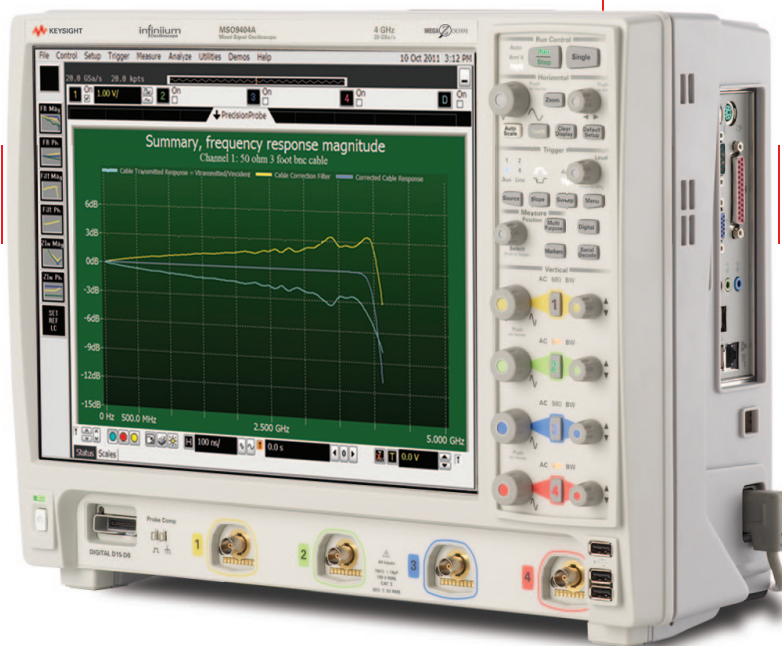


# Keysight Technologies

## Программное обеспечение N2808A PrecisionProbe для осциллографов серии 9000

Техническое  
описание



## Введение

Программное обеспечение Keysight N2808A PrecisionProbe позволяет быстро и точно определять характеристики и проводить коррекцию измерительных систем без использования дополнительного дорогостоящего оборудования.



**Программное обеспечение PrecisionProbe дает возможность решать различные измерительные задачи, позволяя:**

- определять параметры амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристики любого из входов осциллографа серии 9000 без использования дополнительного оборудования, например, векторных анализаторов цепей или рефлектометров;
- проводить быструю и точную компенсацию потерь, вносимых пробниками и кабелями, обеспечивая повышение корректирующей способности системы;
- осуществлять коррекцию нелинейности ФЧХ и неравномерности АЧХ, а также определять влияние нагрузки пробника на систему;
- выполнять быстрый анализ параметров импеданса и емкости соединения;
- расширять полосу пропускания осциллографа и пробника.

## Справочная информация – PrecisionProbe (коррекция кабелей)

Качество измерительной системы определяется качеством ее самого слабого звена. Пользователи тратят тысячи долларов на приобретение контрольно-измерительного оборудования (в том числе, осциллографов), но потом совершенно не обращают внимания на самый ненадежный элемент — кабели. В настоящее время производители осциллографов предлагают ряд методов, позволяющих усилить «слабое звено» путем использования специализированных программ, предназначенных для исключения влияния схем (например, программное обеспечение Keysight N5465A InfiniiSim). Однако при использовании этих программ требуется предварительно определять характеристики кабелей и создавать файлы S-параметров. Обычно для корректного описания характеристик кабелей используются рефлектометры во временной области или векторные анализаторы цепей. Оба эти метода позволяют определять характеристики кабелей и S-параметры, но требуют времени, хорошего знания приборов и дополнительных затрат на измерительное оборудование.

Все это приводит к тому, что инженеры предпочитают не обращать внимания на потери в кабелях. В результате в процессе измерений, выполняемых с помощью осциллографа, пользователь может получить значения характеристик «слабого звена» (кабеля), а не тестируемого устройства, так как величина потерь в кабеле может иметь преобладающее влияние в системе. В лучшем случае пользователю удается определить характеристики только одного или двух кабелей, а затем использовать эти значения (файл S-параметров) для компенсации всех похожих кабелей. В результате такой коррекции параметры кабелей отличаются друг от друга тем сильнее, чем больше их отличие от «идеального» кабеля.

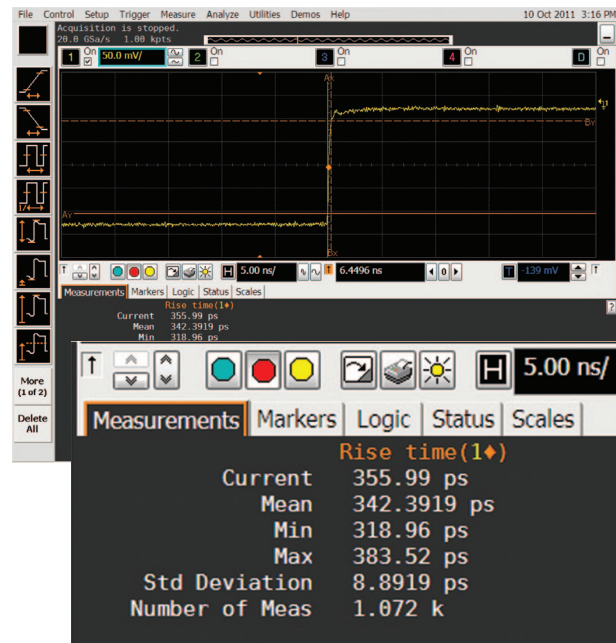


Рис. 1. Потери в кабеле приводят к увеличению времени нарастания и снижению воспроизводимости измерений. На рисунке показан результат измерения времени нарастания сигнала при использовании кабеля с некомпенсированными вносимыми потерями.

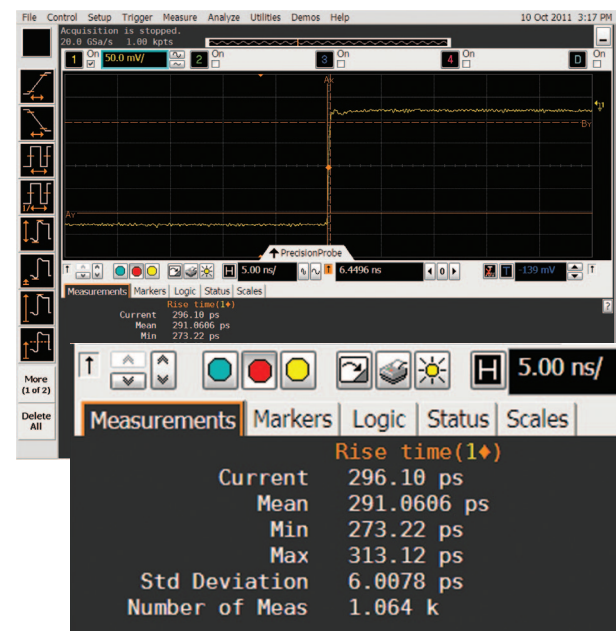


Рис. 2. Результат тех же измерений после компенсации потерь в кабеле. Обратите внимание на уменьшение времени нарастания на 15% и на увеличение стабильности измерений примерно на 50%.

## Справочная информация – PrecisionProbe (коррекция пробников)

Пробникам и кабелям свойственно вносить потери в сигнал, при этом они редко имеют одинаковые параметры. Величина потерь иногда может быть весьма существенной, а частотная характеристика может значительно отличаться от идеальной, что приводит к искажениям сигнала и ошибкам измерений. Для компенсации потерь, вносимых пробниками, производители осциллографов используют коррекцию с помощью цифровой обработки сигналов. Для этого используется эталонный шаблон, в котором используется одна модель компенсации/коррекции. И хотя такой подход помогает снизить собственные потери пробника, он не позволяет решить проблемы, связанные с различиями их параметров.

При изменении/дрейфе характеристик пробника или при их существенном отклонении от параметров исходной модели в результате компенсации может наблюдаться даже снижение точности измерений. Существует множество головок пробников, которые подключаются к усилителям пробников. Для повышения точности измерений в каждом конкретном случае, необходимо определить параметры каждой комбинации головки пробника, накопника и усилителя. Производители осциллографов не в состоянии обеспечить требуемый уровень точности, в результате это приводит к нежелательной погрешности и неоднородности параметров различных пробников.

Зачастую инженеры применяют пробники и головки пробников собственной разработки. Как правило, они более удобны в работе, но в этом случае производитель осциллографа не может обеспечить безупречное качество системы. В результате пользовательские пробники получаются более удобными, но менее точными.

Иногда при проведении измерений требуется добавить между усилителем пробника (например, усилителем пробника Keysight 1131A с полосой пропускания 3,5 ГГц) и головкой пробника (например, головкой-браузером Keysight E2675A с полосой 6 ГГц), например, дополнительный кабель для увеличения длины или матричный коммутатор. Добавленные элементы будут вносить дополнительную погрешность, так как характеристики усилителя и головки пробника скорректированы в соответствии с моделью «идеального пробника», а система с новыми элементами такой модели не соответствует. Для повышения точности измерений нужно исключить внесенную погрешность или определить характеристики добавленных элементов в цепи пробника. Эти процедуры достаточно трудоемки, однако в процессе их выполнения не гарантируется определение характеристик элементов, вызывающих увеличение джиттера, закрытие глазка или уменьшение скорости нарастания фронта сигнала. Все это, в конечном итоге, может привести к тому, что результаты, полученные в ходе моделирования, будут существенно отличаться от результатов реальных измерений.

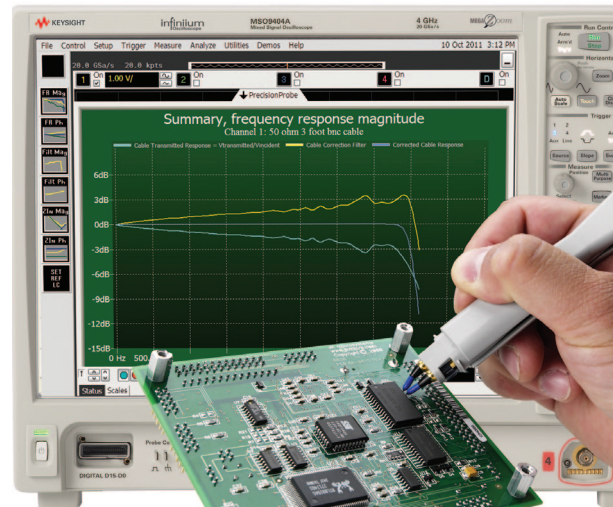


Рис. 3. Пробник-браузер с нестандартным расстоянием между контактами.

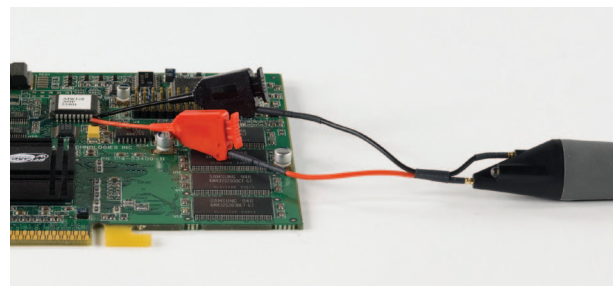


Рис. 4. Пример пользовательского пробника.

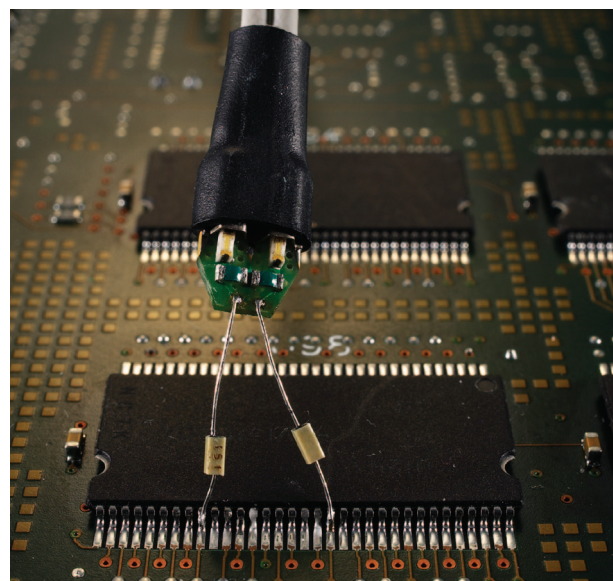


Рис. 5. Пример использования головки с нулевым усилием сочленения (ZIF).

## Решение — PrecisionProbe

Программное обеспечение (ПО) PrecisionProbe для осциллографов серии 9000 помогает решить все эти проблемы, позволяя быстро определить характеристики всей системы пробников, включая кабели и коммутаторы. Для точного определения параметров кабелей и пробников это отмеченное наградами инновационное ПО использует калиброванный выходной сигнал с малой длительностью фронта, выдаваемый осциллографами серии 9000.

Программа быстро (в большинстве случаев — менее чем за пять минут) и с высокой точностью определяет характеристики данного элемента системы без использования дополнительного измерительного оборудования.

## Программное обеспечение PrecisionProbe

Программное обеспечение PrecisionProbe позволяет:

- устранять нежелательные потери в кабеле.
- определять параметры входного импеданса пробника;
- создавать точную индивидуальную передаточную характеристику пробника, равную отношению выходного напряжения к входному ( $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$ ) или отношению величины выходного напряжения к значению напряжения в тестируемой точке ( $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$ );

Теперь все пробники и кабели в системе могут иметь совершенно одинаковые частотные характеристики без погрешностей, вносимых при использовании одной модели компенсации/коррекции. Программа позволяет с высокой точностью определять параметры пользовательских пробников и устранять нежелательные отклики. Программное обеспечение PrecisionProbe может работать непосредственно на приборе, для которого рассчитываются параметры пробников и кабелей. Программа позволяет в течение пяти минут определить характеристики измерительной системы без использования дополнительного сложного дорогостоящего оборудования.

Программное обеспечение PrecisionProbe повышает точность измерений и при этом экономит время и деньги. При использовании системы пробников InfiniiMax с коммутаторами, включенными между усилителем и головкой пробника, программа PrecisionProbe позволяет автоматизировать процедуру коррекции каждого пробника. Полная автоматизация обеспечивает быстрое переключение входов.

## Коррекция сигнала с помощью PrecisionProbe (пробники)

Два метода коррекции частотной характеристики пробника,  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$  или  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$ .

### Коррекция $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$

Отношение  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$  описывает зависимость выходного напряжения пробника от входного напряжения на наконечнике. Определение этой передаточной характеристики позволяет оценить точность воспроизведения пробником реальных сигналов в системе, к которой этот пробник подключен. Коррекция вида  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$  позволяет добиться эффекта использования реального пробника с ограниченной полосой пропускания и конечным входным импедансом. Программа PrecisionProbe позволяет скорректировать отношение  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$  таким образом, чтобы частотная и фазовая характеристики пробника были плоскими в заданном диапазоне частот. Коррекция вида  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$  не учитывает эффекты нагрузки пробника. Следует отметить, что для коррекции частотной характеристики пробников Keysight обычно используется отношение  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$ .

### Коррекция $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$

Второй способ коррекции пробников заключается в определении отношения  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$ . Суть этого метода состоит в коррекции пробника по принципу «что было бы, если бы пробника там не было». Некоторые производители осциллографов при разработке пробников и программного обеспечения для цифровой обработки сигналов стараются добиться того, чтобы сигнал отображался таким, каким он был бы в отсутствие пробника. Недостатком использования этого метода определения частотной характеристики пробника является необходимость учета в процессе измерений степени деградации сигнала (ухудшения его временных и амплитудных характеристик) вследствие нагрузки пробника на тестируемую схему. Коррекция по методу  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$  помогает компенсировать эти эффекты. Программа PrecisionProbe позволяет выбрать этот способ коррекции, например, для повышения эффективности тестирования передатчиков.

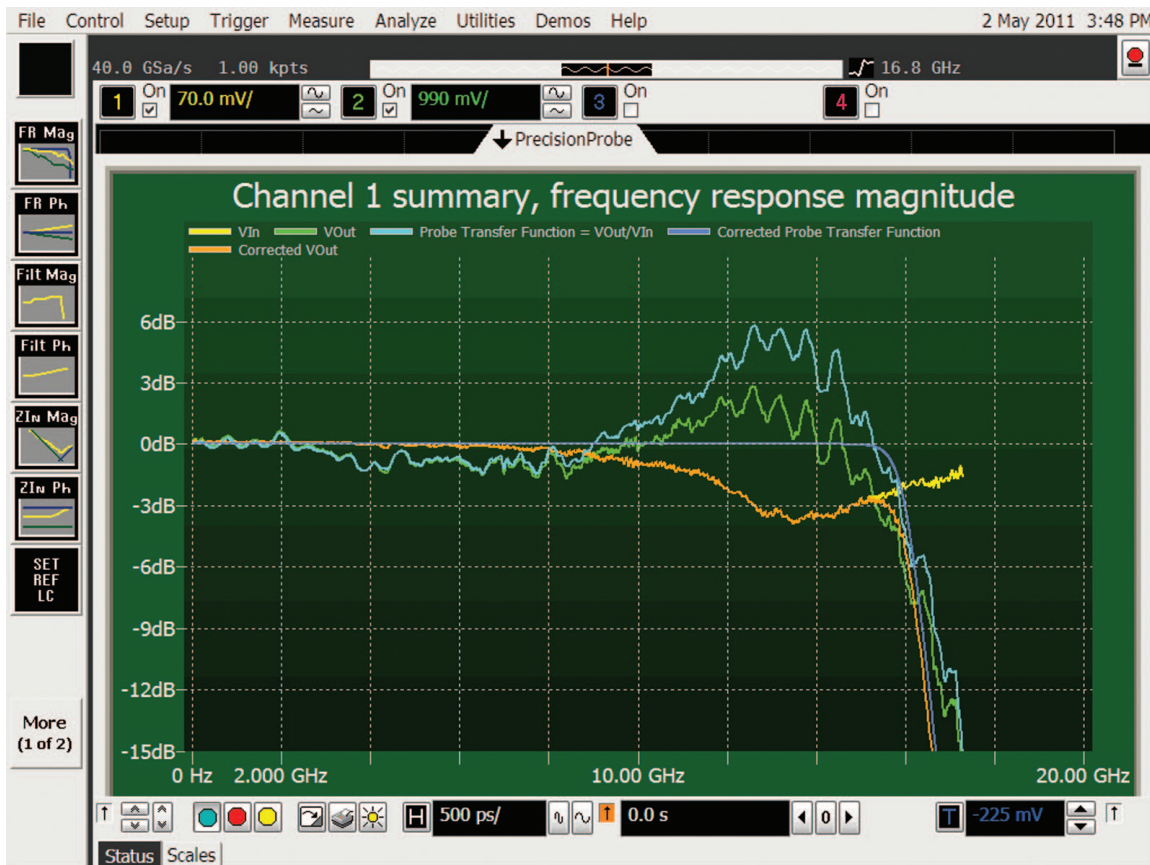


Рис. 6. Сигнал на выходе пробника, имеющего идеальную передаточную характеристику, в точности совпадает с сигналом на входе. Сигнал на входе пробника с идеальной системной частотной характеристикой имеет повышенный уровень для учета потерь вследствие нагрузки пробника на схему.

## Коррекция сигнала с помощью PrecisionProbe (кабели)

### Коррекция вносимых потерь S21

Программа PrecisionProbe может использоваться для устранения потерь, вносимых кабелями и тестовыми приспособлениями. Ранее для определения характеристик кабелей использовались различные методы моделирования, рефлектометрии во временной области и векторного анализа сигналов. Все эти методы обеспечивают достаточную точность и позволяют получить нужные результаты. Затем полученные файлы S-параметров могут быть загружены в осциллограф и использованы для компенсации потерь, вносимых кабелями и тестовыми приспособлениями. Эти методы работают, но они достаточно трудоемки и требуют использования дополнительного оборудования. Программа PrecisionProbe может работать на том же осциллографе, с помощью которого проводится измерение параметров схем. Определение характеристик кабелей и тестовых приспособлений в большинстве случаев занимает менее пяти минут, что позволяет существенно сэкономить время.

*Примечание. Этот вид измерений, подобно измерениям с помощью рефлектометра во временной области или векторного анализатора сигналов, требует наличия доступа к обоим концам кабеля или тестового приспособления.*

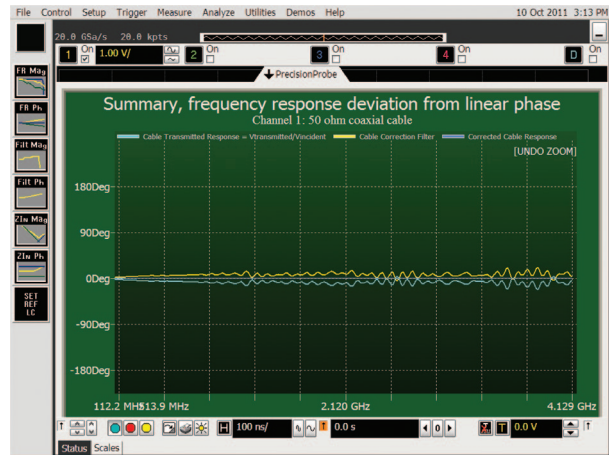


Рис. 7. Коррекция нелинейности фазовой характеристики с помощью программы PrecisionProbe. Обратите внимание на новую плоскую фазовую характеристику.

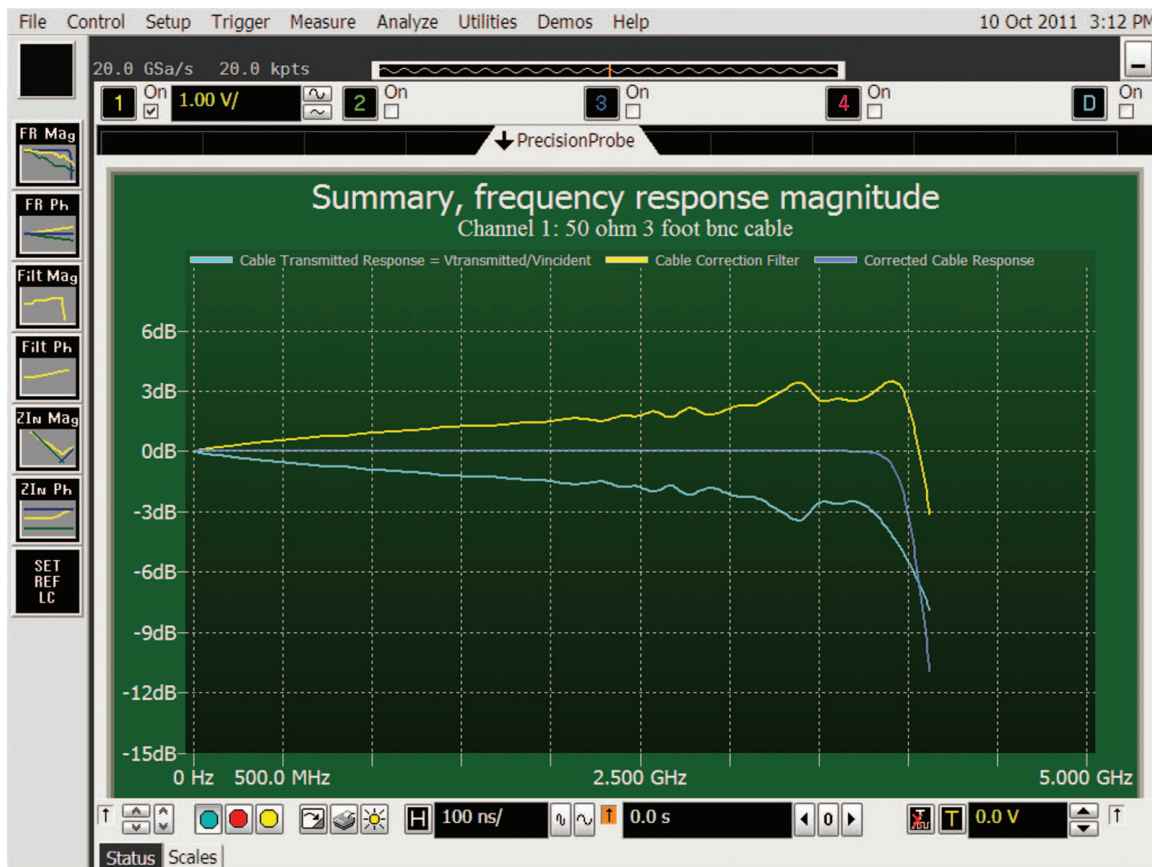


Рис. 8. Пример коррекции частотной характеристики кабеля. Точка пересечения графиком характеристики уровня -3 дБ сместилась с отметки 2,5 ГГц на отметку 4 ГГц.

## Инструменты анализа

Программа PrecisionProbe содержит множество инструментов, позволяющих точно знать, характеристики каких параметров должны быть определены и улучшены с помощью этого инновационного ПО.

### Мастер настройки PrecisionProbe

В ПО PrecisionProbe входит утилита мастера настройки, которая существенно упрощает работу с программой. Мастер настройки PrecisionProbe включает подробную пошаговую инструкцию по настройке программы, что помогает обеспечить целостность сигнала в процессе измерений.

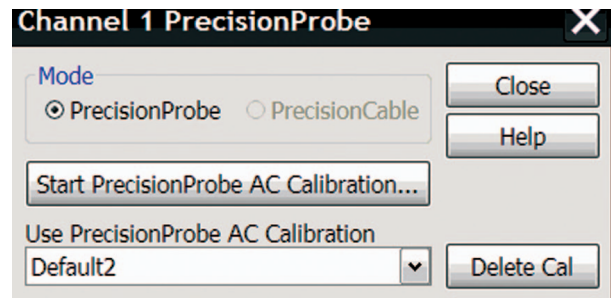


Рис. 9. Запуск мастера настройки PrecisionProbe.

### Коррекция пробников

Для обеспечения надежности необходимо, чтобы коррекция всех пробников осуществлялась по одной и той же методике. С помощью меню коррекции пробников (Probe Correction) можно выбрать метод коррекции  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{вх.}}$  или  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$ . Кроме того, программа PrecisionProbe позволяет задавать значение импеданса источника — либо через файл S-параметров, либо путем ввода произвольного значения вручную. Очень важно при измерении характеристики  $V_{\text{вых.}}/V_{\text{ист.}}$  гарантировать высокий уровень точности, так как необоснованное допущение об идеальности тракта 50 Ом на практике может привести к нежелательным ошибкам.

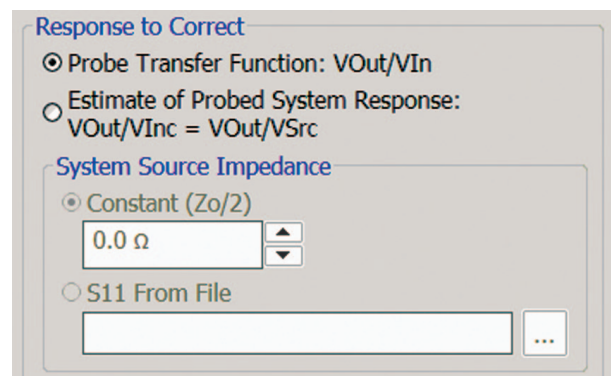


Рис. 10. Выбор нужного метода коррекции пробника.

### Управление полосой пропускания

Использование программного обеспечения PrecisionProbe для коррекции потерь в кабелях и пробниках может приводить к усилению высокочастотного шума в сигнале. Высокочастотный шум, в свою очередь, может стать источником непредусмотренных помех и погрешностей. Управление полосой пропускания позволяет подавлять нежелательный высокочастотный шум путем фильтрации.

Кроме того, программа PrecisionProbe обеспечивает возможность управления величиной усиления сигнала. В результате повышения напряжения наблюдается улучшение показателей по времени нарастания, но при этом возрастает уровень шумов. И наоборот — снижение напряжения сигнала уменьшает уровень шумов, но при этом способствует ухудшению времени нарастания.

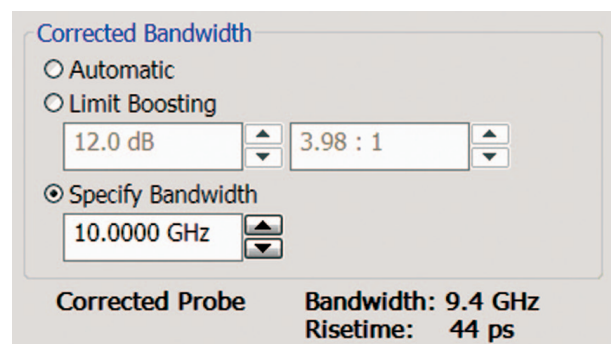


Рис. 11. Использование управления полосой пропускания для уменьшения искажения сигнала.

## Понимание графиков анализа

Программа PrecisionProbe позволяет формировать различные графики анализа, которые облегчают определение параметров и коррекцию пробников, а также обеспечивают понимание сути процессов, что является уникальной особенностью осциллографов Keysight.

### Сводный график

На сводном графике отображается скорректированная частотная характеристика пробника (обратите внимание на ее плоский вид), напряжение на выходе  $V_{\text{вых.}}$ , а также передаточная функция (ПФ), накладываемая на сигнал.

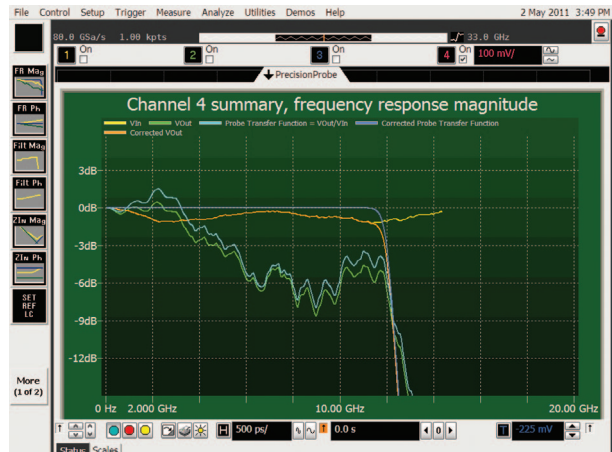


Рис. 12. Сводный график.

### Входной импеданс пробника

Зная профиль импеданса пробника, можно оценить степень нагрузки, оказываемой системой пробников на схему. Программа PrecisionProbe позволяет описать профиль импеданса пробника, а также быстро определить его емкость, полное сопротивление и индуктивность. Маркеры помогают наблюдать значения емкости и индуктивности на определенной частоте.

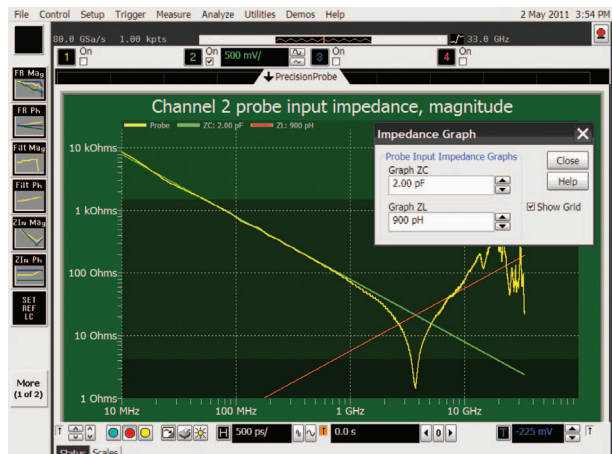


Рис. 13. Определение характеристик 2 пФ конденсатора с помощью программы PrecisionProbe.

### Фильтр коррекции пробника

Фильтр коррекции пробника — это фильтр, который применяется к пробнику для его компенсации. Использование этого фильтра гарантирует, что сигнал на выходе пробника будет плоским.



Рис. 14. Фильтр коррекции пробника.

## Заключение

Использование программы PrecisionProbe обеспечивает высочайший уровень точности без необходимости применения дополнительного оборудования. Высокая точность достигается за счет:

- компенсации потерь, вносимых кабелями;
- определения характеристик импеданса пробника;
- устранения различия между пробниками;
- коррекции потерь и нелинейностей пользовательских пробников;
- коррекции решений, например, матричных переключателей.

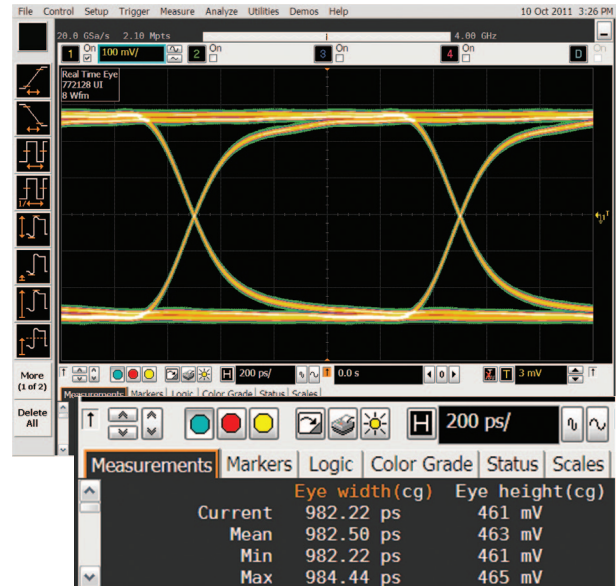


Рис. 15. Глазковая диаграмма в реальном времени с нескорректированными потерями, вносимыми кабелями.

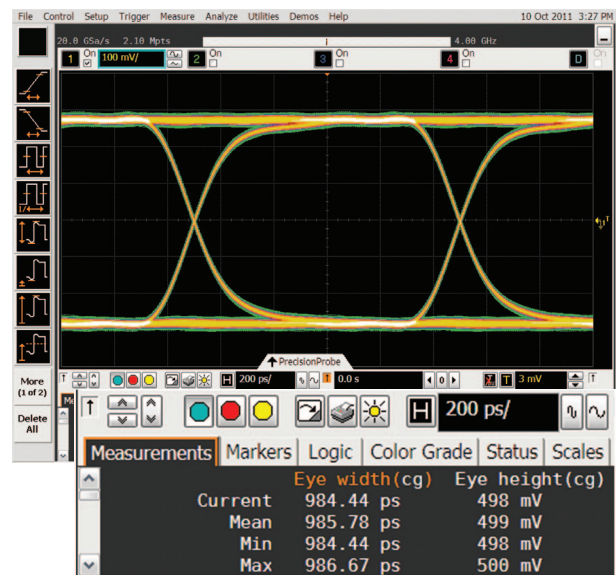


Рис. 16. Глазковая диаграмма в реальном времени с коррекцией кабелей с использованием программы PrecisionProbe. Обратите внимание, что после компенсации потерь измеренная высота глазка увеличилась на 37 мВ.

## Информация для заказа

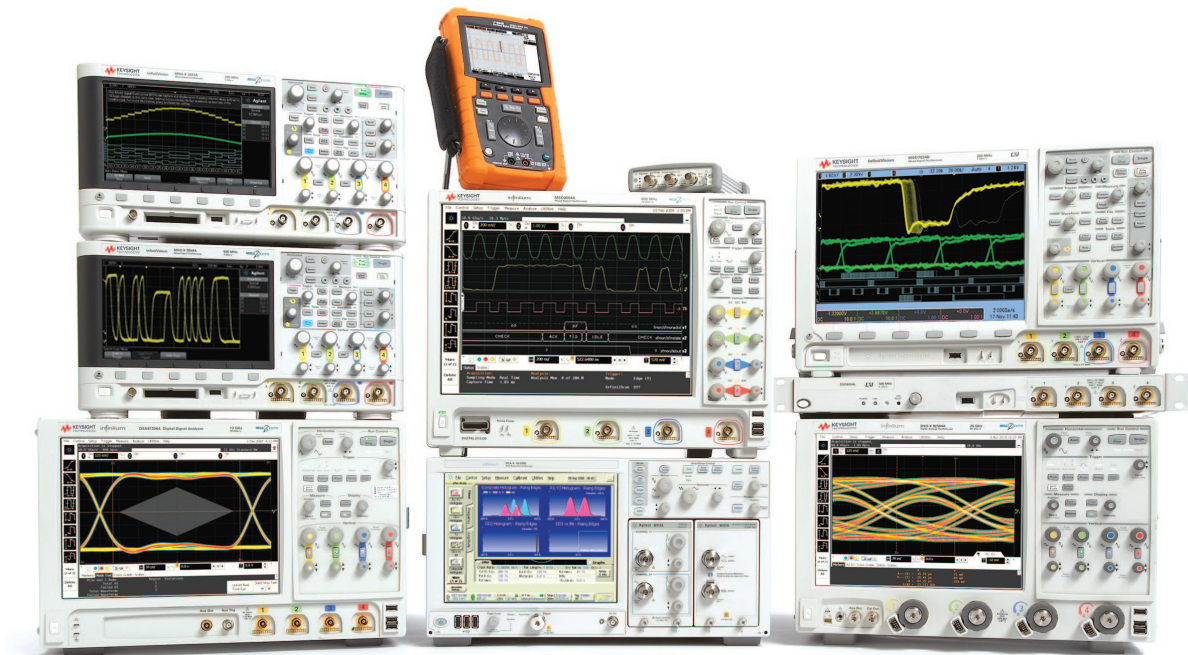
	Опция	Автономное использование
DSO 90000 серии X	DSOX90000-001	N2809A-001
DSO90000A	DSO90000-001	N2809A-002
DSO9000A	DSO9000A-022	N2808A

### Стандартные аксессуары

N2809A-001 или DSOX90000-001	Количество	N2809A-002 или DSO90000-001	Количество	Описание
Кабель N2812A	3	Кабель N2812A	3	Высококачественный кабель, 3,5 мм, 1 м
5061-5311	2	5061-5311	2	Адаптер для разъема 3,5 мм (розетка-розетка)
		11636B-FG	1	Делитель мощности, от 0 до 26,5 ГГц
<b>N2808A (DSO9000A-022)</b>				
Кабели N2813A	3	Кабель с разъемами 3,5 мм, 3 м		
5061-5311	2	Адаптер для разъема 3,5 мм (розетка-розетка)		
11636B-FG	1	Делитель мощности, от 0 до 26,5 ГГц		
	3	Адаптер BNC/разъем 3,5 мм		








### Рекомендуемые аксессуары

N2809A-001 или DSOX90000-001	Количество	N2809A-002 или DSO90000-001	Количество	Описание
N5443A	1	E2655B	1	Комплект для проверки рабочих характеристик и компенсации сдвига пробников
N2787A	1	N2787A	1	3-D позиционер пробников
		54855-67604	2	Прецизионный адаптер BNC



## Осциллографы Keysight Technologies

Различное конструктивное исполнение | Верхняя граница полосы пропускания от 20 МГц до 90 ГГц и более  
Лучшие в отрасли характеристики | Приложения с широкими возможностями

	<p>myKeysight <a href="http://www.keysight.com/find/mykeysight">www.keysight.com/find/mykeysight</a> Персонализированное представление наиболее важной для Вас информации.</p>	<p>Российское отделение</p>
	<p><a href="http://www.axistandard.org">www.axistandard.org</a> AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe.</p>	<p><b>Keysight Technologies</b>  115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3</p>
	<p><a href="http://www.lxistandard.org">www.lxistandard.org</a> LXI представляет собой сетевой интерфейс, пришедший на смену интерфейсу GPIB и обеспечивающий более быстрый и эффективный обмен данными. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.</p>	<p>Тел.: +7 (495) 7973954 8 800 500 9286 (Звонок по России бесплатный)</p>
	<p><a href="http://www.pxisa.org">http://www.pxisa.org</a> PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) – это формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.</p>	<p>Факс: +7 (495) 7973902 e-mail: <a href="mailto:tmo_russia@keysight.com">tmo_russia@keysight.com</a>  <a href="http://www.keysight.ru">www.keysight.ru</a></p>
	<p>Трехлетняя гарантия <a href="http://www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty">www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty</a> Keysight обеспечивает высочайшее качество продукции и снижение общей стоимости владения. Единственный производитель контрольно-измерительного оборудования, который предлагает стандартную трехлетнюю гарантию на все свое оборудование.</p>	<p>Сервисный Центр Keysight Technologies в России 115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3</p>
	<p>Планы Технической Поддержки Keysight <a href="http://www.keysight.com/find/AssurancePlans">www.keysight.com/find/AssurancePlans</a> До пяти лет поддержки без непредвиденных расходов гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.</p>	<p>Тел.: +7 (495) 7973930 Факс: +7 (495) 7973901  e-mail: <a href="mailto:tmo_russia@keysight.com">tmo_russia@keysight.com</a>  (BP-07-10-14)</p>
	<p><a href="http://www.keysight.com/quality">www.keysight.com/quality</a> Система управления качеством Keysight Electronic Measurement Group сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008</p>	
	<p>Торговые партнеры компании Keysight <a href="http://www.keysight.com/find/channelpartners">www.keysight.com/find/channelpartners</a> Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.</p>	