

Keysight Technologies

Измерения в оптическом диапазоне

Каталог
Тестирование оптических
компонентов

Том I



Вступительное слово Юргена Бека

www.keysight.com/find/lightwave

Контрольно-измерительные решения в области фотоники



Видеоконтент высокой чёткости, социальные сети и онлайн-игры стали доступны повсеместно на мобильных телефонах, планшетах, компьютерах и развлекательных устройствах. Промышленность готовится к выпуску оборудования для следующих прорывных технологий, таких как "Интернет вещей" (Internet of Things - IoT) и беспроводные сети пятого поколения (5G).

Продолжает расти поток данных между информационными центрами и телекоммуникационными сетями, включая опорные сети передачи данных между базовыми станциями и мобильными центрами коммутации, и внутри них, что дает толчок к развитию облачных сервисов и виртуализации, а также программ развертывания топологий инфраструктуры пассивных оптических сетей (PON) до жилищ и базовых станций.

Возможности развития затрагивают как сами линии связи, так и пользователей высокоскоростных сетей связи.

- Новая эра в развитии инфраструктуры центров обработки данных, включающая облачные вычисления, хранение и анализ больших объемов данных, способствует разработке стандартов связи с более высокими скоростями передачи данных. Когерентная передача выбрана в качестве ключевой технологии для каналов связи с скоростью передачи данных 100 Гбит/с, 400 Гбит/с и 1 Тбит/с для оборудования общегородских сетей и магистральных линий связи.

- С учётом гигантского всплеска трафика в центрах обработки данных серверы и устройства хранения данных должны обеспечивать гораздо более высокую пропускную способность своих системных плат и сетевых портов. Большинство новейших отраслевых стандартов, таких как 100 GbE, CEI и Fiber Channel, требуют, чтобы скорость передачи данных была не менее 25 Гбит/с одновременно по нескольким линиям на платах ПК, по кабельным или оптическим межсоединениям.

Разработка таких технических решений повышает важность оптических компонентов и модулей, используемых в центрах обработки данных и на стороне клиента, расширяя возможности бизнеса в отрасли оптической связи.

Компания Keysight является единственным поставщиком контрольно-измерительного оборудования, который предлагает технические решения для всего цикла создания телекоммуникационных сетей - от компонентов до центров обработки данных и телекоммуникаций, охватывая такие новейшие технологии, как кремниевая фотоника и когерентная передача сигналов.

Обратите внимание на два инновационных решения, которые могут быть для Вас интересны.

Перестраиваемый лазерный источник 81606A - новый модуль для системы оптических измерений 8164B.

81606A ускоряет автоматическую настройку устройств с избирательностью по длине волны с субпикосекундной воспроизводимостью и наилучшей в своём классе точностью даже в новом режиме свипирования в двух направлениях со скоростью до 200 нм/с.

Перестраиваемый лазерный источник 81606A помогает инженерам, занимающимся разработкой, конструированием и производством оптических компонентов, повысить производительность тестирования и расширить границы допусков за счёт значительного улучшения функциональных возможностей по сравнению с существующими лазерными источниками семейства 81600B, которые являются промышленным стандартом уже более десяти лет. Перестраиваемый лазерный источник 81606A предлагает:

- расширение динамического диапазона на 15 дБ за счёт высокой мощности сигнала при наименьшем уровне спонтанного излучения, обеспечиваемого новой конструкцией резонатора и модуля лазерного источника;
- уменьшение в 4 раза абсолютной погрешности за счёт увеличения скорости слежения в режиме реального времени и разрешения, что обеспечивается инновационным опорным блоком длины волны;
- ускорение в 40 раз скорости свипирования без ухудшения нормированной динамической погрешности, что обеспечивается улучшенной системой управления с обратной связью и механикой привода.

Во-вторых, позвольте мне представить **генератор сигналов произвольной формы M8195A**, который работает с частотой дискретизации до 65 Гвыб/с и обеспечивает аналоговую полосу частот до 25 ГГц для поддержки формирования цифровых многоуровневых сигналов.

Новый быстродействующий генератор сигналов произвольной формы M8195A компании Keysight идеально подходит для тестирования оптических и электрических линий связи с помощью сложных модулированных сигналов с символьными скоростями до 32 Гбод и выше. Прикладные задачи могут включать многоуровневую сигнализацию для разрабатываемых сетей Ethernet со скоростями передачи данных 100/400 Гбит/с, а также когерентную передачу оптических сигналов.

Так, M8195A можно использовать для формирования двух пар сложных модулированных сигналов (в этом случае задействуются все четыре канала) для когерентных оптических приложений, например, использующих разделение по поляризации. Кроме того, эти четыре канала могут содержать сигналы с четырехуровневой амплитудно-импульсной модуляцией (PAM-4), необходимые для разработки приложений в соответствии с требованиями стандарта 400 Gigabit Ethernet.

Технические решения для тестирования в области сетей связи и фотоники компании Keysight разработаны с учётом будущих тенденций, чтобы помочь Вам ускорить вывод продуктов на рынок.

Рад представить Вам наш широчайший спектр решений для измерений в оптическом диапазоне.

Юрген Бек

Вице-президент и Генеральный менеджер

Подразделение цифрового оптического измерительного оборудования

Содержание

www.keysight.com/find/lightwave

Больше уверенности и надёжности — стандартная гарантия на 3 года

Более 30 лет компания Keysight предлагает высокопроизводительные измерительные решения, которые используются при построении высокоскоростных сетей связи. Ваш опыт и отзывы о наших решениях помогают нам постоянно улучшать характеристики и качество продуктов, значительно снижая их стоимость, особенно когда оборудование предназначено для производства оптических компонентов.



Ваши потребности и наша уверенность в качестве наших решений позволяют нам предлагать наши продукты с 3-летней гарантией, которая является стандартной для всех приборов по всему миру. Это сочетание надёжности и широкой номенклатуры предлагаемого измерительного оборудования дает три ключевых преимущества: уверенность в длительном времени безотказной работы прибора, снижение стоимости владения и большее удобство. Выбирая Keysight, Вы получаете большую надёжность в стандартном комплекте поставки.

Том I: Тестирование оптических компонентов

Вступительное слово	2
Содержание	3
Новый перестраиваемый лазерный источник 81606A 	4
Приложения: решения для оптических измерений со свипированием длины волны	6
Приложения: измерения быстро изменяющихся уровней оптической мощности	7
Приложения: определение параметров оптоэлектронных компонентов, зависящих от длины волны и поляризации	8
Приложения: метод сканирования состояний поляризации для измерения поляризационно-зависимых потерь и коэффициента затухания поляризации	9
Набор прикладных программ для оптических измерений N7700A	10
Модули перестраиваемых лазерных источников семейства 81600B	11
Компактные перестраиваемые лазерные источники 81960A, 8194xA, 8198xA и 81950A	13
Перестраиваемые лазерные источники N7711A и N7714A	16
Модули лазерных источников с распределённой обратной связью 81663A	18
Модули лазеров с резонатором Фабри-Перо 8165xA	19
Многопортовые измерители оптической мощности N7744A и N7745A	20
Высокочувствительные измерители оптической мощности N7747A и N7748A	21
Измерители оптической мощности 8163xA/B и 8162xB	22
Модули для измерения обратных потерь 81610A и 81613A	26
Анализатор поляризации N7781B	27
Анализатор коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B и устройство термоциклирования N7783B	28
Контроллеры поляризации N7784B, N7785B, N7786B	29
Анализатор оптических компонентов N7788B	32
Многоволновые измерители длины волны 86120B/C и 86122C	34
Принадлежности	36
Таблица по выбору измерителей оптической мощности	38
Предметный указатель каталога решений по измерениям в оптическом диапазоне	39

Новый перестраиваемый лазерный источник 81606A

NEW

www.keysight.com/find/81606

Новый модуль 81606A является старшей моделью семейства перестраиваемых лазерных источников. Он обеспечивает новый уровень характеристик для быстрых измерений параметров, зависящих от длины волны.



- Мощность сигнала, превышающая 10 мВт, с ещё более низким уровнем спонтанного излучения источника (SSE)
- Улучшенные характеристики погрешности, воспроизводимости и разрешения по длине волны на всех скоростях свипирования
- Более высокие значения максимальных скоростей свипирования и более короткие зоны ускорения в конечных точках свипирования
- Измерения при свипировании в двух направлениях

Преимущества

- Самый широкий динамический диапазон для измерения спектрального пропускания компонентов с избирательностью по длине волны, особенно при совместном использовании с измерителями оптической мощности и программным обеспечением компании Keysight
- Исключительно высокая точность и повторяемость характеристик как по шкале длины волны, так и по шкале уровня мощности для обеспечения достоверности пределов допусков при тестировании спектральных характеристик
- Возможность выполнения измерений с высокой скоростью в широком диапазоне длин волн за счёт реализации обратной связи в режиме реального времени при проведении процедур настройки и калибровки

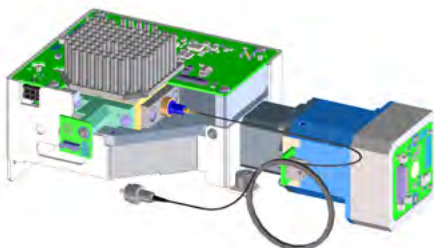
Основные технические характеристики

- Длина волны: от 1450 до 1650 нм или от 1490 до 1640 нм
- Скорость свипирования: до 200 нм/с
- Максимальная мощность (тип.): > 12 дБм (пик.)
- Отношение сигнал/спонтанное излучение источника (тип.): ≥ 80 дБ/нм
- Погрешность длины волны (тип.): ± 2 пм (в статическом режиме), ± 3 пм (при свипировании)

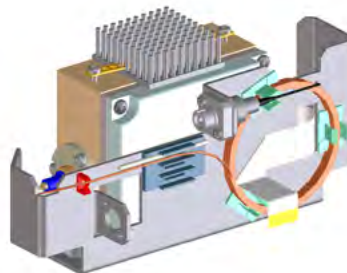
Новая конструкция резонатора

Перестраиваемый лазерный источник 81606A создан на основе новой конструкции резонатора, что позволило улучшить характеристики спектральной чистоты: пониженный уровень SSE, меньший коэффициент подавления боковой моды (SMSR) при высоких уровнях мощности выходного сигнала.

Новая конструкция узла привода также позволила улучшить характеристики ускорения и нелинейности свипирования, в результате чего он стал идеальным элементом системы управления настройкой лазера с обратной связью.



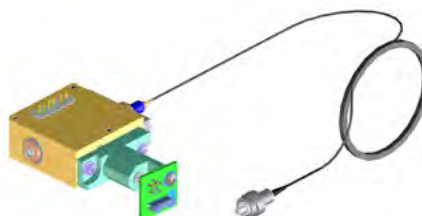
Многоосевое динамическое управление в процессе свипирования и результирующая погрешность длины волны, а также стабильность уровня мощности и моды поддерживаются новым широкополосным монитором длины волны, включающим опорный газонаполненный фотоэлемент. Механический привод также значительно переработан для обеспечения быстрого управления процессом свипирования, быстрого ускорения и длительного срока службы.



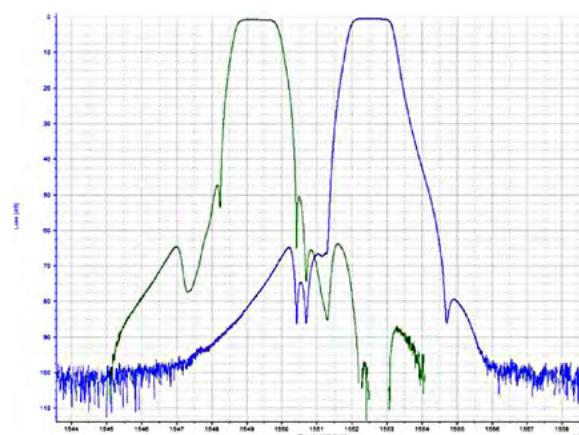
Инновационный опорный блок длины волны

Новая конструкция модуля лазерного источника

Модернизированный модуль лазерного источника содержит новую микросхему усилителя с более высоким уровнем выходного сигнала и инновационный расщепитель пучка для уменьшения уровня SSE. Монитор обеспечивает дополнительную обратную связь для активной замкнутой системы управления настройкой.



Динамический диапазон, расширенный на 15 дБ



Сигналы двух каналов мультиплексора DWDM, измеренные с помощью высокочувствительного измерителя оптической мощности N7747A при скорости свипирования 50 нм/с: низкий уровень спонтанного излучения источника (SSE) и высокочувствительные линейные детекторы раскрывают подробности характеристик фильтров в динамическом диапазоне 100 дБ. Низкий уровень суммарного SSE помогает провести измерения характеристик режекторного фильтра и оптического уплотнителя с использованием глубины отображения свыше 70 дБ.

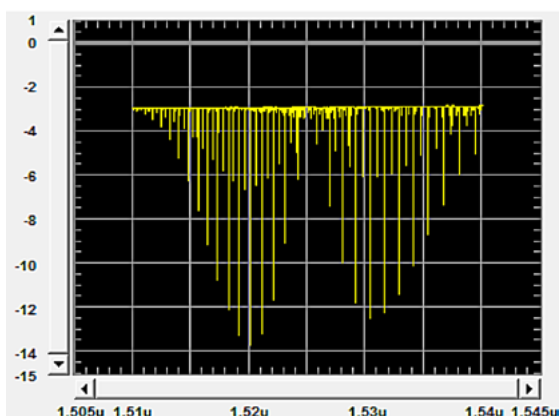
Новый перестраиваемый лазерный источник 81606A

NEW

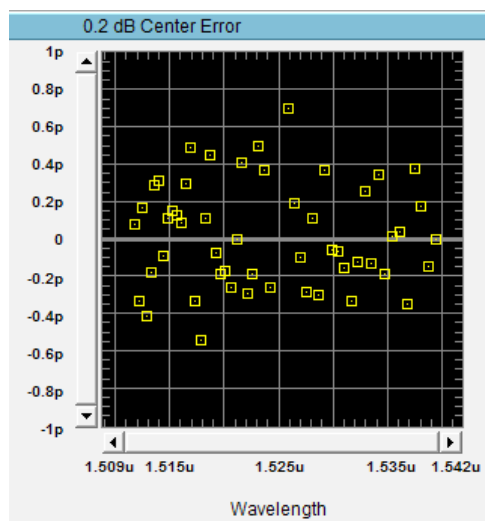
www.keysight.com/find/81606

Улучшенные характеристики погрешности

Хотя статическую погрешность длины волны можно проверить с помощью измерителя длины волны, этого недостаточно, чтобы подтвердить характеристики динамической погрешности во время свипирования. Для иллюстрации динамической погрешности, достижимой лазером с его внутренним опорным блоком, на следующих рисунках показано смещение спектральных линий при измерении на полной скорости свипирования 200 нм/с с разрешением 0,5 пм.



Спектральные линии испускания газонаполненного фотоэлемента C_2H_2 .



Отклонение измеренных значений центра длины волны составляет менее ± 1 пм от известных значений при сборе данных на скорости свипирования 200 нм/с (в соответствии с NIST SRM 2517a).

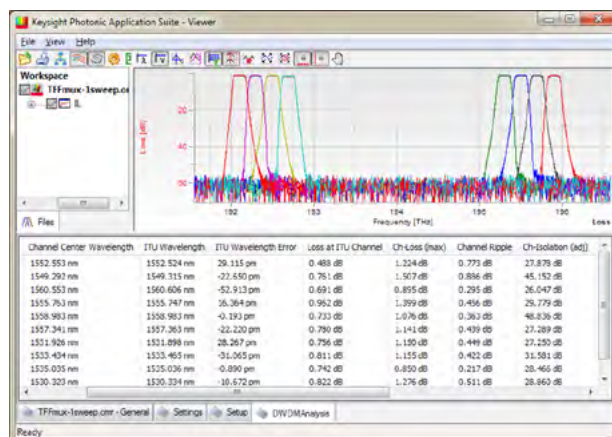
Тестирование спектральных характеристик потерь 8-канальных устройств с помощью одного прибора

Установка модуля перестраиваемого лазерного источника 81606A и до четырех модулей двухканальных датчиков мощности в базовом блоке системы для оптических измерений 8164B обеспечивает тестирование 8-канальных устройств, таких как мультиплексор CWDM.



Базовый блок 8164B
Перестраиваемый лазерный
источник 81606A

Набор прикладных программ для фотонных измерений N7700A помогает ускорить получение результатов измерений.



Модуль перестраиваемых лазерных источников 81606A, как и его предшественник 81600B, который, мы уверены, будет эксплуатироваться в течение еще очень длительного времени, обеспечивает максимальную совместимость с существующим контрольно-измерительным оборудованием и ПО.

- Модуль 81606A использует тот же самый слот базового блока 8164B и работает с той же версией встроенного программного обеспечения и теми же органами управления передней панели
- Пакеты программных средств измерений набора прикладных программ для фотонных измерений N7700A можно обновить до версий, которые работают как с 81600B, так и с 81606A, а также позволяют использовать новые функциональные возможности последнего
- Драйвер VXI Plug&Play 816x, широко используемый в программном обеспечении пользователей, может быть обновлен с целью распознавания новой модели, после чего он продолжает работать таким же образом, одновременно обеспечивая расширенные возможности измерения спектральных характеристик
- Набор команд SCPI остался тем же самым и имеет ряд расширений для использования дополнительных функциональных возможностей

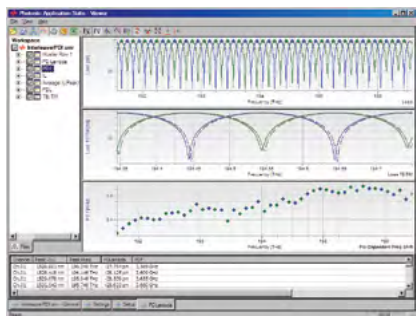
Приложения:

Решения для оптических измерений со свипированием длины волны

www.keysight.com/find/oct

Решения для измерений со свипированием длины волны

Приборы с перестраиваемыми лазерами используются для измерения спектральных характеристик оптических компонентов и материалов. Благодаря высокому и настраиваемому разрешению по длине волны пользователь может быстро получить спектральную зависимость. Измерительные системы могут быть сконфигурированы под потребности конкретного приложения. Приведем некоторые примеры.



Измерение вносимых потерь

Один или несколько измерителей оптической мощности в сочетании с перестраиваемым лазерным источником позволяют проводить измерения оптической мощности в зависимости от длины волны. Часто это используется для определения отношения мощности на входе компонента к мощности на выходе, которое обычно называют вносимыми потерями и выражают в дБ. Во время как лазерный источник перестраивает длину волны в выбранном диапазоне, измерители мощности периодически делают выборки значений мощности с учётом заданного числа точек измерения. Взятие выборок синхронизируется с процессом свипирования источника с помощью сигнала запуска. Таким образом обеспечивается точная связь выборок с соответствующей длиной волны. Использование нескольких измерителей мощности позволяет проводить одновременные измерения на выходах многопортовых компонентов (мультиплексоры, разветвители и переключатели длины волны). Установок может объединять перестраиваемые лазерные источники 81606A, 81600B, 81960A, 81940A или 81980A, модули измерителей мощности серии 816х или многопортовые измерители мощности N774xA и пакет бесплатных программных средств измерений вносимых потерь (IL) из набора прикладных программ N7700A. Программирование процедур сканирования по длине волны упрощается за счёт использования бесплатного драйвера 816х Plug&Play и может быть усовершенствовано с помощью функций измерения базовой библиотеки для фотонных измерений N4150A. Спектры отражения (обратных потерь) можно также измерить посредством подключения модуля для измерения обратных потерь 81610A после перестраиваемого лазерного источника.

Технические характеристики

Высокая точность и воспроизводимость длины волны, особенно во время измерений с быстрым свипированием длины волны, обеспечиваются в этих лазерных источниках встроенным монитором длины волны. Данные, собираемые при разных значениях длины волны, синхронизируются с сигналами запуска измерений, поступающими на измерители мощности. Для достижения наименьшей абсолютной и относительной погрешности длины волны при высоких скоростях свипирования 81606A включает опорный газонаполненный фотоэлемент, а также обеспечивает более высокую пропускную способность и частоту сбора данных с помощью монитора длины волны.

Детекторы мощности на основе InGaAs наилучшим образом подходят для таких измерений благодаря небольшому изменению чувствительности в диапазоне длин волн одномодового оптоволокна (от 1260 до 1630 нм), высокой чувствительности и динамическому диапазону. Измерители мощности N7744A и N7745A хорошо подходят для измерений со свипированием длины волны с высокими значениями частоты дискретизации и широкой полосой сигнала, что позволяет выполнять измерения с высоким разрешением на быстрых скоростях свипирования без искажения графика измерения. Ускорение передачи данных существенно повышает пропускную способность, особенно при большом числе портов. При измерении слабых сигналов, например, в каналах с уровнем перекрёстных помех менее -60 дБ, или когда мощность лазера расщепляется на несколько устройств, можно использовать измерители

мощности N7747A или N7748A. Охлаждаемые детекторы и маломощные усилители обеспечивают наивысшую чувствительность. При малом уровне вносимых потерь на некоторых длинах волн и очень большом - на других (высокая динамика), например, в компонентах DWDM, очень важно, чтобы широкополосное спонтанное излучение перестраиваемого лазерного источника имело очень низкий уровень. Это сводит к минимуму передачу света в полосе пропускания компонента, когда длина волны перестраиваемого лазерного источника находится за пределами этой полосы, особенно при измерении компонентов с динамическим диапазоном более 40 - 50 дБ. В 81606A практически отсутствует спонтанный уровень излучения источника даже вблизи спектральной линии излучения лазера. Также важен динамический диапазон измерителей мощности. Измерители мощности компании Keysight используют линейное трансимпедансное усиление фототока детектора для обеспечения стабильности и точности даже при низких уровнях мощности и высоких скоростях сбора данных. Быстрые измерения в динамическом диапазоне до 55 дБ N7744A и N7745A могут выполнять, используя фиксированный предел уровня мощности во время одного цикла измерения со свипированием длины волны лазера. Ещё более широкий динамический диапазон достигается при измерении на нескольких пределах уровня мощности и "сшивании" полученных графиков измерений, чтобы захватить как самые сильные, так и самые слабые сигналы, особенно при использовании высокой чувствительности N7747A или N7748A. Пакеты программных средств измерений вносимых потерь (IL) и быстрого измерения спектральных характеристик потерь (FSL) из набора прикладных программ N7700A, а также драйвер Plug&Play 816х обеспечивают такое "сшивание" автоматически.

Поляризационно-зависимые потери

Оптические сигналы в большинстве случаев являются поляризованными, и поэтому необходимо определять изменения вносимых потерь в зависимости от поляризации. Этот процесс включает определение максимальных и минимальных значений вносимых потерь в зависимости от поляризации для всех требуемых значений длин волн и всех комбинаций линейной и круговой поляризации. Это может быть сделано путём измерения вносимых потерь со свипированием длины волны на множестве из четырёх (или, опционально, из шести) поляризаций. Результаты можно использовать для вычисления любых других значений вносимых потерь. Данный подход известен как метод матриц Мюллера. Установка в этом случае включает контроллер поляризации, включаемый после перестраиваемого лазерного источника, который устанавливает поляризацию излучения в тестируемом устройстве. Контроллер поляризации 8169A под управлением программного обеспечения N4150A последовательно устанавливает каждую поляризацию для отдельных циклов свипирования перестраиваемого лазерного источника. Синтезатор поляризации N7786B быстро переключает поляризацию и контролирует состояние поляризации и уровень мощности. Таким образом, поляризационно-зависимые потери могут быть измерены даже за один цикл измерения со свипированием длины волны. Этот новейший метод и такие вычисления, как разрешение спектра TE/TM и определение поляризационно-зависимой длины волны, обеспечиваются пакетом программных средств измерений IL/PDL из набора прикладных программ N7700A.

Дисперсия (PMD и DGD)

На высоких скоростях передачи данных (10 Гбит/с и больше) изменения во времени, требуемом для прохождения частей сигнала через сеть, вызывают увеличение длительности (уширение) импульсов данных. Мера разброса величины изменений этого временного параметра (групповой задержки) называется дисперсией.

Зависимость групповой задержки от поляризации называется поляризационной модовой дисперсией (PMD) и описывается спектром дифференциальной групповой задержки (DGD), разностью между групповыми задержками наиболее быстрой и наиболее медленной поляризации в компоненте. Данный параметр также может быть измерен с помощью свипирования длины волны на множестве поляризаций, но для этого в качестве приёмника требуется анализатор поляризации. Этот метод, называемый анализом собственных значений матриц Джонса, поддерживается анализатором компонентов N7788B в сочетании с перестраиваемым лазерным источником. Эта система измеряет дифференциальную групповую задержку, поляризационно-зависимые потери, вносимые потери и другие дополнительные параметры в одном канале за один цикл измерения со свипированием длины волны с использованием пакета программных средств измерений Polarization Navigator из набора прикладных программ N7700A, обеспечивая оптимальную стабильность и скорость измерений.

Приложения:

Измерения быстро изменяющихся уровней оптической мощности

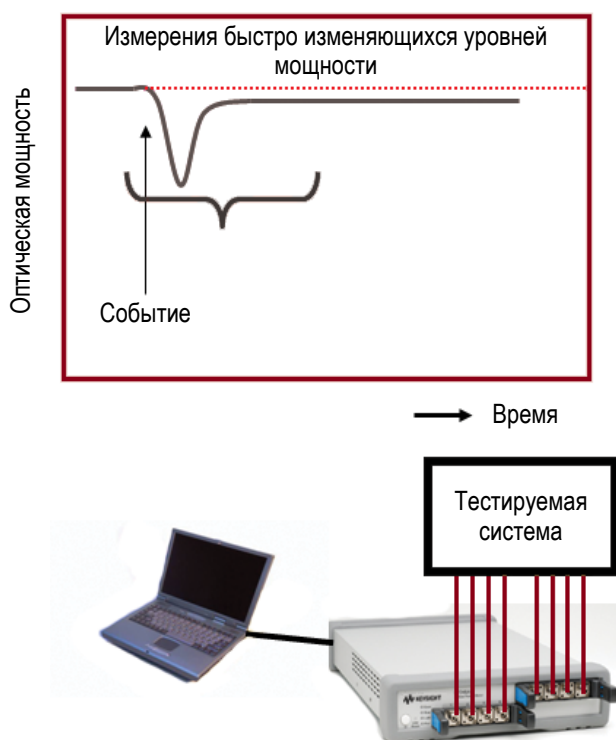
www.keysight.com/find/mppm

Измерения быстро изменяющихся уровней оптической мощности с помощью многопортового измерителя оптической мощности серии N77xx

Измерения изменений уровня мощности оптических сигналов для определения значений времени переключения в волоконно-оптических сетях связи или наблюдения переходных флуктуаций, связанных с перемещением оптоволокна или реконфигурации сети, выходят за пределы возможностей большинства измерителей оптической мощности. Такие приборы обычно разрабатываются для калиброванных измерений уровней оптической мощности, которые являются постоянными или изменяются синхронно с другими приборами. Для основных измерений параметров сигналов, изменяющихся во времени, типовые значения частоты дискретизации 10 кГц, ёмкости хранения данных 100000 выборок, а также скорости передачи данных к контроллеру часто недостаточны. Поэтому вместо измерителей оптической мощности в стандартах использовались и описывались альтернативные установки, включающие быстродействующий оптоэлектронный преобразователь и осциллограф. Из-за этого часто приходится жертвовать калибровкой уровня оптической мощности, привлекать дополнительные усилия для интеграции системы, и, вероятно, использовать осциллограф с избыточной полосой пропускания.

Характеристики измерителей оптической мощности N7744A (4-портовый) и N7745A (8-портовый), реализованных в виде компактных автономных программируемых приборов, используемых вместе с управляющим компьютером, позволяют выполнять подобные измерения. Данные измерители мощности точно регистрируют уровень оптической мощности с выбираемой частотой дискретизации до 1 МГц, запоминая до 2 миллионов выборок на порт, и обеспечивают быструю передачу данных через интерфейсы USB или LAN, а также поддерживают проведение измерений одновременно с передачей данных для непрерывного контроля уровня мощности.

Новые высокочувствительные измерители мощности N7747A и N7748A отличаются более узкой полосой пропускания. Из-за этого частота дискретизации уменьшается до 10 Квыб/с, но обеспечивается более низкий уровень шума и возможность измерения более слабых сигналов. Эти приборы прекрасно подходят для измерения быстро изменяющихся переходных помех.



Основные функциональные возможности регистрации

Функция регистрации данных измерителей оптической мощности позволяет измерять параметры сигналов, изменяющихся во времени. Функция регистрации настраивается посредством выбора числа регистрируемых выборок (N) и времени усреднения каждой выборки (t). Затем с помощью программной команды или электрического сигнала запуска начинается измерение с регистрацией данных. Прибор может быть сконфигурирован для проведения измерения, включающего N выборок, или захвата отдельных выборок по сигналу запуска. Для обеспечения возможности исследования сигналов, изменяющихся во времени, измерение обычно конфигурируется для регистрации всех выборок без перерыва в течение полного времени Nt.

Также следует отметить, что эти приборы имеют функцию измерения нестабильности, которая работает похожим образом, но с программируемым временем выдержки между выборками. Она может использоваться для измерения изменений оптической мощности на более длинных интервалах времени, например, при испытаниях нестабильности источников. В настоящем каталоге данная функция рассматриваться отдельно не будет.

Многопортовые измерители мощности N7744A и N7745A могут проводить такие измерения с регистрацией данных, обеспечивая возможность одновременного исследования до 8 оптических сигналов волоконно-оптических линий связи. Время усреднения может быть установлено в пределах от 1 мкс до 10 с, при этом может быть захвачено до 1 миллиона выборок. Измерения с регистрацией могут проводиться в широком динамическом диапазоне, превышающем 60 дБ, при времени усреднения 100 мкс или более, а максимальный диапазон измерения уровня мощности можно установить в пределах от -30 дБм до +10 дБм с шагом 10 дБ. Многопортовые измерители мощности можно также сконфигурировать таким образом, чтобы начать новое измерение с регистрацией N выборок, как только предыдущее измерение закончится. Существующие результаты могут быть выгружены в управляющий компьютер во время проведения нового измерения. Этот набор функциональных возможностей обеспечивает два метода проведения измерений быстро изменяющихся уровней оптической мощности, которые здесь обозначены как метод регистрации по запуску и метод непрерывной регистрации.

Регистрация по запуску используется для измерения, включающего фиксированное число выборок, начиная с момента времени, выбранного программным обеспечением или электрическим сигналом, для синхронизации с измеряемым событием. Это особенно полезно, когда синхронизация измеряемого события также контролируется, например, в случае настройки переключателя или модулятора, изменения установки аттенюатора или блокирования сигнала на входе усилителя или реконфигурируемого оптического мультиплексора ввода-вывода (ROADM). Поскольку на каждый порт можно сохранить 1 миллион выборок, одного измерения с регистрацией данных обычно бывает достаточно. Несколько портов прибора позволяют с легкостью наблюдать, например, за всеми портами вывода переключателя во время реконфигурирования. С помощью этого метода могут быть проведены измерения времени переключения, времени дребзга контактов или переходных характеристик оптических усилителей, описанные в стандарте IEC 61300-3-21.

Непрерывная регистрация полезна для записи событий с непредсказуемым распределением по времени, а также для захвата очень большого числа выборок. Типичным применением может быть измерение переходных потерь, описанное в стандарте IEC 61300-3-28, при котором контролируется изменение уровня оптической мощности из-за механических повреждений оптоволокна. Этот метод может быть запрограммирован с использованием вышеупомянутой функции измерения с регистрацией данных и расширением, заключающемся в повторении полной регистрации последовательности несколько раз. Для такой реальновременной обработки в процессе сбора данных рекомендуется использовать многопоточное программирование, которое позволяет избежать прерывания потока данных. Данная функция поддерживается средой графического программирования VEE (версия 9.0 или более поздняя) компании Keysight.

Более детальное описание приведено в рекомендациях по применению "Making Transient Optical Power Measurements with the N7744A and N7745A Multiport Optical Power Meter" (Измерения быстро изменяющихся уровней оптической мощности с помощью многопортовых измерителей оптической мощности N7744A и N7745A), номер публикации 5990-9973EN.

Приложения: Определение параметров оптоэлектронных компонентов, зависящих от длины волны и поляризации

www.keysight.com/find/n7700



Число волоконно-оптических компонентов, объединяющих в себе фотодиоды с пассивными оптическими функциональными возможностями и электронные схемы, постоянно растёт. В качестве примеров можно привести:

- Интегрированные когерентные приёмники (ICR)
- Компоненты приёмных оптических субблоков (ROSA) 100GBASE-(C)LR4
- Устройства мониторинга оптических каналов

Все эти устройства имеют входные оптические порты и выходные электрические или ВЧ-порты. После того как оптический сигнал пройдет пассивные каскады, такие как поляризатор, разветвитель или интерферометр, фотодиоды преобразуют его в фототок. Таким образом, чувствительность фотодиодов по отношению к входному сигналу, измеряемая в мА/мВт в зависимости от длины волны и поляризации, является основной измеряемой характеристикой компонента.

Измерение характеристик таких устройств может быть проведено таким же образом, как указано на странице 6 для поляризационно-зависимых потерь (PDL), путем замены измерителя оптической мощности на прибор, регистрирующий фототок. Пакет программных средств измерений IL/PDL (N7700A-100) из набора прикладных программ N7700A поддерживает такую измерительную установку.

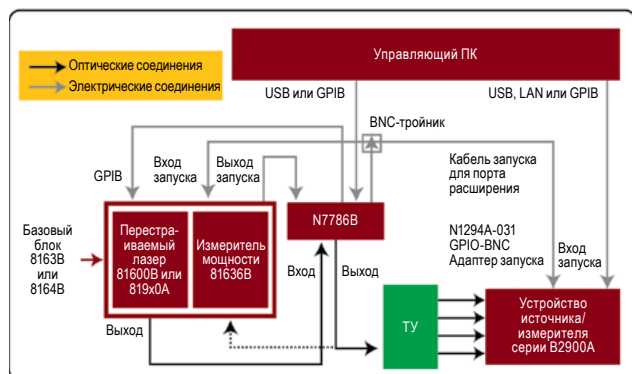


Рисунок 1: Пример установки для измерения характеристик оптоэлектрических устройств с использованием B2900A.

Используя результаты измерений со свпированием длины волны входной оптической мощности и выходного тока диода, можно рассчитать спектр чувствительности посредством усреднения в зависимости от состояния поляризации.

Также определяется максимальная и минимальная чувствительность в зависимости от состояния поляризации, что особенно полезно для поляризационных компонентов, таких как интегрированные когерентные приёмники для поляризованных уплотненных сигналов. Поляризационная зависимость отображается как поляризационно-зависимые потери, а также рассчитываются кривые TE/TM, как и для оптико-оптических измерений.

Для компонентов балансного детектирования определяется коэффициент подавления синфазных помех (CMMR) детекторных пар.

В состав **пакета программных средств измерений IL/PDL (N7700A-100)** из набора прикладных программ N7700A добавлены функциональные возможности для измерения больших значений коэффициента затухания поляризации (PER) с помощью дополнительного шага измерения, постоянно сканирующего большое число состояний поляризации на множестве фиксированных значений длин волн. Пользователь может выбрать требуемое число точек, чтобы сбалансировать время измерений и разрешение. Достаточно хорошая точность может быть получена далеко за пределами 20 дБ.

Для таких устройств, как интегрированные когерентные приёмники, в которых фототок преобразуется в выходной ВЧ-сигнал, доступ к фототоку обычно может осуществляться через выводы, предназначенные для подачи напряжения смещения.

Для обеспечения большей гибкости при определении полярности и изоляции смещения можно использовать источники/измерители серии B2900A, как показано ниже.



Рисунок 2: Источник/измеритель серии B2900A

Поддержка этих приборов добавлена в состав пакета программных средств измерений IL/PDL (N7700A-100) из набора прикладных программ N7700A.

Дополнительную информацию можно найти в брошюре, посвящённой описанию набора прикладных программ для фотонных измерений (Photonic Application Suite) N7700A, номер публикации 5990-3751EN.

Приложения: Метод сканирования состояний поляризации для измерения поляризационно-зависимых потерь и коэффициента затухания поляризации

www.keysight.com/find/pol

Метод сканирования состояний поляризации для измерения поляризационно-зависимых потерь и коэффициента затухания поляризации

Метод измерения поляризационно-зависимых потерь посредством сканирования поляризации светового входного сигнала тестируемого устройства на большой выборке всевозможных состояний прекрасно подходит для измерения компонентов с малой зависимостью от длины волны, что позволяет зафиксировать значение длины волны во время сканирования. Данным способом можно тестировать такие компоненты, как волоконно-оптические ответвители, разветвители и изоляторы. Его также можно использовать при тестировании поляризационных расщепителей луча и других устройств, разработанных для обеспечения высокого коэффициента затухания поляризации, поскольку он делает выборки состояний с высоким затуханием поляризации.

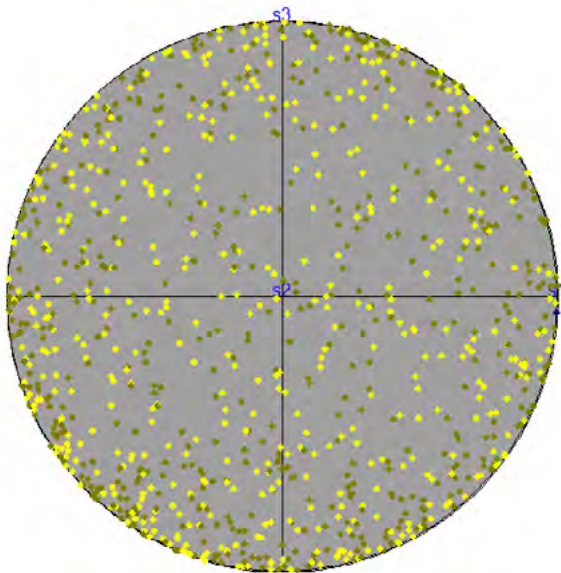


Рисунок 3: Произвольная выборка состояний поляризации на сфере Пуанкаре.

Данный метод предполагает контроль уровня выходной оптической мощности в процессе сканирования входной поляризации. Таким образом, точность измерений ограничена поляризационной зависимостью измерительного оборудования, в частности контроллера поляризации. Ранее эта проблема решалась использованием механических перемещений оптоволоконных петель, за счёт чего можно было получить очень низкую поляризационную зависимость уровня мощности, однако этот способ имеет ограничения по скорости.

Более быстрые и точные измерения теперь могут быть выполнены с помощью синхронного скремблера N7785B, который можно запрограммировать на повторяющееся пошаговое перемещение по последовательности состояний поляризации на высокой скорости с генерацией сигналов запуска синхронизации. Это позволяет сократить общее время измерений, обеспечить оптимальное время усреднения детектора, а также нормализацию результатов для устранения из результатов измерения поляризационной зависимости испытательной установки.

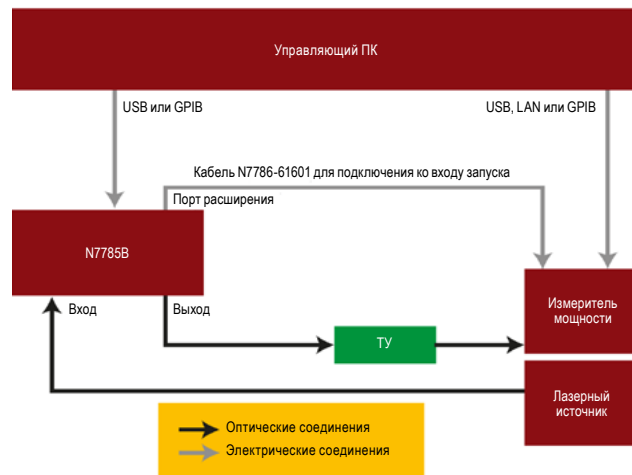


Рисунок 4: Типовая установка для синхронизированных измерений методом сканирования состояний поляризации.

Для измерений значений поляризационно-зависимых потерь до 1 дБ достаточно около 100 выборок, чтобы отношение минимум/максимум находилось в пределах 10% от полного значения поляризационно-зависимых потерь. Таким образом, хорошие результаты измерений достигаются за менее чем 50 мс при использовании времени усреднения 100 мкс. При измерении значений поляризационно-зависимых потерь существенно ниже 0,1 дБ ограничивающим фактором является шум, и требуется большее время усреднения. При использовании времени усреднения 10 мс на стабильной испытательной установке достигается значение воспроизводимости, соответствующее менее чем 0,005 дБ по прошествии 10 минут и более. При времени усреднения 10 мс также поддерживается использование функции управления когерентностью лазерных источников, если необходимо избежать влияния интерференции, возникающей из-за отражений в установке. Кроме того, хорошие результаты измерений для этих значений получаются при длинах последовательности около 100.

Пределы измерения высокого коэффициента затухания определяются тем, насколько точно измерено самое малое передаваемое значение. При использовании случайного набора состояний поляризации улучшение достигается за счет использования множества выборок и наличия минимальных изменений состояния поляризации за время усреднения выборки. Это последнее условие является преимуществом переключения поляризации по сравнению с непрерывным сканированием. Для того чтобы обеспечить измерения значений коэффициента затухания поляризации выше 30 дБ, рекомендуется минимум 20 Квыб. Например, при времени усреднения 100 мкс последовательность из 20 Квыб требует 8 с.

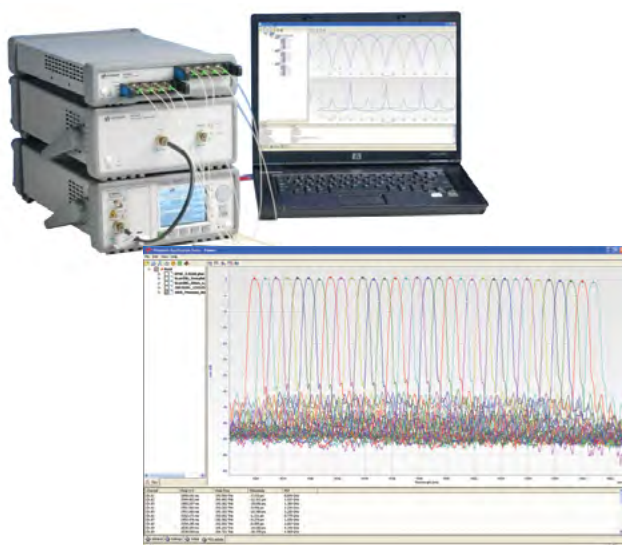
Дополнительную информацию можно найти в рекомендациях по применению "All-states measurement method for PDL and PER with a synchronous polarization scrambler" (Метод сканирования состояний поляризации для измерения поляризационно-зависимых потерь и коэффициента затухания поляризации с помощью синхронного скремблера поляризации), номер публикации 5990-9973EN.

Набор прикладных программ для оптических измерений N7700A

www.keysight.com/find/n7700

Набор прикладных программ для оптических измерений N7700A

- Отображение и наложение графиков нескольких каналов, а также нескольких файлов результатов измерений
- Переключение шкалы между длиной волны и частотой
- Отображение анализа табличных данных
- Сглаживание, маркеры и масштабирование
- Загрузка и сохранение файлов, а также экспорт данных
- Непосредственный запуск Excel и Matlab с передачей данных



Комплект приложений для оптических измерений (Photonic Application Suite) N7700A является модульной программной платформой для быстрого определения параметров и анализа оптических компонентов и сигналов. Этот набор включён в комплект поставки измерительных приборов и может быть загружен с сайта компании Keysight. Его можно установить на ПК для управления измерительными приборами, а также для обработки и анализа данных измерений.

Бесплатный основной пакет комплекта приложений для оптических измерений N7700A содержит программу File Viewer, которая позволяет просматривать и анализировать данные измерений. Он обеспечивает возможность совместного использования результатов измерений целыми командами разработчиков или производственными группами.

Программа File Viewer использует тот же графический интерфейс пользователя на основе Windows N77xx, который используется в программных средствах измерений. Элементы управления этого интерфейса могут быть также встроены в программы, разработанные в соответствии с требованиями заказчика, для автоматизированного отображения данных.

Спектр прикладных измерительных программ постоянно растёт. Некоторые базовые прикладные программы доступны для бесплатного использования с измерительными приборами. Для пакетов с расширенными возможностями могут потребоваться лицензии. Все пакеты можно загрузить и использовать в течение 14-дневного пробного периода. Кроме того, на сайте компании Keysight можно автоматически сгенерировать 60-дневную ознакомительную лицензию.

Пакет Insertion Loss (вносимые потери)

Пакет программных средств измерений Insertion Loss позволяет проводить точные измерения вносимых потерь со свипированием длины волны посредством использования одного из перестраиваемых лазерных источников вместе с измерителями оптической мощности компании Keysight. Лицензия не требуется.

Пакет IL/PDL (измерение вносимых и поляризационно-зависимых потерь)

Пакет программных средств измерений IL/PDL позволяет проводить быстрые и точные измерения спектральных характеристик вносимых потерь (IL) и поляризационно-зависимых потерь (PDL) многопортовых оптических компонентов. Новый метод матриц Мюллера за один цикл свипирования обеспечивает измерения с высокой скоростью, защищенные от вибраций и шума. Также поддерживаются измерения, включающие несколько лазеров для более широкого перекрытия диапазона длин волн, и модуль для измерения обратных потерь.

В дополнение к измеренным графикам вносимых и поляризационно-зависимых потерь данные матриц Мюллера можно экспортировать и анализировать, чтобы получить графики вносимых потерь для осей устройства (TE/TM), разложенные по поляризациям. Также поддерживается измерение оптоэлектрических устройств, таких как субблоки приёмников, как описано на странице 8.

Лицензия доступна для заказа по номеру N7700A-100.

Пакет Filter Analysis (анализ фильтров)

Пакет Filter Analysis предоставляет расширенные возможности постобработки результатов измерений, полученных с использованием пакетов IL/PDL и Insertion Loss, для анализа узкополосных компонентов, таких как фильтры и мультиплексоры. Параметры анализа включают пиковую и центральную длины волн, отстройку по длине волны от сетки ITU, вносимые потери на длине волны ITU и центральной длине волны, полосу и изоляцию канала от смежных и несмежных каналов. Из графиков TE и TM пакета Fast IL/PDL также можно определить поляризационно-зависимый частотный сдвиг (по частоте или длине волны) каналов в фильтрах, параметры перемешивателей и демодуляторов. Также включена удобная функция поиска пиков.

Лицензия доступна для заказа по номеру N7700A-101.

Измерение спектральных характеристик потерь

Данный пакет измеряет вносимые потери и спектр мощности на повышенных частотах повторения и является ценным инструментом для настройки и калибровки устройств с обратной связью в масштабе времени, близком к реальному. Пакет особенно полезен в комбинации с перестраиваемым лазером 81606A и 81960A, использующим свипирование в двух направлениях. При этом можно достичь частот повторения от 1 до 3 сканирований в секунду, в зависимости от диапазона свипирования. Этот пакет также обеспечивает "сшивание" графиков измерений, полученных в результате сканирований на нескольких пределах уровня мощности, для достижения наивысшего динамического диапазона.

Лицензия доступна для заказа по номеру N7700A-102.

Пакет Polarization Navigator (анализ и управление поляризацией)

Пакет Polarization Navigator предоставляет все инструменты, необходимые при работе с измерительными приборами серии N778x для анализа и управления поляризацией: измерение параметров Стокса и степени поляризации (DOP); представление на сфере Пуанкаре или долгосрочный мониторинг параметров, зависящих от времени; анализ пиков и т. д. Также обеспечиваются различные функции для управления, переключения и скремблирования поляризации оптических сигналов. Для использования пакета с приборами N778x лицензия не требуется.

Модули перестраиваемых лазерных источников семейства 81600B

www.keysight.com/find/tls

- Полное перекрытие диапазонов длин волн от 1260 до 1640 нм
- Широкий динамический диапазон измерений благодаря низкому выходному спонтанному излучению источника (SSE)
- Встроенный измеритель длины волны для обеспечения высокой точности длины волны
- Скорости свипирования до 80 нм/с для сокращения времени тестирования
- Отсутствие компромисса между точностью измерений и скоростью свипирования



Техническое решение для измерения характеристик со свипованием по длине волны в одном устройстве

Широкое перекрытие диапазона длин волн

Компания Keysight предлагает семейство перестраиваемых лазерных источников, охватывающих полный диапазон длин волн стандартных одномодовых волокон от 1260 до 1640 нм. Модели семейства 81600B перекрывают диапазон длин волн от 1260 до 1495 нм с помощью двух перекрывающихся поддиапазонов. Они обеспечивают проведение измерений оптических свойств, зависящих от длины волны, особенно при свипировании по длине волны с постоянной скоростью и при постоянном уровне мощности. Скорость свипирования можно выбрать в диапазоне от 500 пм/с до 80 нм/с.

Динамическая точность

81600B имеет нормированные характеристики погрешности и воспроизводимости длины волны, а также воспроизводимости уровня мощности и неравномерности амплитудно-волновой характеристики (ABX) во время непрерывных циклов измерения со свипированием по длине волны. Измерители оптической мощности компании Keysight обеспечивают синхронную регистрацию данных с высокими характеристиками нелинейности измерения уровня мощности и низким уровнем шума. Прикладное программное обеспечение, включая пакеты программных средств измерений из набора прикладных программ для фотонных измерений N7700A и драйвер VXI Plug&Play 816х, поддерживает как интерактивные, так и автоматизированные измерения спектральных характеристик, особенно при использовании совместно с контроллером поляризации для одновременного измерения как длины волны, так и зависимости от состояния поляризации.

Широкий диапазон областей применения, включающий пассивные оптические сети (PON) и технологию грубого спектрального уплотнения (CWDM)

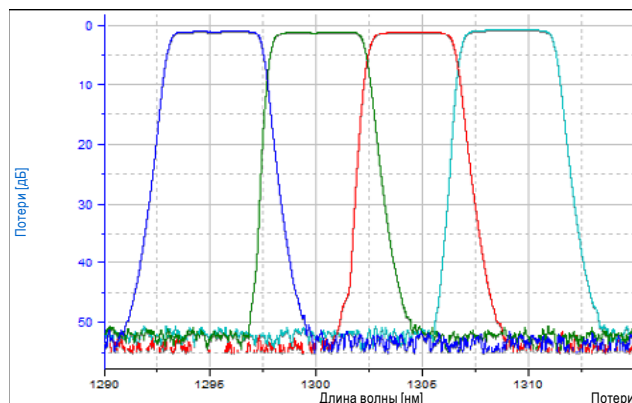
Типовые области применения для этих длин волн включают измерение характеристик компонентов фильтров и расщепителей луча для сетей, использующих технологию грубого спектрального уплотнения (CWDM), и пассивных оптических сетей (PON), обеспечивающих доведение оптического кабеля до оборудования пользователя (FTTH). Компоненты для поляризационного уплотнения и оптически связанные рамановские лазеры накачки также перекрываются в этом диапазоне длин волн.

Интегральная кремниевая фотоника

Всё в большей мере эти лазерные источники используются также для тестирования пассивных компонентов и узлов гибридных приёмников для сетей стандарта 100GBASE-LR4, которые базируются на технологии спектрального уплотнения LAN-WDM с разнесом каналов 800 ГГц. А область 1300 нм важна для технологий, которые интегрируют оптику и электронику, таких как кремниевая фотоника (Silicon Photonics).

Определение характеристик фильтров

Одним из важнейших аспектов при измерении характеристик фильтров, предназначенных для демультиплексирования длин волн, является спектральная изоляция, которая определяет перекрёстные помехи между сигналами с различными длинами волн. Вносимые потери должны быть низкими для требуемых длин волн и высокими для длин волн, которые должны подавляться и маршрутизироваться в другое место.



Особенностью лазерных источников, которые перекрывают широкие диапазоны длин волн, является широкополосный спектр оптического излучения. В резонаторе лазера большая часть излучаемой мощности сосредоточена на длине волны, на которую настроен лазер, но также в естественной пропорции генерируется широкополосное спонтанное излучение источника (SSE). Поскольку часть этого излучения будет попадать в диапазон длин волн полосы пропускания фильтра, то даже если спектральная линия излучения лазера блокируется, измеритель мощности будет принимать часть фонового излучения после фильтра. Данный эффект проявляется тем в большей степени, чем шире полоса пропускания, как, например, в случае CWDM-фильтров. Это ограничивает динамический диапазон при измерении изоляции.

Порт вывода оптического сигнала с низким уровнем SSE

81600B значительно снижает это ограничение за счёт конструкции резонатора, который направляет часть мощности сигнала с пониженным уровнем SSE на второй порт вывода оптического сигнала. Этим портом модуль оснащается при заказе опций 130 и 140. Более высокий уровень оптической мощности, управляемой в широком диапазоне с помощью аттенюатора, доступен для других применений на другом порте. Если такое свойство не требуется, можно использовать модели с более простыми опциями 132 и 142. При заказе этих опций также исключается аттенюатор, чтобы максимально увеличить доступный уровень выходной мощности.

Снижение стоимости испытаний

Высокая точность установки длины волны и широкий динамический диапазон наиболее важны для компонентов DWDM. Для компонентов CWDM ключевыми являются широкий диапазон длин волн, высокая стабильность уровня мощности, динамический диапазон и низкая стоимость. Современные перестраиваемые лазеры компании Keysight удовлетворяют жёстким требованиям, предъявляемым к высокотехнологичным средствам производства в оптической отрасли, благодаря высокой скорости свипирования, высокой точности установки длины волны и стабильности уровня мощности. Это сокращает время тестирования, повышает производительность, и, следовательно, снижает стоимость производственных испытаний.

Модули перестраиваемых лазерных источников семейства 81600B (продолжение)

www.keysight.com/find/tls

Опции 81600B	132/142	130/140
Выходная мощность, пик. (тип.)	$\geq +9/+8,5$ дБм	выход 1: $\geq -4/-4,5$ дБм выход 2: $\geq +5/+5,5$ дБм
Отношение сигнал/спонтанное излучение источника	$\geq 45/42$ дБ/нм	выход 1: $\geq 63/63$ дБ/нм выход 2: $\geq 42/42$ дБ/нм
Отношение сигнал/полное спонтанное излучение источника	≥ 28 дБ	выход 1: $> 58/60$ дБ выход: $\geq 26/28$ дБ (тип.)
Нестабильность длины волны (тип.)	$\leq \pm 1$ пм (за 24 часа)	
Воспроизводимость уровня мощности		$\pm 0,003$ дБ
Относительная интенсивность шума (RIN)	-145 дБ/Гц (тип.)	-140 дБ/Гц (тип.)
Воспроизводимость длины волны	$\pm 0,8$ пм, $\pm 0,5$ пм (тип.)	

Параметры, общие для всех опций 81600B

	Режим ступенчатой перестройки при 5 нм/с		Режим непрерывного свипирования (тип.) при 40 нм/с при 80 нм/с	
Абсолютная погрешность длины волны	± 10 пм, $\pm 3,6$ пм (тип.)	$\pm 4,0$ пм	$\pm 4,6$ пм	$\pm 6,1$ пм
Относительная погрешность длины волны	± 5 пм, ± 2 пм (тип.)	$\pm 2,4$ пм	$\pm 2,8$ пм	$\pm 4,0$ пм
Воспроизводимость длины волны	$\pm 0,8$ пм, $\pm 0,5$ пм (тип.)	$\pm 0,3$ пм	$\pm 0,4$ пм	$\pm 0,7$ пм
Динамическая повторяемость уровня мощности		$\pm 0,005$ дБ	$\pm 0,01$ дБ	$\pm 0,015$ дБ
Динамическая относительная неравномерность амплитудно-волновой характеристики (ABX)		$\pm 0,01$ дБ	$\pm 0,02$ дБ	$\pm 0,04$ дБ
Разрешение по длине волны			0,1 пм, 12,5 МГц при 1550 нм	
Максимальная скорость свипирования			80 нм/с	
Ширина спектральной линии (управление когерентностью выкл.)			100 кГц	
Нестабильность уровня мощности			$\pm 0,01$ дБ (за час), $\pm 0,03$ дБ (тип.) (за 24 часа)	
Нелинейность уровня мощности			выход 1: $\pm 0,1$ дБ; выход 2: $\pm 0,1$ дБ ($\pm 0,3$ дБ в режиме ослабления)	
Неравномерность ABX			выход 1: $\pm 0,25$ дБ; выход 2: $\pm 0,3$ дБ	

Таблица по выбору перестраиваемых лазерных источников семейства серии 81600B

1260 нм	1360 нм	1460 нм	1530 нм	1565 нм	1625 нм	1675 нм
О-диапазон	Е-диапазон	S-диапазон	C-диапазон	L-диапазон	U-диапазон	
Компактный, на основе интегрируемого перестраиваемого лазерного блока (iTLA)			81950A-210 N771xA-220	81950A-201 N771xA-202		
Компактный, на основе лазера с внешним резонатором (ECL) Измерения со свипированием длины волны			81949A			
			81989A			
			81940A			
			81960A			
			81980A			
Полноразмерный, на основе лазера с внешним резонатором (ECL)			81606A-216 (200 нм)			
			81606A-116 (150 нм)			
	81600B-130, 81600B-132	81600B-140, 81600B-142				
			81600B-150			

NEW

Компактные перестраиваемые лазерные источники 81960A, 8194xA, 8198xA и 81950A

www.keysight.com/find/tls

- Модульная конструкция для многоканальной платформы
- Перекрывание полосы длин волн до 125 нм одним модулем
- Частота повторения в режиме быстрого свипирования более 2 Гц
- Определение параметров устройств на высоких уровнях мощности до +14 дБм
- Подавление вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (SBS) обеспечивает высокий уровень выходной мощности
- Превосходная воспроизводимость уровня мощности и длины волны



Компактные перестраиваемые лазеры высокой мощности для S-, C- и L-диапазонов

Серия 819xA компактных перестраиваемых лазерных источников позволяет проводить определение параметров оптических устройств на высоких уровнях мощности, а также измерение нелинейных эффектов. Каждый из лазеров серии 819xA расширяет возможности тестирования систем, всех типов оптических усилителей и других активных компонентов, а также пассивных оптических компонентов.

Как и однослотовые сменные модули для базовых блоков 8163A/B, 8164A/B и 8166A/B, компактные перестраиваемые лазерные источники являются гибкими и эффективными источниками испытательных сигналов для тестирования одноканальных систем и систем DWDM.

Компактные перестраиваемые лазерные источники 8198xA, 81960A и 8194xA обеспечивают высокий уровень выходной мощности до +13 дБм.

Модули 81980A и 81989A перекрывают диапазон длин волн 110 нм в S- и C-диапазонах, модули 81940A и 81949A - диапазон длин волн 110 нм в C- и L-диапазонах, а модуль 81960A - диапазон длин волн 125 нм в C- и L-диапазонах.

Новинка: измерение спектральных характеристик потерь в режиме быстрого свипирования

Лазерный источник 81960A устанавливает новый уровень технических характеристик перестраиваемых лазеров благодаря более высоким скоростям свипирования и частотам повторения в сочетании с динамическими точностными характеристиками, необходимыми для измерений характеристик компонентов систем DWDM.

Динамически определяемое свипирование в обоих направлениях ещё более увеличивает частоту повторения для использования в процедурах настройки и калибровки в реальном времени.

Идеальный источник испытательных сигналов для загрузки систем DWDM

Лазерный источник 81950A предназначен для загрузки систем передачи с помощью ступенчатой перестройки, обеспечивающей установку частот канала в пределах C- или L-диапазона. Благодаря высокой выходной мощности до +15 дБм, узкой спектральной линии 100 кГц, возможности установки длины волны произвольно и по сетке, а также возможности точной подстройки смещения, 81950A является универсальным источником для реалистичной загрузки новейших систем передачи.

Режим непрерывного свипирования с регистрацией значений длины волны

Модули 81940A, 81960A и 81980A могут работать в режиме непрерывного свипирования с динамической регистрацией длины волны для проведения измерений в процессе свипирования длины волны. Эта возможность создаёт основу для измерения параметров, зависящих от длины волны, пассивных и детектирующих оптических компонентов. Измерения спектральных характеристик с применением перестраиваемых лазеров обеспечивают широкий динамический диапазон и высочайшее разрешение по длине волны.

Встроенный измеритель для активного контроля длины волны

Модули 81940A, 81960A и 81980A имеют встроенный измеритель длины волны с замкнутой цепью обратной связи для обеспечения повышенной точности длины волны. В режиме непрерывного свипирования измеритель обеспечивает динамическую регистрацию длины волны для проведения точных измерений во время свипирования.

Превосходная воспроизводимость благодаря динамическому управлению мощностью

Интегрированная замкнутая система динамического управления мощностью обеспечивает высокую воспроизводимость уровня мощности. Высокая повторяемость измерений уменьшает ошибки, когда сравниваются результаты нескольких свипирований длины волны. Как и 81940A, модули 81960A и 81980A обладают возможностью перестройки без перескока моды во всем диапазоне перестройки при непрерывной выходной мощности и достигают очень высокой точности измерений во всём диапазоне длин волн.

Управление когерентностью устраняет флуктуации мощности, вызванные помехами

В модулях 8194xA, 81960A и 8198xA используется функция высокочастотной модуляции для увеличения эффективной ширины спектральной линии, что позволяет устранить флуктуации мощности из-за влияния когерентных помех. Вид модуляции оптимизирован для проведения стабильных измерений мощности, даже если присутствуют отражения.

Компактные перестраиваемые лазерные источники 81960A, 8194xA, 8198xA и 81950A (продолжение)

www.keysight.com/find/tls



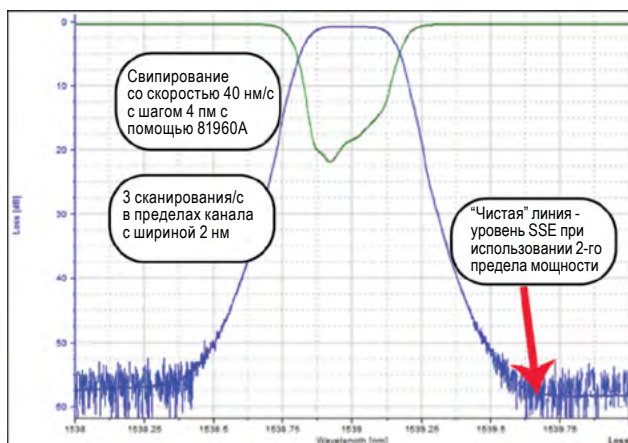
Компактный перестраиваемый лазерный источник в одном блоке с двухканальным измерителем мощности.

Точные измерения параметров компонентов DWDM на максимальной скорости снятия отсчетов

Модуль 81960A предлагает новую уникальную возможность свипирования в обоих направлениях, а также обеспечивает повышенные скорости свипирования и ускорение. Его существенно улучшенная и полностью нормированная динамическая погрешность позволяет проводить измерения и настройку компонентов DWDM на высоких частотах повторения, а также улучшает определение параметров одноканальных и многоканальных компонентов. Этот лазер особенно хорошо поддерживается пакетом программных средств измерений со свипированием длины волны в составе набора прикладных программ для фотонных измерений N7700A и может программироваться напрямую.

Данный лазер идеально подходит для сканирования с высокой частотой повторения для обновлений в реальном времени, что обеспечивается пакетом программных средств для измерений спектральных характеристик потерь (N7700A-102). Этот пакет синхронизирует лазер с измерителями мощности N7744A или N7745A, чтобы обеспечить отображение спектров мощности и потерь в удобном графическом интерфейсе пользователя, а также ускоряет выгрузку регистрируемых контрольных данных длины волны.

Разрешение по длине волны и динамический диапазон от 50 до 60 дБ обеспечивают лучшие результаты при проведении аналогичных измерений, чем в случае использования анализатора оптического спектра. Кроме того, при настройке и калибровке фильтров ввода-вывода каналов достигается увеличение частоты повторения более чем на 2 Гц.



Динамический диапазон > 55 дБ со временем усреднения 25 мкс достаточен для измерения величины изоляции (55 дБ) фильтра 50 ГГц при скорости свипирования 40 нм/с.

Высокие технические характеристики в режиме непрерывного свипирования этого лазера также позволяют его использовать совместно с пакетом программных средств измерений вносимых и поляризационно-зависимых потерь (IL/PDL) за один цикл свипирования (N7700A-100). Улучшенная динамическая погрешность длины волны удовлетворит потребности тестирования большинства компонентов DWDM, обеспечивая оптимальный баланс характеристик и цены. Хотя отношение сигнал/спонтанное излучение источника (SSE) не настолько велико, как у источников серии 81600B, оно достаточно для оценки параметров изоляции множества фильтрующих устройств. Более высокие скорости свипирования экономят время, затрачиваемое на измерение широкополосных устройств, когда нет необходимости в таком высоком разрешении по длине волны.

Эти же преимущества распространяются на использование анализатора компонентов N7788B для измерения поляризационной модовой дисперсии (PMD) и дифференциальной групповой задержки (DGD) в дополнение к поляризационно-зависимым и вносимым потерям. Относительная погрешность длины волны во время свипирования особенно важна для точных измерений дифференциальной групповой задержки с помощью метода анализа собственных значений матриц Мюллера и Джонса, поскольку результаты зависят от производных, связанных с длиной волны. Высокая скорость очень полезна при тестировании изоляторов, оптических волокон, сохраняющих состояние поляризации, и других широкополосных компонентов.

Мощные функции сканирования длины волны драйвера Plug&Play 816x для пользовательских программ и пакет программных средств измерений вносимых потерь (IL) из набора прикладных программ N7700A, который обеспечивает графический интерфейс пользователя для этих функций, также поддерживают измерения мощности и вносимых потерь совместно с любым измерителем оптической мощности компании Keysight. Возможности измерений со свипированием длины волны в базовой библиотеке программных функций N4150A PFL, включая быстро повторяемые свипирования, также поддерживаются этими новейшими перестраиваемыми лазерами с возможностью свипирования.

Определение параметров устройств на высоких уровнях мощности

Высокий уровень выходной оптической мощности перестраиваемых лазеров 819xxA расширяет возможности установок для испытаний оптических усилителей, активных компонентов и широкополосных пассивных оптических компонентов. Это помогает преодолеть потери в испытательных установках или в самих тестируемых устройствах. Таким образом, инженеры могут тестировать оптические усилители, такие как усилители на оптическом волокне, легированном ионами эрбия (EDFA), рамановские усилители, полупроводниковые оптические усилители (SOA) и волноводные усилители, легированные эрбием (EDWA) до их пределов. Эти перестраиваемые лазеры обеспечивают высокий уровень выходной мощности, позволяя проводить тестирование и измерение нелинейных эффектов.

Встроенная модуляция

Функция встроенной модуляции источников 81940A, 81960A, 81980A, 81949A и 81989A включает эффективный и простой метод временного затухания (TDE - Time-domain extinction) для испытаний оптических усилителей на основе эрбия. Также поддерживается тестирование переходных процессов в оптических усилителях посредством имитации событий добавления и уменьшения каналов.

Функция подавления ВРМБ обеспечивает высокую выходную мощность

Новая функция подавления вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ) предотвращает появление отражения, вызванного ВРМБ. Это позволяет подавать высокую мощность в длинные оптические волокна без модуляции интенсивности.

Компактные перестраиваемые лазерные источники 81960A, 8194xA, 8198xA и 81950A (продолжение)

www.keysight.com/find/tls

	81980A, 81940A	81960A	Перестраиваемый системный источник 81950A
Диапазон длин волн	от 1465 до 1575 нм (81980A) от 1520 до 1630 нм (81940A)	от 1505 до 1630 нм	от 1527,60 до 1565,50 нм (от 196,25 до 191,50 ТГц, 81950A-210) от 1570,01 до 1608,76 нм (от 190,95 до 186,35 ТГц, 81950A-201)
Разрешение по длине волны	1 пм, 125 МГц при 1550 нм	0,1 пм, 12,5 МГц при 1550 нм	100 МГц (тип.), 0,8 пм при 1550 нм
Диапазон перестройки без перескока моды	Полный диапазон длин волн	Полный диапазон длин волн	
Максимальная скорость перестройки	50 нм/с	200 нм/с	< 30 с (включая стабилизацию мощности)
Диапазон/разрешение точной подстройки			±6 ГГц (тип.) / 1 МГц (тип.)
Абсолютная погрешность длины волны ¹	±20 пм, ±5 пм (тип.)	±10 пм, ±5 пм (тип.)	±22 пм (±2,5 ГГц)
Относительная погрешность длины волны	±10 пм, ±5 пм (тип.)	±7 пм, ±3 пм (тип.)	±12 пм (±1,5 ГГц)
Воспроизводимость длины волны	±2,5 пм, ±1 пм (тип.)	±2,5 пм, ±1,5 пм (тип.)	Тур, ±2,5 пм (±0,3 ГГц) ³
Нестабильность длины волны (тип.) ³	≤ ±25 пм (за 24 часа)	≤ ±0,5 пм (за 1 мин)	≤ ±2,5 пм (±0,3 ГГц) (за 24 часа) ≤ ±2,5 пм (за 15 мин)
Ширина спектральной линии (управление когерентностью выкл.)	100 кГц (тип.)	100 кГц (тип.)	100 кГц (тип.), (подавление ВРМБ выкл.)
Эффективная ширина спектральной линии (тип.), (управление когерентностью вкл.) ²	> 50 МГц (от 1525 до 1575 нм, 81980A) > 50 МГц (от 1570 до 1620 нм, 81940A)	> 50 МГц (при максимальной) постоянной выходной мощности)	
Максимальный уровень выходной мощности (непрерывная мощность во время перестройки)	> +14,5 дБм пик. ≥ +13 дБм (от 1525 до 1575 нм, 81980A) ≥ +13 дБм (от 1570 до 1620 нм, 81940A) ≥ +10 дБм (от 1465 до 1575 нм, 81980A) ≥ +10 дБм (от 1520 до 1630 нм, 81940A)	≥ +14 дБм пик. (тип.)	≥ +13,5 дБм (≥ +15 дБм, тип.) ≥ +13 дБм (от 1570 до 1620 нм) ≥ +10 дБм (от 1505 до 1630 нм)
Диапазон уровней мощности (ном.)	от +6 дБм до макс. выходной мощности	от +6 дБм до макс. выходной мощности	ослабление на 8 дБ от макс. выходной мощности
Нелинейность уровня мощности	±0,1 дБ (тип.)	±0,15 дБ (1505 нм, 1575 нм, 1630 нм)	
Нестабильность уровня мощности ³ ±0,03 дБ (за 24 часа) (тип.)	±0,01 дБ (за час) ±0,03 дБ (за 24 часа) (тип.)	±0,01 дБ (за час)	±0,03 дБ (за 24 часа) (тип.)
Неравномерность амплитудно-волновой характеристики (АВХ)	±0,3 дБ, ±0,15 дБ (тип.)	±0,2 дБ (от 1570 до 1620 нм, +13 дБм) ±0,3 дБ (во всем диапазоне длин волн)	±0,2 дБ (во всем диапазоне) (тип.)
Воспроизводимость уровня мощности (тип.)	±0,01 дБ	±0,01 дБ ±0,08 дБ ³	
Режим непрерывного свипирования, оба направления ⁵	недоступно	5 нм/с 50 нм/с 200 нм/с	недоступно
Абсолютная погрешность длины волны (тип.)	недоступно	±5 пм ±8 пм ±15 пм	недоступно
Воспроизводимость длины волны (тип.) ⁶	недоступно	±0,8 пм ±2 пм ±3 пм	недоступно
Динамическая воспроизводимость мощности (тип.) ⁶	недоступно	±0,01 дБ ±0,02 дБ ±0,04 дБ	недоступно
Коэффициент подавления боковой моды (тип.) ²	≥ 50 дБ	≥ 50 дБ	50 дБ
Отношение сигнал/спонтанное излучение источника ⁴	≥ 45 дБ/нм ² 48 дБ/нм (от 1525 до 1575 нм, 81980A) ² 48 дБ/нм (от 1570 до 1620 нм, 81940A) ²	≥ 45 дБ/нм (+10 дБм) ≥ 50 дБ/нм (от 1525 до 1620 нм, +12 дБм)	50 дБ/1 нм (тип.) ²
Отношение сигнал/полное спонтанное излучение источника (тип.) ²	≥ 25 дБ ≥ 30 дБ (от 1525 до 1575 нм, 81980A) ≥ 30 дБ (от 1570 до 1620 нм, 81940A)	≥ 25 дБ (+10 дБм) ≥ 30 дБ (от 1525 до 1620 нм, +12 дБм)	
Относительная интенсивность шума (RIN) (тип.) ²	-145 дБ/Гц	-145 дБ/Гц (от 0,1 до 6 ГГц)	-145 дБ/Гц (от 10 МГц до 40 ГГц)
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	75 мм x 32 мм x 335 мм	75 мм x 32 мм x 335 мм	75 мм x 32 мм x 335 мм

[1] В день калибровки.

[2] При макс. выходной мощности, нормируемой на диапазоне длин волн.

[3] При постоянной температуре ± 0,5 К.

[4] Значение для разрешения по полосе пропускания 1 нм.

[5] Для диапазона свипирования от 1510 до 1625 нм. Для 200 нм/с диапазон свипирования от 1528 до 1608 нм.

[6] Воспроизводимость в пределах того же направления. При скорости 200 нм/с нормируемое значение удваивается при свипировании от большей к меньшей длине волны

Информация для заказа

81960A-162 Компактный перестраиваемый лазер с быстрым свипированием, от 1505 до 1630 нм, режимы ступенчатой перестройки и быстрого свипирования

81940A Компактный перестраиваемый лазерный источник L-диапазона, от 1520 до 1630 нм, режимы ступенчатой перестройки и быстрого свипирования

81980A Компактный перестраиваемый лазерный источник C-диапазона, от 1465 до 1575 нм, режимы ступенчатой перестройки и быстрого свипирования

81950A-210 Перестраиваемый системный источник C-диапазона, от 1465 до 1575 нм, режим ступенчатой перестройки

81950A-201 Перестраиваемый системный источник L-диапазона, от 1520 до 1630 нм, режим ступенчатой перестройки

a) Все перестраиваемые лазеры необходимо заказывать с одной опцией соединителя.

b) Опция 071 для оптического волокна, сохраняющего состояние поляризации (PMF), прямой выход (недоступно для 81960A).

c) Опция 072 для оптического волокна, сохраняющего состояние поляризации (PMF), угловой выход.

d) Требуется один интерфейс соединителей серии 81000xl компании Keysight.

Перестраиваемые лазерные источники N7711A и N7714A

www.keysight.com/find/tls

Перестраиваемые лазерные источники N7711A и N7714A

- Компактный прибор с одним или четырьмя портами с шириной в половину приборной стойки и высотой 1U
- Гибкие возможности по конфигурированию каналов С- и L-диапазонов длин волн (N7714A)
- Возможность настройки на любую сетку длин волн (ITU-T 100 ГГц, 50 ГГц, 25 ГГц или на сетку с произвольным интервалом) или использования установки длины волны без применения сетки
- Узкая спектральная линия излучения лазера менее 100 кГц и возможность настройки сетки смещения более ± 6 ГГц идеально подходят для тестирования когерентных смесителей и оптических сигналов с новыми сложными форматами модуляции
- Уровень выходной мощности до +15 дБм с диапазоном регулировки мощности 8 дБ
- Выход для подключения оптоволокна с сохранением поляризации

Новые перестраиваемые лазеры N7711A и N7714A компании Keysight являются, соответственно, однопортовыми и четырехпортовыми источниками, доступными для С- или L-диапазонов длин волн. Узкая спектральная линия и возможность точной настройки сетки смещения делают N7711A и N7714A идеальными источниками, способными обеспечить реалистичную загрузку новейших систем передачи.



Однопортовый перестраиваемый лазерный источник N7711A



Четырехпортовый перестраиваемый лазерный источник N7714A

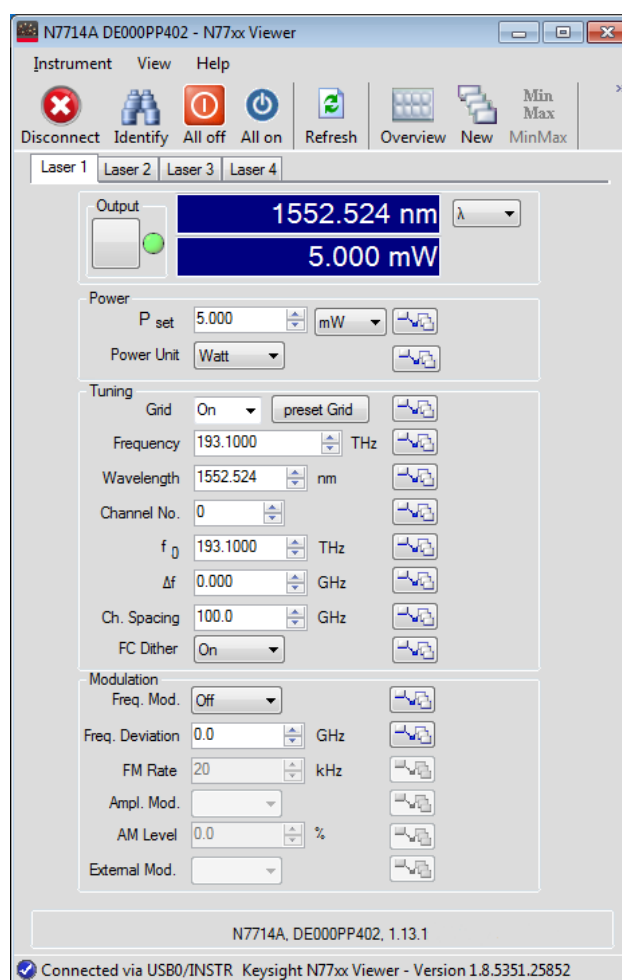
N7711A и N7714A представляют собой лазерные источники со ступенчатой перестройкой в пределах любой сетки частот в С-диапазоне (от 1527,60 до 1565,50 нм; от 196,25 до 191,50 ТГц) или в L-диапазоне (от 1570,01 до 1608,76 нм; от 190,95 до 186,35 ТГц). Уровень выходной мощности до +15 дБм и ширина спектральной линии менее 100 кГц идеальны для имитации современных передатчиков систем DWDM. При необходимости можно активировать подавление вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ).

Режимы перестройки для разнообразных применений

Каждый индивидуальный лазер в N7711A и N7714A имеет такие же режимы перестройки, как и в 81950A: в режиме настройки канала длина волны источника (или частота, соответственно) определяется выбором индекса канала, нулевой частоты и шага сетки; возможно использование сеток стандарта ITU-T, а также специализированных сеток. В режиме установки длины волны лазер работает без использования сетки и имеет возможность перестройки на любую точку длины волны в пределах своего диапазона, как и любые другие перестраиваемые лазеры компании Keysight. В обоих режимах каждый лазер работает независимо и имеет возможность точной подстройки на ± 6 ГГц при включенной выходной мощности.

Приложение 77-Viewer: простой в использовании графический интерфейс пользователя

Графический интерфейс пользователя на базе Windows приложения 77-Viewer обеспечивает гибкое и исчерпывающее управление прибором.



Перестраиваемые лазерные источники N7711A и N7714A (продолжение)

www.keysight.com/find/tls

Технические характеристики N7711A и N7714A (применимы на сетке ITU-T 50 ГГц по истечении времени установления рабочего режима)		
Длина волны	Опции 210, 222, 240	Опции 201, 222, 204
Диапазон длин волн	от 1527,60 до 1565,50 нм (от 196,25 до 191,50 ТГц)	от 1570,01 до 1608,76 нм (от 190,95 до 186,35 ТГц)
Диапазон точной подстройки	±6 ГГц (тип.)	
Разрешение точной подстройки	1 МГц (тип.)	
Абсолютная погрешность длины волны	±22 пм (±2,5 ГГц)	
Относительная погрешность длины волны	±12 пм (±1,5 ГГц)	
Воспроизводимость длины волны	±2,5 пм (±0,3 ГГц) (тип.)	
Нестабильность длины волны	±2,5 пм (±0,3 ГГц) за 24 часа (тип.)	
Время перестройки, включая стабилизацию мощности	< 30 с (тип.)	
Оптическая мощность		
Максимальный уровень выходной мощности	≥ +13,5 дБм ≥ +15 дБм (тип.)	
Нестабильность уровня мощности	±0,03 дБ за 24 часа (тип.)	
Неравномерность амплитудно-волновой характеристики (ABX)	±0,2 дБ (во всем диапазоне длин волн) (тип.)	
Воспроизводимость уровня мощности	±0,08 дБ (тип.)	
Спектральные характеристики		
Ширина спектральной линии	< 100 кГц (подавление вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ) выключено) (тип.)	
Коэффициент подавления боковой моды (SMSR)	50 дБ (тип.)	
Спонтанное излучение источника (SSE)	50 дБ/ 1 нм (тип.) 60 дБ/ 0,1 нм (тип.)	
Относительная интенсивность шума (RIN)	−145 дБ/Гц (от 10 МГц до 40 ГГц) (тип.)	
Негарантированные технические характеристики N7711A и N7714A		
Шаг сетки	100, 50, 25 ГГц, произвольная сетка или без сетки	
Выходная мощность		
Диапазон ослабления уровня мощности	8 дБ	
Разрешение установки уровня мощности	0,1 дБ	
Остаточная выходная мощность (затвор закрыт)	≤ −45 дБм	
Вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна (ВРМБ)		
Диапазон частотной модуляции (ЧМ) (размах) для подавления ВРМБ	от 0 до 1 ГГц	
Частота дитеринга (размывания) для подавления ВРМБ	20,8 кГц	

Модули лазерных источников с распределённой обратной связью 81663A

www.keysight.com/find/oct

Модули лазерных источников с распределённой обратной связью высокой мощности 81663A наилучшим образом подходят для тестирования с несколькими фиксированными длинами волн. Примером может служить тестирование компонентов пассивных оптических сетей (PON).

- Центральные длины волн: 1310 нм, 1490 нм, 1510 нм, 1550 нм, 1625 нм
- Возможность точной подстройки: ± 500 пм
- Превосходная стабильность уровня выходной мощности и длины волны
- Уровень выходной мощности до 20 мВт



Модули 81663A обеспечивают уровень выходной мощности +13 дБм, чтобы компенсировать потери мощности в современных испытательных системах. Превосходная стабильность уровня выходной мощности и длины волны чрезвычайно важны для точных измерений вносимых потерь (IL) и поляризационно-зависимых потерь (PDL) на длинах волн сетей PON.

Приложения

- Тестирование вносимых потерь (IL) и поляризационно-зависимых потерь (PDL) компонентов сетей PON
- Измерения типа "стимул/отклик" в сетях PON

Опции модуля 81663A	131	149	151	155	162
Технические характеристики применимы при максимальной установленной мощности					
Тип	Лазер непрерывного излучения с распределенной обратной связью со встроенным изолятором				
Центральная длина волны ^{[1] [2]}	1310 нм ± 5 нм	1490 нм ± 3 нм	1510 нм ± 3 нм	1550 нм ± 3 нм	1625 нм ± 3 нм
Диапазон перестройки	> ± 500 пм (тип.)				
- Разрешение дисплея	10 пм				
- Воспроизводимость ^[4]	± 5 пм (± 2 пм, тип.)				
- Нестабильность (за 15 мин) ^{[3] [4]}	± 5 пм (± 2 пм, тип.)				
- Нестабильность (за 24 часа) ^{[3] [4]}	± 5 пм (тип.)				
Тип оптоволокна	Panda PMF 9 / 125 мкм				
Выходной соединитель ^[6]	Совместим с угловым контактом APC, ASC, DIN47256/4108				
Мощность	> +13 дБм (20 мВт) (тип.)				
- Максимальный выходной уровень ^[5]	$\pm 0,003$ дБ (тип.)				
- Нестабильность в режиме непрерывной генерации (за 15 мин) ^[4]	$\pm 0,01$ дБ (тип.)				
- Нестабильность в режиме непрерывной генерации (за 24 часа) ^{[3] [4]}					
Коэффициент подавления боковой моды (SMSR) ^[5]	50 дБ (тип.)				
Коэффициент затухания поляризации (PER)	> 20 дБ (тип.)				
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	75 x 32 x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюйма)				
Масса	0,5 кг				
Периодичность калибровки	2 года				
Диапазон рабочих температур	от 15 до 35 °C				
Время установления рабочего режима ^[3]	60 мин				

[1] Центральная длина волны отображается на дисплее по умолчанию.

[2] Разрешение при перестройке через GPIB < 10 пм.

[3] Если прибор до этого хранился при той же температуре в течение 20 мин.

[4] При контролируемой температуре окружающей среды ($\Delta T = \pm 1$ °C).

[5] При максимальной установленной мощности и длине волны по умолчанию на конце одномодового коммутационного шнура длиной 2 м.

[6] Интерфейс соединителя не включён.

Модули лазеров с резонатором Фабри-Перо 8165xA

www.keysight.com/find/oct

- Одномодовое оптоволокно с длиной волны 1310, 1550 или 1310/1550 нм и многомодовое с длиной волны 850 нм
- Выходная мощность 20 мВт
- Превосходные значения нестабильности уровня мощности в режиме непрерывного излучения $< \pm 0,005$ дБ (за 15 мин.)
- Проверка стабильности характеристик коммутационных шнуров, ответвителей и соединителей



Модули лазеров с резонатором Фабри-Перо, доступные в виде одно- и двухволновых источников, нечувствительны к обратным отражениям, а также стабилизированы для кратковременных и долговременных режимов работы.

Гибкое конфигурирование

Лазерные источники с резонатором Фабри-Перо 8165xA представляют собой семейство сменных модулей для оптической испытательной платформы Keysight и обеспечивают идеальное определение параметров мощности и потерь оптических компонентов и волокон с длинами волн 850 нм, 1310 нм и 1550 нм, в основном применяемых в системах оптической связи, включая современную технологию сетей с доведением оптического кабеля до оборудования пользователя (FTTH - Fiber To The Home) и приложения короткой досягаемости, такие как Fibre Channel и Gigabit Ethernet.

Идеальное решение для измерения вносимых, обратных и поляризационно-зависимых потерь

Лазерный источник компании Keysight с резонатором Фабри-Перо в сочетании с широким спектром измерителей мощности (или оптических головок) образует базовую испытательную установку для определения параметров вносимых потерь (IL). Функциональность измерителя мощности и удобная передняя панель позволяют немедленно отображать результаты измерения вносимых потерь. Модуль для измерения обратных потерь 8161xA может использовать внешний лазерный источник, например, лазер с резонатором Фабри-Перо для подготовки к проведению измерений обратных потерь (RL). Добавление контроллера поляризации 8169A или N7785B позволяет проводить испытания поляризационных свойств оптических компонентов.

Источник с длиной волны 850 нм

Для длины волны 850 нм предлагается специальный модуль 81655A с опцией E03 с многомодовым выходом 50/125 мкм.

Модули высокой мощности, +13 дБм	81655A	81656A	81657A
Тип	Лазер с резонатором Фабри-Перо		
Центральная длина волны ^[1]	1310 нм $\pm$ 15 нм	1550 нм $\pm$ 15 нм	1310/1550 нм $\pm$ 15 нм
Тип волокна	Одномодовое 9/125 мкм		
Спектральная ширина полосы (СКЗ) ^{[1] [2]}	$< 5,5$ нм (высокая мощность)	$< 7,5$ нм (высокая мощность)	$< 5,5$ нм/ $7,5$ нм (высокая мощность)
Выходная мощность	$> + 13$ дБм (20 мВт) (высокая мощность)		
Нестабильность уровня мощности в режиме непрерывного излучения ^{[3] [4]}	$< \pm 0,005$ дБ $< \pm 0,003$ дБ при активном управлении когерентностью (тип.) $\pm 0,03$ дБ (тип.) $\pm 0,003$ дБ (тип.)		
Кратковременная (за 15 мин.)			
Долговременная (за 24 часа)			
Из-за обратных отражений (обратные потери ³ 14 дБ)			
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	75 x 32 x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюйма)		
Масса	0,5 кг		
Межкалибровочный интервал	2 года		
Диапазон рабочих температур	От 0 до 45 °C		
Влажность	Без конденсации влаги		
Время установления рабочего режима	60 минут ^[3]		

[1] Центральная длина волны отображается на дисплее.

[2] СКЗ: среднеквадратическое значение.

[3] Время установления рабочего режима 20 мин., если до этого прибор хранился при той же температуре.

[4] При контролируемой температуре окружающей среды ($\Delta T = \pm 1$ °C).

Дополнительные технические характеристики:

Режим встроенной цифровой модуляции:

270 Гц, 330 Гц, 1 кГц, 2 кГц, а также произвольный выбор от 200 Гц до 10 кГц.
 Все выходные сигналы имеют форму импульса, коэффициент заполнения 50 %.
 Внутреннее управление когерентностью для уширения спектральной линии

Ослабление выходного сигнала:

Выходная мощность всех модулей источников может быть ослаблена с коэффициентом от 0 до 6 дБ с шагом 0,1 дБ.

Многопортовые измерители оптической мощности N7744A и N7745A

www.keysight.com/find/mppm

- Патентованная 4-портовая система сопряжения оптических соединителей для подключения соединителей типа FC, SC, LC, MU и оптоволокна без оболочки
- Запоминание до 1 миллиона значений мощности на канал для обеспечения высокой скорости сбора и передачи данных при измерениях
- Минимальное время усреднения 1 мкс обеспечивает высокое разрешение по времени и измерения быстро изменяющихся уровней мощности
- Интерфейсы LAN, USB и GPIB для программирования прибора
- Широкий динамический диапазон и высокая пропускная способность для точных высокоскоростных измерений спектральных характеристик
- Совместимость по программным кодам с платформой системы для оптических измерений компании Keysight



Многопортовый измеритель оптической мощности N7745A с интерфейсами N7740ZI, N7740FI, N7740BI, N7740KI (слева направо) для одновременного подключения 4-х соединителей

До восьми каналов измерителя мощности в небольшом корпусе

Оптические измерители мощности N7744A и N7745A компании Keysight с четырьмя или восемью каналами датчиков мощности обеспечивают возможность повышения объема выпуска продукции и производительности труда на производственных предприятиях.

Тестирование многопортовых устройств

Данные измерители оптической мощности представляют собой ведущие в отрасли технические решения для подключения устройств, высокоскоростного сбора данных измерения и их быстрой передачи для последующей обработки. Многопортовый измеритель мощности позволяет создавать решения для измерений всех многопортовых устройств, например, мультиплексоров, разветвителей (сплиттеров) пассивных оптических сетей (PON), коммутаторов спектральных каналов (WSS) и реконфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода (ROADM). Кроме того, он может использоваться для одновременного тестирования нескольких однопортовых устройств. Эти измерители мощности легко интегрируются с перестраиваемыми лазерными источниками, используя программное обеспечение N7700A для измерений вносимых (IL) и поляризационно-зависимых потерь (PDL).

Непрерывная регистрация данных

Каждый канал имеет память объемом 1 Мвыб и дополнительный буфер объемом 1 Мвыб. Время регистрации (сбора данных) может быть установлено от 1 мкс до 10 с. Буфер обеспечивает пересылку данных в компьютер во время измерений для непрерывного измерения и контроля быстро изменяющегося уровня мощности.

Надежное четырехпортовое оптическое подключение с помощью нового счетверенного адаптера

В измерителях мощности используется уникальное решение для подключения оптических соединителей N7740xI, представляющее собой счетверенные адаптеры с фиксирующейся защелкой. Тестируемое устройство можно подключить к счетверенному адаптеру, даже если прибор в это время тестирует другое устройство. Затем счетверенный адаптер можно быстро подключить к прибору, обеспечивая повторяемые высокоточные подключения. Использование счетверенных адаптеров упрощает выравнивание ключей соединителей, что особенно важно для приборов, устанавливаемых в стойке, и облегчает подключение портов в требуемом порядке, помогая избежать ошибок и повреждения соединителей. Счетверенный адаптер также можно использовать со стандартными решениями для подключения оптоволокна без оболочки серии 81000Bx компании Keysight.

Многопортовые измерители оптической мощности	N7744A и N7745A
Чувствительный элемент приёмника	Арсенид галлия-индия (InGaAs)
Диапазон длин волн	От 1250 до 1650 нм
Нормированный диапазон длин волн	От 1250 до 1625 нм (если не указано иное)
Диапазон измерения мощности	От -80 до +10 дБм
Максимально допустимый уровень мощности	+16 дБм
Возможности регистрации данных	1 миллион точек на порт
Время усреднения	От 1 мкс до 10 с
Применимый тип оптоволокна	Стандартное одномодовое и многомодовое с диаметром сердцевинки ≤ 62,5 мкм, числовая апертура ≤ 0,24
Погрешность при нормальных условиях эксплуатации	±2,5%
Суммарная погрешность	±4,5%
Относительная погрешность между портами	± 0,05 дБ (тип.)
Нелинейность при 23 ± 5 °C/ в диапазоне рабочих температур	±0,02 дБ ± 3 пВт/ ±0,04 дБ ± 5 пВт
Чувствительность, зависящая от поляризации	< ±0,015 дБ (от 1520 до 1580 нм); < ±0,01 дБ (1250 до 1580 нм) (тип.)
Шум (размах) (темновой)	7 пВт (время усреднения 1 с, время наблюдения 300 с)
Обратные потери	> 50 дБ (от 1520 до 1580 нм); > 57 дБ (от 1280 до 1580 нм) (тип.)
Диапазон рабочих температур	От +5 до +40 °C
Относительная влажность (рабочие условия)	От 15 до 95%, без конденсации влаги
Условия хранения	От -40 до +70 °C
Время установления рабочего режима	20 мин.
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	372 мм x 212 мм x 43 мм
Масса	3 кг (6 фунтов)

Высококчувствительные измерители оптической мощности N7747A и N7748A

www.keysight.com/find/jet

Измерители оптической мощности N7747A и N7748A

обеспечивают высочайшие оптические характеристики, предлагаемые в платформе N77 для компактных автоматизированных измерительных систем, включая высочайшую чувствительность, доступную с уровня -110 дБм, и, соответственно, низкий уровень шумов и высокую стабильность для точных измерений и контроля слабых сигналов и малых изменений сигналов. Это поддерживается высокой относительной точностью измерения мощности с низкой зависимостью от поляризации и низкой спектральной неравномерностью. Высокая чувствительность и 9 диапазонов измерения мощности, разнесенные на 10 дБ, обеспечивают очень широкий динамический диапазон с превосходной линейностью.

Эти приборы объединяют в себе испытанные оптические характеристики модулей датчиков мощности 81634B с большим объемом памяти, высокой скоростью передачи данных и малой занимаемой площадью платформы серии N77xx. Восемь высокочувствительных измерителей оптической мощности размещены в блоке высотой 1U. Оптические соединения выполняются с помощью взаимозаменяемой системы сопряжения соединителей серии 81000xI, что позволяет легко адаптировать прибор к различным типам соединителей для оптоволоконна. Каждый оптический порт имеет 2 буфера памяти, каждый из которых способен регистрировать до 1 Мвыб. Возможность выгрузки данных из одного буфера в то время, когда другой записывает результаты измерений, обеспечивает непрерывный контроль в течение длительных интервалов времени с высокой чувствительностью, позволяющей различать слабые изменения сигнала. Подробная информация о программировании регистрации данных приведена в рекомендациях по применению 5990-3710. Функциональные возможности аналогичны возможностям N7744A и N7745A за исключением того, что высокочувствительные модели используют более узкую полосу частот для достижения характеристик с низким уровнем шума.

Как и у головок для измерения оптической мощности 81634B и 8162*B, каждый оптический канал измерителей N7747A и N7748A оснащен аналоговым выходом, который дает сигнал с напряжением от 0 до 2 В, пропорциональный оптической мощности, отмасштабированный в соответствии с выбранным пределом измерения мощности и позволяющий осуществлять аналоговый контроль сигналов с полосой частот до 5 кГц.

Эти приборы оснащены интерфейсами USB, LAN и GPIB для управления с помощью набора команд SCPI, который также используется и для измерителей оптической мощности 816x, N7744A и N7745A. Также могут быть использованы обновленные версии приложения с графическим интерфейсом пользователя N77xx Viewer и драйвера VXI Plug&Play 816x.



Измерители оптической мощности	N7747A и N7748A
Чувствительный элемент приёмника	Арсенид галлия-индия (InGaAs)
Диапазон длин волн	От 800 до 1700 нм
Диапазон измерения мощности	От -110 до $+10$ дБм
Максимально допустимый уровень мощности на входе	$+16$ дБм
Применимый тип оптоволоконна	Стандартное одномодовое и многомодовое, диаметр сердцевины ≤ 100 мкм, числовая апертура $\leq 0,3$
Погрешность при нормальных условиях ¹	$\pm 2,5\%$
Суммарная погрешность ^{2,3}	$\pm 4,5\%$
Чувствительность, зависящая от поляризации ⁴	$< \pm 0,005$ дБ
Спектральная неравномерность (вследствие интерференции) ⁵	$< \pm 0,005$ дБ
Нелинейность ^{3,6}	$< \pm 0,015$ дБ (при $23^\circ \pm 5^\circ\text{C}$) $< \pm 0,05$ дБ (в диапазоне рабочих температур) $< \pm 0,005$ дБ (фикс. предел измерения мощности, в пределах 10 дБ ниже установки предела)
Шум (размах, темновой) ⁷	$< 0,2$ пВт (от 1200 до 1630 нм)
Дрейф	
Обратные потери	> 55 дБ
Аналоговый выход	от 0 до 2 В (не подавать внешнее напряжение на этот соединитель), выходной импеданс 600 Ом (тип.), макс. входное напряжение ± 10 В
АЧХ (на уровне -3 дБ, также для аналогового выхода)	5,0 кГц (диапазон от $+10$ дБм до -20 дБм) 4,0 кГц (диапазон от -30 дБм до -40 дБм) 0,3 кГц (диапазон от -40 дБм до -70 дБм)
Время усреднения	от 10 мкс до 10 с
Возможности регистрации данных	2 буфера на порт, каждый объемом 1 миллион точек измерения

1. Нормальные условия:

Уровень мощности 10 мкВт (-20 дБм), непрерывная генерация (НГ), волокно 50 мкм с градиентным показателем преломления, числовая апертура = 0,2, температура окружающей среды $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, на день калибровки (добавить $\pm 0,3\%$ на старение за 1 год, добавить $\pm 0,6\%$ за 2 года), ширина спектральной линии источника < 10 нм (полная ширина на уровне полу максимума), установка длины волны датчика мощности должна соответствовать длине волны источника $\pm 0,4$ нм.

2. Рабочие условия:

волокно ≤ 50 мкм; числовая апертура $\leq 0,2$; соединители с муфтой 2,5 мм с плоской гранью (смещение конца волокна не более 0,3 мм от сечения 2,5 мм) с прямой или угловой полировкой торцов волокна; в течение 1 года после калибровки, добавить 0,3% для второго года; диапазон рабочих температур соответствует установленному техническим условиям; влажность: без конденсации влаги.

3. Исключая шум и дрейф.

4. Все состояния поляризации при постоянной длине волны (1550 ± 30 нм) и постоянном уровне мощности, прямой соединитель, $T = 23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Для углового соединителя (8°) добавить $\pm 0,01$ дБ (тип.).

5. Условия испытаний: длина волны 1550 ± 30 нм, фиксированное состояние поляризации, постоянный уровень мощности, температура $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, ширина спектральной линии источника ≥ 100 МГц, угловой соединитель 8° .

6. Непрерывная генерация, от -90 до $+10$ дБм, от 1000 до 1630 нм.

7. Время усреднения 1 с, $T = 23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, $\Delta T \pm 1^\circ\text{C}$, время наблюдения 300 с.

Измерители оптической мощности 8163xA/B и 8162xB

www.keysight.com/find/oct

- Полный диапазон длин волн от 450 до 1800 нм
- Низкая погрешность измерений $\leq \pm 0,8\%$ при нормальных условиях
- Низкие поляризационно-зависимые потери $\leq \pm 0,005$ дБ для поляризационно-чувствительных испытаний
- Широкий динамический диапазон 55 дБ при измерениях с одним циклом свипирования
- Измерения высоких уровней мощности до +40 дБм
- Поддержка тестирования большого числа каналов с использованием двухканального датчика мощности
- Поддержка приложений с оптоволоком без оболочки и открытым лучом с использованием детектора 5 мм
- Синхронные измерения с помощью лазерного источника или внешней модуляции



Широкий ряд оптических датчиков мощности и оптических головок для измерения мощности

Компания Keysight является лидером в области разработки и производства оборудования для оптических измерений с начала 1980-х годов, предлагая превосходные лазерные источники, надежные модули датчиков мощности и большие детекторные оптические головки.

Приборы для измерения мощности доступны в двух форматах: автономные модули датчиков мощности с соединителем на передней панели для подключения оптоволокну и внешние головки для измерения мощности, которые соединяются с базовым блоком с помощью интерфейсных модулей 81618A или 81619A (двухканальный), обеспечивая гибкие возможности размещения головок при подключении.

Устройства для измерения мощности внешних лучей с большим детектором диаметром 5 мм используются во многих оптических конфигурациях в свободном пространстве.

Гибкая система сопряжения соединителей позволяет использовать один и тот же прибор со множеством различных типов оптических соединителей.



Головка на основе InGaAs со светомерным шаром 81628B

Тестирование пассивных компонентов

Для разработки или производства многоканальных устройств, таких как устройства CWDM и решетки на основе массива волноводов AWG, требуется проведение точных измерений при минимальной стоимости. Модульная конструкция обеспечивает гибкость, позволяя добавлять измерители мощности или базовые блоки для использования в приложениях с большим количеством каналов или широким динамическим диапазоном. Оптическая головка поддерживает тестирование оптических устройств в свободном пространстве, таких как тонкопленочные фильтры, и юстировку волноводов. Детектор размером 5 мм и протяженная перемещаемая зона досягаемости обеспечивают простоту манипулирования.

Тестирование активных компонентов

В настоящее время разрабатываются усилители высокой мощности и источники для передачи сигналов на большие расстояния и работы в средах с большими потерями в сложных системах. Решения Keysight позволяют проводить измерения больших уровней мощности до +40 дБм без аттенюатора, который может вносить дополнительную погрешность измерения.

Тестирование оптических компонентов в видимом диапазоне длин волн

Новая внешняя головка для измерения мощности 81623B с опцией E01 является идеальным решением для измерений в видимом или ближнем инфракрасном диапазоне, используемом, например, в сетях POS (с полимерными световодами), светодиодах видимого диапазона или инфракрасных источниках дистанционного управления. Она перекрывает диапазон длин волн от 450 до 1020 нм.

Исследования и калибровка

Низкая погрешность измерений $< \pm 2,5\%$ и низкие поляризационно-зависимые потери $< \pm 0,005$ дБ - ключевые особенности датчиков мощности компании Keysight. Все решения для измерения мощности компании Keysight обеспечивают метрологическую прослеживаемость результатов измерений к эталонам NIST (Национальный институт стандартов и технологий) (США) и РТВ (Федеральный физико-технический институт) (ФРГ). Все метрологические лаборатории сертифицированы в соответствии с требованиями ISO 17025.

Приборы обеспечивают регистрацию до 20 Квыб данных с интервалом дискретизации до 100 мкс или даже 100 Квыб данных с интервалом дискретизации 25 мкс при использовании 81636B. Регистрация данных может запускаться перестраиваемым лазерным источником для измерений спектральных характеристик со свипированием длины волны. Также имеются встроенные процедуры для измерения максимального и минимального уровней мощности, нестабильности в течение продолжительного времени, а также смещения от исходного измеренного значения. Результаты могут отображаться по выбору в мВт, дБм или дБ.

Критерии выбора измерителей оптической мощности (также см. страницу 38)

Оптические датчики мощности

- 81635A: двухканальный датчик, наименьшая стоимость
- 81634B: самый точный датчик, наивысшая чувствительность
- 81636B: быстрый датчик мощности, 100 Квыб, усреднение 25 мкс, наиболее широкий динамический диапазон при регистрации данных
- 81630B: датчик для наиболее высокого уровня мощности

Оптические головки для измерения мощности

- 81623B: головка общего назначения на основе Ge, характеристики также нормируются для 850 нм
- 81624B: головка на основе InGaAs, наивысшая точность
- 81626B: головка на основе InGaAs, высокая мощность и высокая относительная точность
- 81628B: головка на основе InGaAs со светомерным шаром, самая высокая мощность и точность на больших уровнях мощности

Измерители оптической мощности 8163xA/B и 8162xB

www.keysight.com/find/oct

Измерители оптической мощности	81635A	81634B	81630B
Чувствительный элемент приёмника	InGaAs (двухканальный)	InGaAs	InGaAs
Диапазон длин волн	от 800 до 1650 нм	от 800 до 1700 нм	от 970 до 1650 нм
Пределы измерения мощности	от -80 до +10 дБм	от -110 до +10 дБм	от -70 до +28 дБм
Применимый тип оптоволокон	стандартное одномодовое и многомодовое, диаметр сердцевин до 62,5 мкм, числовая апертура $\leq 0,24$	стандартное одномодовое и многомодовое, диаметр сердцевин до 100 мкм, числовая апертура $\leq 0,3$	стандартное одномодовое и многомодовое, диаметр сердцевин до 100 мкм, числовая апертура $\leq 0,3$
Погрешность (точность) при нормальных условиях	$\pm 3\%$ (от 1200 до 1630 нм), тип.	$\pm 3,5\%$ (от 800 до 1200 нм) (от 1000 до 1630 нм)	$\pm 2,5\% \pm 3,0\%$ от 1255 до 1630 нм при 980 нм: $\pm 3,5\%$ (добавить $\pm 0,5\%$ на нм, если 980 нм не является центр. длиной волны) при 1060 нм: $\pm 4,0\%$ (добавить $\pm 0,6\%$ на нм, если 1060 нм не является центр. длиной волны)
Суммарная погрешность	$\pm 5,5\% \pm 200$ пВт (от 800 до 1200 нм) (тип.) $\pm 5\% \pm 20$ пВт (от 1200 до 1630 нм)	$\pm 4,5\% \pm 0,5$ пВт (от 1000 до 1630 нм)	$\pm 5\% \pm 1,2$ нВт (от 1255 до 1630 нм) при 980 нм: $\pm 5,5\% \pm 1,2$ нВт (добавить $\pm 0,5\%$ на нм, если 980 нм не является центр. длиной волны) при 1060 нм: $\pm 6,0\% \pm 1,2$ нВт (добавить $\pm 0,6\%$ на нм, если 1060 нм не является центр. длиной волны)
Относительная погрешность – вследствие поляризации – спектральная неравномерность (вследствие интерференции)	$< \pm 0,015$ дБ (тип.) $< \pm 0,015$ дБ (тип.)	$< \pm 0,005$ дБ $< \pm 0,005$ дБ	$< \pm 0,01$ дБ $< \pm 0,005$ дБ
Нелинейность (уровень мощности)	НГ: от -60 до +10 дБм	НГ: от -90 до +10 дБм	НГ: от -50 до +28 дБм (от 970 до 1630 нм)
– при 23°C $\pm 5^\circ\text{C}$	$< \pm 0,02$ дБ (от 800 до 1200 нм) (тип.) $< \pm 0,02$ дБ (от 1200 до 1630 нм)	$< \pm 0,015$ дБ (от 1000 до 1630 нм)	$\leq \pm 0,05$ дБ
– в рабочем диапазоне температур	$< \pm 0,06$ дБ (от 800 до 1200 нм) (тип.) $< \pm 0,06$ дБ (от 1200 до 1630 нм)	$< \pm 0,05$ дБ (от 1000 до 1630 нм)	$\leq \pm 0,15$ дБ
Обратные потери	> 40 дБ	> 55 дБ	> 55 дБ
Шум (размах)	< 200 пВт (от 800 до 1200 нм) (тип.) < 20 пВт (от 1200 до 1630 нм)	$< 0,2$ пВт (от 1200 до 1630 нм)	$< 1,2$ нВт (от 1255 до 1630 нм)
Время усреднения (мин.)	100 мкс	100 мкс	100 мкс
Аналоговый выход	Нет	Включён	Включён
Максимально допустимый уровень мощности на входе	$> +16$ дБм	+16 дБм	28,5 дБм
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	75 мм x 32 мм x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюймов)	75 мм x 32 мм x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюймов)	75 мм x 32 мм x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюймов)
Масса	0,5 кг	0,5 кг	0,6 кг
Рекомендованный межкалибровочный интервал	2 года	2 года	2 года
Диапазон рабочих температур	от +10 до +40 °C	от 0 до +45 °C	от 0 до +35 °C
Относительная влажность	без конденсации влаги	без конденсации влаги	без конденсации влаги
Время установления рабочего режима	20 мин.	20 мин.	20 мин.

Измерители оптической мощности	81636B
Чувствительный элемент приёмника	InGaAs
Диапазон длин волн	от 1250 до 1640 нм
Пределы измерения мощности	от -80 до +10 дБм
Применимый тип оптоволокон	стандартное одномодовое и многомодовое, диаметр сердцевин до 62,5 мкм, числовая апертура $\leq 0,24$
Погрешность (точность) при нормальных условиях	$\pm 3\%$ (от 1260 до 1630 нм)
Суммарная погрешность	$\pm 5\% \pm 20$ пВт (от 1260 до 1630 нм)
Относительная погрешность – вследствие поляризации – спектральная неравномерность (вследствие интерференции)	$< \pm 0,015$ дБ (тип.) $< \pm 0,015$ дБ (тип.)
Нелинейность (уровень мощности)	НГ: от -60 до +10 дБм, (от 1260 до 1630 нм)
– При 23°C $\pm 5^\circ\text{C}$	$< \pm 0,02$ дБ
– В диапазоне рабочих температур	$< \pm 0,06$ дБ

Измерители оптической мощности 8163xA/B и 8162xB (продолжение)

www.keysight.com/find/oct

Измерители оптической мощности	81636B (продолжение)
Обратные потери	> 40 дБ
Шум (размах)	< 20 пВт (от 1260 до 1630 нм)
Время усреднения (мин.)	25 мкс
Динамический диапазон в режиме ручной установки предела на пределе +10 дБм	> 55 дБ (тип.)
на пределе 0 дБм	> 55 дБ (тип.)
на пределе -10 дБм	> 52 дБ (тип.)
на пределе -20 дБм	> 45 дБ (тип.)
Шум в режиме ручной установки предела (размах) на пределе +10 дБм	НГ: от -60 до +10 дБм, от 1260 до 1630 нм
на пределе 0 дБм	< 50 нВт
на пределе -10 дБм	< 5 нВт
на пределе -20 дБм	< 1 нВт
Аналоговый выход	< 500 пВт
Аналоговый выход	Включен
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	75 мм x 32 мм x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюйма)
Масса	0,5 кг
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	2 года
Рабочий диапазон температур	от +10 °C до +40 °C
Относительная влажность	без конденсации влаги
Время установления рабочего режима	20 мин.

Измерители оптической мощности	81623B	81623B с опцией калибровки C85	81623B с опцией калибровки C01	81623B с опцией E01 (детектор на основе Si)
Применимый тип волокна/открытый луч	стандартный одномодовый и многомодовый, максимальный диаметр сердцевины 100 мкм, числовая апертура 0,3/параллельный пучок, максимальный ø 4 мм			
Чувствительный элемент приёмника	Ge, ø 5 мм			
Диапазон длин волн	от 750 до 1800 нм			
Пределы измерения мощности	от -80 до +10 дБм			
Погрешность при нормальных условиях	± 2,2% (от 1000 до 1650 нм) ± 3,0 % (тип.) (от 800 до 1000 нм)	± 2,2 % (от 1000 до 1650 нм) ± 2,5 % (от 800 до 1000 нм)	± 1,7 % (от 1000 до 1650 нм) ± 3,0 % (от 800 до 1000 нм)	± 2,2% (от 600 до 1020 нм) ^[1]
Суммарная погрешность	± 3,5% ± 100 пВт (от 1000 до 1650 нм) ± 4,0% (тип.) ± 250 пВт (от 800 до 1000 нм)	± 3,5% ± 100 пВт (от 1000 до 1650 нм) ± 3,7% ± 250 пВт (от 800 до 1000 нм)	± 3,0% ± 100 пВт (от 1000 до 1650 нм) ± 4,0% (тип.) ± 250 пВт (от 800 до 1000 нм)	± 4% ± 0,5 пВт (тип.) (от 600 до 1020 нм) ^[2]
Относительная погрешность – вследствие поляризации	< ± 0,01 дБ (< ± 0,005 дБ, тип.)			
– спектральная неравномерность (вследствие интерференции)	< ± 0,006 дБ (< ± 0,003 дБ, тип.)			
Обратные потери	(НГ: от -60 до +10 дБм)			
– при 23°C ± 5°C	< ± 0,025 дБ			
– в диапазоне рабочих температур	< ± 0,05 дБ			
Обратные потери	> 50 дБ, > 55 дБ (тип.)			
Шум (размах)	< 100 пВт (от 1200 до 1630 нм) < 400 пВт (от 800 до 1200 нм)			
Время усреднения (мин.)	100 мкс			
Аналоговый выход	Включён			
Максимально допустимый уровень мощности на входе	+16 дБм			
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	57 мм x 66 мм x 156 мм			
Масса	0,5 кг			
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	2 года			
Диапазон рабочих температур	от 0 до 40 °C			
Относительная влажность	без конденсации влаги			
Время установления рабочего режима	40 мин			

[1] Нормальные условия:

- Уровень мощности 10 Вт (-20 дБм), непрерывная генерация (НГ)
- Параллельный пучок, диаметр отверстия в центре детектора 3 мм
- Температура окружающей среды: 23 °C ± 5 °C
- На день калибровки (добавить ±0,3% на старение за 1 год, добавить ±0,6% за 2 года)
- Ширина спектральной линии источника < 10 нм (полная ширина на уровне полуэкстремума)
- Установка длины волны датчика мощности должна соответствовать длине волны источника ±0,4 нм

[2] Рабочие условия:

- Параллельный пучок, диаметр пятна в центре детектора 3 мм или волокно с соединителем с числовой апертурой ≤ 0,2 (прямой соединитель)
- Время усреднения: 1 с
- Для числовой апертуры > 0,2: добавить 1%
- В течение 1 года после калибровки, добавить 0,3% для второго года
- Ширина спектральной линии источника < 10 нм (полная ширина на уровне полуэкстремума)
- Установка длины волны датчика мощности должна соответствовать длине волны источника ±0,4 нм

Измерители оптической мощности 8163xA/B и 8162xB (продолжение)

www.keysight.com/find/oct

Измерители оптической мощности	81624B	81624B с опцией калибровки C01	81626B	81626B с опцией калибровки C01
Чувствительный элемент приёмника	InGaAs, ø 5 мм		InGaAs, ø 5 мм	
Диапазон длин волн	от 800 до 1700 нм		от 850 до 1650 нм	
Пределы измерения мощности	от -90 до +10 дБм		от -70 до +27 дБм (от 1250 до 1650 нм), от -70 до +23 дБм (от 850 до 1650 нм)	
Применимый тип оптоволокну	Стандартное одномодовое и многомодовое, максимальный диаметр сердцевины 100 мкм, числовая апертура ≤0,3		Стандартное одномодовое и многомодовое, максимальный диаметр сердцевины 100 мкм, числовая апертура ≤0,3	
Открытый луч	Параллельный пучок, макс. ø 4 мм		Параллельный пучок, макс. ø 4 мм	
Погрешность при нормальных условиях	± 2,2 % (от 1000 до 1630 нм)	± 1,5 % (от 970 до 1630 нм)	± 3,0 % (от 950 до 1630 нм)	± 2,5 % (от 950 до 1630 нм)
Суммарная погрешность	± 3,5% ± 5 пВт (от 1000 до 1630 нм)	± 2,8% ± 5 пВт (от 970 до 1630 нм)	± 5,0% ± 500 пВт (от 950 до 1630 нм)	± 4,5% ± 500 пВт, макс. 27 дБм
Относительная погрешность – вследствие поляризации	≤ ± 0,005 дБ (± 0,002 дБ, тип.)		≤ ± 0,005 дБ (± 0,002 дБ, тип.)	
– спектральная неравномерность	≤ ± 0,005 дБ (≤ ± 0,002 дБ, тип.)		≤ ± 0,005 дБ (≤ ± 0,002 дБ, тип.)	
Нелинейность (уровень мощности) – при 23 ± 5 °C	НГ: от -70 до +10 дБм, от 1000 до 1630 нм < ± 0,02 дБ		НГ: от -50 до +27 дБм, от 950 до 1630 нм < ± 0,04 дБ	
– в диапазоне рабочих температур	< ± 0,05 дБ		< ± 0,15 дБ	
Обратные потери (тип.)	60 дБ		> 45 дБ	
Шум (размах)	< 5 пВт		< 500 пВт	
Время усреднения (мин.)	100 мкс		100 мкс	
Аналоговый выход	Включён		Включён	
Максимально допустимый уровень мощности на входе	+16 дБм		+23,5 дБм (от 850 до 1250 нм)/ +27,5 дБм (от 1250 до 1650 нм)	
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	57 мм x 66 мм x 156 мм		57 мм x 66 мм x 156 мм	
Масса	0,5 кг		0,5 кг	
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	2 года		2 года	
Диапазон рабочих температур	От 0 до 40 °C		От 0 до 35 °C	
Относительная влажность	Без конденсации влаги		Без конденсации влаги	
Время установления рабочего режима	40 мин.		40 мин.	

Измеритель оптической мощности со светомерным шаром 81628B

Чувствительный элемент приёмника	InGaAs
Диапазон длин волн	от 800 до 1700 нм
Пределы измерения мощности	от -60 до +40 дБм (от 800 до 1700 нм); для работы с уровнем выше, чем 34 дБм ¹
Предельный уровень мощности	40,5 дБм
Применимый тип оптоволокну/открытый луч	одномодовый с числовой апертурой ≤ 0,2, многомодовый с числовой апертурой ≤ 0,4 / ø ≤ 3 мм, центр сферы
Погрешность при нормальных условиях	± 3,0 % (от 970 до 1630 нм)
Суммарная погрешность	(от 970 до 1630 нм) ≤ 10 дБм ± 4,0% ± 5 нВт > 10 до ≤ 20 дБм ± 4,5% > 20 до ≤ 38 дБм ± 5%
Относительная погрешность – вследствие поляризации	≤ ± 0,006 дБ (тип.)
– вследствие спектрального шума при ширине спектральной линии источника:	
от 0,1 до 100 пм	< ± 0,02 дБ (тип.)
> 100 пм	< ± 0,002 дБ (тип.)
Нелинейность (уровень мощности)	(НГ: от -40 до +38 дБм), (от 970 до 1630 нм)
≤ 10 дБм	≤ ± 0,03 дБ
> 10 до ≤ 20 дБм	≤ ± 0,09 дБ
> 37 до ≤ 38 дБм	≤ ± 0,10 дБ
	при 23 °C ± 5 °C, для рабочего диапазона температур добавить ± 0,03 дБ
Обратные потери	> 75 дБ (тип.)
Время усреднения (мин.)	100 мкс
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	55 мм x 80 мм x 250 мм
Масса	0,9 кг (без радиатора)
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	2 года
	Шум (размах) < 5 пВт
	Аналоговый выход Включён
	Диапазон рабочих температур От 0 до +40 °C
	Относительная влажность Без конденсации влаги
	Время установления рабочего режима 40 мин.

¹⁾ Для уровней оптической мощности выше 34 дБм ДОЛЖЕН использоваться прикрепленный радиатор! При непрерывной оптической мощности или среднем уровне оптической мощности выше 38 дБм адаптеры соединителей нагреваются сильнее, чем допустимо стандартом безопасности IEC 61010-1. Для оптической головки 81628B допустим уровень оптической мощности до 40 дБм, однако, работа на уровнях выше 38 дБм производится оператором на свой риск. Компания Keysight Technologies Deutschland GmbH не будет ответственна за любой ущерб, вызванный работой на уровнях мощности выше 38 дБм.

Модули для измерения обратных потерь 81610A и 81613A

www.keysight.com/find/oct

- Измерения обратных потерь (RL) в одном модуле
- Широкий динамический диапазон 75 дБ
- Встроенный лазерный источник с резонатором Фабри-Перо для длин волн 1310 нм и 1550 нм
- Использование любого внешнего лазерного источника, в том числе перестраиваемого лазера для измерения обратных потерь со свипированием
- Калибровка для повышенной точности

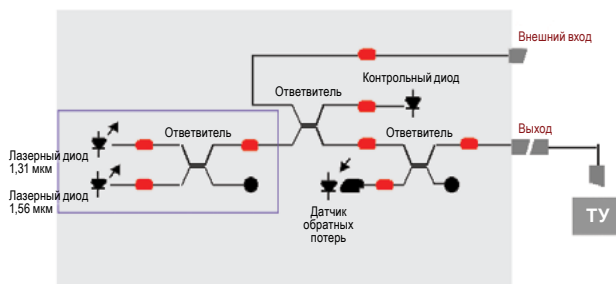


Измерение обратных потерь по принципу Plug&Play

Портативность и экономичность: один базовый блок, один модуль и одно подключение к тестируемому устройству (ТУ) - это все, что необходимо для измерения обратных потерь. Техническое решение для измерения обратных потерь компании Keysight позволяет управлять калибровкой и исключать погрешности измерений, возникающие вследствие применения ответвителя/фильтра в конструкции. Кроме того, встроенный лазер с резонатором Фабри-Перо для длин волн 1310 и 1550 нм позволяет проводить основные тесты оптических компонентов.

Применение на производстве

Благодаря наличию модуля для измерения обратных потерь, используемого совместно с измерителем мощности (желательно с оптической головкой), можно измерять вносимые и обратные потери при тестировании оптических компонентов. Встроенное прикладное программное обеспечение поддерживает пошаговый режим работы.



Модуль для измерения обратных потерь, оптическая сборка

Измерение обратных потерь со свипированием с помощью перестраиваемого лазерного источника

Характеристики современных пассивных компонентов определяются в широком диапазоне длин волн с помощью перестраиваемого лазерного источника. Концепция измерения со свипированием длины волны применима и для измерений обратных потерь с помощью перестраиваемого лазерного источника компании Keysight в режиме синхронной работы двух модулей. Пакет программных средств измерений IL/PDL (N7700A-100) для измерения поляризационно-зависимых потерь также работает с модулями для измерения обратных потерь.

	81610A		81613A	
Источник	Только внешний вход		Лазер с резонатором Фабри-Перо (встроенный)	
Уровень выходной мощности	—		– 4 дБм (тип.)	
Центральная длина волны	—		1310 нм/1550 нм ± 20 нм (тип.)	
Чувствительный элемент приёмника	InGaAs		InGaAs	
Тип волокна	Стандартное одномодовое 9/125 мкм		Стандартное одномодовое 9/125 мкм	
Внешний вход	Макс. входная мощность: 10 дБм Мин. входная мощность: 0 дБм Предельно допустимый уровень: 16 дБм		— — —	
Диапазон длин волн для внешнего входа	от 1250 до 1640 нм		—	
Динамический диапазон	70 дБ		75 дБ	
Относительная погрешность измерения обратных потерь	С широкополосным источником	С источниками Фабри-Перо компании Keysight	Пользовательская калибровка	С драйвером Plug&play
Обратные потери ≤ 55 дБ	< ± 0,25 дБ	< ± 0,5 дБ (тип.)	< ± 0,5 дБ (< ± 0,3 дБ, тип.)	< ± 0,6 дБ (тип.)
Обратные потери ≤ 60 дБ	< ± 0,3 дБ	< ± 1,0 дБ (тип.)	< ± 0,6 дБ (< ± 0,4 дБ, тип.)	< ± 1,5 дБ (тип.)
Обратные потери ≤ 65 дБ	< ± 0,65 дБ	< ± 2,0 дБ (тип.)	< ± 0,8 дБ (< ± 0,5 дБ, тип.)	—
Обратные потери ≤ 70 дБ	< ± 1,7 дБ	—	< ± 1,9 дБ (< ± 0,8 дБ, тип.)	—
Обратные потери ≤ 75 дБ	—	—	< ± 2,0 дБ (тип.)	—
Добавка к суммарной погрешности	± 0,2 дБ	± 0,2 дБ (тип.)	± 0,2 дБ	± 0,2 дБ (тип.)
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	75 мм x 32 мм x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюймов)		75 мм x 32 мм x 335 мм (2,8 x 1,3 x 13,2 дюймов)	
Масса	0,6 кг		0,6 кг	
Рекомендуемый период калибровки	2 года		2 года	
Диапазон рабочих температур	от 10 до 40 °C		от 10 до 40 °C	
Относительная влажность	без конденсации влаги		без конденсации влаги	
Время установления рабочего режима	20 мин.		20 мин.	

Анализатор поляризации N7781B

www.keysight.com/find/pol



N7781B - компактный высокоскоростной анализатор поляризации с широчайшими возможностями для анализа поляризационных свойств оптических сигналов, включая представление состояния поляризации (State of Polarization - SOP) на сфере Пуанкаре (параметры Стокса). Встроенные алгоритмы вместе со встроенными калибровочными данными гарантируют работу с очень высокой точностью в широком диапазоне длин волн.

Благодаря своей способности проводить измерения в реальном времени (1 Мвыб/с) этот прибор наилучшим образом подходит для анализа разрушенных и флуктуирующих сигналов, а также для решения задач управления, требующих учёта информации о поляризации в реальном времени.

Предусмотрены аналоговые выходные порты данных для поддержки, например, контуров управления в автоматизированных производственных испытательных системах.

Эффективный интерфейс пользователя и возможности дистанционного управления обеспечиваются пакетом программных средств измерений Polarization Navigator из комплекта приложений для фотонных измерений (Photonic Application Suite) N7700A.

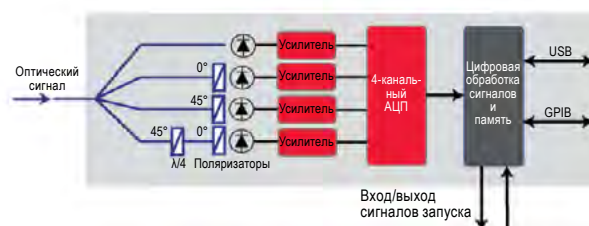
Основные характеристики

- Измерение параметров Стокса (SOP)
- Измерение степени поляризации (DOP)
- Режим работы с высоким быстродействием (> 1 Мвыб/с)
- Аналоговый выходной порт для данных DOP/SOP

Приложения

- Мониторинг/измерение следующих параметров:
 - состояние поляризации (SOP)
 - параметры Стокса
 - степень поляризации (DOP)
- Высокоскоростной анализ состояния поляризации (SOP)/степени поляризации (DOP) рециркулирующего сигнала
- Анализ коэффициента затухания оптоволоконного, сохраняющего состояние поляризации
- Анализ характеристик скремблера поляризации
- Обнаружение несанкционированного проникновения в сеть

Структурная схема анализатора поляризации N7781B



Структурная схема анализатора поляризации N7781B представлена на рисунке выше. Он включает уникальные оптические устройства поляриметра и быстродействующую систему сбора данных. Принцип измерения основан на расщеплении света на четыре пучка, которые подвергаются фильтрации при прохождении через разные поляризаторы. Результирующие четыре уровня мощности вычисляются с использованием встроенных калибровочных данных для получения точных результатов измерения SOP и DOP.

Анализатор поляризации N7781B ^[1]

Длина волны

Нормированный диапазон длин волн	от 1270 до 1375 нм (опция 300, O-диапазон) от 1270 до 1375 нм, от 1460 до 1620 нм (опция 400, O/C/L-диапазон) от 1460 до 1620 нм (опция 500, C/L-диапазон)
----------------------------------	--

Рабочий диапазон длин волн ^[2]	от 1260 до 1640 нм
---	--------------------

Анализ поляризации

Погрешность измерения состояния поляризации (SOP) ^{[3],[4]} (тип.)/ погрешность измерения степени поляризации (DOP) ^[3]	1,5° / ± 2,0%
--	---------------

Погрешность измерения DOP после пользовательской калибровки ^{[3], [5]} (тип.)	± 0,5%
--	--------

Максимальная частота дискретизации	до 1 МГц
------------------------------------	----------

Измерение оптической мощности

Относительная погрешность измерения мощности ^[3]	C/L-диапазон: ± 0,03 дБ (± 0,02 дБ, тип.) O-диапазон: ± 0,07 дБ (± 0,04 дБ, тип.)
---	--

Диапазон мощности на входе	от -50 до +7 дБм
----------------------------	------------------

Максимально допустимый уровень мощности на входе	+12 дБм
--	---------

[1] При максимальном изменении температуры окружающей среды не более ± 0,5 °C после нормализации. Технические характеристики действительны на день калибровки.

[2] Измерения состояния поляризации (SOP)/степени поляризации (DOP) возможны за пределами нормированного диапазона длин волн, если пользователь выполнит ручную калибровку.

[3] Уровень входной мощности > -30 дБм

[4] Степень поляризации (DOP) > 95%.

[5] Для пользовательской калибровки требуется источник со степенью поляризации 100%. Пользовательская калибровка действительна для фиксированной длины волны.

Анализатор коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B и устройство термоциклирования N7783B

www.keysight.com/find/pol



Серия анализаторов коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B применяется для высокоскоростного тестирования с высокой точностью коэффициента затухания поляризации (PER) в оптических волокнах, сохраняющих состояние поляризации (PM-волокнах). Поляриметрический принцип измерений гарантирует получение надежных результатов измерения значений PER до 50 дБ.

Возможность измерений в реальном времени в сочетании с интерфейсами автоматизации делает эти анализаторы идеальными для интеграции в производственные системы, например, рабочие станции с оптоволоконными выводами (пигтейлами) для тестирования лазерных диодов и компонентов плоских волноводов. Аналоговые интерфейсы предназначены для интеграции систем в приложения с замкнутой системой автоматического управления.

Основные характеристики

- Точное измерение PER до 50 дБ
- Отображение значений PER в реальном времени
- Простота использования: получение надёжных результатов независимо от знаний и навыков оператора
- Доступны методы сканирования длины волны и нагрева/растяжения
- Измерение зависимости PER от длины волны
- Обнаружение быстрой/медленной оси
- Доступны анализаторы PER для диапазона длин волн от 1260 до 1640 нм
- Доступны внутренние лазерные источники, работающие на фиксированной длине волны 850 нм/1310 нм/1550 нм

Приложения

- **Сопряжение лазерного диода с PM-волокном, имеющим соединитель только с одной стороны (пигтейлом).** Выравнивание PM-волокна в процессе сопряжения поддерживается посредством отображения PER и оптической мощности в реальном времени.
- **Сращивание PM-волокна.** Для поддержки выравнивания при сращивании PM-волокон анализатор PER N7782B обеспечивает отображение оптической мощности и углового смещения двух оптических волокон в реальном времени.
- **Определение характеристик компонентов, сохраняющих состояние поляризации (PM-компонентов).** Измерение PER PM-компонентов, таких как волоконные поляризаторы, ответвители, разветвители и т. д.
- **Определение характеристик перекрёстного взаимодействия в PM-волокне.** Перекрестные поляризационные помехи в PM-волокне измеряются и отображаются как PER.
- **Определение характеристик стыка PM-волокон.** Угловое смещение стыка PM-волокон можно измерить неразрушающим способом. Даже при наличии нескольких стыков в цепи их характеристики можно определить независимо.

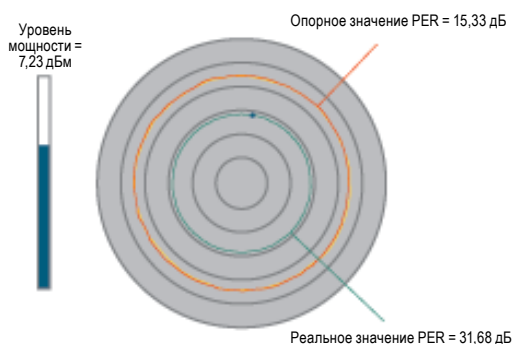
Примеры применения N7782B и N7783B

Метод сканирования длины волны

Использование перестраиваемых лазерных источников серии 81600B вместе с анализатором коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B позволяет измерять зависимость PER от длины волны.

Метод нагрева/растяжения

Метод нагрева/растяжения обеспечивает точные измерения коэффициента затухания поляризации (PER) на одной длине волны. Этот метод в частности хорошо поддерживает измерения с использованием узкополосных лазерных источников. Опциональный внутренний лазерный источник обеспечивает автономный режим работы системы.



Устройство термоциклирования N7783B полностью управляется анализатором коэффициента затухания поляризации N7782B и обеспечивает точное, с высокой повторяемостью, циклическое изменение температуры тестируемого оптоволоконного компонента. Система измерения PER, состоящая из N7782B и N7783B, демонстрирует превосходную точность и воспроизводимость результатов измерений. Простота использования и интерфейсы автоматизации, такие как аналоговые выходные порты для активной настройки, делают её особенно полезной для решения задач в условиях производства.



Для определения характеристик оптического соединения между двумя оптическими волокнами, сохраняющими состояние поляризации (PMF), такого как стык оптических волокон, можно использовать два устройства циклического температурного воздействия (N7783B). Это исключает влияние входной поляризации или последующих оптических волокон на выходе и изолирует угловое смещение соединения, расположенного между этими двумя устройствами циклического температурного воздействия.

Анализатор коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B и устройство термоциклирования N7783B

www.keysight.com/find/pol

Анализатор коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B ^[1]

Длина волны

Нормированный диапазон длин волн	от 1270 до 1375 нм (опция 300, О-диапазон) от 1270 до 1375 нм, от 1460 до 1620 нм (опция 400, О/С/Л-диапазон) от 1460 до 1620 нм (опция 500, С/Л-диапазон)
Рабочий диапазон длин волн ^[2]	от 1260 до 1640 нм (опция 300/400/500)

Анализ коэффициента затухания поляризации (PER)

Диапазон измерения PER ^[3,4]	от 0 до 50 дБ
Погрешность измерения PER, метод с одним N7783B (тип.) ^[3,4]	PER = от 0 до 30 дБ 0,30 дБ PER = от 30 до 50 дБ 0,60 дБ

Измерение угла соединения (стыка)

Погрешность измерения угла соединения, метод с двумя N7783B (тип.) ^[3,4]	$\pm (0,1^\circ + 4\% \times \text{угол})$
---	--

Оптическая мощность

Диапазон мощности на входе	от -50 до +7 дБм (опции 300/400/500)
Относительная погрешность измерения уровня мощности ^[5]	С/Л-диапазон: ± 30 мдБ (± 20 мдБ, тип.) О-диапазон: ± 70 мдБ (± 40 мдБ, тип.)

Внутренний лазерный источник

Длина волны	Опция 401 (О-диапазон): от 1290 до 1360 нм, 1310 нм, тип. Опция 501, 401 (С-диапазон): от 1510 до 1580 нм, 1550 нм, тип.
Выходная мощность ^[5] (тип.)	Опция 401 (О-диапазон): -12 дБм Опция 501, 401 (С-диапазон): -10 дБм

[1] При максимальном изменении температуры окружающей среды не более $\pm 0,5^\circ\text{C}$ после нормализации. Технические характеристики действительны на день калибровки.

[2] Измерения PER возможны за пределами нормированного диапазона длин волн, если пользователь выполнит ручную калибровку. Заметим, что для калибровки требуется источник полностью поляризованного света.

[3] Уровень входной мощности > -30 дБм

[4] Требуется узкополосный источник света со степенью поляризации (DOP) $> 95\%$.

[5] При комнатной температуре.

Устройство термоциклирования N7783B

Диаметр защитного покрытия оптоволокна	до 3 мм
Диапазон температуры окружающей среды	от 20 до 30 $^\circ\text{C}$
Минимальный диапазон настройки измерения температуры (размах)	50 К
Потребляемая мощность	от 100 до 240 В переменного тока, < 36 Вт
Габаритные размеры (В x Ш x Г)	64 мм x 160 мм x 61 мм

Контроллеры поляризации N7784B, N7785B, N7786B

www.keysight.com/find/pol



N7784B



N7785B



N7786B

Все эти три прибора построены на быстродействующих компонентах твёрдотельной оптики для быстрого переключения состояния поляризации поступающего сигнала. Они используются с поляризованными входными сигналами, поступающими от лазерных источников, и могут устанавливать, сканировать или настраивать выходное состояние поляризации. Приборы управляются от внешнего ПК, а удобный графический интерфейс пользователя обеспечивает пакетом программных средств измерений Polarization Navigator из набора прикладных программ для фотонных измерений N7700A, поставляемого с прибором. Автоматизированное управление обеспечивается с помощью интерфейсов GPIB и USB.

Синхронный скремблер N7785B

Синхронный скремблер N7785B обеспечивает быстрое переключение состояний поляризации в ответ на внутренний или внешний сигнал запуска. Это позволяет имитировать оптические сети, в которых требуется частое переключение состояний поляризации сигнала случайным образом за несколько микросекунд, например, при тестировании петли рециркуляции. Состояние поляризации быстро переключается, а затем поддерживается в течение заданного времени, пока опять не переключится в новое состояние. Выходное состояние поляризации контролируется, но не определяется N7785B, и будет изменено, если изменится входное состояние поляризации. Выходное состояние поляризации может быть настроено в соответствии с требуемым внешним условием, например, для

обеспечения максимального прохождения сигнала через поляризатор. Прикладные подпрограммы пакета программных средств измерений Polarization Navigator могут использоваться для произвольного и непрерывного скремблирования (в случае, когда состояние поляризации перемещается, плавно огибая сферу Пуанкаре) в широком диапазоне скоростей, например, для тестирования когерентных приёмников на устойчивость к быстрым изменениям состояния поляризации.

Контроллер поляризации N7784B

Контроллер поляризации N7784B обеспечивает настройку и быструю стабилизацию состояния поляризации (SOP) в волокне, сохраняющем состояние поляризации (PMF), или по отношению к внешнему условию за счет добавления аналоговой обратной связи и тракта поляризатора к базовой конфигурации N7785B.

Для настройки положения луча в волокне, сохраняющем состояние поляризации, входной сигнал сначала маршрутизируется через контроллер с помощью одномодового волокна (SMF). Он доступен на промежуточном выходе передней панели. Внешняя оптоволоконная перемычка используется для маршрутизации сигнала в тракт поляризатора, состоящий из поляризационного расщепителя луча, один выход которого контролируется фотодетектором. Другой выход связан с выходом на передней панели с помощью волокна, сохраняющего состояние поляризации. Сигнал с фотодетектора используется для активной регулировки и стабилизации входного сигнала на выходе волокна, сохраняющего состояние поляризации, который затем может быть подключен к модулятору или другому поляризационно-зависимому устройству. Подобным образом можно использовать сигнал непосредственно с промежуточного выхода, а сконфигурированная пользователем установка может обеспечить обратную связь для оптимизации требуемого состояния поляризации от прибора.

Синтезатор поляризации N7786B

Синтезатор поляризации N7786B включает внутренний контроль состояний поляризации и обратную связь через ответвитель для определённой установки и поддержания выбранных состояний или последовательностей поляризации, что позволяет генерировать последовательности с выбранной относительной ориентацией состояния поляризации. Это часто используется для анализа компонентов на основе метода матриц Мюллера или матриц Джонса. Уникально быстрое переключение дает возможность проводить новые измерения спектральных характеристик поляризационно-зависимых потерь за один цикл свипирования с помощью программного обеспечения N7700A, что устраняет чувствительность к стабильности условий окружающей среды и минимизирует время измерений. Таким же образом осуществляется анализ этих результатов в спектре передачи основных осей устройства (таких как TE и TM). Контроль и регистрация выходного состояния поляризации в реальном времени позволяет проводить точные вычисления, в том числе зависимость состояния поляризации от длины волны.

Контроль в реальном времени и обратная связь также используются в приборе для обеспечения стабилизированного состояния поляризации даже в случае флуктуации и дрейфа входного состояния поляризации.

Выходное состояние поляризации может быть определено следующими способами:

- **“установить и забыть”**: при нажатии клавиши передней панели текущее состояние поляризации запоминается и поддерживается даже в том случае, когда на входе прибора происходят изменения состояния поляризации
- **определение с помощью параметров Стокса**: заданное выходное состояние поляризации может быть определено пользователем с использованием параметров Стокса

Интерфейс пользователя пакета программных средств измерений Polarization Navigator имеет удобную клавишу для быстрого перехода от ручной настройки состояния поляризации к соответствующему ортогональному состоянию, что можно использовать при проверке коэффициента затухания.

Контроллеры поляризации N7784B, N7785B, N7786B

www.keysight.com/find/pol

Контроллер поляризации N7784B ^[1]

Длина волны

Рабочий диапазон длин волн от 1260 до 1640 нм

Диапазон длин волн в режиме стабилизатора ^[2] от 1520 до 1580 нм

Управление поляризацией и стабилизация

Время переключения состояния поляризации (SOP) (режим с разомкнутой обратной связью) < 10 мкс

Коэффициент затухания поляризации (PER) на выходе PMF (тип.) > 23 дБ

Время отклика стабилизатора ^[3] (тип.) 2 мс

Оптическая мощность

Вносимые потери: порт I > порт II ^[4] < 3,5 дБ (< 3,0 дБ, тип.)

Вносимые потери: порт III > порт IV ^[5] < 1,8 дБ (< 1,4 дБ, тип.)

Поляризационно-зависимые потери (PDL): порт I > порт II (тип.) < 0,2 дБ (С/Л-диапазон), < 0,5 дБ (О-диапазон)

Максимально допустимый уровень мощности на входе порт I: 20 дБм, порт III: 3 дБм

Диапазон мощности на входе в режиме стабилизатора порт III: от -30 до 0 дБм

^[1] При максимальном изменении температуры окружающей среды не более $\pm 0,5$ °C после нормализации. Технические характеристики действительны на день калибровки.

^[2] За пределами диапазона длин волн стабилизатора характеристики коэффициента затухания поляризации (PER) на выходе PMF могут ухудшаться.

^[3] Уровень входной мощности на порте III > -30 дБм, отклик на текущий шаг на 180° по сфере Пуанкаре.

^[4] Для скремблирования/переключения состояния поляризации (SOP) используются только порты I/II.

^[5] Действительно для оптимальной входной поляризации на входе поляризационного расщепителя луча (PBS) (порт III). Добавить вносимые потери портов I/II и III/IV для получения суммарных вносимых потерь для режима стабилизации состояния поляризации (SOP).

Синхронный скремблер N7785B ^[1]

Длина волны

Рабочий диапазон длин волн от 1260 до 1640 нм

Управление поляризацией

Время переключения состояния поляризации (SOP) < 10 мкс

Оптическая мощность

Вносимые потери < 3,5 дБ (< 3,0 дБ, тип.)

Поляризационно-зависимые потери (PDL) (тип.) < 0,2 дБ (С/Л-диапазон), < 0,5 дБ (О-диапазон)

Максимально допустимый уровень мощности на входе 20 дБм

^[1] При максимальном изменении температуры окружающей среды не более $\pm 0,5$ °C после нормализации. Технические характеристики действительны на день калибровки.

Синтезатор поляризации N7786B ^[1]

Длина волны

Нормированный диапазон длин волн от 1270 до 1375 нм, от 1460 до 1620 нм (опция 400, О/С/Л-диапазон)
от 1460 до 1620 нм (опция 500, С/Л-диапазон)

Рабочий диапазон длин волн ^[2] от 1260 до 1640 нм

Управление поляризацией и стабилизация

Время переключения состояния поляризации (SOP) (недетерминировано) < 10 мкс

Время цикла состояний поляризации (SOP) ^[6] < 25 мкс

Остаточная погрешность SOP после детерминированной установки SOP (тип.) ^[7] < 3° при скорости изменения SOP на входе 1,2 рад/с
< 6,5° при скорости изменения SOP на входе 40 рад/с

Анализ поляризации

Погрешность измерения состояния поляризации (SOP) ^{[3],[4]} 1,5°

Погрешность измерения степени поляризации (DOP) ^[3] $\pm 2,0\%$

Погрешность измерения DOP после пользовательской калибровки ^{[3],[6]} (тип.) $\pm 0,5\%$

Измерение оптической мощности

Относительная погрешность измерения мощности ^[3] С/Л-диапазон: $\pm 0,14$ дБ ($\pm 0,12$ дБ, тип.),
О-диапазон: $\pm 0,16$ дБ ($\pm 0,14$ дБ, тип.)

Диапазон мощности на входе От -38 до +19 дБм

Оптическая мощность

Вносимые потери < 4,0 дБ (< 3,5 дБ, тип.)

Поляризационно-зависимые потери (PDL) (тип.) < 0,2 дБ (С/Л-диапазон), < 0,5 дБ (О-диапазон)

Максимально допустимый уровень мощности на входе 20 дБм

^[1] При максимальном изменении температуры окружающей среды не более $\pm 0,5$ °C после нормализации. Технические характеристики действительны на день калибровки.

^[2] Измерения состояния поляризации (SOP)/степени поляризации (DOP) возможны за пределами нормированного диапазона длин волн, если пользователь выполнит ручную калибровку.

^[3] Уровень входной мощности > -20 дБм.

^[4] Степень поляризации (DOP) > 95%.

^[5] Для пользовательской калибровки требуется источник со степенью поляризации 100%.

^[6] Прибор адаптивно находит настройки контроллера поляризации, чтобы обеспечить цикл прохождения через состояния поляризации, определённые пользователем (в режиме работы с замкнутой обратной связью). После нахождения этих настроек возможно циклическое прохождение через состояния поляризации в режиме работы с разомкнутой обратной связью.

^[7] Это значение определяется как среднеквадратическое отклонение угловой ошибки SOP на сфере Пуанкаре, увеличенное в пять раз. Действительно, если контроллер включён. Уровень мощности на входе прибора > -10 дБм.

Анализатор оптических компонентов N7788B

www.keysight.com/find/pol



Анализатор оптических компонентов N7788B

Общая информация

Применяемая в анализаторе оптических компонентов N7788B патентованная технология сравнима с хорошо известным методом анализа собственных значений матриц Джонса, который является стандартным методом измерения поляризационной модовой дисперсии (PMD) или дифференциальной групповой задержки оптических устройств (DGD). По сравнению с методом анализа собственных значений матриц Джонса новая технология компании Keysight, использующая один цикл свипирования, обеспечивает ряд преимуществ:

Полный набор параметров:

- Дифференциальная групповая задержка (DGD)/поляризационная модовая дисперсия (PMD)/поляризационно-зависимые потери (PDL)/поляризационная модовая дисперсия 2-го порядка
- Мощность/потери
- Потери для TE- и TM-мод
- Основные состояния поляризации (PSP)
- Матрицы Джонса и Мюллера

Для измерения этих параметров N7788B используется совместно с перестраиваемым лазером компании Keysight, таким как 81600B или 81960A, в режиме непрерывного свипирования, а управление обеспечивается с помощью пакета программных средств измерений Polarization Navigator из набора прикладных программ для фотонных измерений N7700A. Кроме того, N7788B имеет полный набор тех же функций анализа поляризации, которые имеются в анализаторе поляризации N7781B.

Основные характеристики:

- Наивысшая точность за один цикл свипирования: не требуется усреднять результаты измерений в течение множества циклов свипирования
- Высокая скорость измерения: полное измерение в пределах всего C/L-диапазона требует менее 10 секунд (не нужно ждать усреднения результатов измерений в течение множества циклов свипирования).
- Устойчивость к перемещениям/вибрации и дрейфу характеристик оптоволокна: фиксация оптоволокна на столе с помощью скотча или даже работа на изолированном оптическом столе не требуется! Вместо использования множества циклов свипирования, занимающих несколько секунд, в данном случае за один цикл свипирования полностью определяются характеристики в каждой точке длины волны в течение 0,3 мс.
- Отсутствуют ограничения на оптическую длину пути компонентов
- Внутренняя схема самокалибровки гарантирует получение надёжных и точных результатов измерений.

Приложения

- Определение характеристик оптоволокна: одномодового оптоволокна (SMF), оптоволокна, сохраняющего состояние поляризации PMF, оптоволокна со смещённой дисперсией (DCF)
- Тестирование пассивных компонентов: фильтров, изоляторов, циркуляторов
- Тестирование динамических компонентов/модулей: оптических мультиплексоров-демультиплексоров ввода-вывода (OADM)/реконфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода (ROADM)

- Тестирование активных компонентов: оптических усилителей на волокне, легированном эрбием (EDFA), полупроводниковых оптических усилителей (SOA), настраиваемых оптических аттенуаторов (VOA)
- Тестирование взаимодействия компонентов системы: внутриканальные измерения, использующие усилители

Предназначен для тестирования в производственных условиях

Высокая пропускная способность

Полный анализ в пределах всего C- и L-диапазона выполняется в течение менее чем 10 секунд!

Дистанционное управление

Управление прибором и прикладным программным обеспечением с помощью COM-интерфейса обеспечивает мощные и удобные возможности автоматизации.

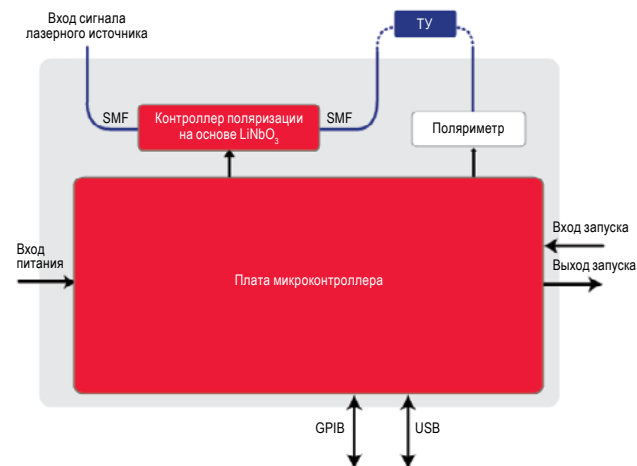
Генерация отчётов

Поддерживается генерация отчётов в формате PDF. Содержание отчёта и его структура конфигурируется пользователем.

Отсчёты уровней мощности в реальном времени

Высокопроизводительное измерение неподсоединяемых компонентов (без соединителей) поддерживается предоставлением отчётов уровня мощности в реальном времени, что обеспечивает соединение с оптоволокном нового устройства.

Структурная схема прибора и примеры применения



Структурная схема прибора представлена на рисунке выше. Контроллер поляризации на основе ниобата лития (LiNbO_3) определяет поляризацию входного сигнала тестируемого устройства (ТУ). Когда перестраиваемый лазерный источник выполняет свипирование в требуемом диапазоне длин волн, поляриметр анализирует состояние поляризации на выходе ТУ, в то время как поляризация на входе ТУ изменяется. В результате достигается очень точное измерение параметров, таких как DGD/PDL/Loss, и других. Кроме того, для обеспечения превосходной повторяемости результатов измерений внутренний оптический переключатель обеспечивает проведение непрерывной самокалибровки.

Точное определение вносимых потерь TE/TM-мод

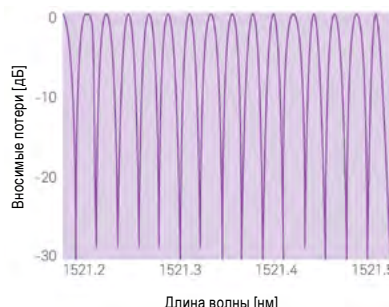
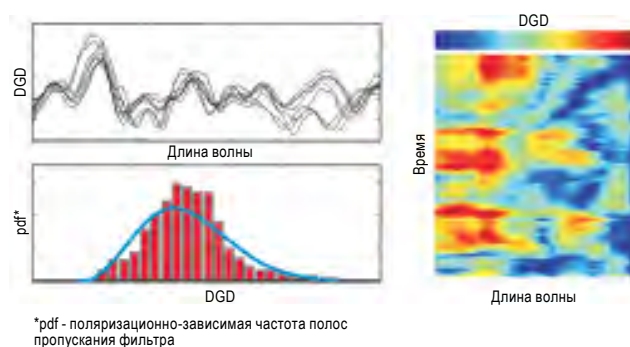
Функция измерения вносимых потерь для TE/TM-мод позволяет проводить точное определение минимальных и максимальных значений потерь ТУ на каждой длине волны. Благодаря двойному лучепреломлению оптические фильтры обычно представляют различные функции передачи в зависимости от состояния поляризации.

Анализатор оптических компонентов N7788B

www.keysight.com/find/pol

Проведение измерений в течение длительного времени

Благодаря возможности быстрых измерений поляризационной модовой дисперсии (PMD) эта измерительная система очень хорошо подходит для сбора данных PMD в течение длительного времени. Программное обеспечение, работающее на ПК, позволяет проводить непрерывный сбор спектральных данных PMD и сохранять их на жёстком диске. Затем эти данные можно визуализировать, представив их в виде графика типа "pseudo-color plot" (псевдоцветный график) (см. следующий рисунок).



Превосходное спектральное разрешение

Благодаря превосходному спектральному разрешению при использовании с перестраиваемыми лазерными источниками серии 81600B анализатор оптических компонентов N7788B лучше всего подходит для внутриканальных измерений параметров DGD/PDL. Алгоритм измерения всех параметров с использованием метода анализа собственных значений матриц Джонса позволяет точно настроить разрешение по длине волны без необходимости повторения измерения. Это упрощает нахождение оптимального компромисса между точностью измерения параметров PDL/DGD и разрешением по длине волны.

Анализатор оптических компонентов N7788B ^[1]

Длина волны

Нормированный диапазон длин волн	от 1270 до 1375 нм (опция 300, О-диапазон) от 1270 до 1375 нм, от 1460 до 1620 нм (опция 400, О/С/Л-диапазон) от 1460 до 1620 нм (опция 500, С/Л-диапазон)
Рабочий диапазон длин волн ^[2]	от 1260 до 1640 нм

Дифференциальная групповая задержка (DGD) и поляризационная модовая дисперсия (PMD)

Погрешность измерения DGD ^[3]	разрешение 2,0 нм: $\pm (30 \text{ фс} + 3,0\% \times \text{DGD})$ разрешение 0,1 нм: $\pm (30 \text{ фс} + 3,0\% \times \text{DGD})$
Диапазон измерения DGD ^[3]	от 0 до 1000 пс
Погрешность измерения PMD ^[4]	$\pm (30 \text{ фс} + 2,0\% \times \text{PMD})$
Повторяемость измерения PMD (тип.)	$\pm 3 \text{ фс}$
Диапазон измерения PMD ^[4]	от 0 до 300 пс

Поляризационно-зависимые потери (PDL)

Погрешность измерения PDL ^[5]	С/Л-диапазон: $\pm (0,05 \text{ дБ} + 4\% \times \text{PDL})$ О-диапазон: $\pm (0,10 \text{ дБ} + 4\% \times \text{PDL})$
Повторяемость измерения PDL (тип.)	$\pm 0,005 \text{ дБ}$
Погрешность измерения вносимых потерь (IL) (тип.) ^[3]	С/Л-диапазон: $\pm 0,03 \text{ дБ}$ О-диапазон: $\pm 0,07 \text{ дБ}$
Диапазон измерения IL (тип.) ^[3]	$> 41 \text{ дБ}$ (для уровней мощности перестраиваемого лазерного источника более чем -6 дБм , соответственно увеличьте значение)

Анализ поляризации

См. технические характеристики N7781B

Измерение оптической мощности

См. технические характеристики N7781B

[1] При максимальном изменении температуры окружающей среды не более $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ после нормализации. Действительны для перестраиваемых лазерных источников семейства 81600B. Уровень мощности перестраиваемого лазерного источника установлен равным -6 дБм . Свиллирование в нормированном диапазоне длин волн. Технические характеристики не учитывают нестабильность тестируемого устройства (ТУ). Нормированные диапазоны измерения потерь включают потери ТУ и любых дополнительных переключателей и соединений в оптическом пути. Технические характеристики действительны на день калибровки.

[2] Измерения состояния поляризации (SOP)/степени поляризации (DOP) возможны за пределами нормированного диапазона длин волн, если пользователь выполнит ручную калибровку.

[3] Свойства ТУ: вносимые потери (IL) $< 30 \text{ дБ}$, поляризационно-зависимые потери (PDL) $< 1 \text{ дБ}$, дифференциальная групповая задержка (DGD) $< 150 \text{ пс}$. Для значений DGD $> 150 \text{ пс}$ технические характеристики являются типовыми.

[4] Свойства ТУ: вносимые потери (IL) $< 41 \text{ дБ}$, поляризационно-зависимые потери (PDL) $< 3 \text{ дБ}$, поляризационная модовая дисперсия (PMD) $< 50 \text{ пс}$. Применимо для устройств с сильно связанными модами, таких как одномодовое оптоволокно. Технические характеристики применимы для поляризационной модовой дисперсии (PMD), являющейся усреднённой дифференциальной групповой задержкой (DGD) в пределах диапазона длин волн 100 нм. Для значений PMD $> 50 \text{ пс}$ технические характеристики являются типовыми.

[5] Свойства ТУ: вносимые потери (IL) $< 25 \text{ дБ}$, поляризационно-зависимые потери (PDL) $< 6 \text{ дБ}$. Примечание: соединители ТУ рассматриваются как часть ТУ. Таким образом, угловые соединители добавляют свой вклад в PDL тестируемого устройства (ТУ).

Многоволновые измерители длины волны 86120B/C и 86122C

www.keysight.com/find/mwm

- Новый модернизированный измеритель 86122C пришёл на замену 86122B, обеспечивая ещё больший срок службы, текущую поддержку и технологичность при производстве
- Определение параметров спектров сигналов с мультиплексированием по длине волны (WDM) на этапах разработки и производства
- Погрешность измерения длины волны $< \pm 0,3$ пм со скоростью обновления 0,5 с
- Одновременное измерение длин волн и уровней мощности в большом количестве каналов (до 1000 каналов)
- Автоматические измерения отношения сигнал/шум оптического сигнала
- Подпрограммы автоматизированных измерений и регистрация данных

Поскольку потребность доступа к большим объёмам информации возрастает, необходимость повышения ёмкости систем передачи вынуждает производителей компонентов и сетевого оборудования расширять пределы своих возможностей. Использование перестраиваемых передатчиков и реконфигурируемых оптических мультиплексоров ввода-вывода (ROADM) в сетях требует все более точных и быстрых измерений длины волны, чем когда-либо. Используя многоволновые измерители длины волны компании Keysight, Вы сможете уверенно решать эти проблемы.



Только нужные характеристики

Каждая модель из семейства многоволновых измерителей длины волны использует совместимые команды дистанционного управления языка SCPI. Если в будущем потребуются более производительный прибор, Вы сможете заменить измеритель длины волны другим прибором компании Keysight без лишних затрат средств и времени на разработку нового кода для испытательной системы. Измеритель 86122C можно модернизировать путём повышения уровня характеристик и расширения функциональных возможностей.

Одновременное измерение до 1000 длин волн и уровней мощности

Многоволновые измерители длины волны 86120B, 86120C и 86122C компании Keysight, как и другие измерители длины волны, основанные на интерферометре Майкельсона, позволяют измерять среднее значение длины волны входного сигнала. Кроме того, многоволновые измерители длины волны компании Keysight за счёт передовой цифровой обработки точно и просто различают и измеряют до 1000 (до 200 и 100 для 86120C и 86120B, соответственно) дискретных длин волн.

Многоволновые измерители длины волны компании Keysight одновременно измеряют отдельные уровни мощности дискретных длин волн, обеспечивая следующие возможности измерений:

- От 1 до 1000 длин волн и уровней мощности
- Среднее значение длины волны и суммарная мощность
- Погрешность измерения длины волны до $\pm 0,2 \times 10^{-6}$
- Разрешение по длине волны до 5 ГГц
- Откалиброваны для оценки параметров в воздухе или вакууме
- Единицы измерения длины волны: нм, ТГц или волновое число (см^{-1})
- Единицы измерения амплитуды: дБм, мВт или мкВт
- Отношение сигнал/шум (OSNR) и среднее значение отношения сигнал/шум оптических сигналов для систем WDM SONET/SDH
- Прочная конструкция, обеспечивающая устойчивость к сильным ударам и вибрациям

Системы передачи с мультиплексированием по длине волны (WDM)

Многоволновые измерители длины волны компании Keysight позволяют легко и точно проводить проверку параметров оптической несущей в системах передачи посредством измерения длины волны, уровня мощности и отношения сигнал/шум оптических сигналов при тестировании на этапах разработки и производства. Многоволновый измеритель длины волны 86122C оптимизирован для измерений характеристик систем со сверхплотным разнесом каналов с абсолютной точностью определения длины волны до $\pm 0,2 \times 10^{-6}$ ($\pm 0,3$ пм относительно 1550 нм). С учётом разрешения < 5 ГГц это идеальное решение для разработки и производства оптических сетей следующего поколения. Обладая надёжной портативной конструкцией, многоволновые измерители длины волны 86120B и 86120C прекрасно подходят для ввода в эксплуатацию и контроля оптических сетей. Благодаря разрешению 86120C < 10 ГГц (< 20 ГГц для 86120B) и абсолютной погрешности измерения длины волны $\pm 2 \times 10^{-6}$ или ± 3 пм при длине волны 1550 нм ($\pm 3 \times 10^{-6}$, ± 5 пм при длине волны 1550 нм для 86120B) можно с уверенностью проверять характеристики систем DWDM с частотным разнесом каналов < 50 ГГц.

Источники

Превосходные возможности измерения длины волны и уровня сигналов многоволновых измерителей длины волны 86120B, 86120C и 86122C компании Keysight позволяют определять максимальные значения параметров тестируемых компонентов. Приборы позволяют проводить измерения длин волн и амплитуд сигналов лазеров с распределённой обратной связью (DFB), лазеров с резонатором Фабри-Перо, интегрируемых перестраиваемых лазерных обратных (iTLA) или многомодовых лазеров с распределённой обратной связью (DFB) в процессе электротермотренировки, оценки воздействия на окружающую среду, создания карты рабочих режимов, заключительных испытаний и входного контроля. Вычисляйте центральные длины волн источников с более широкими спектральными линиями, таких как светодиоды, отклики усиленного спонтанного излучения, отфильтрованные брэгговскими решетками, или модулированные источники, используя широкополосный алгоритм, выбираемый пользователем.

Функции и измерительные приложения:

- Измерения относительной длины волны и амплитуды
- Встроенная регистрация данных
- Дрейф: текущее и минимальное/максимальное значения
- Отношение сигнал/шум оптических сигналов
- Определение характеристик лазеров с резонатором Фабри-Перо (доступно только для моделей 86120C и 86122C)
- Длина когерентности (доступно только для модели 86120B)
- Режим широкополосного сигнала для сигналов с высокой частотой модуляции

Драйверы прибора

Для измерителей длины волны 86120B/C и 86122C компании Keysight доступны драйверы прибора, совместимые с LabView, Visual Basic, C++ и LabWindows. Эти драйверы позволяют разрабатывать программы для дистанционного управления с использованием готовых блоков, что позволяет модифицировать измерения в соответствии с требованиями. Новый измеритель 86122C оснащен двумя портами USB на передней панели. Обновление драйвера гарантирует максимальную обратную совместимость с измерителями 86122A и 86122B.

Многоволновые измерители длины волны 86120B/C и 86122C

www.keysight.com/find/mwm

Технические характеристики

Технические характеристики определяют гарантированные рабочие параметры прибора, выдержанного при постоянной температуре в течение 15 минут (86120B, 86120C в режиме обычного обновления), если не указано иное. Предполагается, что каждая линия излучения лазера обладает шириной (включая боковые полосы модуляции) менее чем: 10 ГГц для 86120B, 5 ГГц для 86120C и 2,5 ГГц для 86122C. Дополнительные характеристики дают информацию о негарантируемых рабочих характеристиках в форме номинальных значений и напечатаны курсивом.

Многоволновые измерители длины волны		86120B	86120C	86122C
Макс. число линий излучения лазера на входе		100	200	1000
Длина волны	Диапазон	от 700 до 1650 нм (от 182 до 428 ТГц)	от 1270 до 1650 нм (от 182 до 236 ТГц)	от 1270 до 1650 нм (от 182 до 236 ТГц)
	Абсолютная погрешность	± 3 × 10 ⁻⁶ (± 0,005 нм при 1550 нм, ±0,004 нм при 1310 нм) для линий излучения лазера, разнесенных на ≥ 30 ГГц	± 2 × 10 ⁻⁶ (± 0,003 нм при 1550 нм и 1310 нм) для линий излучения лазера, разнесенных на ≥ 15 ГГц	± 0,2 × 10 ⁻⁶ (± 0,3 пм при 1550 нм и 1310 нм); для линий излучения лазера, разнесенных на ≥ 10 ГГц
	Дифференциальная погрешность Минимальный разрешимый разнос (входные линии с одинаковой мощностью)	± 2 × 10 ⁻⁶ 20 ГГц (0,16 нм при 1550 нм, 0,11 нм при 1300 нм)	± 1 × 10 ⁻⁶ 10 ГГц (0,08 нм при 1550 нм, 0,06 нм при 1300 нм)	± 0,15 × 10 ⁻⁶ 5 ГГц (0,04 нм при 1550 нм; 0,03 нм при 1310 нм)
	Разрешение дисплея	0,001 нм, режим обычного обновления; 0,01 нм, режим быстрого обновления	0,001 нм, режим обычного обновления; 0,01 нм, режим быстрого обновления	0,0001 нм
	Единицы измерения	нм (вакуум или воздух при нормальных условиях), см ⁻¹ , ТГц	нм (вакуум или воздух при нормальных условиях), см ⁻¹ , ТГц	нм (вакуум или воздух при нормальных условиях), см ⁻¹ , ТГц
Мощность	Погрешность калибровки	± 0,5 дБ (при ± 30 нм от 780, 1310 и 1550 нм)	±0,5 дБ (при ±30 нм от 1310 и 1550 нм)	± 0,5 дБ (при ± 30 нм от 1310 и 1550 нм)
	Неравномерность, 30 нм от любой длины волны	± 0,2 дБ, от 1200 до 1600 нм ± 0,5 дБ, от 700 до 1650 нм	± 0,2 дБ, от 1270 до 1600 нм ± 0,5 дБ, от 1270 до 1650 нм	± 0,2 дБ, от 1270 до 1600 нм ± 0,5 дБ, от 1270 до 1650 нм
	Нелинейность, линии выше –30 дБм	± 0,3 дБ, от 1200 до 1600 нм	± 0,3 дБ, от 1270 до 1600 нм	± 0,3 дБ, от 1270 до 1600 нм
	Поляризационная зависимость	± 0,5 дБ, от 1200 до 1600 нм ± 1,0 дБ, от 700 до 1650 нм	± 0,5 дБ, от 1270 до 1600 нм ± 1,0 дБ, от 1600 до 1650 нм	± 0,5 дБ, от 1270 до 1600 нм ± 1,0 дБ, от 1600 до 1650 нм
	Единицы измерения	дБм, мВт, мкВт	дБм, мВт, мкВт	дБм, мВт, мкВт
Чувствительность				
	Одна линия на входе	–20 дБм, от 700 до 900 нм –25 дБм, от 800 до 1200 нм –40 дБм, от 1200 то 1600 нм –30 дБм, от 1600 до 1650 нм	–40 дБм, от 1270 до 1600 нм –30 дБм, от 1600 до 1650 нм	–32 дБм, от 1270 до 1600 нм –22 дБм, от 1600 до 1650 нм
	Несколько линий на входе	на 30 дБ ниже суммарной входной мощности, но не менее чем мощность одной линии		
Избирательность		25 дБ, разнос ≥ 100 ГГц 10 дБ, разнос ≥ 30 ГГц	25 дБ, разнос ≥ 50 ГГц 10 дБ, разнос ≥ 15 ГГц	25 дБ, разнос ≥ 90 ГГц 10 дБ, разнос ≥ 10 ГГц
Время цикла измерения		1,0 с	1,0 с	0,5 с
Входная мощность				
	Максимальный отображаемый уровень	+10 дБм (сумма всех линий на входе)		
	Максимально допустимый входной уровень	+18 дБм (сумма всех линий на входе)		
Встроенные приложения для автоматических измерений				
	Отношение сигнал/шум, 100 усреднений, при 1550 нм, ширина полосы шума 0,1 нм, линии выше –25 дБм	> 35 дБ, разнос каналов ≥ 200 ГГц > 27 дБ, разнос каналов ≥ 50 ГГц	> 35 дБ, разнос каналов ≥ 100 ГГц > 27 дБ, разнос каналов ≥ 50 ГГц	> 35 дБ, разнос каналов ≥ 100 ГГц
	Дрейф	Зависимости максимальных, минимальных значений, суммарного дрейфа (макс.-мин.) длин волн и уровней мощностей от времени		
	Определение параметров лазеров с резонатором Фабри-Перо	Недоступно Недоступно	Мин. длина волны, пик. длина волны, разнос мод (полная ширина на уровне полумаксимума), пиковая амплитуда, суммарная мощность, sigma (спектральная ширина лазера)	
	Длина когерентности	Лазеры с резонатором Фабри-Перо; длина когерентности от 1 мм до 200 мм; погрешность ± 5%, время цикла 0,75 с	недоступно	недоступно
Надёжность	Гарантия	стандартная 3-летняя гарантия	стандартная 3-летняя гарантия	стандартная 5-летняя гарантия
	Рекомендуемый межкалибр. интервал	2 года	2 года	2 года
Классификация лазера		FDA Класс I в соответствии с 21 CFR 1040.10; IEC Класс 1 в соответствии с IEC 60825-1/2007		
Габаритные размеры ВхШхГ		140 мм x 340 мм x 465 мм (5,5 x 13,4 x 18,3 дюйма)		138 мм x 425 мм x 520 мм (5,4 x 16,7 x 20,5 дюйма)
Масса		9 кг (19 фунтов)		14,5 кг (32 фунта)

¹ Для линий, разнесенных менее, чем на указанное значение, погрешность измерения длины волны увеличивается.

¹ Для линий, разнесенных менее, чем на указанное значение, погрешность измерения длины волны увеличивается.

Принадлежности

www.keysight.com/find/oct

Резьбовой адаптер для оптических головок

(Резьбовой адаптер для оптических головок 8152х, оптических головок 8162х с адаптером 81624DD и оптических головок 81628В)



81000FA FC/PC
81000KA SC
81000PA E-2000
81000VA ST
81003LA LC/F3000

Адаптеры для оптических головок

Эти адаптеры следует использовать только с оптическими головками компании Keysight. Адаптеры соединителей необходимы для присоединения волокон, оконцованных соединителем.

Адаптеры оптических головок со встроенным D-образным приспособлением для оптических головок 8162хх (за исключением 81628В – см. резьбовую версию)



81001FA FC/PC
81001KA SC
81001PA E-2000
81001LA LC/F3000
81001MA MU

81003TD - Адаптер соединителя MPO/MTP

Адаптер оптической головки со встроенным D-образным приспособлением для оптических головок 8162хх (за исключением 81628В), обеспечивающим подключение ленточных кабелей с соединителями типа MT/MPO. Адаптер имеет соединитель с направляющими штырями и должен использоваться с кабельными соединителями типа "розетка".



81001ZA - Адаптер-заготовка

Вставной D-образный адаптер для оптических головок 8162х. Для адаптации заказчиком под его требования. Не подходит для 8152х и оптических головок высокой мощности.



81624DD - D-образный адаптер

Для подсоединения резьбовых адаптеров к D-образной розетке оптических головок 8162х. Включен в комплект поставки новых головок, за исключением 81628В. Следует снять при использовании головки с D-образными адаптерами.



Адаптеры и интерфейсы для оптоволокон без оболочки

Решения компании Keysight для подключения оптоволокон без оболочки обеспечивают простоту и воспроизводимость сопряжения оптических компонентов со стандартными оптическими головками (все головки серий 8152х и 8162х) и модулями датчиков 81630В, 81634В компании Keysight.



81000BC

Комплект подключения оптоволокон без оболочки для 81623В, 81624В и 81626В:
адаптер головки - 1 шт.;
держатель для оптоволокон диаметром 0-400 мкм - 1 шт.,
держатель для оптоволокон диаметром 400-900 мкм - 1 шт.,
калибр - 1 шт.

81000BI

Комплект подключения оптоволокон без оболочки для 81630В и 81634В:
адаптер датчика - 1 шт.,
держатель для оптоволокон диаметром 0-400 мкм - 1 шт.,
держатель для оптоволокон диаметром 400-900 мкм - 1 шт.,
калибр - 1 шт.

81000BT

Комплект подключения оптоволокон без оболочки для оптических головок 8152х/8162х (резьбовой интерфейс)

81004BH

Комплект держателей оптоволокон без оболочки (для оптоволокон диаметром 0-400 мкм - 10 шт.)

81009BH

Комплект держателей оптоволокон без оболочки (для оптоволокон диаметром 400-900 мкм - 10 шт.)

81004BM /9BM

Комплект держателей оптоволокон без оболочки (для оптоволокон диаметром 0-400 мкм - 4 шт. или для оптоволокон диаметром 0-900 мкм - 4 шт., калибр - 1 шт.)

N7740KI - SC

4-портовый соединитель SC для многопортовых измерителей мощности серии N7744А и N7745А.



N7740FI - FC

4-портовый соединитель типа FC для многопортовых измерителей мощности N7744А и N7745А.



N7740BI - Адаптер для оптоволокон без оболочки

Держатели оптоволокон не включены; следует добавить 81004BM или 81009BM



N7740ZI - Адаптер для проведения операции установки нуля

N7740LI - LC

4-портовый соединитель LC для многопортовых измерителей мощности N7744А и N7745А.



N7740MI - MU

4-портовый соединитель MU для многопортовых измерителей мощности N7744А и N7745А.

Принадлежности

www.keysight.com/find/oct

81000NI - Интерфейс соединителей E-2000

Для соединений с **физическим** контактом.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей. Используется с источниками. Не предназначен для датчиков.



81000PI - Интерфейс соединителей E-2000

Для соединений **без физического** контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей. Используется с датчиками.



81000LI - Интерфейс соединителей LC/F3000

Для соединений с **физическим** контактом.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей. Используется с источниками.



81002LI - Интерфейс соединителей LC/F3000

Для соединений **без физического** контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей. Используется с датчиками.



81000FI - Интерфейс соединителей FC/PC

Тип N (шпоночная канавка = 2,20 мм, ном.).

Для соединений с физическим контактом и без физического контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей.



81000NI - Интерфейс соединителей FC/APC

Тип R (шпоночная канавка = 2,00 мм, ном.).

Для соединений с физическим контактом и без физического контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей.



81000MI - Интерфейс соединителей MU

Для соединений с **физическим** контактом.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей. Используется с источниками.



81002MI - Интерфейс соединителей MU

Для соединений **без физического** контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей. Используется с датчиками.



81000KI - Интерфейс соединителей SC

Для соединений с **физическим** контактом и без физического контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей.



81000VI - Интерфейс соединителей ST

Для соединений с физическим контактом и без физического контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей.



81000SI - Интерфейс соединителей DIN 4108/47256

Для соединений с физическим контактом и без физического контакта.

Рекомендуется для угловых и прямых интерфейсов соединителей.



81000UM - Универсальный переходной адаптер

Для сопряжения соединителей 81000BR или HMS-10 с любым другим подходящим соединителем. В сочетании с интерфейсом соединителя 81000XI компании Keysight этот адаптер позволяет сопрягать соединитель HMS-10 с другим соединителем HMS-10, FC/PC/SPC, APC, DIN, ST, E-2000 или SC. Он может также использоваться для сопряжения опорного отражателя 81000BR компании Keysight с тестируемым соединителем. Адаптер 81000UM компании Keysight является исключительно переходным. Он не может использоваться на интерфейсах оптоволоконных модулей.



81000BR - Опорный отражатель HMS-10

- Обратные потери = $0,18 \text{ дБ} \pm 0,1 \text{ дБ}$ ($96\% \pm 2\%$) (тип.).
- Диапазон длин волн: от 1200 до 1600 нм



Золочёный соединитель HMS-10 для использования при измерениях обратных потерь оптических соединителей. Позволяет установить точную опорную плоскость для измерений отражения. Обратные потери равны $0,18 \text{ дБ} \pm 0,1 \text{ дБ}$ ($96\% \pm 2\%$).

Таблица по выбору измерителей оптической мощности

www.keysight.com/find/oct

Головки измерителей мощности	81623B	81623B C01/C85	81623B E01	81624B	81624B C01	81626B	81626B C01	81628B
Чувствительный элемент приёмника	Ge, ø 5 мм	Ge, ø 5 мм	Si, ø 5 мм	InGaAs, ø 5 мм	InGaAs, ø 5 мм	InGaAs, ø 5 мм	InGaAs, ø 5 мм	Светомерный шар
Диапазон длин волн [нм]	от 750 до 1800	от 750 до 1800	от 450 до 1020	от 800 до 1700	от 800 до 1700	от 850 до 1650	от 850 до 1650	от 800 до 1700
Диапазон измерения мощности [дБм]	от -80 до +10	от -80 до +10	от -90 до +10	от -90 до +10	от -90 до +10	от -70 до +27	от -70 до +27	от -60 до +40
Погрешность при нормальных условиях	±2,2%	±1,7% / ±2,2%	±2,2%	±2,2%	±1,5 %	±3,0 %	±2,5 %	±3,0 %
Относительная погрешность вследствие поляризации (тип.)	< ±0,005 дБ	< ±0,005 дБ	< ±0,005 дБ	±0,002 дБ	±0,002 дБ	±0,002 дБ	±0,002 дБ	≤ ±0,006 дБ
Относительная погрешность (спектральная неравномерность) (тип.)	< ±0,003 дБ	< ±0,003 дБ	< ±0,003 дБ	≤ ±0,002 дБ	≤ ±0,002 дБ	≤ ±0,002 дБ	≤ ±0,002 дБ	≤ ±0,02 дБ
Обратные потери (тип.)	> 55 дБ	> 55 дБ	> 56 дБ	60 дБ	60 дБ	> 45 дБ	> 47 дБ	> 75 дБ
Время усреднения (мин.)	100 мкс	100 мкс	100 мкс	100 мкс	100 мкс	100 мкс	100 мкс	100 мкс
Аналоговый выход	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Модули измерителей мощности	81630B	81634B	81635A	81636B	N7744A	N7745A	N7747A	N7748A
Чувствительный элемент приёмника	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs
Число каналов	1	1	2	1	4	8	2	4
Диаметр сердцевины	до 100 мкм	до 100 мкм	до 62,5 мкм	до 62,5 мкм	≤ 62,5 мкм	≤ 62,5 мкм	до 100 мкм	до 100 мкм
Диапазон длин волн [нм]	от 970 до 1650	от 800 до 1700	от 800 до 1650	от 1250 до 1640	от 1250 до 1650	от 1250 до 1650	от 1250 до 1650	от 1250 до 1650
Диапазон измерения мощности [дБм]	от -70 до +28	от -110 до +10	от -80 до +10	от -80 до +10	от -80 до +10	от -80 до +10	от -110 до +10	от -10 до +10
Погрешность при нормальных условиях	± 3,0%	± 2,5%	± 3,5%	± 3,0%	± 2,5%	± 2,5%	± 2,5%	± 2,5%
Относительная погрешность вследствие поляризации (дБ)	< ± 0,01	< ± 0,005	< ± 0,015, тип.	< ± 0,015, тип.	< ± 0,01, тип.	< ± 0,01, тип.	< ± 0,005	< ± 0,005
Относительная погрешность (спектральная неравномерность) (дБ)	< ± 0,005	< ± 0,005	< ± 0,015, тип.	< ± 0,015, тип.	< ± 0,01, тип.	< ± 0,01, тип.	< ± 0,005	< ± 0,005
Память/канал (число выборок)	20 k	20 k	20 k	100 k	2 x 1 M	2 x 1 M	2 x 1 M	2 x 1 M
Время усреднения (мин.)	100 мкс	100 мкс	100 мкс	25 мкс	1 мкс	1 мкс	100 мкс	100 мкс
Аналоговый выход	Да	Да	Нет	Да	Нет	Нет	Да	Да

Предметный указатель каталога решений по измерениям в оптическом диапазоне

www.keysight.com/find/lightwave

Том-страница		Том-страница	
Оптические лазерные источники (TLS, DFB, FP)		Генераторы сигналов произвольной формы (AWG)	
Новый перестраиваемый лазерный источник 81606A	I-4	Генератор сигналов произвольной формы, до 12 Гвыб/с	II-33
Модули перестраиваемых лазерных источников (TLS)	I-11	Генератор сигналов произвольной формы, до 65 Гвыб/с	II-35
Компактные модули перестраиваемых лазерных источников	I-13		
Перестраиваемые лазерные источники	I-16		
Модули лазерных источников с распределённой обратной связью (DFB)	I-18	Прецизионные устройства источников/измерителей (SMU)	
Модули лазеров с резонатором Фабри-Перо (FP)	I-19	Прецизионные источники/измерители (SMU)	II-37
		6,5-разрядные источники питания с низким уровнем шумов	II-38
Измерители оптической мощности		Тестеры коэффициента битовых ошибок	
Многопортовый измеритель оптической мощности	I-20	Высокопроизводительный тестер J-BERT M8020A	III-14
Высокочувствительный измеритель оптической мощности	I-21	Высокопроизводительный тестер последовательных шин	
Измерители оптической мощности	I-22	J-BERT N4903B	III-25
Модули для измерения обратных потерь	I-26	Параллельный тестер коэффициента битовых ошибок ParBERT 81250	III-27
Измерительные приборы формирования оптических сигналов		BERT последовательных шин до 32 и 17 Гбит/с N4960A	III-16
Оптические аттенюаторы высокой мощности	II-14	BERT последовательных шин до 12,5 Гбит/с N4962A и N4963A	III-19
Многоканальные оптические аттенюаторы	II-16	Многоканальный BERT до 12,5 Гбит/с N4965A	III-20
Оптические переключатели	II-18	Многоканальный модульный BERT последовательных шин	
Многоволновые измерители длины волны оптических сигналов		до 40 Гвыб/с N4967A	III-21
Многоволновые измерители длины волны	I-34	BERT последовательных шин до 3,125 Гбит/с	
Модули оптоэлектронных и электронно-оптических преобразователей		для производства N5980A	III-28
Быстродействующий оптоэлектронный преобразователь	II-31	BERT последовательных шин N4906B	III-29
Оптический опорный передатчик	II-32	Решение для стрессового тестирования оптических приёмников N4917A	III-30
Прикладное программное обеспечение и принадлежности		Генераторы ПСДП и делители тактового сигнала	
Набор прикладных программ для фотонных измерений N7700A	I-10	Генераторы ПСДП	III-23
Оптические принадлежности и интерфейсы	I-36	Делители тактового сигнала N4984A	III-23
Приборы для измерения поляризации		Мультиплексор и решение для восстановления тактовых сигналов	
Анализаторы поляризации	I-27	Мультиплексор 2:1 с коррекцией предсказаний и скоростью	
Анализатор коэффициента затухания поляризации (PER) и устройство термоциклирования	I-28	передачи данных до 32 Гбит/с	III-15
Контроллеры поляризации	I-30	Решение для восстановления тактовых сигналов	III-26
Анализатор оптических компонентов	I-32		
Синтезатор поляризации для тестирования интегрированных интрадинных когерентных приёмников (ICR)	II-29	Осциллографы (осциллографы и анализаторы сигналов цифровой связи)	
Анализатор оптических компонентов (LCA)		Осциллографы серии Z семейства Infiniium	II-30
Одномодовый анализатор оптических компонентов	II-19	Широкополосный осциллограф DCA-X 86100D	III-31
Многомодовый анализатор оптических компонентов	II-22	Прецизионный анализатор сигналов 86108B	III-36
Анализатор оптической модуляции (OMA)		Описания приложений	
Анализатор оптической модуляции	II-23	Решения для оптических измерений со свипированием длины волны	I-6
Портативный анализатор оптической модуляции	II-24	Измерения быстро изменяющихся уровней оптической мощности	I-7
Тестирование интегрированных интрадинных когерентных приёмников (ICR)	II-26	Метод сканирования состояний поляризации для измерения поляризационно-зависимых потерь (PDL) и коэффициента затухания поляризации (PER)	I-9
		Средства анализа оптической модуляции	II-4
		Тестирование когерентных передатчиков и модуляторов	II-6
		Тестирование когерентных передатчиков на производстве	II-7
		Расширенные возможности исследования OFDM-сигналов	II-8
		Возможности исследования форматов модуляции	II-9
		Ухудшение качества при передаче сигналов со сложными форматами модуляции	II-10
		Анализ оптических компонентов	II-13
		Оптимизация стоимости производственного тестирования	III-4
		Стрессовое тестирование оптических приёмников	III-5
		Тестирование приёмопередатчиков, используемых в сетях Fibre Channel	III-8
		Решение для тестирования пассивных оптических сетей (PON)	III-9
		Измерения параметров сигналов связи	III-10

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.



www.axistandard.org

AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA®, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight является членом-учредителем консорциума AXIe. ATCA®, AdvancedTCA® и логотип ATCA являются зарегистрированными в США товарными знаками PCI Industrial Computer Manufacturers Group.



www.lxistandard.org

LAN eXtensions for Instruments (расширения LAN для измерительных приборов) добавляет возможности локальной сети Ethernet и Web в измерительные системы. Компания Keysight является членом-учредителем консорциума LXI.



www.pxisa.org

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) (расширения PCI для измерительных систем) - формат модульных измерительных приборов для создания высокопроизводительных измерительных и автоматизированных систем на базе ПК для жёстких условий эксплуатации.



Трёхлетняя гарантия

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

Приверженность компании Keysight традициям высочайшего качества продукции и снижения общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, предлагающий стандартную трехлетнюю гарантию на все приборы по всему миру.



Планы обслуживания компании Keysight

www.keysight.com/find/AssurancePlans

Гарантийные планы до пяти лет и отсутствие непредвиденных расходов обеспечивают, что Ваше измерительное оборудование будет работать в соответствии с заявленными техническими характеристиками, а Вы будете уверены в точности своих измерений.



www.keysight.com/go/quality

Подразделение электронных измерений компании Keysight Technologies, Inc. сертифицировано компанией DEKRA на соответствие требованиям системы менеджмента качества ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners

Получите двойную выгоду: глубокие профессиональные знания в области измерительной техники и широкую номенклатуру выпускаемой продукции компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнёрами.

www.keysight.com/find/lightwave

Российское отделение

Keysight Technologies

115054, Москва,

Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286

(звонок по России бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр

Keysight Technologies в России

115054, Москва,

Космодамианская наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com