать между собой. Не перетягивайте такое соединение.

Достаточным считается соединение, в котором наружные проводники слегка контактируют во всех точках на обеих стыкующихся поверхностях. Для этого будет достаточно легкого усилия пальцев.

5. Убедитесь, что соединители имеют достаточные опоры. Полностью исключите боковое давление на соединение от длинных или тяжелых устройств или кабелей.
6. Затяните соединение в соответствии с процедурой, описанной в разделе «**Окончательная сборка соединения с помощью динамометрического ключа**» на стр. 4-14.

### Окончательная сборка соединения с помощью динамометрического ключа

Использование динамометрического ключа позволяет гарантировать, что соединение не будет слишком тугим, и исключить возможное повреждение разъема. Кроме того, этим обеспечивается одинаковая затяжка всех соединений при каждой сборке.

Для окончательной сборки соединения используйте рекомендованный динамометрический ключ. **Табл. 4-1 на стр. 4-17** содержит информацию о динамометрических ключах, рекомендуемых для использования с каждым типом соединителей.

1. Вращайте соединительную гайку. Это может быть сделано рукой, если один из соединителей зафиксирован (как, например, разъем измерительного порта). Тем не менее рекомендуется использовать рожковый гаечный ключ, чтобы удерживать корпус устройства от вращения.

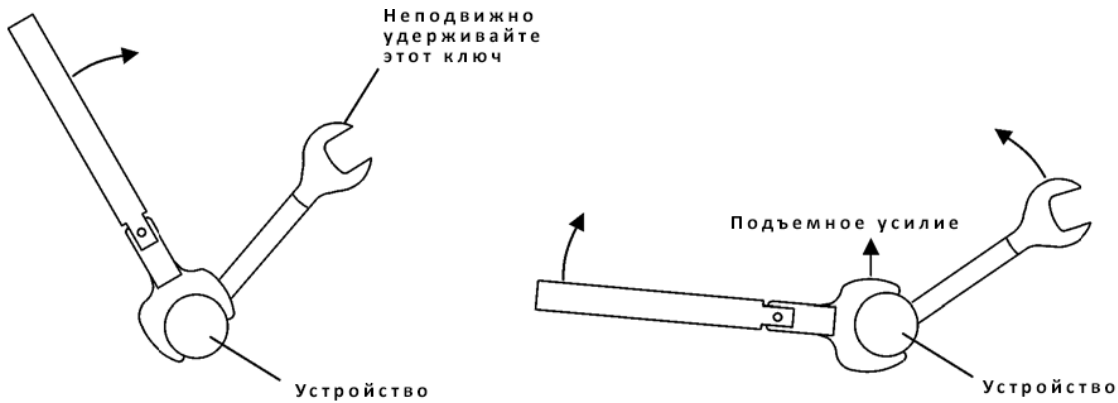


Эксплуатация, техническое обслуживание и уход за устройствами.  
Выполнение соединений

2. Перед приложением усилия расположите оба гаечных ключа под 90 градусов относительно друг друга. Гаечные ключи, расположенные напротив друг друга (под углом больше 90 градусов), будут создавать направленное вверх усилие, которое может привести к нарушению центровки и появлению нагрузок в соединениях устройств, на которых ведутся работы. Это особенно характерно для случаев, когда сразу несколько устройств соединяются друг с другом. См. [рис. 4-5](#).

Рисунок 4-5

Положения гаечных ключей



**ПРАВИЛЬНЫЙ СПОСОБ**  
(уменьшение направленного вверх усилия в соединении)

**НЕПРАВИЛЬНЫЙ СПОСОБ**  
(слишком большое направленное вверх усилие в соединении)

wj56f

3. Держите динамометрический ключ, не прикладывая большого усилия, только за конец рукоятки (за канавкой). См. [рис. 4-6](#).

Рисунок 4-6

Использование динамометрического ключа



4. Осторожно состыкуйте соединители. При стыковке следите, чтобы соединители были идеально отцентрированы.
5. Прижмите соединители прямо в направлении друг к другу. Не скручивайте и не вращайте соединители относительно друг друга. Наверните соединительную гайку на резьбу ответного соединителя. Вращайте только соединительную гайку. Действуйте так, чтобы соединительная гайка стягивала обе части разъема по прямой.  
Не перетягивайте такое соединение. Достаточным считается соединение, в котором наружные проводники слегка контактируют во всех точках на обеих стыкующихся поверхностях. Для этого будет достаточно легкого усилия пальцев.
6. Убедитесь, что соединители имеют достаточные опоры. Полностью исключите боковое давление на соединение от длинных или тяжелых устройств или кабелей.
7. Прикладывайте усилие сверху вниз относительно рукоятки ключа. При этом через ключ крутящий момент будет передаваться на соединение.  
Не удерживайте ключ слишком крепко, чтобы вместо вращения рукоятка не перемещалась вниз целиком по всей своей длине; в этом случае величина приложенного крутящего момента будет неизвестна.

#### ВНИМАНИЕ

Для достижения заданного крутящего момента не требуется, чтобы рукоятка динамометрического ключа полностью сложилась; если это произойдет, рукоятка может спружинить назад и ослабить соединение. Как только рукоятка начнет складываться, это будет указывать на достаточный крутящий момент.

8. Затяните соединение до момента, когда рукоятка динамометрического ключа начнет складываться. Складывание рукоятки ключа происходит в ее внутренней шарнирной точке. Не затягивайте соединение дальше. См. [рис. 4-6](#).

Таблица 4-1 Сведения о динамометрических ключах для модулей ECal

Тип соединителя	Номер модели динамометрического ключа	Зев ключа	Настройка крутящего момента	Допуск крутящего момента <sup>a</sup>
3,5 и 2,92 мм (адаптеры)	8710-1765	5/16 дюйма	90 Н-см (8 фнт-дюйм)	±9 Н-см (±0,8 фнт-дюйм)
Тип N 50 Ом	8710-1766	3/4 дюйма	135 Н-см (12 фнт-дюйм)	±13,5 Н-см (±1,2 фнт-дюйм)

<sup>a</sup> Во многих ранее выпущенных руководствах по калибровочным модулям Keysight приведены иные допуски крутящего момента затяжки. Правильный допуск на крутящий момент затяжки для динамометрических ключей Keysight составляет ±10 % от номинального значения момента, как указано в таблице выше.

## Разборка соединений

Во избежание боковых (изгибающих) усилий на контактных поверхностях в стыковочной плоскости соединителей, необходимо в обязательном порядке предусматривать опоры для устройств и разъемов.

### ВНИМАНИЕ

**Не** поворачивайте корпус устройства. Поворачивайте только соединительную гайку. Вращение корпуса устройства может привести к повреждению центрального проводника.

1. Удерживайте корпус устройства от вращения рожковым или разводным ключом.
2. Другим рожковым или динамометрическим ключом ослабьте соединительную гайку.
3. Завершите разборку от руки, поворачивая только соединительную гайку.
4. Потяните за соединители в противоположные стороны, избегая их скручивания, раскачивания и изгиба.

## Обращение и хранение

- При перерывах в использовании следует хранить калибровочные устройства в футляре для хранения, выложенном внутри вспененным материалом, установив пластиковые защитные колпачки.
- Ни в коем случае не храните соединители без специального футляра в коробке или в ящике стола или рабочего стенда. Это является самой распространенной причиной повреждений соединителей во время хранения. Компания Keysight рекомендует приобрести дополнительный футляр для хранения ECal (не входит в комплект поставки ECal). См. раздел «[Футляр для хранения комплекта ECal \(опция 150\)](#)» на стр. 4-19. Он представляет собой контейнер для безопасного хранения модуля ECal и принадлежностей — USB-кабеля, гаечных ключей и адаптеров. Информацию о составлении заказа см. в разделе «[Прочие принадлежности ECal](#)» на стр. 6-5.
- Содержите соединители в чистоте.
- Не прикасайтесь к поверхностям в стыковочной плоскости. Естественный кожный жир и микроскопические частицы грязи легко переносятся на поверхность соединителей, после чего их очень сложно удалить.
- Не ставьте соединители контактным концом на твердую поверхность. При соприкосновении с любой твердой поверхностью покрытие и поверхности в стыковочной плоскости могут быть повреждены.

## Футляр для хранения комплекта ECal (опция 150)

Прочный пластиковый футляр для хранения комплекта ECal можно заказать отдельно как опцию 150 (см. [табл. 4-2](#) и [4-7 на стр. 20](#)). Он представляет собой контейнер для безопасного хранения модуля ECal и принадлежностей — USB-кабеля, гаечных ключей и переходников. Внутри футляра они безопасным образом помещаются в углубления вспененного материала, защищающего от электростатических разрядов и иных воздействий окружающей среды, и могут быть легко найдены в случае необходимости.

Футляр для хранения комплекта ECal не предназначен для транспортировки. Для отправки модуля ECal в ЦСМ Keysight для ремонта и повторной сертификации сохраняйте оригинальную тару.

Таблица 4-2

Опция 150: номера моделей футляров для хранения

Модель	Номера моделей футляров для хранения
N7550A	N7550-60009
N7551A	N7551-60007
N7552A	N7552-60007
N7553A	N7553-60007
N7554A	N7554-60004
N7555A	N7555-60004

Рисунок 4-7

Усиленный пластиковый футляр для хранения комплекта ECal (опция 150)



# Двухпортовые модули электронной калибровки ВЧ-/СВЧ-диапазона Keysight

## Руководство по эксплуатации

### 5 Параметры и технические характеристики

#### Технические характеристики: термины и определения

Нижеприведенные термины и определения относятся к модулям Keysight ECal серии N755xA. Определения относятся именно к этим модулям, и они не обязательно будут действительны в отношении прочей продукции компании Keysight Technologies.

Таблица 5-1 Терминология в части технических характеристик

Термины	Определения
<b>Диапазон температур при эксплуатации</b>	Диапазон температур, в котором модули ECal сохраняют соответствие своим нормированным характеристикам.
<b>Диапазон температур с коррекцией ошибок</b>	Допустимое отклонение температуры окружающей среды анализатора цепей во время калибровки средства измерений и при выполнении измерений, когда включена коррекция ошибок анализатора цепей. Кроме того, это диапазон, в котором анализатор цепей сохраняет соответствие своим нормированным характеристикам при включенной коррекции. При выходе за пределы этого диапазона температур характеристики анализатора цепей с коррекцией ошибок ухудшаются.
<b>Калибровка измерений</b>	Посредством данной калибровки определяются необходимые поправки для измерений с повышенной точностью (с включенной коррекцией).
<b>Значения глубины штекера соединителя</b>	Глубина штекера представляет собой измеренное относительное значение между контактными поверхностями центрального и наружного проводников. Все упоминания глубины штекера в данном руководстве подразумевают положительные (+) значения как выступ наружу центрального проводника, а отрицательные (–) значения — как смещение вглубь центрального проводника. См. раздел « <b>Типовые значения глубины штекера</b> » на стр. 8.
<b>Электрические характеристики</b>	Гарантированные характеристики. Нормируемые характеристики включают в себя доверительные интервалы, учитывающие ожидаемое статистическое распределение характеристик, погрешности измерений и разброс параметров под воздействием окружающей среды. Входит в состав опции UK6.
<b>Типовые характеристики</b>	Рабочие показатели, соответствие изделия которым ожидается до отгрузки с завода, но не проверенные в условиях реальной эксплуатации и не включенные в гарантийные обязательства. Типовые характеристики включают в себя те же доверительные интервалы, что и нормируемые характеристики.
<b>Типовые скорректированные характеристики</b>	Ожидаемые показатели типичного устройства, не включающие в себя доверительные интервалы. Не включаются в гарантийные обязательства на изделие.

## Характеристики окружающей среды

### ПРИМЕЧАНИЕ

Образы данного изделия прошли испытания в соответствии с Руководством по проведению экологических испытаний компании Keysight и признаны устойчивыми к воздействию окружающей среды при хранении, транспортировке и использовании конечным пользователем; в число этих воздействий входят (перечень не исчерпывающий) температура, влажность, удары, вибрация, изменение высоты над уровнем моря и воздействие линий электропередачи. Методы испытаний соответствуют МЭК 60068-2, уровни аналогичны требованиям класса 3 согласно MIL-PRF-28800F.

Таблица 5-2 Характеристики окружающей среды для всех модулей ECal

Характеристики	Предельные значения
Температура	
При эксплуатации (для серии N755xA) — (тип.)	От +15 до +35 °C при относительной влажности до 75 % <sup>a</sup>
При хранении	От -40 до +70 °C
Диапазон с коррекцией ошибок	±1 °C от температуры при калибровке измерений
Относительная влажность	Менее 75 %

a Использование возможно, однако характеристики не нормируются в диапазоне от -15 до 55 °C при относительной влажности до 95 %.

## Температура при эксплуатации и повышение точности

Так как размеры важнейших компонентов при колебаниях температуры могут изменяться, возможно изменение и некоторых электрических характеристик. Поэтому рабочая температура считается критически важным фактором для обеспечения заданных характеристик и нуждается в стабилизации перед использованием устройств. Кроме того, слишком сильные потоки воздуха могут препятствовать эффективному прогреву модуля ECal.

Калибровка измерений, верификация характеристик и фактические измерения устройств должны производиться в пределах ±1 °C относительно заданного диапазона температур при эксплуатации анализатора цепей с коррекцией ошибок. Если изменение температуры окружающего воздуха при эксплуатации выходит за допустимый диапазон температур с коррекцией ошибок, необходимо заново выполнить калибровку измерений для обеспечения оптимальной точности.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Избегайте длительных манипуляций с модулями, соединителями и кабелями. Ваши пальцы — это источник тепла, под действием которого может повыситься температура этих устройств.

## Атмосферное давление и относительная влажность

Атмосферное давление и относительная влажность также влияют на рабочие характеристики модуля. Диэлектрическая постоянная воздуха между внутренним и наружным проводниками модуля изменяется вместе с колебаниями давления и влажности воздуха.



## Типовые характеристики

Типовые характеристики ВЧ- и СВЧ-модулей ECal приведены в следующих таблицах; эти значения не гарантируются, и их демонстрирует большинство модулей.

### Серия N755xA

Таблица 5-3 Типовые характеристики N755xA (2,92 мм)<sup>a</sup>

Параметр	Диапазон частот						
	От 0 до 500 МГц	От 500 МГц до 4 ГГц	От 4 до 6,5 ГГц	От 6,5 до 9 ГГц	От 9 до 14 ГГц	От 14 до 18 ГГц	От 18 до 26,5 ГГц
Направленность (дБ)	42	36	36	36	36	36	36
Согласование источника (дБ)	37	30	30	30	28	28	27
Трекинг отражения (±дБ)	0,13	0,13	0,18	0,18	0,25	0,25	0,30
Трекинг передачи (±дБ) <sup>b</sup>	0,15	0,16	0,22	0,22	0,30	0,30	0,35
Согласование нагрузки (дБ) <sup>b</sup>	34	29	28	28	26	26	24

а. Если прилагаемая мощность превышает –10 дБм, результаты калибровки ухудшаются по сравнению со значениями в таблице.

б. Значения приведены для анализатора цепей N5234A с опцией 200.

Таблица 5-4 Типовые характеристики N755xA (3,5 мм)<sup>a</sup>

Параметр	Диапазон частот						
	От 0 до 500 МГц	От 500 МГц до 4 ГГц	От 4 до 6,5 ГГц	От 6,5 до 9 ГГц	От 9 до 14 ГГц	От 14 до 18 ГГц	От 18 до 26,5 ГГц
Направленность (дБ)	42	36	36	36	36	36	36
Согласование источника (дБ)	37	30	30	30	28	28	27
Трекинг отражения (±дБ)	0,13	0,13	0,18	0,18	0,25	0,25	0,30
Трекинг передачи (±дБ) <sup>b</sup>	0,15	0,16	0,22	0,22	0,30	0,30	0,35
Согласование нагрузки (дБ) <sup>b</sup>	34	29	28	22	26	26	24

а. Если прилагаемая мощность превышает –10 дБм, результаты калибровки ухудшаются по сравнению со значениями в таблице.

б. Значения приведены для анализатора цепей N5234A с опцией 200.

Параметры и технические характеристики.  
Типовые характеристики

Таблица 5-5 Типовые характеристики N755xA (тип N 50 Ом)<sup>a</sup>

Параметр	Диапазон частот					
	От 0 до 500 МГц	От 500 МГц до 4 ГГц	От 4 до 6,5 ГГц	От 6,5 до 9 ГГц	От 9 до 14 ГГц	От 14 до 18 ГГц
Направленность (дБ)	42	36	36	36	36	36
Согласование источника (дБ)	37	30	30	30	28	28
Трекинг отражения (±дБ)	0,13	0,13	0,18	0,18	0,25	0,25
Трекинг передачи (±дБ) <sup>b</sup>	0,15	0,16	0,22	0,22	0,30	0,30
Согласование нагрузки (дБ) <sup>b</sup>	34	29	28	22	26	26

a Если прилагаемая мощность превышает –10 дБм, результаты калибровки ухудшаются по сравнению со значениями в таблице.

b Значения приведены для анализатора цепей N5234A с опцией 200.

## Механические характеристики

Механические характеристики, такие как выступ центрального проводника и глубина штекера, относятся к негарантированным рабочим характеристикам. Тем не менее они считаются важными дополнительными характеристиками, имеющими отношение к электрическим характеристикам. Для подтверждения механических характеристик устройств компания Keysight Technologies применяет специальные процессы выверки по калибрам и электрические испытания. Эти меры призваны обеспечить, чтобы соединители устройств, покидающих завод-изготовитель, не имели отклонений от требуемых значений глубины штекера.

В разделе «**Выверка по калибрам соединителей**» на стр. 4-8 описан порядок использования калибров для измерения глубины штекера. Типовые и наблюдаемые предельные значения глубины штекера см. в разделе «**Типовые значения глубины штекера**» на стр. 5-8.

### Глубина штекера

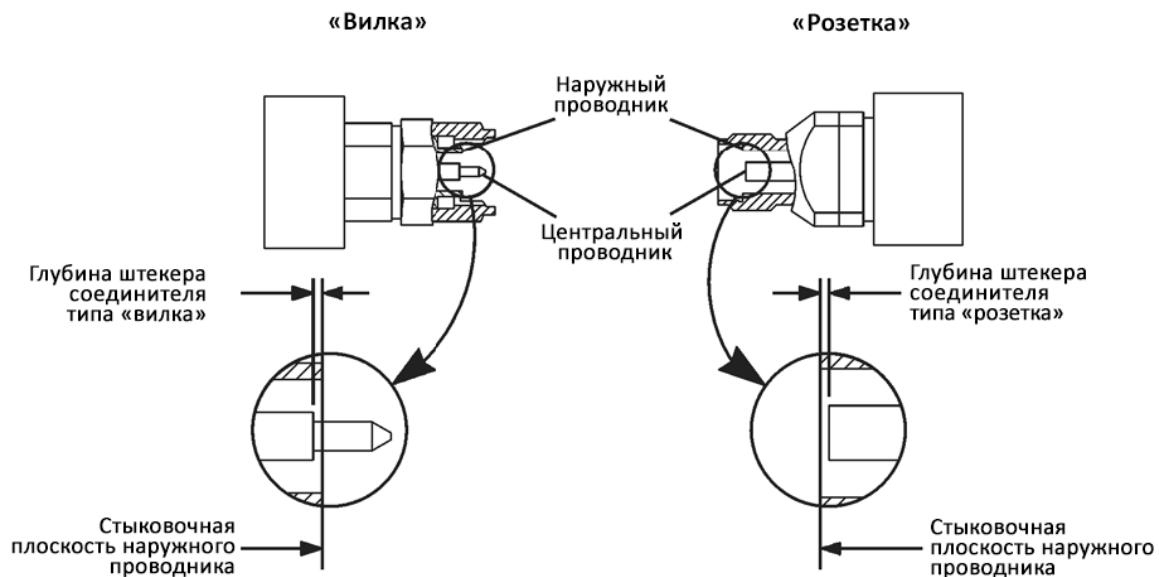
Глубина штекера — это расстояние между стыковочными плоскостями центрального и наружного проводников. Глубина штекера соединителя может соответствовать одному из двух состояний: выступу наружу или смещению вглубь. Глубина штекера для разъема 3,5 мм показана на рис. 5-1, хотя это описание также применимо к разъему 2,92 мм. Типовые значения глубины штекера для соединителей модулей ECal указаны в разделе «**Типовые значения глубины штекера**» на стр. 5-8.

**Выступ наружу** — это состояние, в котором центральный проводник выступает за стыковочную плоскость наружного проводника. На такое состояние указывают положительные показания калибра для соединителей.

**Смещение вглубь** — это состояние, в котором центральный проводник находится в глубине за стыковочной плоскостью наружного проводника. На такое состояние указывают отрицательные показания калибра для соединителей.

Рисунок 5-1

Глубина штекера для разъемов 3,5 мм



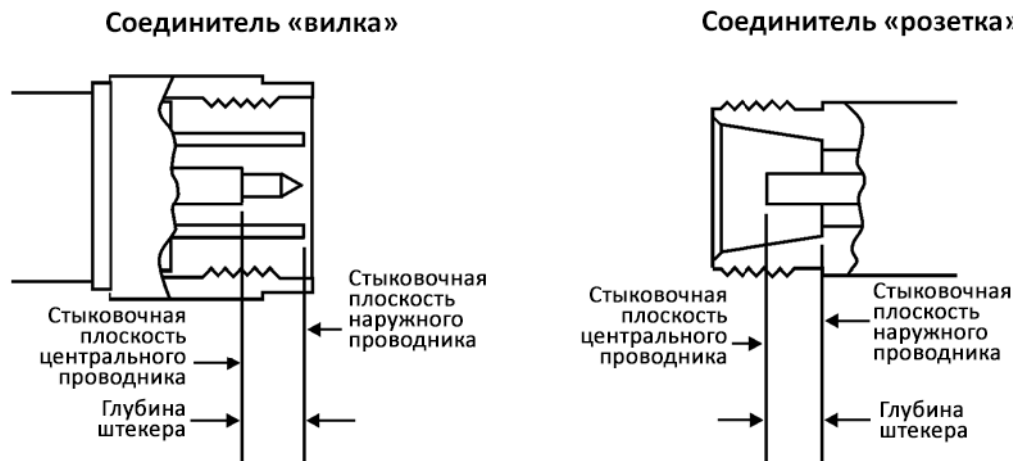
ph51b

## Характеристики разъемов типа N

У разъемов типа N положение центрального проводника определяется положением заплечика вилочного контактного штекера (а не положением его конца). Вилочный контактный штекер входит в контактные пальцы розеточной части; внутренние поверхности кончиков контактных пальцев розеточной части охватывают боковую поверхность вилочного штекера, обеспечивая электрический контакт.

Разъем типа N отличается от большинства остальных типов тем, что стыковочная плоскость его наружного проводника отстоит от стыковочной плоскости центрального проводника (см. рис. 5-2). Наружный проводник соединителя типа «вилка» выступает перед заплечиком контактного штекера вилочной части. При выполнении соединения этот наружный проводник входит в канавку наружного проводника розеточной части за плоскостью, задаваемой концом контактных пальцев розеточной части.

Рисунок 5-2 Глубина штекера разъемов типа N



к131а

### Важнейшие механические характеристики разъемов типа N

#### ВНИМАНИЕ

Запрещается использовать разъемы типа N, если существует вероятность наличия помех между заплечиком вилочного контактного штекера и кончиками контактных пальцев розеточной части.

Попытка сопряжения вилочного соединителя типа N 50 Ом с розеточным соединителем типа N 75 Ом приведет к неустраняемым повреждениям. Если вы используете разъемы типа N и на 75 Ом, и на 50 Ом, пометьте соединители на 75 Ом так, чтобы их невозможно было случайно состыковать с соединителями на 50 Ом. Диаметр центрального проводника, вилочного контактного штекера и контактного отверстия у розеточной части у разъемов на 75 Ом.

- **Минимальный выступ наружу** центрального проводника розеточной части перед стыковочной плоскостью наружного проводника составляет 5,182 мм (0,204 дюйма).
- **Максимальный выступ наружу** центрального проводника розеточной части перед стыковочной плоскостью наружного проводника составляет 5,258 мм (0,207 дюйма).
- **Минимальное смещение вглубь** заплечика контактного штекера вилочной части под стыковочную плоскость наружного проводника составляет 5,258 мм (0,207 дюйма).

Параметры и технические характеристики.

Механические характеристики

— **Максимальное смещение вглубь** заплечика контактного штекера вилочной части под стыковочную плоскость наружного проводника составляет 5,334 мм (0,210 дюйма).

В спецификации Keysight на точность разъемов типа N минимальное допустимое смещение вглубь заплечика вилочного контактного штекера на 0,001 дюйма меньше, чем в спецификации MIL-C-39012, класс II. Нулевое положение калибров для измерения глубины штекера, которые выпускает Keysight Technologies, для разъемов типа N соответствует номинальному смещению 5,258 мм (0,207 дюйма).

По мере износа разъемов типа N выступ наружу контактных пальцев розеточной части обычно увеличивается. Это происходит из-за износа стыковочной плоскости наружного проводника внутри розеточного соединителя. Необходимо периодически проверять этот параметр, так как в результате уменьшается полное расстояние до контакта центрального проводника.

## Типовые значения глубины штекера

Значение глубины штекера для каждого из устройств не задается, однако оно является важным механическим параметром. Электрические характеристики устройства в определенной степени зависят от глубины штекера. В электрических характеристиках каждого модуля учитывается влияние глубины штекера на его рабочие показатели. В следующих таблицах указаны типовые значения глубины штекера и погрешностей измерений, а также наблюдаемые предельные значения глубины штекера для устройств. Если глубина штекера не укладывается в наблюдаемые предельные значения, это может быть признаком того, что устройство не соответствует заданным электрическим характеристикам. Визуальное представление правильной глубины штекера (с небольшим смещением вглубь) показано на [рис. 5-1](#) и [5-2](#).

Таблица 5-6 Типовые значения глубины штекера для разъемов типа N 50 Ом

Устройство	Типовое значение глубины штекера <sup>a</sup> , мм ( $10^{-4}$ дюйма)	Погрешность измерения <sup>b</sup> , мм ( $10^{-4}$ дюйма)	Наблюдаемые предельные значения глубины штекера, мм ( $10^{-4}$ дюйма)
Модуль ECal с соединителями типа N 50 Ом (N7550A/51A/52A/53A/54A)	От -0,0254 до -0,0508 (от -10,0 до -20,0)	От +0,0038 до -0,0038 (от +1,5 до -1,5)	От -0,0216 до -0,0546 (от -8,5 до -21,5)

a. Измеряется относительно номинального смещения 5,258 мм (0,207 дюйма).

b. Приблизительно от +2 сигма до -2 сигма от погрешности калибра по результатам исследований, выполненных на заводе-изготовителе с использованием прецизионных цифровых калибров в соответствии с рекомендованными процедурами.

Параметры и технические характеристики.  
Типовые значения глубины штекера

Таблица 5-7 Типовая глубина штекера для разъемов 3,5 мм

Устройство	Типовое значение глубины штекера, мм ( $10^{-4}$ дюйма)	Погрешность измерения <sup>а</sup> , мм ( $10^{-4}$ дюйма)	Наблюдаемые предельные значения глубины штекера, мм ( $10^{-4}$ дюйма)
Модуль ECal с соединителями 3,5 мм (N7550A/51A/52A/53A/54A/ 55A)	От -0,0254 до -0,0508 (от -10,0 до -20,0)	От +0,0041 до -0,0041 (от +1,6 до -1,6)	От -0,0213 до -0,0549 (от -8,4 до -21,6)
Адаптер 3,5 мм	От 0 до -0,0254 (от 0 до -10)	От +0,0041 до -0,0041 (от +1,6 до -1,6)	От +0,0041 до -0,0295 (от +1,6 до -11,6)

а. Приблизительно от +2 сигма до -2 сигма от погрешности калибра по результатам исследований, выполненных на заводе-изготовителе с использованием прецизионных цифровых калибров в соответствии с рекомендованными процедурами.

Таблица 5-8 Типовая глубина штекера для разъемов 2,92 мм

Устройство	Типовое значение глубины штекера, мм ( $10^{-4}$ дюйма)	Погрешность измерения <sup>а</sup> , мм ( $10^{-4}$ дюйма)	Наблюдаемые предельные значения глубины штекера, мм ( $10^{-4}$ дюйма)
Модуль ECal 2,92 мм	От -0,0025 до -0,0152 (от -1,0 до -6,0)	От +0,0030 до -0,0030 (от +1,2 до -1,2)	От +0,0005 до -0,0182 (от +0,2 до -7,2)
Переходник 2,92 мм	От 0 до -0,0381 (от 0 до -15)	От +0,0030 до -0,0030 (от +1,2 до -1,2)	От +0,0030 до -0,0411 (от +1,2 до -16,2)

а. Приблизительно от +2 сигма до -2 сигма от погрешности калибра по результатам исследований, выполненных на заводе-изготовителе с использованием прецизионных цифровых калибров в соответствии с рекомендованными процедурами.

## Дополнительные механические характеристики

Таблица 5-9 Механические характеристики серии N755xA

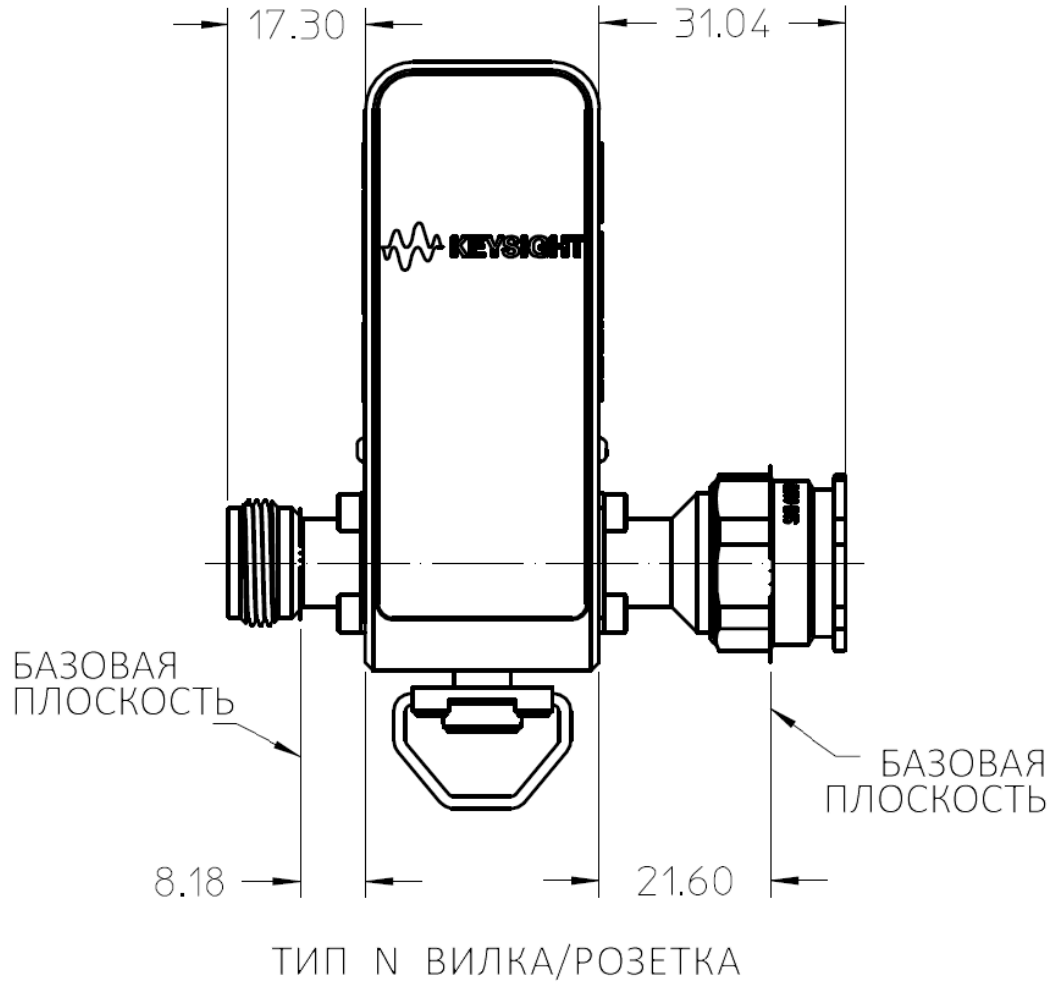
Характеристика	Предельные значения
<b>Масса нетто с корпусом</b>	
Стандартное значение	0,8 кг (1,8 фунта)
<b>Масса в транспортной упаковке</b>	
Стандартное значение	1,6 кг (3,5 фунта)
<b>Размеры в транспортной упаковке</b>	
Длина	47,0 см (18,5 дюйма)
Ширина	32,0 см (12,6 дюйма)
Высота	26,0 см (10,2 дюйма)



## Механические размеры модулей

Рисунок 5-3

Модули N755xA (2-портовые) — тип N, вилка/розетка



Параметры и технические характеристики.  
Дополнительные механические характеристики

Рисунок 5-4

Модули N755xA (2-портовые) — 3,5 мм, вилка/розетка

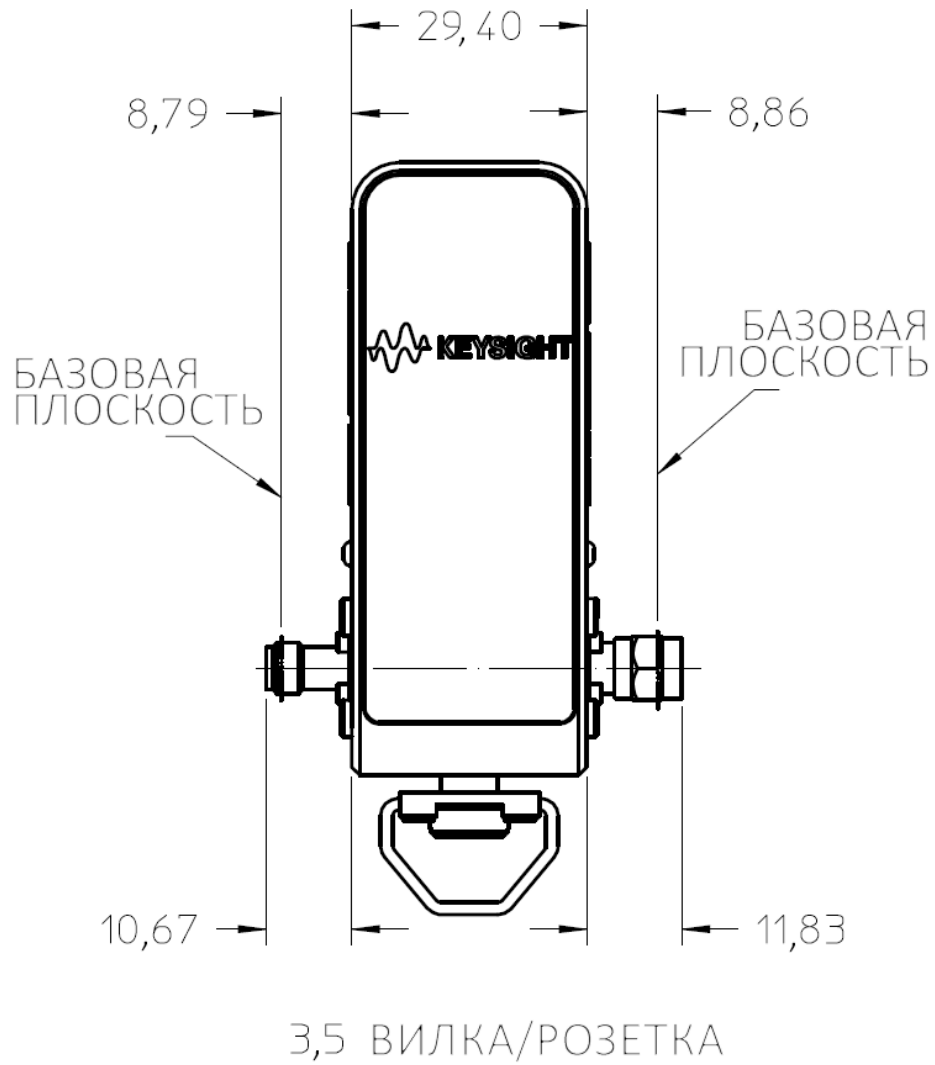
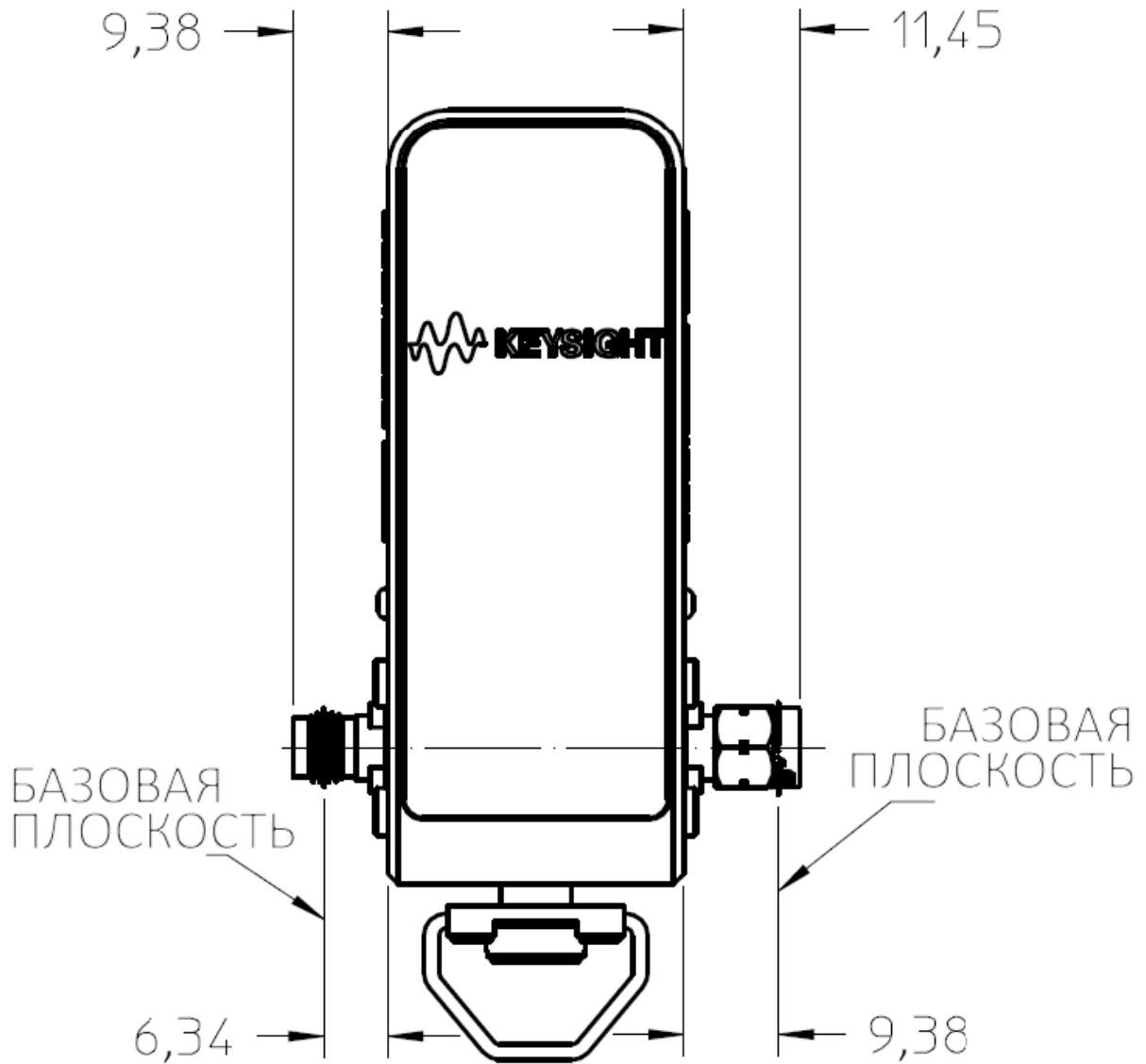


Рисунок 5-5 Модули N755xA (2-портовые) — 2,92 мм, вилка/розетка

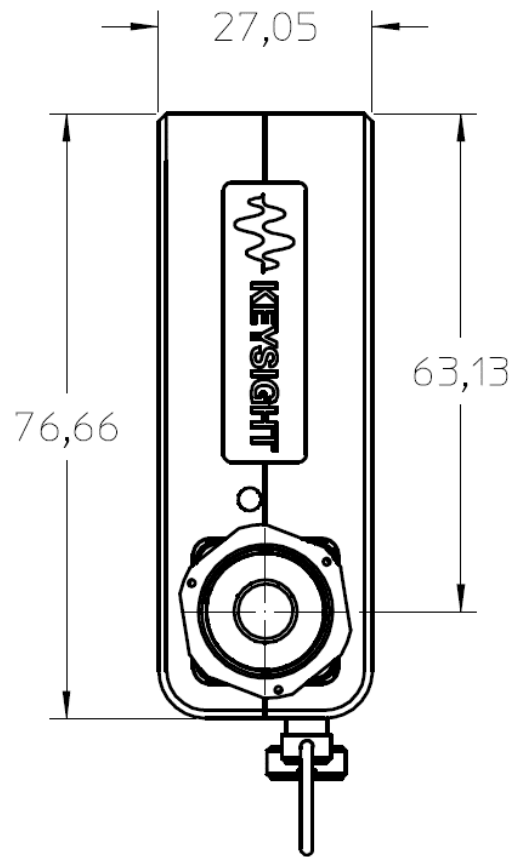


2 4 ВИЛКА/РОЗЕТКА

Параметры и технические характеристики.  
Дополнительные механические характеристики

Рисунок 5-6

Модули N755xA (2-портовые) — вид сбоку



Параметры и технические характеристики.  
Калькулятор погрешности измерений

## Калькулятор погрешности измерений

В данном разделе приводится информация об определении погрешности измерений на анализаторах цепей.

### Загрузить калькулятор погрешности векторного анализатора цепей

Вы можете загрузить программу, разработанную компанией Keysight, которая позволяет рассчитывать погрешности, связанные с измерениями на вашем анализаторе цепей и модуле ECal. Откройте страницу [www.keysight.com/find/na\\_calculator](http://www.keysight.com/find/na_calculator) и следуйте инструкциям по загрузке программы, приведенным на сайте.

Для расчета таблиц погрешности для вашего анализатора цепей эта программа использует номер модели вашего анализатора цепей Keysight, номер модели вашего модуля ECal и предельные значения электрических характеристик. Программа работает в среде Microsoft Windows и использует электронные таблицы Microsoft Excel для расчетов, построения и отображения графиков погрешностей.

Параметры и технические характеристики.  
Калькулятор погрешности измерений

# Двухпортовые модули электронной калибровки ВЧ-/СВЧ-диапазона Keysight

## Руководство по эксплуатации

## 6 Заменяемые детали

### Аннотация к данной главе

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для прохождения сервисного обслуживания модули N7550A/1/2/3/4/5/6A должны быть направлены изготовителю.

Модули N7550A/1/2A могут проходить повторную сертификацию и сервисное обслуживание. Однако, ввиду того что модули ECal имеют очень сложную конструкцию, стоимость их повторной сертификации и мелкого ремонта достаточно высока и может превышать стоимость нового устройства.

Компания Keysight предлагает утилиту, которая может использоваться для контроля правильности работы модулей ECal. См. раздел [«Проверка достоверности данных ECal — базовая валидация калибровки»](#) на стр. 3-10.

---

В следующих таблицах приведены номера заменяемых деталей для опций и принадлежностей ECal. Состав каждого из комплектов см. в разделе [«Проверка комплекта ECal»](#) на стр. 2-1. Для заказа деталей необходимо указать наименование, номер модели Keysight и необходимое количество. Позвоните по телефону или отправьте свой заказ в компанию Keysight Technologies. См. раздел [«Контактная информация компании Keysight»](#) на стр. 1-9.

Заменяемые детали.  
Модули с соединителями типа N (50 Ом) и принадлежности

## Модули с соединителями типа N (50 Ом) и принадлежности

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для замены соединителей модули ECal N7550A/1/2/3/4/5/6A должны быть отправлены на завод-изготовитель.

Модули N7550A/1/2A могут проходить повторную сертификацию и сервисное обслуживание. Однако, ввиду того что модули ECal имеют очень сложную конструкцию, стоимость их повторной сертификации и мелкого ремонта достаточно высока и может превышать стоимость нового устройства.

Компания Keysight предлагает утилиту, которая может использоваться для контроля правильности работы модулей ECal. См. раздел «[Проверка достоверности данных ECal — базовая валидация калибровки](#)» на стр. 3-10.

Таблица 6-1 Модули с соединителями типа N и принадлежности

Наименование <sup>а</sup>	Кол-во	Каталожный номер
<b>Адаптер (с добавлением опции 00A)</b>		
Тип N (50 Ом), адаптер «розетка» — «розетка»	1	85054-60037
Тип N (50 Ом), адаптер «вилка» — «вилка»	1	85054-60038
<b>Защитные колпачки</b>		
Колпачок для соединителей типа N «розетка» — «розетка» (для модуля)	1	N7550-40004
Колпачок для соединителей типа N «вилка» — «вилка» (для модуля)	1	N7550-40006
Колпачок для соединителей типа N «розетка» — «вилка» (для модуля)	1	N7550-40005
Колпачок для соединителя типа N «розетка» (для адаптера) <sup>б</sup>	1	1401-0225
Колпачок для соединителя типа N «вилка» (для адаптера) <sup>б</sup>	1	1401-0214
<b>Калибры и принадлежности<sup>б</sup></b>		
Калибры для измерения глубины штекера разъемов типа N (калибры и контрольные калибры для соединителей «вилка» и «розетка») <sup>б</sup>	1 комплект	85054-60049
<b>Прочее</b>		
Справочное руководство по электронным калибровочным модулям (онлайн)	1	N7550-90002RURU
USB-кабель A — B, 2 м	1	8121-2671
Рожковый гаечный ключ с 1/2 по 9/16 дюйма <sup>б</sup>	1	8710-1770
Динамометрический ключ 3/4 дюйма, 135 Н-см (12 фнт-дюйм) <sup>б</sup>	1	8710-1766
Прочный пластиковый футляр для хранения модуля ECal и принадлежностей (Опция150) <sup>б</sup>	1	N7550-60009 — см. табл. 4-2 «Опция 150, номера моделей футляров для хранения» на стр. 19.

а. См. «[Пояснения по терминам, касающимся соединителей](#)» на стр. 1.

б. Данные позиции не входят в комплект поставки, однако их можно заказать отдельно.



## Модули с соединителями 3,5 мм и принадлежности

Таблица 6-2 Модули с соединителями 3,5 мм и принадлежности

Наименование <sup>a</sup>	Кол-во	Каталожный номер
<b>Адаптер (с добавлением опции 00A)</b>		
Адаптер, 3,5 мм, «розетка» — «розетка»	1	85052-60012
Адаптер, 3,5 мм, «вилка» — «вилка»	1	85052-60014
<b>Защитные колпачки</b>		
Колпачок для соединителей 3,5 мм «розетка» — «розетка» (для модуля)	1	N7550-40001
Колпачок для соединителей 3,5 мм «вилка» — «вилка» (для модуля)	1	N7550-40003
Колпачок для соединителей 3,5 мм «вилка» — «розетка» (для модуля)	1	N7550-40002
Колпачок для соединителей 3,5 мм «розетка» (для адаптера) <sup>b</sup>	По необходимости	1401-0202
Колпачок для соединителей 3,5 мм «вилка» (для адаптера) <sup>b</sup>	По необходимости	1401-0208
<b>Калибры и принадлежности<sup>b</sup></b>		
Калибр для измерения глубины штекера у соединителей 3,5 мм «розетка» <sup>c</sup>	1	11752-60105
Калибр для измерения глубины штекера у соединителей 3,5 мм «вилка» <sup>c</sup>	1	11752-60106
<b>Прочее</b>		
Справочное руководство по электронным калибровочным модулям (онлайн)	1	N7550-90002RURU
USB-кабель A — B, 2 м	1	8121-2671
Рожковый гаечный ключ с 1/2 по 9/16 дюйма <sup>b</sup>	1	8710-1770
Динамометрический ключ 20 мм, 90 Н-см (8 фнт-дюйм) <sup>b</sup>	1	8710-1764
Динамометрический ключ 5/16 дюйма, 90 Н-см (8 фнт-дюйм) <sup>b</sup>	1	8710-1765
Гаечный ключ <sup>b</sup>	1	08513-20014
Прочный пластиковый футляр для хранения модуля ECal и принадлежностей (опция 150) <sup>b</sup>	1	N7550-60009 — см. табл. 1-1 «Модули N755xA» на стр. 6.

- a. См. «Пояснения по терминам, касающимся соединителей» на стр. 1.  
b. Данные позиции не входят в комплект поставки, однако их можно заказать отдельно.  
c. Калибры на 3,5 мм могут использоваться для измерения соединителей 3,5 и 2,92 мм.

Заменяемые детали.  
Модули с соединителями 2,92 мм и принадлежности

## Модули с соединителями 2,92 мм и принадлежности

Таблица 6-3 Модули с соединителями 2,92 мм и принадлежности

Наименование <sup>а</sup>	Кол-во	Каталожный номер
<b>Адаптер (с добавлением опции 00А)</b>		
Адаптер, 2,92 мм, «розетка» — «розетка»	1	N4692-60022
Адаптер, 2,92 мм, «вилка» — «вилка»	1	N4692-60021
<b>Защитные колпачки</b>		
Колпачок для соединителей 2,92 мм «розетка» — «розетка» (для модуля)	1	N7550-40001
Колпачок для соединителей 2,92 мм «вилка» — «вилка» (для модуля)	1	N7550-40003
Колпачок для соединителей 2,92 мм «вилка» — «розетка» (для модуля)	1	N7550-40002
Колпачок для соединителей 2,92 мм «розетка» (для адаптера)	По необходимости	1401-0202
Колпачок для соединителей 2,92 мм «вилка» (для адаптера)	По необходимости	1401-0208
<b>Калибры</b>		
Калибр для измерения глубины штекера у соединителей 3,5 мм «розетка» <sup>б</sup>	1	11752-60105
Калибр для измерения глубины штекера у соединителей 3,5 мм «вилка» <sup>б</sup>	1	11752-60106
<b>Прочее</b>		
Справочное руководство по электронным калибровочным модулям (онлайн)	1	N7550-90002RURU
USB-кабель, 2 м	1	8121-2671
Рожковый гаечный ключ с 1/2 по 9/16 дюйма <sup>с</sup>	1	8710-1770
Динамометрический ключ 20 мм, 90 Н-см (8 фнт-дюйм) <sup>с</sup>	1	8710-1764
Динамометрический ключ 5/16 дюйма, 90 Н-см (8 фнт-дюйм) <sup>с</sup>	1	8710-1765
Гаечный ключ <sup>с</sup>	1	08513-20014
Прочный пластиковый футляр для хранения модуля ECal и принадлежностей (опция 1 150) <sup>б</sup>	1	N7550-60009 — см. табл. 1-1 «Модули N755xA» на стр. 6.

а См. «Пояснения по терминам, касающимся соединителей» на стр. 1.

б Калибры на 3,5 мм могут использоваться для измерения соединителей 3,5 и 2,92 мм.

с Данные позиции не входят в комплект поставки, однако их можно заказать отдельно.

## Прочие принадлежности ECal

Таблица 6-4

Наименование	Кол-во	Каталожный номер
<b>Чистящие принадлежности</b>		
Сжатый воздух (235 мл)	1	8500-6659
Изопропиловый спирт, безводный (чистотой 92 %) <sup>а</sup>	—	—
Чистящие тампоны	100	9301-1243
Чистящая салфетка, безворсовая	150	9310-4242
<b>Принадлежности для защиты от электростатических разрядов</b>		
Заземляющий браслет	1	9300-1367
Заземляющий шнур между браслетом и настольным ковриком длиной 5 футов	1	9300-0980
Электропроводящий настольный коврик 2 x 4 фута с заземляющим шнуром 15 футов	1	9300-0797
Антистатический ремешок на ногу	1	9300-1308
<b>Принадлежности для модулей</b>		
Резиновая ножка	1	85060-40001
Динамометрические ключи для модулей с соединителями типа N см. в табл. 6-1 «Модули с соединителями типа N и принадлежности» на стр. 2.		
Динамометрические ключи для модулей с соединителями 3,5 мм см. в табл. 6-2 «Модули с соединителями 3,5 мм и принадлежности» на стр. 3.		
Динамометрические ключи для модулей с соединителями 2,92 мм см. в табл. 6-2 «Модули с соединителями 3,5 мм и принадлежности» на стр. 3.		
Прочный пластиковый футляр для хранения модуля ECal и принадлежностей (опция 150)	1	N7550-60009 См. табл. 1-1 «Модули N755xA» на стр. 6.

а. Компания Keysight больше не имеет возможности безопасным образом доставлять изопропиловый спирт, поэтому заказчикам следует приобретать его по месту.

Заменяемые детали.  
Прочие принадлежности ECal

## Указатель

### Числовые значения

2,92 мм, модули и принадлежности, 4  
3,5 мм, модули и принадлежности, 3

### A-Z

#### ECal

удаление эффектов адаптера, 7  
проверка достоверности, 7  
заводская характеристика, 7  
совместимость с FieldFox, 7  
проверка комплекта, 1  
анализатор цепей  
совместимость, 7  
выполнение калибровки, 9  
совместимость с PNA, 7  
совместимость с PXIe, 7  
футляр для хранения, 18  
устранение неполадок, 13  
неизвестная мера прямого  
соединения, 7  
пользовательская характеристика, 7  
совместимость с VNA, 7  
ECal по сравнению с механической  
калибровкой, 2  
Keysight Technologies  
контактная информация, 9  
отправка ECal в ЦСМ, 10  
Keysight, контактная информация, 9  
N755xA  
типичные характеристики, 3  
USB-концентратор, 5

#### A

азот, чистка соединителей, 6  
атмосферное давление, 2

#### B

валидация точности, 10  
веб-адрес для загрузки калькулятора  
погрешности, 15  
верификация  
проверка достоверности, 10  
измерить известные меры, 10

визуальный осмотр, 3  
влажность, 2  
выверка по калибрам  
соединителей, 8, 9  
порядок, 12  
выполнение подключений, 14

#### D

динамометрический ключ  
выбор, 17  
настройки, 17  
номера моделей, 17  
типы соединителей, 17  
динамометрический ключ для  
выполнения соединений  
ВЧ, 14  
СВЧ, 14  
дополнительные характеристики  
механические, 10

#### З

заменяемые детали  
калибр для определения глубины  
штекера у соединителей типа N, 2  
запись серийных номеров, 1  
защита от ЭСР, 1  
заявление о соответствии, 14  
значение светодиодов ECal, 1

#### И

измерения, модули, 11  
износ соединителей  
причины, 3  
изопропиловый спирт, чистка, 6  
интерфейсный комплект, 5  
информация о глубине штекера, 5  
информация по технике  
безопасности и нормативно-  
правовая информация, 12

#### К

как часто выполнять калибровку, 3  
калибр  
обнуление, 12  
обращение, 13  
калибр для измерения глубины  
номер модели для типа N, 2  
калибр для измерения глубины  
штекера у соединителей типа N  
номер модели, 2  
калибр для соединителей  
контрольный калибр, 13  
обнуление, 12  
обращение, 13  
точность, 8  
калибровка  
выполнение калибровки, 9  
для чего нужна валидация  
точности, 10  
калибровка с удалением эффектов  
адаптера, 7  
калькулятор погрешности  
веб-адрес для загрузки, 15  
когда требуется калибровка, 3  
контактная информация компании  
Keysight, 9  
контрольный калибр,  
использование, 8

- М**
- маркировка приборов, **13**
  - меры
    - Национальный институт стандартов и технологий (NIST), **10**
  - механическая калибровка
    - в сравнении с ECal, **2**
  - механические размеры
    - модули N755xA с соединителями 2,92 мм, **13**
    - модули N755xA с соединителями 3,5 мм, **12**
    - модули N755xA, **14**
  - механические размеры N755xA
    - модули с соединителями типа N (50 Ом) **11**
  - механические характеристики, **5, 10**
    - ВЧ, **10**
    - выступ наружу центрального проводника, **5**
    - СВЧ, **10**
    - тип N, критически важные, **6**
  - модули
    - ВЧ двухпортовый, **4**
    - механические размеры, **11**
    - характеристики, проверка, **9**
  - модули и принадлежности
    - 2,92 мм, **4**
    - 3,5 мм, **3**
    - тип N (50 Ом), **2**
  - модули, размеры, **11**
  - модуль ECal
    - общее описание, **1**
- Н**
- Национальный институт стандартов и технологий (NIST), **10**
  - настройка калибровки, **1**
  - не соединяемые напрямую устройства, калибровка, **7**
  - неизвестная мера прямого соединения, калибровка, **7**
  - неисправные соединители, **3**
  - необходимые знания, **5**
  - номер модели кабеля адаптера, **5**
    - доступные виды, **5**
    - когда выполнять, **3**
    - настройка, **1**
    - не подключаемое напрямую устройство, **7**
    - неизвестная мера прямого соединения, **7**
    - пользовательская характеристика, **7**
    - развязка, **5**
    - расширенные настройки, **5**
    - регулировки, **1**
    - удаление эффектов адаптера, **7**
    - частота, **3**
- О**
- обнуление калибров для соединителей, **12**
  - обращение с устройствами, **18**
  - общее описание модуля ECal, **1**
  - общий обзор руководства, **1**
  - определение величины выступа наружу, **5**
  - определение смещения вглубь, **5**
  - определения технических характеристик, **1**
  - опция 150, **19**
  - относительная влажность, **2**
  - отправка ECal в ЦСМ Keysight, **10**
- П**
- проверка достоверности, **10**
  - поврежденные соединители, **3**
  - периодичность калибровки, **3**
  - предельные значения входной мощности, **6**
  - проверка ECal при получении, **1**
  - проверка
    - визуальный, **3**
    - дефекты, **3**
    - повреждения, **3**
    - соединители типа «розетка», **5**
    - стыковочная плоскость, **3**
  - поверхности в стыковочной плоскости, проверка, **3**
  - проверка при получении, **1**
    - запись серийных номеров, **1**
  - порядок выверки по калибрам, **12**
  - повторная сертификация
    - верификация, **9**
    - как заказать, **10**
    - куда отправить, **10**
    - периодичность, **10**
  - пользовательская характеристика, **7**
  - прослеживаемость
    - характеристик устройств, **10**
  - принадлежности для защиты от ЭСР, **5**
- Р**
- разъемы, **14, 17**
    - 2,92 мм, **14**
    - 3,5 мм, **14**
    - тип N, **14**
  - размеры, модули, **11**
  - разборка соединений, **17**
  - резиновая ножка, **5**
- С**
- светодиодные индикаторы ECal, значение, **1**
  - сервисное обслуживание, повторная сертификация, **9**
  - серийные номера, **1**
  - серийный номер ECal, **1**
- серийный номер комплекта ECal, **1**
- серийный номер комплекта, **1**
  - серийный номер модуля, **1**
  - сжатый воздух или азот, **6**
  - совместимые анализаторы цепей, **7**
  - соединители типа «розетка», проверка, **5**
  - соединитель
    - визуальный осмотр, **3**
    - выверка по калибрам, **8, 9, 13**
    - глубина штекера
      - 2,92 мм, **9**
      - 3,5 мм, **9**
    - износ, **3**
    - с прорезью, **5**
    - чистка **6**
  - состав комплекта
    - ВЧ четырехпортовый, **3**
    - N755xA, **3**
  - спирт, чистка разъемов, **6**
  - статический разряд, **1**
  - схематические чертежи модулей, **11**
  - считывание показаний калибров для соединителей, **9**
- Т**
- температура при эксплуатации, **2**
  - температура при эксплуатации, повышение точности, **2**
  - терминология, технические характеристики, **1**
  - технические характеристики
    - загрузить описания, **15**
    - динамометрический ключ, **14**
    - окружающая среда, **2**
    - прослеживаемость, **10**
    - термины и определения, **1**
  - технические характеристики и типовые характеристики
    - при повышенной точности
      - диапазон температур, **2**
    - значения глубины штекера соединителей, **1**
    - калибровка измерений, **1**
    - температура при эксплуатации, диапазон, **1**
    - температура с коррекцией ошибок, диапазон, **1**
    - тип N (50 Ом), модули и принадлежности, **2**
  - техническое обслуживание, **1**
  - типовые значения глубины штекера
    - 2,92 мм, **9**
    - 3,5 мм, **9**
    - тип N, **8**
  - типовые характеристики, N755xA, **3**
  - точность ECal по сравнению с механической калибровкой, **2**

## У

устранение неполадок

ESal, 13

светодиоды, 13

устройство

визуальный осмотр, 3

выверка по калибрам, 13

обращение и хранение, 18

отключение, 17

подключение, 14

технические характеристики

прослеживаемость, 10

уход за соединителями, 5

## Ф

физические размеры модулей, 11

футляр для хранения ESal, 19

футляр для хранения комплекта

ESal, 19

футляр для хранения комплекта, 19

футляр для хранения, 18

## Х

характеристики

механические, 5

соединителей типа N, 6

характеристики окружающей среды, 2

хранение

устройств, 18

футляр, 19

## Ц

центральный проводник,

глубина штекера, 5

## Ч

чистка соединителей, 6

чистящие принадлежности, 5

## Э

эксплуатация

меры защиты от ЭСР, 4

меры предосторожности, 4

обращение, 6

рабочая при эксплуатации, 6

уровень входного сигнала, 6

уход за соединителями, 4

электростатический разряд (ЭСР), 1









Информация может быть изменена  
без уведомления.

© Keysight Technologies, 2008–2017.

Издание 1-е, август 2017 г.

N7550-90002RURU

[www.keysight.com](http://www.keysight.com)