

# Решения для оптических измерений и тестирования оптических устройств

## Технические характеристики

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72	Иваново (4932)77-34-06	Магнитогорск (3519)55-03-13	Пермь (342)205-81-47	Сургут (3462)77-98-35
Астана +7(7172)727-132	Ижевск (3412)26-03-58	Москва (495)268-04-70	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тверь (4822)63-31-35
Астрахань (8512)99-46-04	Казань (843)206-01-48	Мурманск (8152)59-64-93	Рязань (4912)46-61-64	Томск (3822)98-41-53
Барнаул (3852)73-04-60	Калининград (4012)72-03-81	Набережные Челны (8552)20-53-41	Самара (846)206-03-16	Тула (4872)74-02-29
Белгород (4722)40-23-64	Калуга (4842)92-23-67	Нижний Новгород (831)429-08-12	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Тюмень (3452)66-21-18
Брянск (4832)59-03-52	Кемерово (3842)65-04-62	Новокузнецк (3843)20-46-81	Саратов (845)249-38-78	Ульяновск (8422)24-23-59
Владивосток (423)249-28-31	Киров (8332)68-02-04	Новосибирск (383)227-86-73	Севастополь (8692)22-31-93	Уфа (347)229-48-12
Волгоград (844)278-03-48	Краснодар (861)203-40-90	Омск (3812)21-46-40	Симферополь (3652)67-13-56	Хабаровск (4212)92-98-04
Вологда (8172)26-41-59	Красноярск (391)204-63-61	Орел (4862)44-53-42	Смоленск (4812)29-41-54	Челябинск (351)202-03-61
Воронеж (473)204-51-73	Курск (4712)77-13-04	Оренбург (3532)37-68-04	Сочи (862)225-72-31	Череповец (8202)49-02-64
Екатеринбург (343)384-55-89	Липецк (4742)52-20-81	Пенза (8412)22-31-16	Ставрополь (8652)20-65-13	Ярославль (4852)69-52-93

## Приборы для измерений в оптическом диапазоне

### Базовые измерения характеристик оптических компонентов

#### Серия N77xx приборов для оптических измерений

Определение параметров многопортовых оптических устройств или параллельное тестирование оптических устройств требует нового набора оборудования для испытания оптических систем, который обладает невысокой стоимостью, обеспечивает высокую скорость измерений и параллельный сбор данных. Серия N77xx приборов компании расширяет семейство оборудования для оптических измерений и испытаний, чтобы удовлетворить этим требованиям испытаний. Управление приборами осуществляется через графический интерфейс пользователя на ПК или ноутбуке, что устраняет затраты на дисплеи, органы управления и сопутствующую электронику нескольких приборов. Графический интерфейс пользователя позволяет контролировать и управлять сразу множеством каналов и давать быструю информацию о состоянии. Полный набор мощных функциональных возможностей доступен при дистанционном управлении приборами через интерфейсы USB, LAN или GPIB. Приборы серии N77xx поддерживаются программным обеспечением Command Expert.



#### 8163B Базовый блок системы оптических измерений

- Цветной дисплей с высоким разрешением
- 2 слота для размещения модулей измерителей оптической мощности, модулей для измерения обратных потерь, компактных перестраиваемых лазеров или фиксированных лазерных источников
- Встроенные измерительные приложения: обратные потери, испытание пассивных компонентов, нестабильность, регистрация и статистический анализ данных
- Интерфейс GPIB для дистанционного управления расширенной системой запуска и системой синхронизации
- Широкие возможности запуска
- Интерфейсы LAN и GPIB для дистанционного управления



Базовый блок системы оптических измерений 8163B компании Technologies является базовым измерительным инструментом, который обеспечивает гибкие возможности построения модульных конфигураций и простоту управления испытательными решениями. Этот базовый блок применяется для тестирования оптических компонентов.

Двухслотовый базовый блок системы оптических измерений 8163B компании является одним из основных средств измерений в волоконно-оптической отрасли с превосходными характеристиками для измерений методом "стимул/отклик". Благодаря модульной конструкции и компактности этот прибор обладает достаточной гибкостью, чтобы удовлетворить быстро изменяющиеся потребности измерений, будь то измерение оптической мощности и потерь с использованием модулей лазерных источников и измерителей мощности, либо использование модулей аттенуаторов и переключателей для формирования сигнала.

#### 8164B Базовый блок системы оптических измерений

- 1 слот для размещения модуля перестраиваемого лазерного источника
- 4 слота для размещения модулей измерителей оптической мощности, модулей для измерения обратных потерь, компактных перестраиваемых лазеров или фиксированных лазерных источников
- Встроенные измерительные приложения: тестирование пассивных компонентов, нестабильность, регистрация данных
- Расширенные возможности запуска
- Интерфейсы LAN и GPIB для дистанционного управления



Система для оптических измерений 8164B компании поддерживает широкий ряд модулей перестраиваемых лазерных источников и позволяет разместить в одном блоке до 8 модулей измерителей мощности для тестирования спектральных характеристик пассивных компонентов с высоким разрешением. Порты LAN и GPIB обеспечивают подключение к ПК для дистанционного управления при создании автоматизированных измерительных систем, поддерживаемых набором программных средств компании. Кроме того, наличие большого дисплея и удобных органов управления позволяет использовать 8164B в качестве настольного прибора в автономном режиме.

Оптическая измерительная система 8164B компании является идеальным базовым блоком для испытательных решений в быстрых и точных оптических приложениях, поскольку в ней может размещаться один из перестраиваемых лазерных источников высшего класса компании и до 4 компактных модулей.

#### Возможности базовых блоков 8163B/8164B и оптических модулей

Базовые блоки 8163B/64B и оптические модули компании оснащены встроенными программными приложениями для обеспечения быстрого тестирования в ручном режиме без программирования

- Тестирование пассивных компонентов – измерение спектральных характеристик вносимых потерь с помощью одного модуля перестраиваемого лазера и одного или большего числа модулей измерителей оптической мощности
- Обратные потери/вносимые потери – измерение обратных потерь и вносимых потерь тестируемых устройств с помощью модуля для измерения обратных потерь 81613A и модуля измерителя мощности (только 8163B)
- Нестабильность – тестирование долговременной нестабильности уровня мощности с помощью модуля измерителя оптической мощности или головки для измерения оптической мощности
- Регистрация данных – проведение статистического анализа с использованием результатов измерений мощности

#### 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

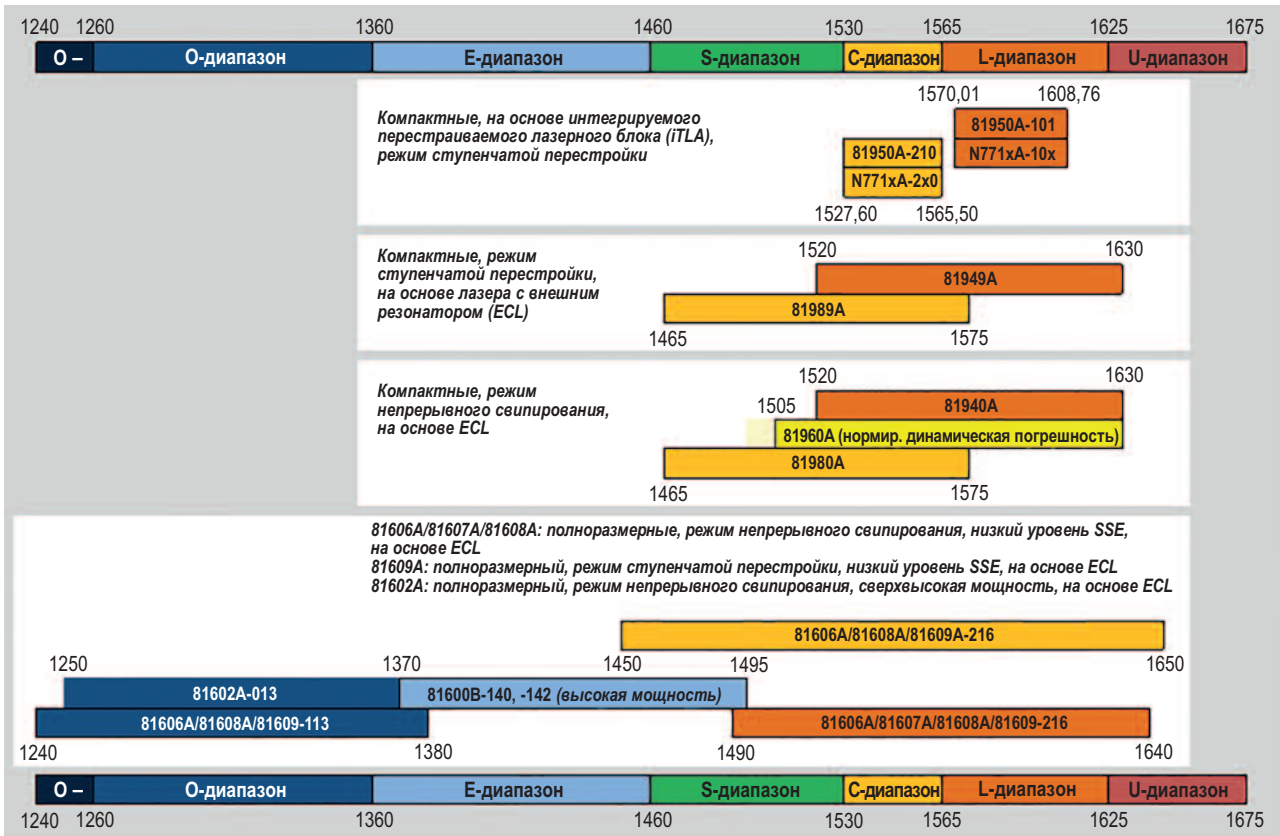


# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Перестраиваемые лазерные источники

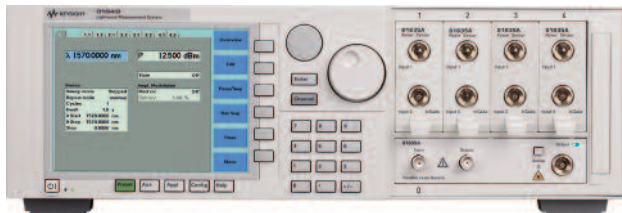
### Таблица по выбору перестраиваемых лазерных источников компании

81602A  
81606A  
81607A  
81608A  
81609A



## Семейство модулей перестраиваемых лазерных источников 8160xA компании

- Полное перекрытие всех диапазонов длин волн систем передачи от 1240 до 1650 нм
- Широкий динамический диапазон измерений, благодаря снижению выходного спонтанного излучения источника (SSE), отношение "сигнал/спонтанное излучение источника" > 80 дБ/нм
- Встроенный измеритель длины волны с высокой точностью  $\pm 3,6$  нм
- Двухнаправленное свипирование со скоростью до 200 нм/с для сокращения времени испытаний
- Высокая выходная мощность оптического излучения > +18 дБм
- Встроенный аттенюатор 60 дБ с высокими характеристиками
- Отсутствие компромисса между точностью измерений и скоростью свипирования



Модули перестраиваемых лазерных источников семейства 8160xA компании устанавливаются в нижний слот базового блока 8164B.

### Перестраиваемый лазерный источник 81606A - старшая модель семейства 8160xx

Перестраиваемый лазерный источник 81606A с опцией 216 - новая флагманская модель, которая характеризуется самым широким диапазоном настройки 200 нм и превосходной динамической точностью и воспроизводимостью длины волны. Низкий уровень спонтанного излучения источника (SSE) обеспечивает отношение "сигнал/спонтанное излучение источника" > 80 дБ/нм, а высокий уровень выходной мощности позволяет проводить измерения разделения определенных длин волн до 100 дБ, которые чаще всего ограничиваются чувствительностью измерителя мощности.

### Экономичные перестраиваемые лазерные источники 81607A и 81608A

Новый экономичный перестраиваемый лазерный источник 81607A дополняет старшую модель семейства 81606A, предлагая немного меньшую выходную мощность. Обладая типовой воспроизводимостью

длины волны  $\pm 1 \times 10^{-6}$  даже во время двухнаправленного свипирования со скоростью 200 нм/с, он хорошо подходит для тестирования и автоматической настройки пассивных оптических компонентов.

81608A - ещё один новый член семейства экономичных перестраиваемых лазерных источников, имеющий пиковую выходную мощность > +12 дБм, что не менее чем на 75 дБ/нм превышает его уровень спонтанного излучения. 81608A характеризуется типовой воспроизводимостью длины волны  $\pm 1,5$  пм при двухнаправленном свипировании со скоростью до 200 нм/с. Сочетание функциональности, производительности и цены этого лазерного источника делает его пригодным как для экспериментов с когерентной передачей, так и для экономически эффективного производственного тестирования компонентов.

### Базовый лазерный источник со ступенчатой перестройкой 81609A

Новый модуль 81609A может менять длину волны за 300 мс с разрешением по длине волны 0,1 пм и типовой воспроизводимостью длины волны  $\pm 3$  пм, что делает его идеальным для экономически эффективного тестирования широкополосных оптических устройств. Подобно другим моделям семейства, 81609A характеризуется пиковой выходной мощностью более +12 дБм и малыми уровнями спонтанного излучения. Благодаря стабильности мощности  $\pm 0,01$  дБ в час его можно использовать в качестве статического гетеродина с широким диапазоном перестройки для тестирования приёмников или экспериментов с передающими устройствами.

### Перестраиваемый лазер сверхвысокой мощности 81602A

Новый модуль 81602A - перестраиваемый лазерный источник сверхвысокой мощности, работающий в диапазоне длин волн от 1250 до 1370 нм. Обеспечивая пиковую выходную мощность > +18 дБм и > +16 дБм в диапазоне длин волн стандарта 100GBASE-LR4 (от 1290 до 1315 нм), он увеличивает предел баланса мощности в испытательной установке. Высокая выходная мощность помогает получить световое излучение быстрее при настройке оптоволокна или пробника и компенсировать потери из-за переходного затухания широкополосных поверхностных пробников (решётчатых ответвителей). Сочетание возможности перестройки в широком диапазоне длин волн и высокой оптической мощности позволяет при тестировании интегральных фотонных устройств применять требуемые уровни и длины волн сигналов, компенсируя высокие вносимые потери модуляторов или разветвителей в испытательной установке. Благодаря диапазону перестройки от 1250 до 1370 нм, лазер можно использовать в исследованиях новейших интегральных фотонных схем.



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Перестраиваемые лазерные источники

81960A  
81940A  
81949A  
81980A  
81989A  
81950A  
N7711A  
N7714A  
81663A  
81655A  
81656A  
81657A

### Компактные модули перестраиваемых лазерных источников 81960A, 8194xA, 8198xA и 81950A

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



81960A

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.

### Измерение спектральных потерь с быстрым свипированием

81960A устанавливает новый уровень технических характеристик перестраиваемых лазеров за счёт более высоких скоростей свипирования и частот повторения в сочетании с динамическими точностными характеристиками, необходимыми для измерений компонентов систем DWDM. Динамически определяемое свипирование в обоих направлениях увеличивает частоту повторения для использования в процедурах настройки и калибровки в реальном времени

### Перестраиваемые лазеры высокой мощности диапазонов S, C и L

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

Модули 81980A и 81989A покрывают полосу длин волн 110 нм в S- и C-диапазоне, 81940A и 81949A работают в полосе 110 нм в C- и L-диапазонах, а 81960A покрывает полосу 125 нм в C- и L-диапазонах.

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

### Внутренняя модуляция

Функция внутренней 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 поддерживаются испытания переходных процессов в оптических усилителях посредством имитации событий добавления и выделения каналов.

### Перестраиваемые лазерные источники N7711A/14A

- Компактный формат прибора с одним или четырьмя портами с шириной в половину приборной стойки и высотой 1U
- Гибкие возможности по конфигурированию каналов C- 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  $\pm 6$  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 оптоволокна с сохранением состояния поляризации



Перестраиваемые лазеры N7711A и N7714A являются, соответственно, однопортовыми и четырёхпортовыми источниками, доступными для C- или L-диапазонов длин волн. Узкая спектральная линия и возможность точной настройки сетки смещения позволяют обеспечить реалистичную загрузку новейших систем передачи. N7711A и N7714A - лазерные источники со ступенчатой перестройкой в пределах любой сетки частот в C-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 обеспечивают возможность имитации современных передатчиков с мультиплексированием по длине волны повышенной плотности (DWDM). При необходимости пользователь может активировать подавление вынужденного рассеяния Манделъштама-Бриллюэна (BPMБ).

### 81663A Модуль лазерного источника с распределённой обратной связью

- Центральные длины волн: 1310 нм, 1490 нм, 1510 нм, 1550 нм, 1625 нм
- Высокая выходная мощность оптического излучения: +13 дБм
- Нестабильность длины волны:  $\pm 0,002$  нм
- Возможность точной подстройки:  $\pm 500$  пм
- Нестабильность уровня мощности: 0,003 дБ

Модули лазерных источников с распределённой обратной связью высокой мощности 81663A наилучшим образом подходят для тестирования с несколькими фиксированными длинами волн, таких как тестирование компонентов пассивных оптических сетей (PON). Они обеспечивают уровень выходной мощности +13 дБм, чтобы преодолеть потери мощности, имеющиеся в современных испытательных системах. Превосходная стабильность уровня выходной мощности и длины волны являются ключевыми для точных измерений вносимых потерь и поляризационно-зависимых потерь на длинах волн сетей PON.

### 8165xA Модули лазеров с резонатором Фабри-Перо

- 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 (15 мин.)
- Тестирование на стабильность 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 применения в приложениях с кратковременным и долговременным режимом работы.

### Гибкое конфигурирование

Лазерные источники с резонатором Фабри-Перо 8165xA представляют собой семейство съёмных модулей для оптической испытательной платформы компании 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 (short-reach), такие как Fibre Channel и Gigabit Ethernet.

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

Лазерный источник с резонатором Фабри-Перо в сочетании с широким рядом измерителей мощности (или оптических головок) образует базовую испытательную установку для определения параметров вносимых потерь. 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. 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.



81663A



81650A

# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Измерители оптической мощности

### Таблица по выбору измерителей оптической мощности

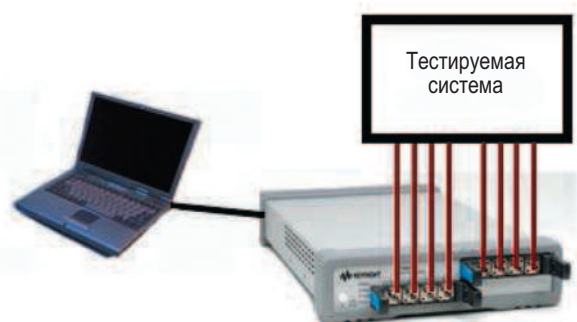
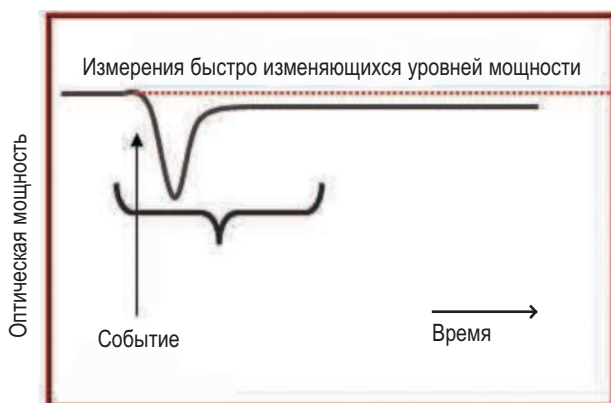
Головки измерителей мощности	81623B	81623B C01/C85	81623B E01	81624B	81624B C01	81626B	81626B C01	81628B
Чувствительный элемент приемника	Ge, 5 мм	Ge, 5 мм	Si, 5 мм	InGaAs, 5 мм	InGaAs, 5 мм	InGaAs, 5 мм	InGaAs, 5 мм	Светомерный шар
Диапазон длин волн (нм)	750-1800	750-1800	450-1020	800-1700	850-1700	850-1650	850-1650	850-1700
Пределы измерения мощности (дБм)	-80 - +10	-80 - +10	-90 - +10	-90 - +10	-90 - +10	-70 - +27	-70 - +27	-60 - +40
Погрешность при н.у.	±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 приемника	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs	InGaAs
Количество каналов	1	1	2	1	4	8	2	4
Диаметр сердцевины волокна	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)	970 - 1650	800 - 1700	800 - 1650	1250 - 1640	1250 - 1650	1250 - 1650	1250 - 1650	1250 - 1650
Пределы измерения мощности (дБм)	-70 - +28	-110 - +10	-80 - +10	-80 - +10	-80 - +10	-80 - +10	-110 - +10	-10 - +10
Погрешность при н.у.	±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	Тип. < ±0,015	Тип. < ±0,015	Тип. < ±0,01	Тип. < ±0,01	< ±0,005	< ±0,005
Относительная погрешность (спектральная неравномерность) (дБ)	< ±0,005	< ±0,005	Тип. < ±0,015	Тип. < ±0,015	Тип. < ±0,01	Тип. < ±0,01	< ±0,005	< ±0,005
Память/канал	20 квыб	20 квыб	20 квыб	100 квыб	2 x 1 Мвыб	2 x 1 Мвыб	2 x 1 Мвыб	2 x 1 Мвыб
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

### 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.



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Измерители оптической мощности

N7747A  
N7748A  
N7744A  
N7745A  
81635A  
81634B  
81636B  
81630B  
81623B  
81624B  
81626B  
81628B  
81618A  
81619A

### Высокочувствительные измерители оптической мощности N7747A и N7748A

- Пределы измерения уровня мощности: от -110 дБм до +10 дБм
- Диапазон длин волн: от 800 нм до 1700 нм
- Поляризационная зависимость:  $< \pm 0,005$  дБ
- Линейность:  $< \pm 0,015$  дБ,  $< \pm 0,005$  дБ в пределах размаха 10 дБ
- Уровень шума:  $< 0,1$  пВт (размах)
- Память для регистрации данных: 2 буфера для хранения выборок объемом 1 Мвыб на каждый канал
- Выход аналогового напряжения: полоса от 5,0 кГц до 300 Гц



Измерители мощности N7747A (2 канала) и N7748A (4 канала) обладают высочайшей чувствительностью - измерение уровня мощности доступно со значения  $-110$  дБм, и, соответственно, низким уровнем шумов и высокой стабильностью для высокоточных измерений и наблюдения слабых сигналов и малых изменений сигнала. Это поддерживается высокой относительной точностью измерения мощности с низкой поляризационной зависимостью и низкой спектральной неравномерностью. Высокая чувствительность вместе с 9 диапазонами мощности, разнесенными на 10 дБ, обеспечивают очень широкий динамический диапазон с превосходной линейностью.

Эти приборы объединяют в себе гарантированные оптические характеристики модулей измерителей мощности 81634B с большим объемом памяти, высокой скоростью передачи данных и малым размером платформы серии N77. Теперь 8 высокочувствительных измерителей оптической мощности размещены в блоке размером 1U. Оптические соединения осуществляются с помощью взаимозаменяемой системы сопряжения соединителей серии 81000x1, что позволяет легко адаптировать прибор к различным типам соединителей для подключения оптоволокон. Каждый оптический порт имеет 2 буфера памяти, каждый из которых способен регистрировать до 1 Мвыб данных. Возможность выгрузки данных из одного буфера в то время, как другой записывает результаты измерений, позволяет осуществлять непрерывный контроль на длительных промежутках времени, различая слабые изменения сигнала. Эти приборы оснащены интерфейсами USB, LAN и GPIB для управления посредством набора команд SCPI. Также могут быть использованы обновленные версии приложения N77xx Viewer и драйвера 816x VXI Plug&Play.

### Многопортовые измерители оптической мощности N7744A и N7745A

- Патентованная 4-портовая система сопряжения оптических соединителей для подключения соединителей типа FC, SC, LC, MU и оголенного волокна (без покрытия)
- Запоминание до 1 миллиона значений мощности на канал для получения высокой скорости сбора и передачи данных при измерениях
- Короткое минимальное время усреднения 1 мкс обеспечивает высокое разрешение по времени и измерения быстро меняющихся уровней мощности
- Интерфейсы LAN, USB и GPIB для программирования прибора
- Широкий динамический диапазон и диапазон частот для точных высокоскоростных измерений без искажений спектра
- Совместимость по программным кодам с платформой системы для оптических измерений компании

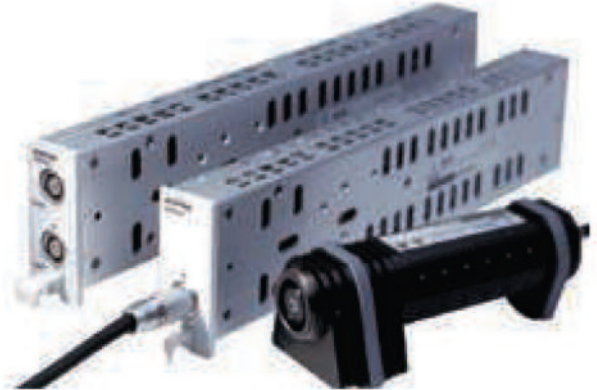


Измеритель оптической мощности N7745A с интерфейсами для одновременного подключения 4-х соединителей N7740ZI, N7740FI, N7740BI, N7740KI (слева направо)

**До восьми каналов измерителя мощности в небольшом корпусе**  
Оптические измерители мощности N7744A и N7745A компании с 4 или 8 каналами для подключения измерителей мощности позволяют повысить объем выпуска продукции.

### Измерители оптической мощности 8163xA/B и 8162xB

- Полный диапазон длин волн от 450 до 1800 нм
- Низкая погрешность измерений  $\pm 0,8\%$  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 измерителя мощности
- Поддержка приложений с оголенным оптоволоконком и открытым лучом с использованием детектора 5 мм
- Синхронные измерения с помощью лазерного источника или внешней модуляции



Головка измерителя оптической мощности и интерфейсные модули 81618A и 81619A



Головка измерителя оптической мощности со светомерным шаром (800 - 1700 нм)

### Широкий ряд оптических измерителей мощности и оптических головок

Приборы для измерения мощности доступны в двух форматах: автономные модули измерителей мощности с соединителем на передней панели для подключения оптоволоконка 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. Гибкая система сопряжения соединителей позволяет использовать один и тот же прибор со множеством различных типов оптических соединителей.

### Критерии выбора оптических измерителей мощности

#### Измерители оптической мощности

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



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Измерители обратных потерь, оптические переключатели и аттенюаторы

81610A  
81613A  
81570A  
81571A  
81578A  
N7751A  
N7752A  
N7761A  
N7762A  
N7764A  
N7766A  
N7768A  
81595B  
N7731A  
N7734A

### Модули для измерения обратных потерь 81610A и 81613A

- Измерения обратных потерь в одном модуле
- Широкий динамический диапазон 75 дБ
- Встроенный лазерный источник с резонатором Фабри-Перо на длины волн 1310 нм и 1550 нм
- Использование любого внешнего лазерного источника, в том числе перестраиваемого лазера для измерения обратных потерь со свипированием
- Три простых шага калибровки 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 позволяет управлять калибровкой и исключать погрешности измерений, возникающие вследствие применения ответвителя/фильтра в конструкции. Кроме того, встроенный лазер с резонатором Фабри-Перо на длины волн 1310 и 1550 нм позволяет проводить основные тесты оптических компонентов.

### Оптические аттенюаторы высокой мощности 8157xA

- Низкие вносимые потери 0,7 дБ
- Малая неравномерность амплитудно-волновой характеристики (ABX)
- Работа как с одномодовыми, так и многомодовыми оптическими волокнами
- Высокое разрешение ослабления 0,001 дБ
- Опция активного управления мощностью



### Аттенюаторы для высокого уровня входной оптической мощности

81570A, 81571A и 81578A - компактные экономичные модули аттенюаторов с высоким разрешением. Они отличаются малой неравномерностью амплитудно-волновой характеристики (ABX) и высокими управляемыми уровнями входной мощности. Обладая также низкими вносимыми потерями, они идеально подходят для таких испытаний оптических усилителей, как определение параметров оптических усилителей на легированном эрбием волокне (EDFA) и рамановских усилителей, а также для других многоволновых приложений, например, испытаний систем передачи DWDM. Различные функции калибровки позволяют устанавливать опорный уровень мощности. Затем можно установить и отобразить в интерфейсе пользователя ослабление и уровень мощности относительно опорного. Для защиты или имитации выделения каналов доступен встроенный оптический затвор.

### Оптические аттенюаторы N775xA и N776xA

- Относительная погрешность установки уровня мощности 0,05 дБ
- Время установления: ослабления - 20 мс, уровня мощности - 100 мс, 200 мс - для многомодового волокна
- Миниатюрная объемная оптика для лучшего распределения мощности при многомодовой передаче
- Скорость изменения ослабления: от 0,1 до 1000 дБ/с для одномодового волокна или от 0,1 до 80 дБ/с и 1000 дБ/с (с возможностью выбора) для многомодового волокна
- Максимальный уровень входной мощности +23 дБм
- Вносимые потери  $\leq 1,2$  дБ
- Диапазон ослабления для одномодового волокна: 45 дБ (тип.)
- Диапазон ослабления для многомодового волокна: 35 дБ
- Диапазон установки уровня мощности: от -50 до +20 дБм
- Полностью совместимы с установками параметров и программы, разработанными при использовании модульных аттенюаторов 8157x
- Можно сохранить и вызвать две конфигурации прибора

### Многоканальные оптические аттенюаторы со встроенным управлением мощностью N776xA



1-канальный регулируемый аттенюатор N7761A

2-канальный аттенюатор для одномодового волокна N7762A или многомодового волокна N7766A



4-канальный аттенюатор для одномодового волокна N7764A или многомодового волокна N7768A

### N775xA - многоканальные оптические аттенюаторы со встроенным управлением мощностью и внешними каналами измерителя мощности



1-канальный аттенюатор с двумя каналами измерителя мощности N7751A

2-канальный аттенюатор с двумя каналами измерителя мощности N7752A

### Оптические переключатели 81595B, N7731A и N7734A

- Превосходная воспроизводимость, характеристики гарантируются в течение более 10000 произвольных циклов
- Низкие вносимые и поляризационно-зависимые потери
- Одномодовые или многомодовые
- Конфигурации переключателей: одиночный 1x4, двойной 1x4 и одиночный 1x13



### Уменьшение погрешности из-за соединений и упрощение автоматизации испытаний

Эти приборы и модули применяются для автоматической маршрутизации оптических сигналов при испытаниях приёмопередатчиков, усилителей и пассивных компонентов. Оптические переключатели оптимизируют инвестиции в автоматизированное измерительное оборудование, улучшая повторяемость и производительность и поддерживая параллельные измерения многопортовых устройств и нескольких устройств. Низкие вносимые и поляризационно-зависимые потери, а также высокая повторяемость, гарантируют минимальное влияние переключателя на точность измерений. Переключение выполняется клавишей на модуле, от интерфейса базового блока или через GPIB. Компактный размер и высокая производительность позволяют объединять переключатели для построения многокаскадных устройств, например, включающих пять модулей 1x4.

# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Приборы для анализа и контроля поляризации

N7781B  
N7782B  
N7785B  
N7784B  
N7786B  
N7788B



### N7781B Анализатор поляризации

N7781B - компактный высокоскоростной анализатор поляризации, который обеспечивает исчерпывающие возможности 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 широкой полосе 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.



### N7782B Анализатор коэффициента затухания поляризации

Серия анализаторов коэффициента затухания поляризации (PER) N7782B компании разработана для высокоскоростного тестирования с высокой точностью коэффициента затухания поляризации (PER) в волокнах, поддерживающих поляризацию. Поляриметрический принцип измерений гарантирует получение надежных результатов измерения значений PER до 50 дБ.



### N7785B Синхронный скремблер

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 поляризации. 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.



### N7784B Контроллер поляризации

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



### N7786B Синтезатор поляризации

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 ПО N7700A, что устраняет чувствительность к стабильности условий окружающей среды и минимизирует время измерений. Анализ этих результатов в спектре передачи основных осей устройства (таких как TE и TM) осуществляется таким же образом. Контроль и регистрация выходного состояния поляризации в реальном времени позволяет проводить точные вычисления, в том числе зависимость состояния поляризации от длины волны.



### N7788B Анализатор оптических компонентов

Компания расширяет границы измерений параметров оптических компонентов благодаря анализатору N7788B. Применяемая в нем патентованная технология сравнима с хорошо известным методом анализа собственных значений матриц Джонса, который является стандартным методом измерения поляризационной модовой дисперсии или дифференциальной групповой задержки оптических устройств. По сравнению с методом анализа собственных значений матриц Джонса новая технология 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 TE- и TM-мод
- Основные состояния поляризации (PSP)
- Матрицы Джонса и Мюллера

Для измерения этих параметров анализатор N7788B используется совместно с перестраиваемым лазером компании, таким как 81600B или 81960A, в режиме непрерывного свипирования, а управление обеспечивается с помощью пакета Polarization Navigator из набора программного обеспечения N7700A Photonic Application Suite. Кроме того, N7788B имеет полный набор тех же функций анализа, что и N7781B.



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Измерители длины волны

86120D  
86122C

### Измерители длины волны 86120D и 86122C

- 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



Каждая модель семейства измерителей длины волны компании использует совместимые команды дистанционного управления языка SCPI. Если в будущем потребуются более производительный прибор, можно заменить измеритель длины волны другим прибором компании без лишних затрат средств и времени на разработку нового кода для испытательной системы. Измеритель 86122C можно модернизировать, чтобы получить более высокий уровень характеристик.

#### Одновременное измерение до 1000 длин волн и мощностей

Измерители длины волны 86120D и 86122C, как и другие измерители, основанные на интерферометре Майкельсона, позволяют измерять среднее значение длины волны входного сигнала. Эти измерители длины волны за счёт передовой цифровой обработки точно и просто различают и измеряют до 1000 значений дискретных длин волн.

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

- От 1 до 1000 длин волн и значений 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 ( $\text{см}^{-1}$ )
- 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 прибора обеспечивает устойчивость к сильным ударам и вибрациям

#### Системы передачи с мультиплексированием по длине волны (WDM)

Сочетая производительность измерений с надёжностью, измерители длины волны компании позволяют легко и точно проводить проверку параметров оптической несущей в системах передачи путём

измерения длины волны, уровня мощности и отношений сигнал/шум оптических сигналов на этапах разработки и производства. Измеритель 86122C оптимизирован для измерений характеристик систем со сверхплотным разносом 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 является идеальным решением для создания оптических сетей следующего поколения. Обладая надёжной портативной конструкцией, измеритель 86120D является идеальным прибором для использования при вводе в эксплуатацию и контроле оптических сетей. Благодаря разрешению 86120D  $< 15$  ГГц и абсолютной погрешности измерения длины волны  $\pm 1,5 \times 10^{-6}$  или  $\pm 2,3$  пм при длине волны 1550 нм можно с уверенностью проверять характеристики систем DWDM с частотным разносом каналов  $< 50$  ГГц.

#### Источники

Превосходные возможности измерения длины волны и амплитуды сигнала 86120D и 86122C позволяют определять максимальные значения параметров тестируемых компонентов. Обеспечивается возможность измерения длин волн и амплитуд сигналов лазеров с распределённой обратной связью (DFB), лазеров с резонатором Фабри-Перо, интегрируемых перестраиваемых лазерных блоков (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. Вычисление центральных длин волн источников с более широкими спектральными линиями, таких как светодиоды, отклики усиленного спонтанного излучения, отфильтрованные брэгговскими решетками, или модулированные источники, с помощью выбираемого пользователем широкополосного алгоритма.

#### Функции и передовые измерительные приложения

- Измерения относительной длины волны и амплитуды
- Встроенная регистрация данных
- Дрейф: текущее и минимальное/максимальное значения
- Измерение отношения сигнал/шум оптических сигналов
- Определение характеристик лазеров с резонатором Фабри-Перо
- Режим широкополосного сигнала для сигналов с модуляцией высокого порядка

## Технические характеристики

	86120D	86122C
<b>Длина волны <sup>1</sup></b>		
Диапазон	от 700 до 1650 нм (от 182 до 428 ТГц)	от 1270 до 1650 нм (от 182 до 236 ТГц)
Рабочий диапазон	от 700 до 1700 нм (от 176 до 428 ТГц)	
Абсолютная погрешность	$\pm 1,5 \times 10^{-6}$ ; $\pm 1,0 \times 10^{-6}$ (от 15 до 35 °C) (тип.)	$\pm 0,2 \times 10^{-6}$ (от 15 до 35 °C)
При длине волны 1550 нм/1310 нм	$\pm 2,3$ пм/ $\pm 2,1$ пм	$\pm 0,3$ пм/ $\pm 0,3$ пм
Дифференциальная погрешность <sup>2</sup>	$\pm 0,4 \times 10^{-6}$	$\pm 0,15 \times 10^{-6}$
Мин. разрешимый разнос <sup>2</sup> (входные линии с одинаковой мощностью)	15 ГГц	5 ГГц
При длине волны 1550 нм/1310 нм	$\pm 0,12$ пм/ $\pm 0,09$ пм	$\pm 0,04$ пм/ $\pm 0,03$ пм
Разрешение дисплея/единицы измерения	0,0001 нм/нм (вакуум или воздух при нормальных условиях), $\text{см}^{-1}$ , ТГц	
<b>Мощность</b>		
Погрешность калибровки	$\pm 0,6$ дБ (при $\pm 30$ нм от 780, 1310 и 1550 нм)	$\pm 0,5$ дБ (при $\pm 30$ нм от 1310 и 1550 нм)
Неравномерность, 30 нм от любой длины волны <sup>2</sup>	$\pm 0,2$ дБ (от 1200 до 1600 нм); $\pm 0,5$ дБ (от 700 до 1650 нм)	$\pm 0,2$ дБ (от 1270 до 1600 нм); $\pm 0,5$ дБ (от 1270 до 1650 нм)
Нелинейность, линии выше -30 дБм	$\pm 0,3$ дБ (от 1200 до 1600 нм)	$\pm 0,3$ дБ (от 1270 до 1600 нм)
Поляризационная зависимость	$\pm 0,5$ дБ (от 1200 до 1600 нм); $\pm 1,5$ дБ <sup>2</sup> (от 700 до 1650 нм)	$\pm 0,6$ дБ (от 1270 до 1600 нм); $\pm 1,0$ дБ <sup>2</sup> (от 1600 до 1650 нм)
Разрешение дисплея/единицы измерения	0,01 дБ/дБм, мВт, мкВт	
<b>Чувствительность (одна линия на входе, одно измерение без усреднения)</b>		
-20 дБм (от 700 до 900 нм)		Неприменимо
-25 дБм <sup>2</sup> (от 800 до 1200 нм)		Неприменимо
-40 дБм (от 1200 до 1600 нм)		-32 дБм (от 1270 до 1600 нм)
-30 дБм (от 1600 до 1650 нм)		-22 дБм (от 1600 до 1650 нм)
Несколько линий на входе <sup>2</sup>	на 30 дБ ниже суммарной входной мощности, но не менее чем мощность одной линии	
Избирательность <sup>2</sup>	25 дБ, разнос $\geq 100$ ГГц; 10 дБ, разнос $\geq 25$ ГГц	25 дБ, разнос $\geq 90$ ГГц; 10 дБ, разнос $\geq 10$ ГГц
<b>Входная мощность</b>		
Максимальный отображаемый уровень	+10 дБм (сумма всех линий на входе)	
Максимально допустимый входной уровень	+18 дБм (сумма всех линий на входе)	
Время цикла измерения	0,6 с	0,5 с (86122C-100); 0,3 с (86122C-110)
Макс. число линий излучения лазера на входе	1000	1000

1. Для линий, разнесённых менее, чем на указанное значение, или при ширине спектральной линии больше, чем указанное значение, погрешность измерения длины волны увеличивается. Для линий излучения лазера, разнесённых на  $\geq 10$  ГГц ( $\geq 20$  ГГц для 86120D) и ширине спектральных линий  $\leq 2,5$  ГГц ( $\leq 10$  ГГц для 86120D).

2. Справочная характеристика.

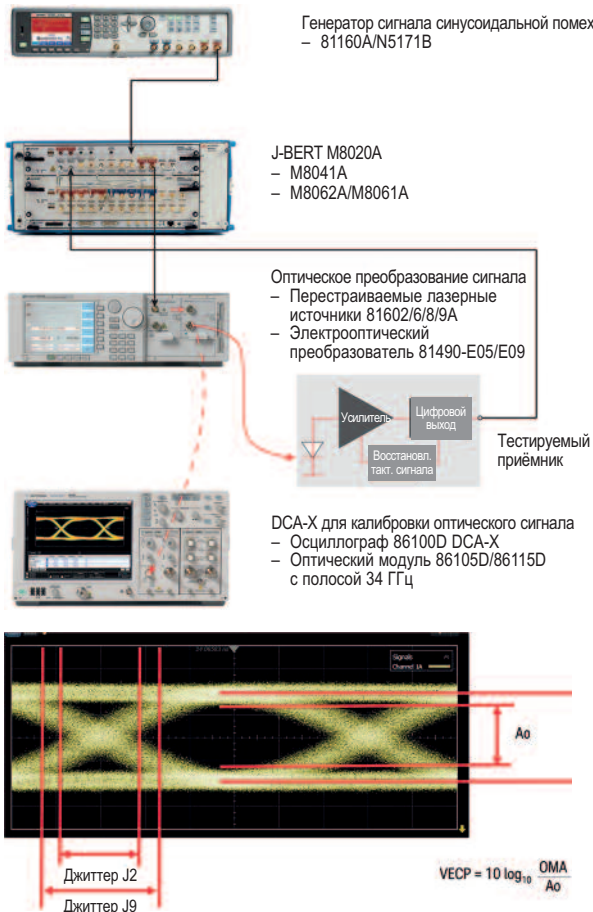
# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Решение для стрессового тестирования оптических приёмников, опорный передатчик

N4917B  
81490A

### N4917B Решение для стрессового тестирования оптических приёмников (Optical Receiver Stress Test Solution) в соответствии с требованиями стандартов 100GBASE-LR4/ER4

Решение для стрессового тестирования оптических приёмников N4917B включает: тестер коэффициента битовых ошибок (BERT), генератор синусоидальных помех для электрического сигнала и генерации стрессового воздействия; оптоэлектрический преобразователь, который модулирует оптический сигнал от перестраиваемого лазерного источника и цифровой стробоскопический осциллограф, который требуется для калибровки глазковой диаграммы сигнала со стрессовым воздействием. Типовая испытательная установка приведена ниже.



Определение параметров оптического сигнала со стрессовым воздействием

#### Подробное описание испытательной установки N4917B

Основным измерительным прибором испытательной установки, использующей при тестировании оптический сигнал со стрессовым воздействием, параметры которого калибруются с помощью глазковой диаграммы, является высокопроизводительный тестер J-BERT M8020A. Он вносит в электрический сигнал на выходе сигнала данных все требуемые виды искажений (случайный и синусоидальный джиттер, межсимвольная интерференция и синусоидальная помеха с изменяющейся амплитудой), используя сочетание собственных встроенных источников стрессовых воздействий, а также внешний генератор сигналов. Этот сигнал подаётся на вход электрооптического преобразователя 81490A для модуляции лазерного источника и создания оптического сигнала со стрессовым воздействием. Перестраиваемый лазерный источник 8160xA используется для установки длины волны последовательно для каждой из 4 линий. Затем оптический сигнал с выхода 81490A проходит через аттенуатор, чтобы обеспечить требуемый уровень оптической мощности на входе тестируемого приёмника.

Перед тестированием приёмника оптический сигнал для каждой длины волны калибруется с помощью широкополосного стробоскопического осциллографа Infinium DCA-X 86100D с оптическим модулем 86105D, который устанавливается как опорный приёмник. Всё оборудование установки находится под контролем программного обеспечения (ПО) N4917B, которое управляет различными устанавливаемыми параметрами оборудования и выполняет итеративную настройку стрессовых воздействий, формируемых M8020A, пока оптимальный оптический сигнал со стрессовым воздействием, измеряемый DCA-X, не будет удовлетворять требуемым параметрам, определяемым в соответствии с глазковой диаграммой этого сигнала (ER, VECP, J2, J9).

#### Функции программного обеспечения (ПО) N4917B

ПО N4917B создаёт оптический сигнал со стрессовым воздействием, исходя из приведённых ниже установочных параметров. Файлы установочных параметров содержат рекомендуемые значения для каждой линии в соответствии с требованиями стандартов LR4, ER4. Если требуется, может также настроить значения параметров до калибровки.

#### Устанавливаемые параметры

- Амплитуда данных (мВ, размах) \*
  - Амплитуда синусоидальной помехи (мВ, размах) \*
  - Частота синусоидальной помехи (МГц)
  - Амплитуда периодического джиттера 1 (UI)
  - Частота периодического джиттера 1 (МГц)
  - Амплитуда периодического джиттера 2 (UI) \*
  - Частота периодического джиттера 2 (МГц)
  - Амплитуда случайного джиттера (мUI) \*
  - Скорость передачи данных (Гбит/с)
  - Уровень оптической мощности для калибровки (дБм)
  - Амплитуда оптической модуляции (OMA) для TU (дБм)
  - Длина волны оптического сигнала (нм)
  - Курсоры коррекции предискажений (дБ)
  - Межсимвольная интерференция (ISI) (дБ/Гцц)
- \* Эти значения будут настраиваться ПО во время процесса калибровки, чтобы соответствовать целевым показателям параметров калибровки

#### Параметры калибровки и измерения

- Коэффициент затухания (дБ)
- VECP (ухудшение, связанное с вертикальным закрытием глаза) (дБ)
- Джиттер J2 (UI)
- Джиттер J9 (UI)
- Амплитуда оптической модуляции (OMA) для TU (дБм)
- Параметры допускового тестирования джиттера на соответствие требованиям стандартов (UI)
- Запас по характеристикам джиттера (UI)

#### 81490A Опорный передатчик

Опорный передатчик 81490A обеспечивает превосходное качество глазковой диаграммы источника опорного сигнала для тестирования приемопередатчиков 10 GbE -LR/-ER, 10 G Fibre Channel и приемопередатчиков на короткие расстояния, таких как 10 GBase-SR, 40 GBase-SR4, 100 GBase-SR10, а также в соответствии со спецификациями 10 GFC Fibre Channel. Опорный передатчик доступен для многомодовых (850 нм) и одномодовых (1310 нм/1550 нм) приложений. Наличие двух длин волн 1310 нм и 1550 нм в одном модуле дает возможность быстрой перенастройки между двумя диапазонами без переподключения. Установка в базовый блок системы для оптических измерений обеспечивает интеграцию 81490A с ПО N4917B. Также поддерживается автономное использование передатчика с помощью языка SCPI.



#### Преимущества

- Полоса частот модуляции выходного сигнала от 10 МГц до 33 ГГц
- Повторяемость и воспроизводимость измерений позволяет добиться более низких значений допустимых отклонений при испытании продукции и улучшить характеристики TU
- Надежные измерения гарантируют сопоставимость результатов
- Полная совместимость с IEEE 802.3 при проверке качества глазковой диаграммы с помощью ПО N4917B для стрессового тестирования оптических приёмников
- Охват широкого диапазона условий при испытаниях даёт наилучшее качество тестируемых устройств во всех целевых режимах работы
- Быстрое изменение конфигурации испытаний за счёт переключения между двумя значениями длин волн 1310 нм и 1550 нм посредством дистанционного или ручного управления без смены модуля
- Масштабируемость и возможность интеграции в системы для оптических измерений компании

#### Приложения

- Опорный передатчик для нагрузочных испытаний глазковой диаграммы на соответствие стандартам IEEE 802.3 и 10 G Fiber Channel
- Создание сигналов с произвольной оптической модуляцией в сочетании с генераторами сигналов
- Общие испытания систем передачи с использованием специальных импульсных последовательностей в сочетании с генератором кодовых последовательностей



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Анализаторы оптических компонентов

N4373D  
N4375D  
N4374B  
N4376D

С развитием оптических систем передачи разработчики и производители компонентов (модуляторов, лазеров, светодиодов, фотодиодов и приёмников, оптических компонентов) должны максимально улучшить характеристики своих изделий. Например, одним из наиболее часто используемых параметров для оценки качества цифровых систем является коэффициент битовых ошибок. Однако описать этим параметром отдельные компоненты сложно. В этом случае больше подходят такие фундаментальные параметры, как коэффициент усиления, полоса пропускания, АЧХ и обратные потери. Для измерения зависимости линейных электрических и оптических параметров передачи и отражения от частоты модуляции используется анализатор оптических компонентов (АОК) – Lightwave Component Analyzer (LCA). В настоящее время можно выполнять калиброванные и отслеживаемые измерения с частотой модуляции до 67 ГГц.

Анализаторы оптических компонентов представляют собой приборы для измерения электрооптических S-параметров, таких как S<sub>21</sub> и S<sub>11</sub> или S<sub>22</sub>. Они основаны на стандартном анализаторе цепей и калиброванном блоке для испытаний электрооптических компонентов.



### N4373D Анализатор оптических компонентов, 43,5, 50 и 67 ГГц

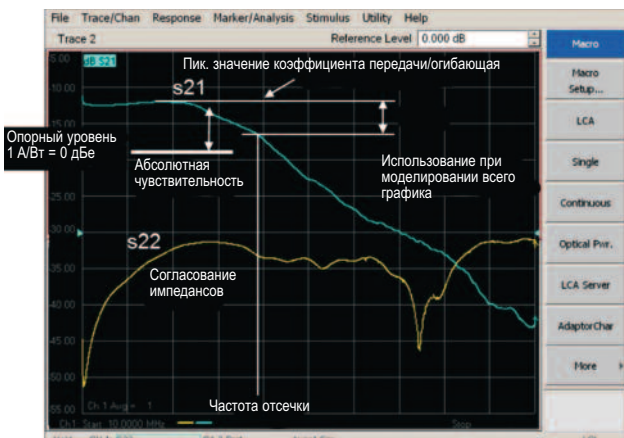
Система N4373D основана на новейшем анализаторе цепей N5227A, в 2- или 4-портовой конфигурации. Этот прибор является идеальным решением для испытаний электрооптических компонентов на частотах до 67 ГГц, на скоростях когерентной передачи 56 Гбод и для проведения испытаний в приложениях, использующих технологию "радио по волокну" (RoF - Radio over Fiber), и в приложениях аэрокосмической и оборонной промышленности.

N4373D соответствует международным стандартам и обеспечивает гарантированные технические характеристики для ответственных электрооптических измерений S-параметров в законченном решении. В сочетании с электронным калибровочным комплектом N4694A пользователь получает возможность быстрой настройки своих испытаний, что позволяет сосредоточиться на разработке компонентов.



### N4375D Анализатор оптических компонентов, 20 и 26,5 ГГц

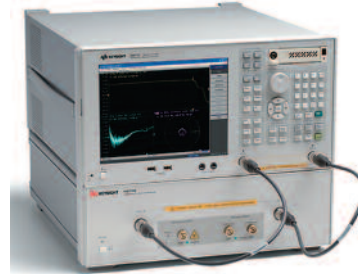
Новый одномодовый анализатор оптических компонентов N4375D основан на новейшем анализаторе цепей серии N5222A в 2- или 4-портовой конфигурации. Он является идеальным решением для измерения параметров электрооптических компонентов до 26,5 ГГц, а также проведения испытаний в приложениях с использованием технологии "радио по волокну" (RoF - Radio over Fiber) и в приложениях аэрокосмической и оборонной промышленности.



N4375D соответствует международным стандартам, как и N4373D. Многомодовую версию анализатора оптических компонентов также можно заказать под номером N4376D, обеспечивая определенные условия оптического возбуждения для наилучшей повторяемости результатов.

### Типовые тестируемые параметры:

- Абсолютная чувствительность и относительная чувствительность
- Частота отсечки (3 дБ)
- Параметры отражения и неравномерность усиления



### N4374B Анализатор оптических компонентов, 4,5 ГГц

Новый анализатор оптических компонентов N4374B является преемником анализатора 8702, и его целевым применением является тестирование компонентов систем кабельного телевидения (CATV) и трансляции эфирного радио по оптоволокну (Radio over Fiber - RoF). N4374B создан на основе анализаторов цепей серии ENA-C. Тестирование систем кабельного телевидения (CATV) поддерживается предложением опорного измерения с импедансом 75 Ом. Для этого используется согласующий переход с 50 Ом на 75 Ом с минимальными потерями. С помощью функции исключения цепи перехода анализатора цепей ENA все результаты тестирования отображают верные результаты, отнесенные к импедансу 75 Ом.

С диапазоном частот модуляции до 4,5 ГГц поддерживаются измерения электрооптических S-параметров для устройств стандартов 3G и LTE RoF. Полностью отслеживаемые технические характеристики для относительной и абсолютной чувствительности делают результаты тестирования независимыми от индивидуальных особенностей конкретного прибора, что обеспечивает возможность их сравнения между поставщиками и производителями и в том случае, когда измерения проводятся в географически удалённых местах.

Превосходная точность и повторяемость результатов позволяет увеличить выход годных устройств при тестировании, проводимом с помощью N4374B, за счёт сужения границ допусков при выходном контроле тестируемых устройств, что приводит к повышению объёма выпуска продукции на производстве. Это законченное техническое решение обеспечивает самое быстрое время для вывода продукта на рынок. Превосходя серию 8702 по скорости тестирования более чем в 3 раза, N4374B позволяет значительно снизить стоимость производства.



### N4376D Анализатор оптических компонентов, 20 и 26,5 ГГц

Многомодовый анализатор оптических компонентов N4376D работает на длине волны 850 нм для определения параметров коротковолновых электрооптических компонентов систем стандартов 10 GbE, Fibre Channel FCx8, FCx10 и FCx16, работающих в диапазоне частот модуляции до 20 или 26,5 ГГц. N4376D также поддерживает тестирование передатчиков и приёмников для сверхбыстродействующих оптических компьютеров или объединительных плат серверов и оптических соединений между микросхемами в быстродействующих компьютерах и серверах. За счёт полностью новой конструкции оптического устройства подключения и архитектуры коммутации ВЧ-сигналов анализатор N4376D вместе с последним семейством анализаторов цепей PNA гарантирует превосходное качество измерений электрооптических параметров. Кроме того, новая уникальная концепция калибровки значительно сокращает время от момента включения питания анализатора до проведения первого калиброванного измерения. Это повышает производительность как при проведении НИОКР, так и на производственном участке.

Многомодовые измерения являются обычно намного более требовательными к повторяемости и стабильности результатов, чем одномодовые измерения. Хорошо определённые и стабильные условия запуска повышают повторяемость измерений. N4376D использует типовые многомодовые условия запуска, определённые в соответствии с требованиями стандарта IEEE 802.3ae, результатом чего являются применимые реалистичные и повторяемые результаты тестирования.



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Анализаторы оптической модуляции

N4391A

### N4391A Анализатор оптической модуляции

- Передовые исследования в области разработки каналов связи, использующих скорости передачи данных 400 Гбит/с и выше
- Самая широкая истинная аналоговая полоса пропускания
- Самый широкий диапазон анализируемых длин волн
- Идеальный прибор для тестирования сверхскоростных оптических каналов связи



В отличие от предыдущего поколения высокоскоростных оптических сетей, когда использование амплитудной манипуляции для модуляции амплитуды оптической несущей на высоких скоростях передачи данных было достаточно, современные оптические каналы связи, следуя за индустрией беспроводной связи, переходят к использованию форматов модуляции более высокого порядка. Сложные форматы модуляции выходят за рамки амплитудной манипуляции посредством кодирования информационных символов как по амплитуде, так и по фазе.

Анализатор оптической модуляции N4391A оптимизирован для анализа этих новых оптических форматов модуляции. Он поддерживает скорости передачи 40/100 Гбит/с и выше. N4391A является идеальным измерительным прибором для передовых исследований на скоростях передачи данных, превышающих 112 Гбит/с.

Точное определение характеристик качества сигнала с векторной модуляцией на выходе передатчика или на протяжении всего канала связи является основным применением этого типа измерительных приборов. Ниже приведены наиболее важные инструменты анализа и измерений.

- Диаграмма созвездия оптического сигнала
- Модуль вектора ошибки (EVM)
- Фазовая ошибка
- Измерение BER на физическом уровне
- Измерение и коррекция параметров хроматической (CD) и поляризационно-модовой дисперсии (PMD) первого порядка
- Квадратурная ошибка
- Разбаланс I/Q-сигналов
- Глазковая диаграмма I- или Q- сигнала
- Анализ спектра с высоким разрешением
- Отображение в виде спектрограммы для многих инструментов анализа
- Ширина спектральной линии излучения лазера
- Поляризация анализируемых символов
- Поддержка более чем 30 форматов модуляции
- Адаптивная компенсация
- Изменяемая ширина полосы частот при отслеживании фазы

#### Основные характеристики при использовании с осциллографами серии Z

- Истинная аналоговая полоса пропускания: до 32 ГГц
- Символьная скорость передачи данных: до 60 Гбод
- Возможность анализа сигналов DP-(D)QPSK со скоростью передачи данных до 240 Гбит/с
- Полоса анализа: до 62,5 ГГц
- Диапазон длин волн: от 1528 до 1630 нм
- Уровень собственных шумов: 1,8% среднеквадратичного значения модуля вектора ошибки (тип.)

#### Свойства и преимущества

- Широкополосный когерентный оптический приёмник с поляризационным разнесением и детектированием в режиме реального времени для анализа современных сложных форматов модуляции
- Выполнение проверки характеристик в течение нескольких минут
- Декодеры сигналов OFDM и APSK, конфигурируемые пользователем
- Сбор данных в режиме реального времени для отслеживания фазы
- Максимальная гибкость тестирования с использованием множества форматов модуляции, инструментов анализа и конфигураций прибора
- Вход внешнего тактового сигнала или аппаратные средства восстановления тактового сигнала не требуются
- Возможность анализа длинных кодовых комбинаций
- Гибкая архитектура аппаратных и программных средств для адаптации к новым требованиям в будущем и защиты инвестиций
- Измерение и коррекция параметров хроматической (CD) и поляризационно-модовой дисперсии (PMD) первого порядка для тестирования каналов, использующих для передачи данных модуляцию с векторной модуляцией

Диаграмма созвездия оптического сигнала, модуляция 32 QAM, поляризация X

Глазковая диаграмма I-сигнала с цветовой градацией, модуляция 32 QAM

Спектр мощности  
Спектр амплитуды

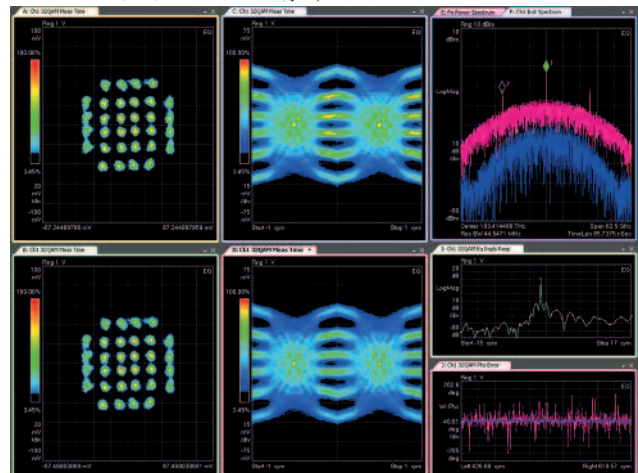


Диаграмма созвездия оптического сигнала, модуляция 32 QAM, поляризация Y

Глазковая диаграмма Q-сигнала с цветовой градацией, модуляция 32 QAM

Частотная характеристика корректора фазовой ошибки

#### Информация для заказа

Номер модели	Опции приёмника
N4391A-110	Анализатор оптической модуляции с 4-канальным приёмником и программным обеспечением анализа
N4391A-120	Анализатор оптической модуляции, выпускаемый по специальному заказу, 63 ГГц, с 4-канальными измерительными блоками (ведущий/ведомый)
Опции гетеродина	
N4391A-210	Встроенный гетеродин
N4391A-220	Встроенный гетеродин, вход внешнего гетеродина и выход встроенного гетеродина
Опции перестраиваемого лазерного источника, выбираемого в качестве внутреннего гетеродина	
N4391A-500/501	Интегрируемый перестраиваемый лазерный блок (ITLA) C/L-диапазона, выбранный в качестве встроенного гетеродина
N4391A-510	Быстрый интегрируемый перестраиваемый лазерный блок (ITLA) C- и L-диапазонов, выбранный в качестве встроенного гетеродина
Лицензии на программные средства анализа	
N4391A-420	Декодер сигналов OFDM, конфигурируемый пользователем
89601B-200	Базовый векторный анализ сигналов и возможность подключения к аппаратным платформам, переносимая лицензия
89601B-AYA	Анализ векторной модуляции, переносимая лицензия
Интеграция с имеющимися осциллографами	
N4391A-M33/M63	Интеграция одного осциллографа серии Z, принадлежащего заказчику, с новым оптическим приёмником N4391A для получения до 4/2 каналов с полосами пропускания 33 ГГц/63 ГГц
N4391A-M64	Интеграция двух осциллографов серии Z, принадлежащих заказчику, с новым оптическим приёмником N4391A для получения до 4 каналов с полосами пропускания 63 ГГц
Опции системы сбора данных (осциллографов)	
N4391A-Z20/Z25/Z33	Осциллограф Infiniium, 20 ГГц/25 ГГц/33 ГГц, 80 Гвыб/с, 4 канала, 50 Мвыб/канал (модель DSOZ204A/254A/334A, 1 шт.)
N4391A-Z50/Z63	Осциллограф Infiniium, 50 ГГц/63 ГГц, 160 Гвыб/с, 2 канала; 33 ГГц, 80 Гвыб/с, 4 канала; 50 Мвыб/канал (модель DSOZ504A/634A, 1 шт.)
N4391A-Z64	Осциллограф Infiniium: 63 ГГц, 160 Гвыб/с, 2 канала; 33 ГГц, 80 Гвыб/с, 4 канала; 50 Мвыб/канал (модель DSOZ634A, 2 шт.)

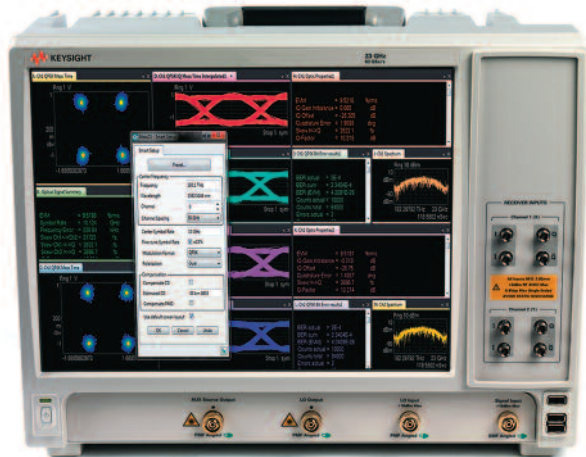
# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

## Анализаторы оптической модуляции

N4392A

### N4392A Комбинированный анализатор оптической модуляции

- Тестирование систем когерентной передачи сигналов стандартов 40G/100G
- Определение параметров когерентного оптического передатчика
- Тестирование интегрированных интрадианных когерентных приёмников
- Тестирование систем когерентной передачи сигналов
- Возможность анализа вектора ошибки
- Масса менее 13 кг (28,7 фунтов)
- Встроенная функция калибровки
- Встроенная функция контроля характеристик
- Встроенный дигитайзер с высокими характеристиками



N4392A - это следующее поколение анализаторов оптической модуляции в компактном корпусе, типичном для осциллографов средних размеров. Дисплей с диагональю 15 дюймов (38,1 см) позволяет одновременно отображать ещё больше анализируемых параметров, что приводит к более быстрой отладке тестируемых устройств.

#### Компактность

Объединение в одном корпусе дигитайзера, оптической системы и компьютера для анализа результатов измерений привело к созданию законченного компактного технического решения, для которого не требуются дополнительные внешние кабели, что делает этот прибор более надежным и простым в использовании.

Несмотря на сравнительно небольшие размеры, анализатор оптической модуляции N4392A оснащен большим дисплеем с диагональю 15 дюймов (38,1 см), как у портативных компьютеров, что предоставляет пользователю больше возможностей для исследования сигналов.

#### Портативность

Анализатор N4392A представляет собой малогабаритный переносной прибор, который сконструирован в компактном корпусе, типичном для осциллографов средних размеров. При необходимости его можно легко переместить в пределах лаборатории или производственного участка. Это преимущество в полной мере смогут оценить и операторы, которым требуется осуществлять анализ и отладку сигналов на физическом уровне.

#### Доступность

Анализатор оптической модуляции N4392A был разработан с целью обеспечения наилучшего соотношения цены и производительности, достигаемого за счет объединения высокой степени интеграции и встроенных функций калибровки и контроля характеристик. Это позволило расширить межкалибровочные интервалы, увеличить время безотказной работы при использовании в процессе разработки и производства продукции и, как результат, снизить общую стоимость владения без ухудшения характеристик прибора.

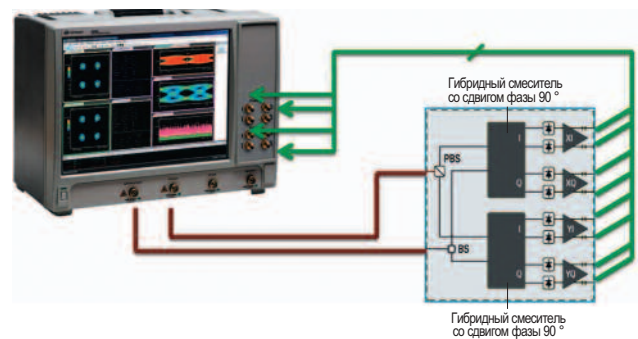


### Тестирование интегрированных интрадианных когерентных приёмников

Методика тестирования интегрированных интрадианных когерентных приёмников (ICR), определенная организацией Optical Networking Forum (ONF), требует тестирования множества параметров для каждого устройства. Эти устройства могут быть быстро и легко протестированы с помощью испытательной установки, изображённой на рисунке ниже. Кроме того, концепция модуля вектора ошибки (EVM) представляет собой мощный инструмент для проверки качества ICR в целом в течение одной секунды. Эта испытательная установка имитирует образцовый передатчик, который обеспечивает сигнал с лучшими характеристиками, чем любой серийно выпускаемый передатчик.

Анализ сигнала этого передатчика таким же способом, как и сигнала обычного передатчика, может выявить искажения, которые отражают внутренние характеристики тестируемого ICR (см. экранные изображения, расположенные слева на рисунке, приведённом на следующей странице) и, следовательно, показывают ограничения для характеристик, которые могут быть достигнуты.

Помимо отображения спектральных характеристик, представленных на экранных изображениях, расположенных справа, подавление зеркального канала предоставляет пользователю индикацию наличия искажений в системе и показывает, насколько хорошо сбалансированы фотодиоды.



### Информация для заказа

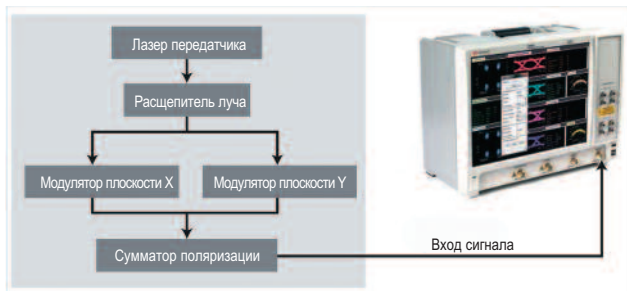
Комбинированный анализатор оптической модуляции	
Номер модели	Описание
N4392A	Анализатор оптической модуляции с базовым блоком и программным обеспечением векторного анализа сигналов
Опции лазерного источника и длины волны	
N4392A-100	Лазерные источники и оптическая система C-диапазона
N4392A-110	Лазерные источники и оптическая система L-диапазона
Опции приёмника	
N4392A-300	Приёмник оптических сигналов с шириной полосы частот 23 ГГц
N4392A-310	Приёмник электрических сигналов с шириной полосы частот 23 ГГц, 4 дифференциальных входа
Опции аппаратных средств	
N4392A-320	Расширенный комплект гетеродина и лазерных источников
Опции программного обеспечения	
N4392A-420	Демодулятор сигналов OFDM, конфигурируемый пользователем
N4392A-430	Пакет для определения характеристик интрадианных когерентных приёмников (ICR)
Опции модернизации (апгрейда) аппаратных средств	
N4392AU-100	Добавление лазерных источников и оптической системы C-диапазона
N4392AU-110	Добавление лазерных источников и оптической системы L-диапазона
N4392AU-E02	Апгрейд до расширенного диапазона длин волн от 1527,6 до 1570,01 нм (от 196,25 до 190,95 ТГц)
N4392AU-430	Апгрейд N4392A с помощью лицензии на пакет для определения характеристик интрадианных когерентных приёмников (ICR)
N4392AU-300	Добавление приёмника оптических сигналов с шириной полосы частот 23 ГГц
N4392AU-310	Добавление приёмника электрических сигналов с шириной полосы частот 23 ГГц, 4 дифференциальных входа
N4392AU-320	Добавление расширенного комплекта гетеродина и лазерных источников
Опции модернизации (апгрейда) программного обеспечения	
N4392AU-410	Апгрейд N4392A с помощью лицензии на дополнительные форматы оптической модуляции
89601B-BHF	Анализ модуляции форматов OFDM пользователя
89601B-BHK	Анализ I/Q-модуляции пользователя
N4392AU-UG1	Апгрейд программного обеспечения анализатора оптической модуляции (OMA) с версии 4.x до версии 5.x, фиксированная бессрочная лицензия



# Приборы для измерений в оптическом диапазоне

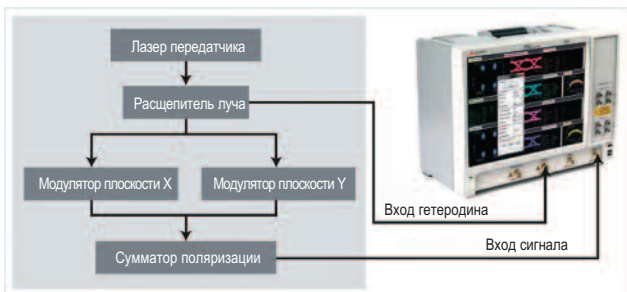
## Анализаторы оптической модуляции

### Тестирование когерентных модуляторов и передатчиков



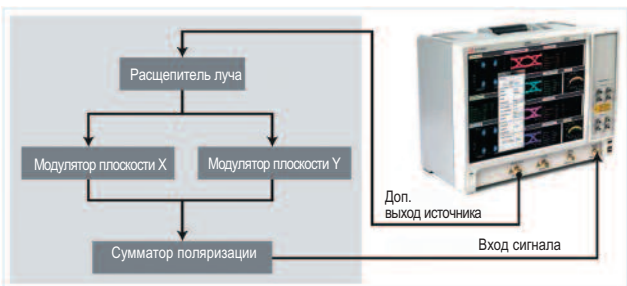
#### Определение параметров целостности сигналов передатчиков

- Проверка параметров сигналов передатчиков
- Контроль оптимальной настройки цепей смещения и временных задержек между сигналами
- Сертификационные испытания передатчика производителем
- Заключительные испытания на надёжность на производстве
- Оценка параметров компонентов передатчика для получения наилучшей точности воспроизведения сигналов



#### Определение параметров гомодинных компонентов

- Оценка параметров компонентов независимо от фазового шума лазерного генератора несущей
- Сертификация модулятора в составе системы
- Проверка модулятора в процессе применения
- Расширенные возможности отладки для обнаружения скрытых проблем передатчика



#### Оценка параметров компонентов

- Экономичная оценка параметров модуляторов
- Экономичная оценка возбудителя модулятора
- Окончательное тестирование I/Q-модулятора на соответствие техническим требованиям в процессе применения
- Гомодинная испытательная установка для оценки влияния фазового шума

## Средства анализа оптической модуляции

### I/Q-диаграмма оптических сигналов

I/Q-диаграмма (также называемая полярной или векторной) отображает демодулированные данные, представленные в виде синфазного сигнала (I), по оси X и квадратурного сигнала (Q) - по оси Y.

Это средство даёт более глубокое понимание поведения переходов сигнала, показывая избыточные отклики и индукцию ограничения ширины полосы частот сигнала, если переход не расположен близко к прямой линии.

### Диаграмма созвездия оптических сигналов

В диаграмме созвездия информация представляется в виде двумерной полярной диаграммы, отображая амплитуду и фазу сигнала. Диаграмма созвездия показывает позиции I/Q-сигналов, которые соответствуют моментам времени символического тактового сигнала. Эти точки, обычно относящиеся к точкам принятия решений, называются символами. Диаграммы созвездий помогают идентифицировать такие вещи, как дисбаланс амплитуд, квадратурные ошибки или фазовый шум.

Диаграмма созвездия позволяет быстро оценить качество передаваемого сигнала, поскольку на ней можно увидеть искажения или смещения от точек созвездия. В дополнение к этому, смещения и искажения оцениваются количественно в виде параметров для удобства сравнения с другими измерениями.

### Таблица символов/сводка ошибок

Этот результат является одним из наиболее мощных средств демодуляции цифровых сигналов. Здесь демодулированные биты можно просматривать вместе со статистикой ошибок для всех демодулированных символов. Точность модуляции может быть быстро оценена путём анализа среднеквадратического значения EVM. Кроме того, отображаются и другие значимые параметры, как показано на рисунке, приведённом ниже.

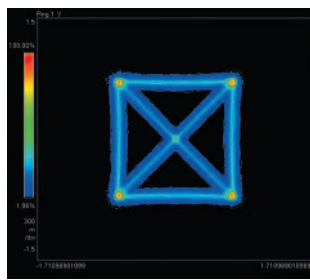
- Погрешность частоты
- I/Q-смещение
- Квадратурная ошибка
- Разбаланс усиления

### Глазковая диаграмма I- или Q-сигнала

Глазковая диаграмма является простым средством отображения зависимости I-сигнала (реальная часть) или Q-сигнала (мнимая часть) от времени при запуске от символического тактового сигнала. Это отображение может быть сконфигурировано таким образом, что глазковые диаграммы реальной (I) и мнимой (Q) частей сигнала будут видны одновременно.

Глазковые диаграммы были хорошо известным средством анализа ещё тогда, когда в качестве метода модуляции оптических сигналов использовалась амплитудная манипуляция (АМн). В данном случае функциональные возможности этого средства анализа расширены за счёт включения мнимой части.

Данное средство позволяет проводить сравнение величин открытия глаза I- и Q-сигналов, быстро отображая возможные дисбалансы.



I/Q-диаграмма

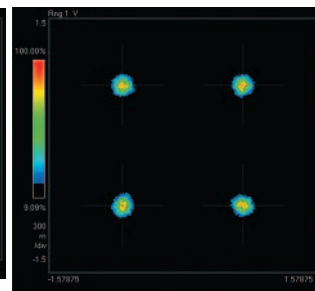
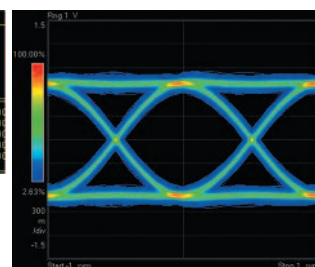


Диаграмма созвездия



Таблица символов/сводка ошибок



Глазковая диаграмма



По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск (8182)63-90-72	Иваново (4932)77-34-06	Магнитогорск (3519)55-03-13	Пермь (342)205-81-47	Сургут (3462)77-98-35
Астана +7(7172)727-132	Ижевск (3412)26-03-58	Москва (495)268-04-70	Ростов-на-Дону (863)308-18-15	Тверь (4822)63-31-35
Астрахань (8512)99-46-04	Казань (843)206-01-48	Мурманск (8152)59-64-93	Рязань (4912)46-61-64	Томск (3822)98-41-53
Барнаул (3852)73-04-60	Калининград (4012)72-03-81	Набережные Челны (8552)20-53-41	Самара (846)206-03-16	Тула (4872)74-02-29
Белгород (4722)40-23-64	Калуга (4842)92-23-67	Нижний Новгород (831)429-08-12	Санкт-Петербург (812)309-46-40	Тюмень (3452)66-21-18
Брянск (4832)59-03-52	Кемерово (3842)65-04-62	Новокузнецк (3843)20-46-81	Саратов (845)249-38-78	Ульяновск (8422)24-23-59
Владивосток (423)249-28-31	Киров (8332)68-02-04	Новосибирск (383)227-86-73	Севастополь (8692)22-31-93	Уфа (347)229-48-12
Волгоград (844)278-03-48	Краснодар (861)203-40-90	Омск (3812)21-46-40	Симферополь (3652)67-13-56	Хабаровск (4212)92-98-04
Вологда (8172)26-41-59	Красноярск (391)204-63-61	Орел (4862)44-53-42	Смоленск (4812)29-41-54	Челябинск (351)202-03-61
Воронеж (473)204-51-73	Курск (4712)77-13-04	Оренбург (3532)37-68-04	Сочи (862)225-72-31	Череповец (8202)49-02-64
Екатеринбург (343)384-55-89	Липецк (4742)52-20-81	Пенза (8412)22-31-16	Ставрополь (8652)20-65-13	Ярославль (4852)69-52-93

сайт: [www.ksight.nt-rt.ru](http://www.ksight.nt-rt.ru) || эл. почта: [kth@nt-rt.ru](mailto:kth@nt-rt.ru)