

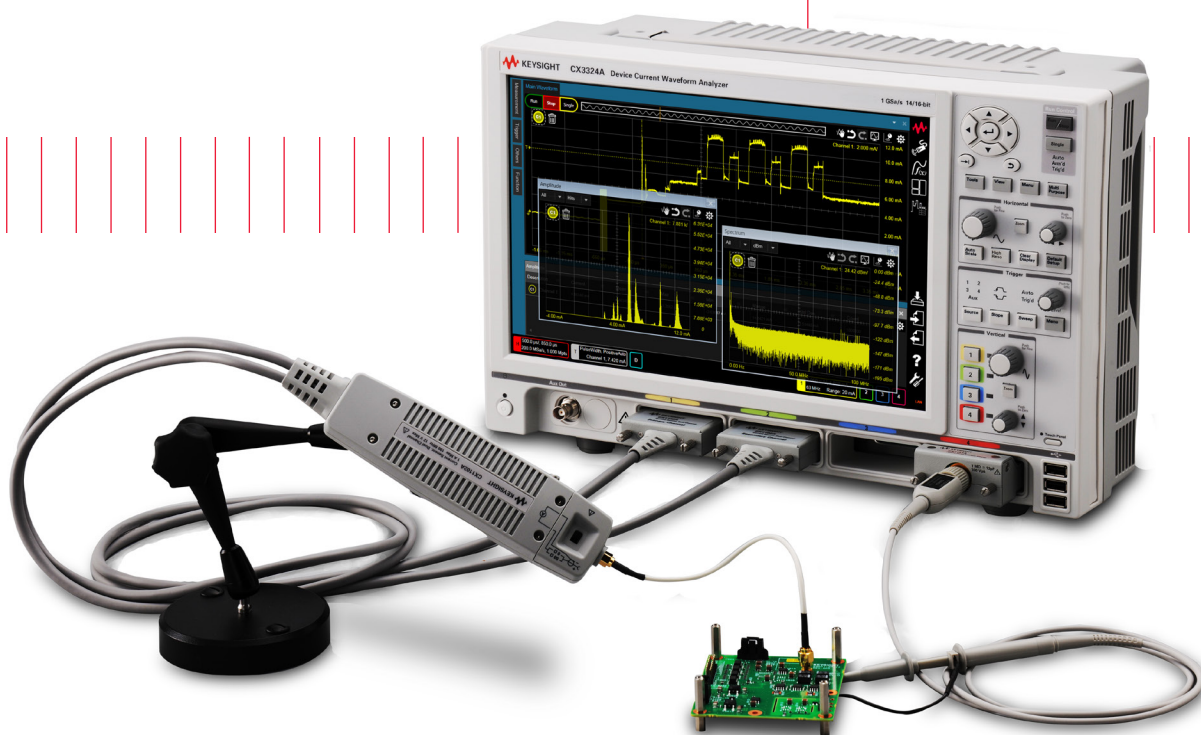
Keysight Technologies

Анализатор формы сигнала тока устройств

CX3322A – 2-канальный

CX3324A – 4-канальный

Технические данные



Unlocking Measurement Insights

## Обзор продукта

При оценке характеристик или отладке маломощных устройств большинство инженеров-тестировщиков пользуется сходным набором измерительных приборов: источниками питания, мультиметрами, осциллографами, анализаторами спектра, анализаторами цепей, генераторами сигналов стандартной формы и т. д. Измерения с помощью таких приборов обычно основываются на «измерениях формы сигнала напряжения». Однако растущая в последнее время потребность в снижении энергопотребления привела к тому, что измерение формы сигнала тока чаще позволяет в точности оценить токи низкого уровня и энергопотребление. Чтобы уменьшить энергопотребление вашего продукта, нужно знать, где, когда и в точности сколько тока потребляется.

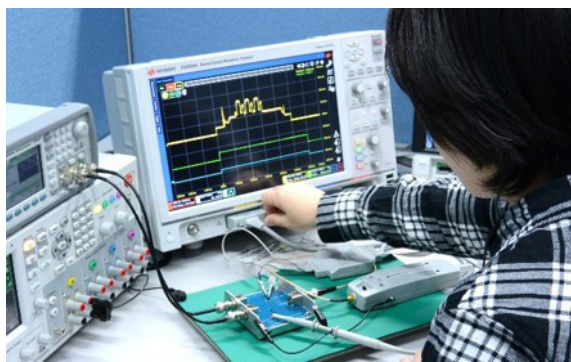
Анализаторы формы сигнала тока устройств серии CX3300 могут визуализировать формы широкополосных и низкоуровневых сигналов тока, которые ранее было невозможно измерить или вообще обнаружить. Базовый блок содержит 2 или 4 канала, по которым принимает сигналы от датчиков тока и оцифровывает их с дискретизацией до 1 Гвыб/с в 14- или 16-разрядном динамическом диапазоне.

Доступно три типа датчиков тока: они способны обнаруживать динамические токи в широком диапазоне уровней — от 100 пА до 10 А, с максимальной полосой анализа 200 МГц. Шесть типов съемных головок датчиков позволяют выбрать подходящий вариант соединения с ТУ (тестируемым устройством); они могут устанавливаться на два из трех типов датчиков тока.

Зарегистрированные кривые отображаются на мультисенсорном ЖК-экране диагональю 14,1" с разрешением WQXGA. Приборы серии CX3300 также могут производить измерения динамических кривых напряжения с помощью адаптера интерфейса пассивного пробника, что позволяет вычислять и отображать форму кривой энергопотребления.

Приборы серии CX3300 также реализуют полезные функции анализа, такие как автоматический профилировщик мощности и тока, мастер измерения мощности, анализатор БПФ и функции статистического анализа — они ускоряют анализ данных измерений, который проводится без необходимости во внешних средствах анализа.

Этот новый анализатор с широкими возможностями поможет добиться сокращения энергопотребления и расхода тока за счет точного измерения формы широкополосных и низкоуровневых сигналов тока, которые раньше было невозможно измерить или даже обнаружить.



## Повышенная потребность в измерении переходных токов

У исследователей, работающих с перспективными полупроводниковыми приборами и устройствами энергонезависимой памяти, такими как ReRAM и PRAM, возникают сложности при наблюдении поведения недавно разработанных материалов, на которые подается короткий импульс напряжения ( $< 100$  нс). Поскольку переходные токи меняются в диапазоне от долей нА до единиц мА, четко зарегистрировать весь процесс изменения переходного тока очень сложно.

## Повышенная потребность в энергосбережении и сокращении токов

Инженеры, занятые разработкой устройств, работающих от аккумуляторных батарей, вынуждены обеспечивать все большее сокращение энергопотребления и потребляемых токов. Поскольку новейшие технологические тенденции, связанные с маломощными устройствами «Интернета вещей» (IoT), взаимодействия между машинами (M2M), носимыми устройствами и т. д., еще больше усиливают необходимость в таком сокращении, приходится стремиться дополнительно уменьшить количество «паразитной» электроэнергии с имеющихся устройств. В результате инженеры вынуждены анализировать даже динамическое потребление токов на уровне отдельных компонентов, которое всегда крайне сложно измерять, особенно в маломощных устройствах, используемых в продуктах для IoT.

## Почему измерение формы широкополосных и низкоуровневых сигналов тока настолько сложно?

### 1. Ограниченный динамический диапазон

К примеру, у большинства устройств с питанием от аккумуляторных батарей имеются состояния низкого энергопотребления, такие как «режим сна» или «режим ожидания», в которых потребляется крайне низкий ток питания, например, менее 1 мкА; в то же время в «активном режиме» обычно требуется ток более 10 мА. В рамках одного измерения сложно проводить измерение токов в таком широком динамическом диапазоне.

### 2. Большой шум измерения

Широко применяются пробники с фиксаторами, но измерение низкоуровневых токов, ниже 1 мА, всегда сложно из-за значительного порога собственных шумов. Очень эффективно использование шунтирующего резистора и осциллографа, но тогда минимальный измеряемый ток ограничивается пороговым шумом и падением напряжения на резисторе.

### 3. Ограниченная полоса анализа

При измерении кривых низкоуровневых токов с определенной разрешающей способностью необходим компромисс относительно полосы анализа, иначе широкополосное измерение может вызывать снижение разрешающей способности. Для измерений с высокой разрешающей способностью часто применяются мультиметры или амперметры, но они не подходят для измерений широкополосных сигналов тока из-за меньшей полосы анализа. Кроме того, при использовании специального измерительного прибора, основанного на стандартных, а не специализированных деталях, сложно проводить измерения в различных диапазонах с одной и той же шириной полосы анализа.

### 4. Набор требуемых приборов

Обычно мультиметр применяется для измерения усредненного тока в «режиме сна», в то время как для регистрации токов в «активном режиме» можно использовать осциллограф. На основании полученных результатов вручную рассчитываются значения суммарного энергопотребления и потребляемого тока, однако эти данные не всегда надежны, а их проверка может оказаться трудоемкой.

Как показано на рис. 2, инженерам и исследователям необходимо решение для измерения формы широкополосных и низкоуровневых сигналов тока с помощью одного прибора, которое бы одновременно удовлетворяло нескольким ключевым требованиям к характеристикам измерения.

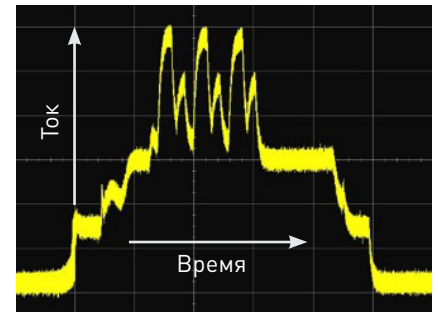


Рис. 1. Измерения кривой тока: ограниченный динамический диапазон, большой шум измерений и ограниченная полоса анализа

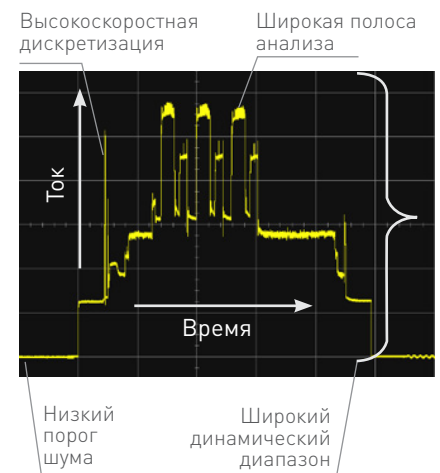


Рис. 2. Желательные ключевые требования к измерениям формы широкополосных и низкоуровневых сигналов тока.

## Новые анализаторы формы сигнала тока устройств выдают точное визуальное представление формы широкополосных и низкоуровневых сигналов тока

14- и 16-разрядные динамические диапазоны позволяют получить визуальное представление кривой тока, включающей и состояние сна, и активное состояние, в одном измерении.

Для измерения тока всегда требуется широкий динамический диапазон, особенно для работы с маломощными устройствами, в которых реализуются состояния сна и активные состояния. Специализированные датчики тока анализатора CX3300 обеспечивают измерения с моментальным динамическим диапазоном точностью до 5 десятичных знаков, позволяя с легкостью определять профили энергопотребления и потребления тока.

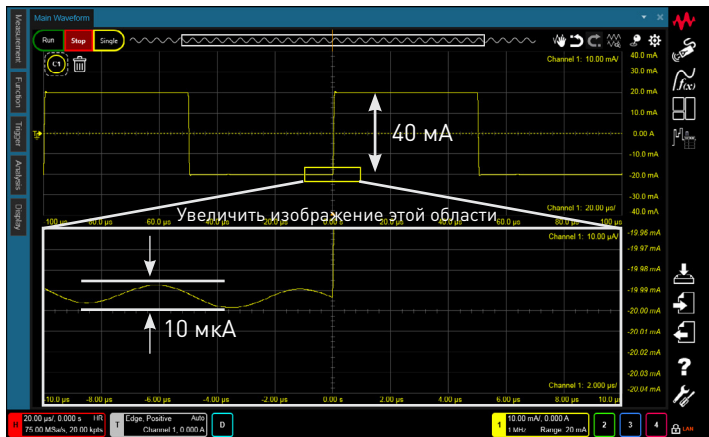


Рис. 3. Пример измерения с широким динамическим диапазоном: Одновременное измерение формы сигналов тока амплитудой 40 мА и 10 мкА.

Возможно измерение формы низкоуровневых сигналов тока, начиная с уровня 100 пА, за счет технологии измерения тока с низким уровнем шума.

Технология измерений с подавлением высокочастотного шума позволяет измерять формы сигнала тока, начиная с уровня 100 пА. Исключительно низкий уровень шума, характерный для CX3300, помогает добиться результатов, которых никогда ранее нельзя было получить с помощью существующих приборов.

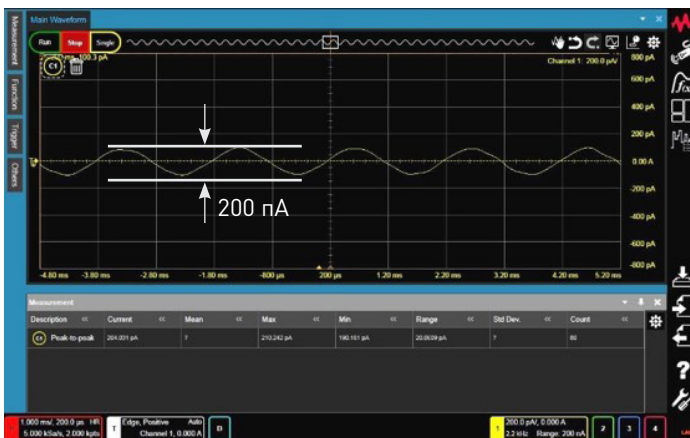


Рис. 4. Пример измерения крайне низкоуровневых токов: кривая тока с полным размахом 200 пА.

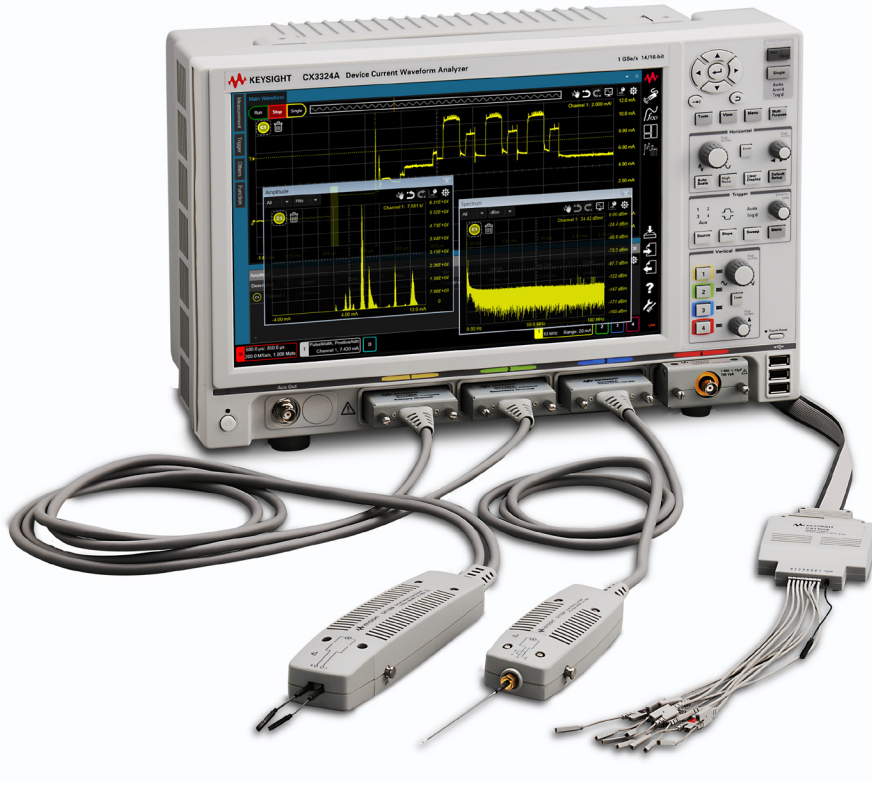


Рис. 5. Специализированные датчики тока анализатора CX3300 в значительной мере подавляют высокочастотные токовые шумы без ущерба для качества измерений токов при малой нагрузке. Двухканальный датчик реализует динамический диапазон почти в 5 десятичных разрядов с помощью технологии одновременного визуального контроля в двух диапазонах.

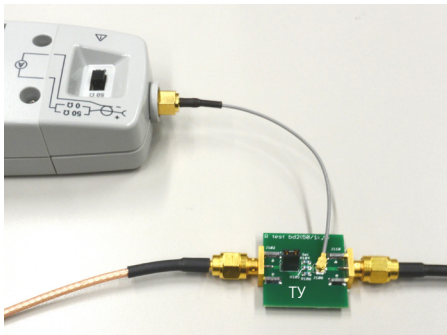


Рис. 6а. Кабель SMA



Рис. 6б. Измерительный щуп



Рис. 7. Приборы серии CX3300 также могут измерять и отображать формы кривых напряжения с помощью пассивного пробника: это позволяет просматривать кривые динамической мощности наряду с кривыми тока.

Рис. 6а и 6б. Наличие широкого ассортимента адаптеров головок датчиков позволяет выбрать оптимальный интерфейс для подсоединения к анализируемому ТУ (тестируемому устройству).



Переходный ток не останется незамеченным; результативность отладки также возрастет благодаря дискретизации 1 Гвыб/с и полосе анализа до 200 МГц.

Очень крутой импульс тока мог бы остаться незамеченным при более низкой полосе анализа и (или) малой частоте дискретизации измерений. Благодаря возможности высокочастотных измерений анализатор CX3300 позволяет фиксировать кривые быстрых переходных токов, которые ранее остались бы незамеченными, и детально отобразить их на дисплее. В результате не только улучшается эффективность отладки — зная величину пикового тока, вы также сможете выбирать правильные компоненты.



Рис. 8. Возможно регистрировать кривые быстрых переходных токов и выводить их на дисплей.

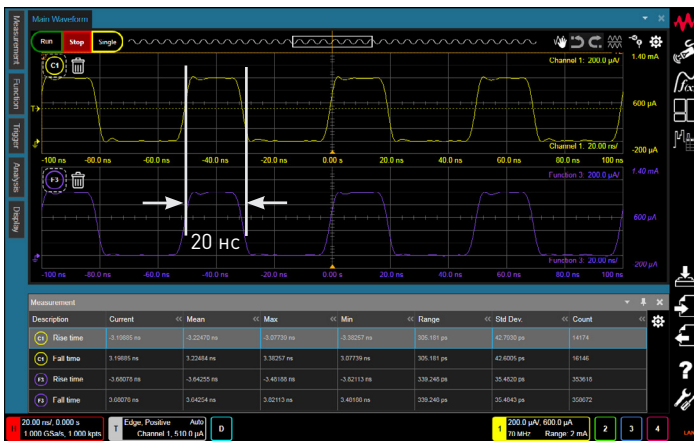


Рис. 9. Можно с легкостью измерять переходные токи с шириной импульса менее 100 нс, что позволит оценивать и анализировать такие двухполюсные элементы, как PRAM, ReRAM, MRAM и т. д.

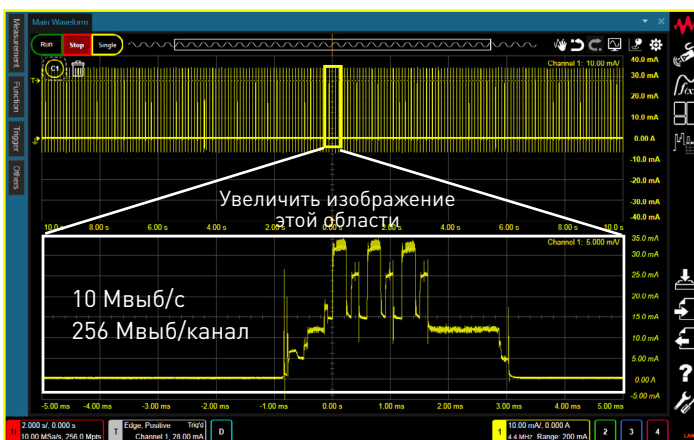


Рис. 10. Глубина памяти до 256 Мвыб/канал и высокая скорость сбора данных позволяют регистрировать информацию о работе за длительный период времени, например, для выявления непредвиденных пиков тока. Используя функцию масштабирования «Где угодно» (описанной в одном из последующих разделов), можно четко идентифицировать любые интересные области на измеренной кривой сигнала.

## Все базовые блоки обеспечивают разрешающую способность 14 или 16 битов

Просто нажмите кнопку «High Reso» (Высокое разрешение), чтобы переключить разрешающую способность с 14 битов (высокоскоростной режим) на 16 битов (режим высокого разрешения) и просматривать более четкие кривые при меньшем пороге шума и более низких частотах.



Рис. 11. Кнопка высокого разрешения для включения 16-битной разрешающей способности

В дополнение к интуитивно понятному пользовательскому интерфейсу измерительной системы предусмотрена возможность быстро осуществлять целый ряд видов анализа с помощью одного настольного прибора.

Результаты измерения формы сигнала тока можно немедленно анализировать на том же приборе, используя мощные возможности анализа CX3300. Поскольку эти методики анализа могут применяться к кривым тока, напряжения и мощности, вы сможете лучше понять особенности работы анализируемого ТУ.

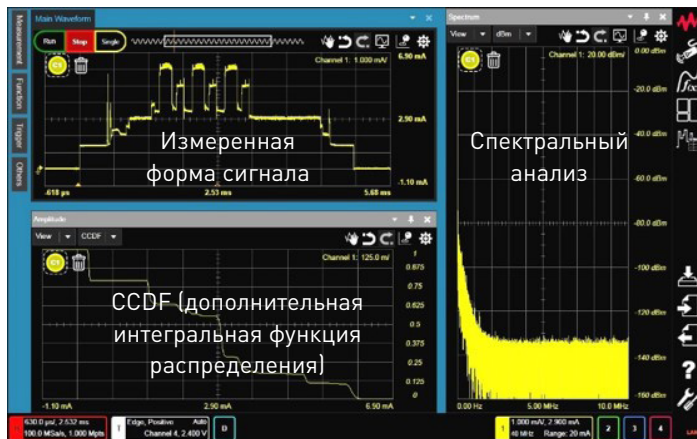


Рис. 12. Для всех моделей базовых блоков доступны такие функции анализа, как спектральный и статистический анализ.

## Двухканальный датчик тока обеспечивает динамический диапазон в 100 дБ, позволяя визуально представлять характеристики работы маломощных устройств

Двухканальный датчик тока CX1102A обеспечивает одновременное измерение в двух различных измерительных диапазонах. Например, первичный канал может быть установлен на диапазон 200 мА, в то время как вторичный канал — на диапазон 2 мА (диапазон первичного канала в 50 или 100 раз больше диапазона вторичного канала). Этот датчик тока очень полезен при работе с системами с малым потреблением мощности, которые периодически функционируют как в режимах сна/ожидания, так и в активном режиме.

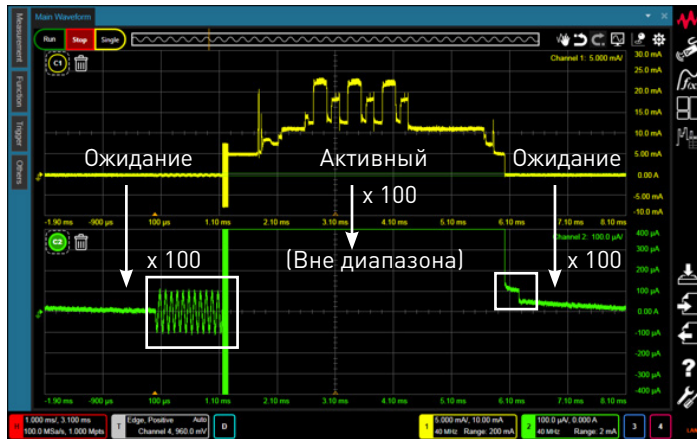
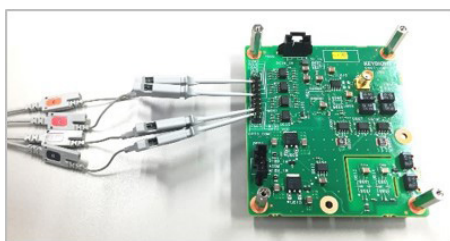


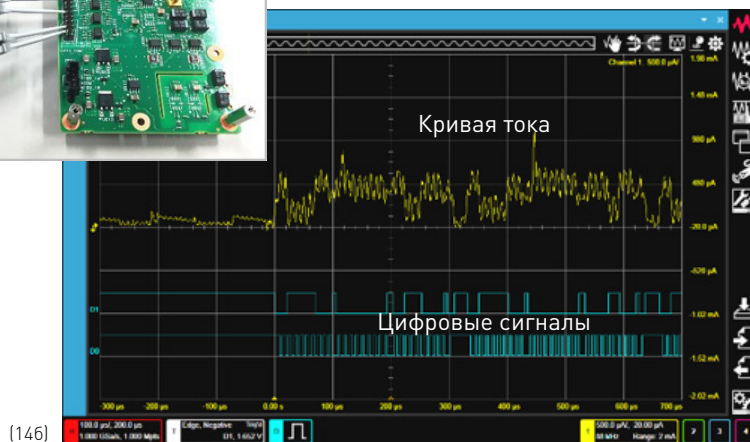
Рис. 13. Измерение с широким динамическим диапазоном с использованием двухканального датчика тока CX1102A

## Цифровой канал с высоким входным полным сопротивлением минимизирует ток нагрузки в пробнике (опция CX3324A)

Цифровой канал CX1152A полезен, когда нужны цифровые триггеры для измерения тока, синхронизированного с цифровыми сигналами, например на вводе/выводе или шине данных контроллера — до 8 каналов. В отличие от обычных цифровых пробников, все пробники CX1152A имеют высокое входное сопротивление в 10 МОм, что позволяет осуществлять точные измерения малых мощностей за счет минимизации тока нагрузки.



[14a]



[14b]

Рис. 14а и 14б. Пример измерения кривой тока и соединения с помощью цифрового канала

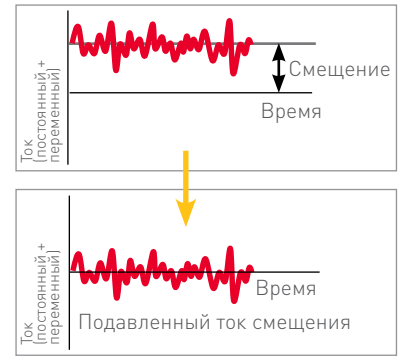


Рис. 15. Датчик тока нижнего плеча CX1103A включает технологию трансимпеданного сверхширокополосного усилителя с регулируемым смещением, которая позволяет подавить значительное смещение тока, вызванное напряжением приложенного постоянного тока, и извлечь лишь требуемый динамический ток. Эта функция весьма полезна при измерении низкоуровневых динамических сигналов датчиков на фоне постоянного тока большей силы.



Программное обеспечение также адаптировано для измерения и анализа формы широкополосных и низкочастотных сигналов тока

Простая в использовании функция масштабирования «где угодно» позволяет в любой момент увеличить любую область измеренной кривой

Несколько простых действий с элементами управления на передней панели или щелчок по значку в окне кривой моментально активируют функцию «увеличительного стекла», которая позволяет увеличить масштаб любой интересующей вас области графика как по вертикальной, так и по горизонтальной оси, независимо от основной кривой. Таким образом можно в полной мере воспользоваться преимуществами 14- и 16-битовой разрешающей способности CX3300.



Рис. 16. Функция масштабирования «где угодно» работает подобно направленному на график формы сигнала увеличительному стеклу.

CX3300 всегда сообщает, с какой полосой анализа выполняются измерения в каждом из каналов.

При измерении широких диапазонов динамических токов важно учитывать полосу анализа измерений в связи с базовым блоком, датчиками, фильтрами и скоростью сбора данных. Рассчитать полосу анализа измерения вручную может быть непросто, но приборы серии CX3300 автоматически рассчитывают эти параметры и отображают в реальном времени эффективную полосу анализа измерения для каждого из каналов. Поэтому при использовании приборов серии CX3300 нет нужды беспокоиться о полосе анализа измерений.

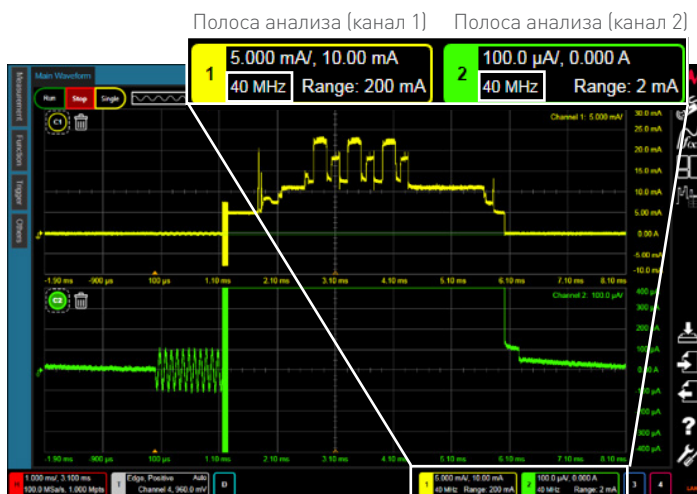
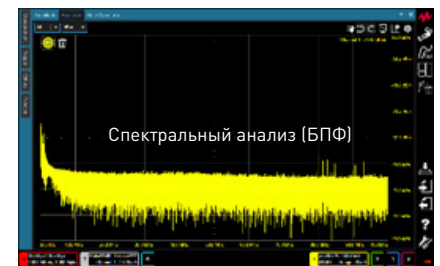


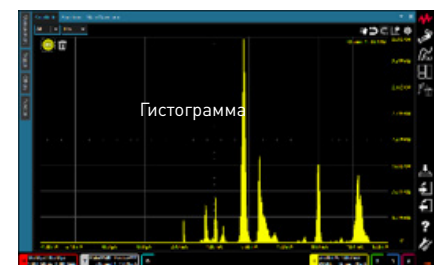
Рис. 17. Эффективная полоса анализа измерений всегда отображается в малых диалоговых окнах.



Рис. 18. Легкодоступные кнопки масштабирования по горизонтальной и вертикальной осям



[19a]

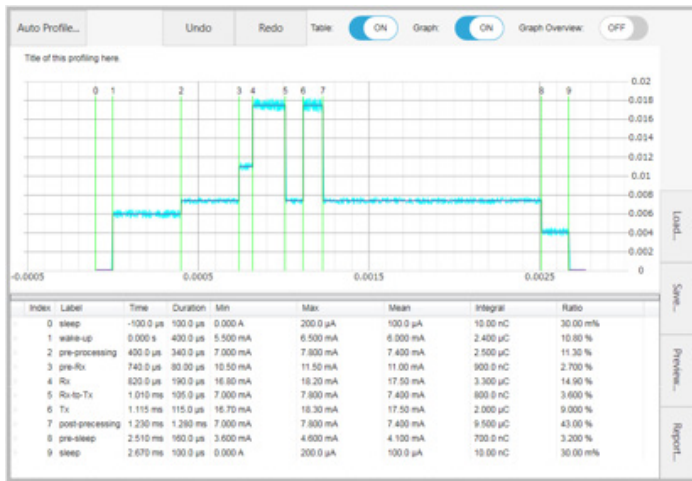


[19б]

Рис. 19а и 19б. Функции анализа важны при отладке исследуемого ТУ. Приборы серии CX3300 содержат важнейшие средства анализа, которые помогут повысить эффективность разработки.

## Автоматический профилировщик мощности и тока позволяет обойтись без трудоемкого процесса анализа профилей по мощности и току.

Анализ профиля мощности или тока необходим, чтобы знать, какой ток потребляется при определенных состояниях или событиях, но это трудоемкий процесс. Профилировщик автоматически отображает на временной оси линии, соответствующие различиям уровней по вертикали, и моментально рассчитывает такие ключевые параметры, как средний ток, максимальный и минимальный ток, накопленный заряд и т. д., для каждого из сегментов в отображаемой рядом с графиком таблице. Также возможна корректировка данных сегмента вручную в соответствии с измеренным профилем.



(20a)

Index	Label	Time	Duration	Min	Max	Mean	Integral	Ratio
0	sleep	-100.0 µs	100.0 µs	0.000 A	200.0 µA	100.0 µA	10.00 nC	30.00 %
1	wake-up	0.000 s	400.0 µs	5.500 mA	6.500 mA	6.000 mA	2.400 µC	10.80 %
2	pre-processing	400.0 µs	340.0 µs	7.000 mA	7.800 mA	7.400 mA	2.500 µC	11.30 %
3	pre-Rx	740.0 µs	80.00 µs	10.50 mA	11.50 mA	11.00 mA	900.0 nC	2.700 %
4	Rx	820.0 µs	190.0 µs	16.80 mA	18.20 mA	17.50 mA	3.300 µC	14.90 %
5	Rx-to-Tx	1.010 ms	105.0 µs	7.000 mA	7.800 mA	7.400 mA	800.0 nC	3.600 %
6	Tx	1.115 ms	115.0 µs	16.70 mA	18.30 mA	17.50 mA	2.000 µC	9.000 %
7	post-processing	1.230 ms	1.280 ms	7.000 mA	7.800 mA	7.400 mA	9.500 µC	43.00 %
8	pre-sleep	2.510 ms	160.0 µs	3.600 mA	4.100 mA	4.100 mA	700.0 nC	3.200 %
9	sleep	2.670 ms	100.0 µs	0.000 A	200.0 µA	100.0 µA	10.00 nC	30.00 %

(20б)

Рис. 20а и 20б. Автоматический профилировщик мощности и тока (20а) и таблица с отчетом (20б)

## Проведение пользовательской калибровки перед измерением позволяет в полной мере воспользоваться превосходными характеристиками CX3300.

Для измерений низкоуровневых токов важно задать уровень «нулевого тока» перед измерением. В базовых блоках серии CX3300 реализована простая в использовании функция калибровки, которая работает как с самим базовым блоком, так и с подключаемым датчиком тока. Она также может калибровать пассивный пробник для более точных измерений динамической мощности.

## Модернизируемый базовый блок позволяет вам приобрести по доступной вам в настоящий момент цене прибор серии CX3300, не отказываясь от возможности более точных измерений в будущем.

Для базового блока CX3300 доступны следующие опции, которые позволяют выбрать оптимальную спецификацию в соответствии с вашим бюджетом и стоящими перед вами прикладными задачами:

- двухканальная модель (CX3322A) и четырехканальная модель (CX3324A) <sup>1</sup>
- три опции максимальной полосы анализа: 50 МГц, 100 МГц и 200 МГц
- три опции глубины памяти на каждый канал: 16 Мвыб, 64 Мвыб и 256 Мвыб

Эти модернизируемые посредством приобретения лицензии опции позволяют легко и быстро увеличить полосу пропускания и глубину памяти в ранее приобретенном базовом блоке. Более подробную информацию см. в «Руководстве по конфигурации приборов серии CX3300».

1. Модернизация по числу каналов невозможна.



Рис. 21. Дополнительный выход (Aux Out) используется в процессе калибровки каждого из каналов — к нему подключаются датчики и адаптер пробника. Поскольку соединительный кабель входит в комплект поставки базового блока, можно немедленно приступить к пользовательской калибровке.

## Стандартные функции и основные принадлежности приборов серии CX3300

Базовый блок обеспечивает измерения тока как с широкой полосой анализа, так и с низким шумом

Приборы серии CX3300 всегда обеспечивают и широкую полосу анализа, и низкий шум, а измеренные ими кривые низкоуровневых токов четко отображаются на экране с диагональю 14,1 дюйма. Функциональный и в то же время привычный графический интерфейс пользователя с простым в использовании сенсорным вводом позволяет легко проводить измерения и уже при первом использовании получать точные данные для анализа. В блоках также реализуются подключения через общий интерфейс для выполнения различных задач заказчиков.

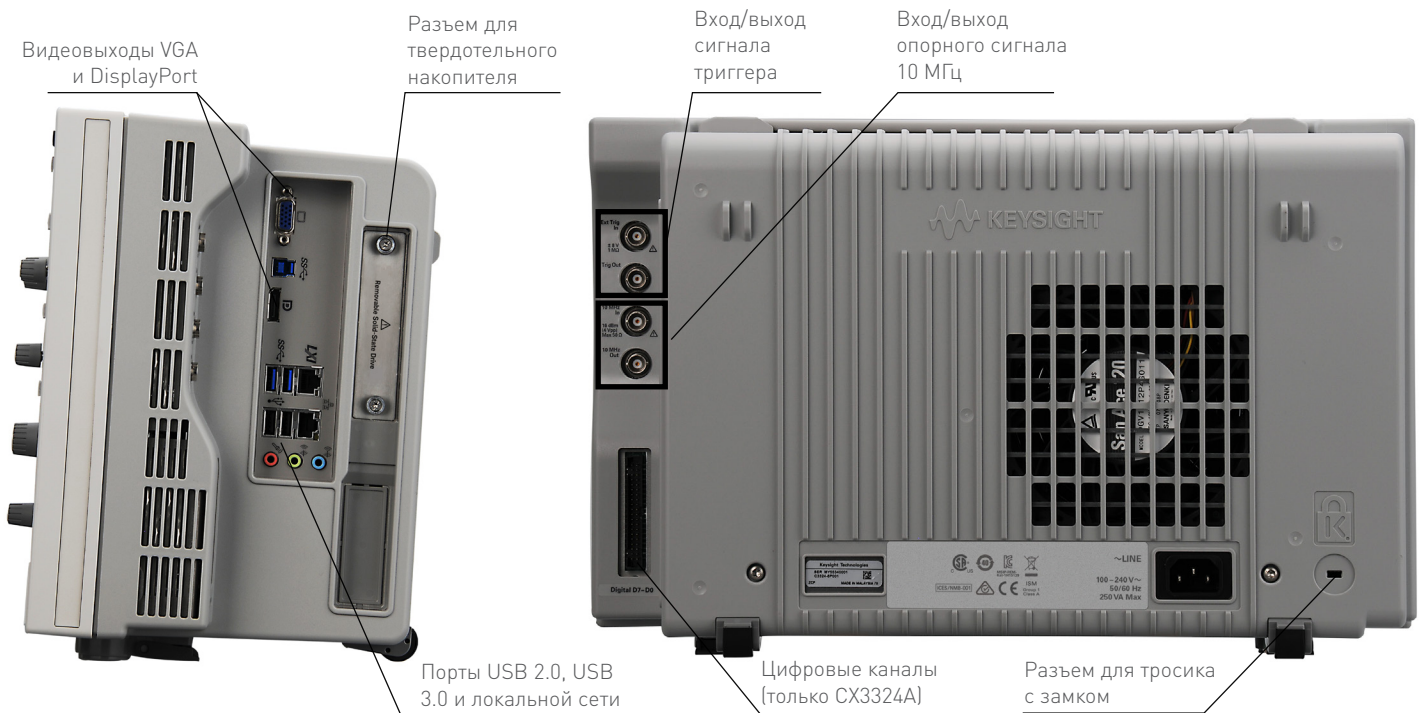
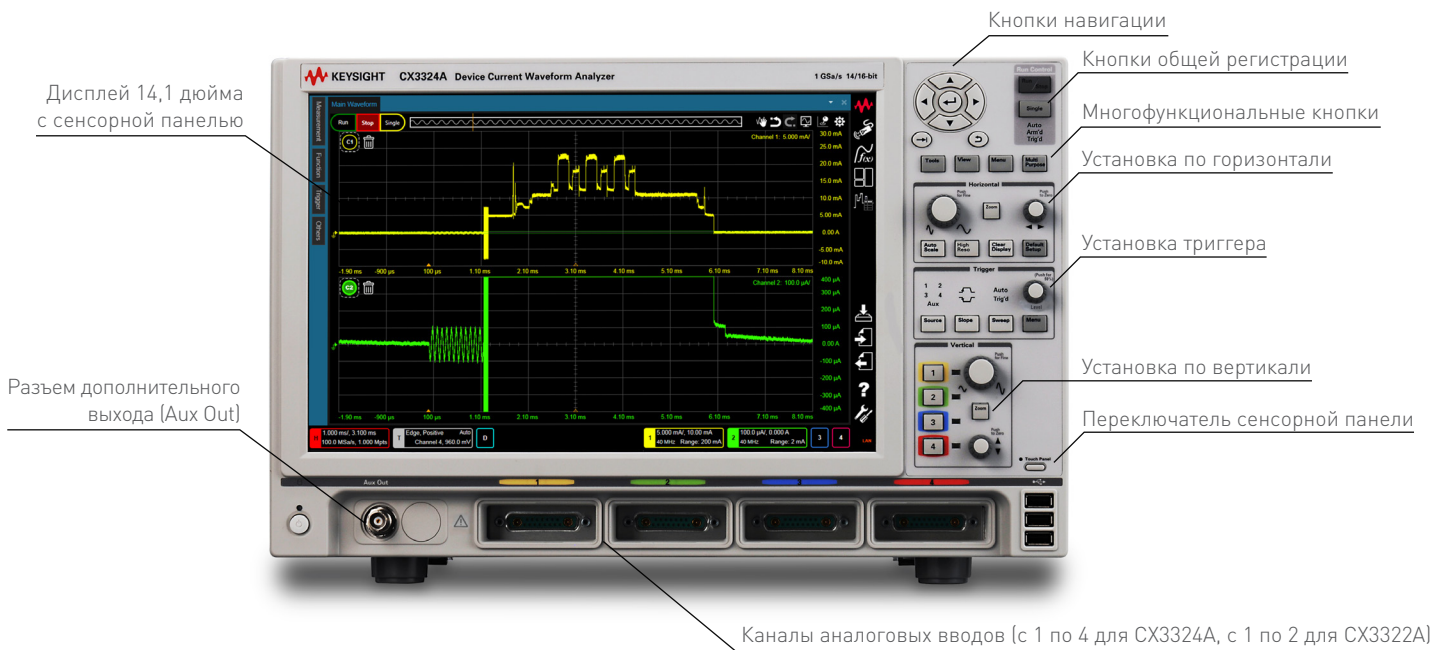


Рис. 22. CX3324A — вид спереди, сзади и сбоку

## Специализированные датчики тока и принадлежности для широкого ряда задач измерения в конкретных приложениях

Обеспечение измерений в широком ряде прикладных задач без ущерба как для широкой полосы анализа, так и для требований к низкому шуму — это довольно непростая задача. Принадлежности для приборов серии CX3300 специально предназначены для измерений форм широкополосных и низкоуровневых сигналов тока и позволяют выполнить различные прикладные требования с вашей стороны.

Датчик CX1101A поддерживает широкие диапазоны измерений (от 40 нА до 10 А) и работает при более высоких синфазных напряжениях (до  $\pm 40$  В). CX1102A реализует эквивалент динамического диапазона в 100 дБ (5 десятичных знаков) в одном измерении, что полезно при одновременном измерении формы сигнала тока и для состояний сна/ожидания, и для активных состояний. Датчик CX1103A может использоваться для так называемого считывания тока в нижнем плече и обеспечивает измерение наименьшего в серии тока (150 пА при полосе анализа 20 МГц) и наибольшую в серии полосу анализа (200 МГц для одного датчика).

Приборы серии CX3300 также поддерживают возможность измерения напряжения с помощью адаптера интерфейса пассивного пробника (CX1151A) и цифрового канала (CX1152A) — до 8 каналов. См. «Руководство по выбору приборов серии CX3300», в котором описывается возможность применения отдельных принадлежностей для тех или иных прикладных задач.



Рис. 23. Одноканальный датчик тока CX1101A (поставляется в комплекте с CX1203A)

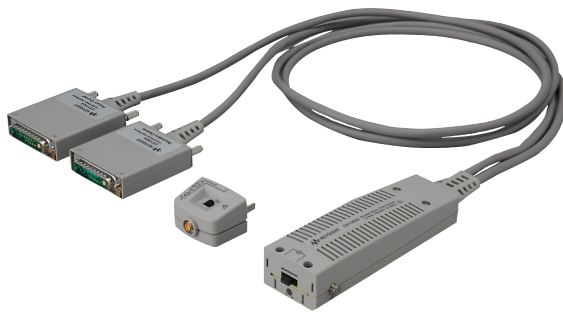


Рис. 24. Двухканальный датчик тока CX1102A (поставляется в комплекте с CX1203A)



Рис. 25. Датчик тока нижнего плеча CX1103A



Рис. 26. Адаптер интерфейса пассивного пробника CX1151A

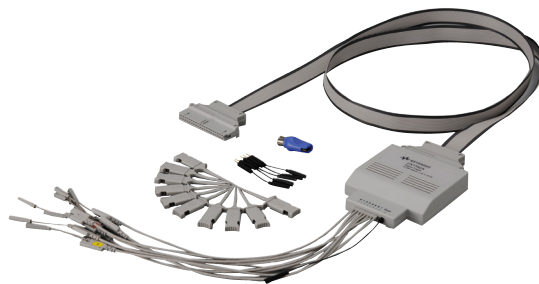


Рис. 27. Входной цифровой канал CX1152A, 10 МОм



Рис. 28. Малосигнальное добавочное сопротивление

Несмотря на возможность измерений в широком динамическом диапазоне, минимальное эквивалентное последовательное сопротивление датчиков тока CX1101A и CX1102A сокращено до типичных 410 МОм для широких диапазонов измерений. За счет этого вам не нужно беспокоиться о значительном падении напряжения (нагрузке по напряжению) на внутреннем резисторе (см. рис. 28).

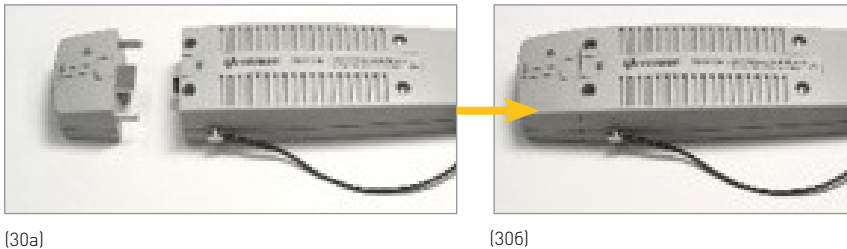


Оптимальный интерфейс для подключения к испытываемому ТУ можно выбрать из шести адаптеров головок датчиков, которые легко и надежно крепятся на датчики тока и снимаются с них (Только для датчиков CX1101A и CX1102A. Недоступны для CX1103A). Адаптеры с разъемом типа SMA обеспечивают широкополосные измерения, в то время как адаптеры на витую пару и измерительные щупы полезны для быстрых измерений кривой тока, не обязательно требующих широкой полосы анализа.



Рис. 29. Адаптеры головок датчиков CX120XA

Установка головки датчика на датчик тока производится просто и без усилий. Подсоединение датчика к каналу базового блока — это также простой процесс, требующий лишь надежно завернуть крепежные винты адаптера. Все эти устройства можно подсоединять и отсоединять на работающем оборудовании.



[30a] [306]  
Рис. 30а и 30б. Установка головки датчика на датчик тока

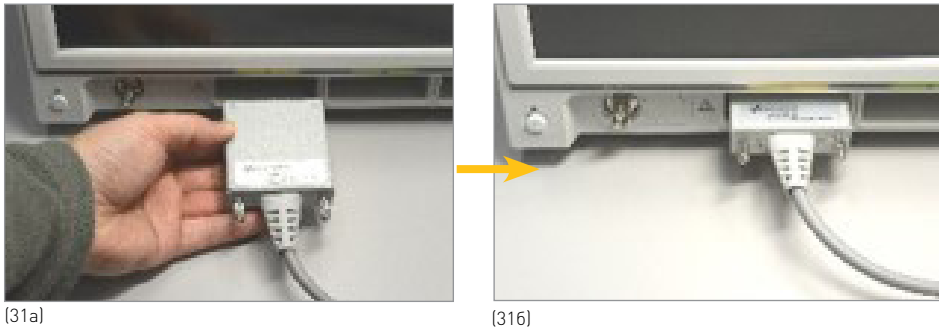


Рис. 31а и 31б. Подключение датчика к каналу базового блока



Рис. 32. CX1206A и CX1101A. Даже при работе с маломощными устройствами время от времени может потребоваться измерить ток выше 1 А. Головка датчика CX1206A с расширителем позволяет с помощью датчика тока CX1101A измерять кривые токов от 3 мА до 10 А за счет технологии шунтирующих резисторов с приведенным сопротивлением ESL (с эффективной последовательной индуктивностью).



Приборы серии CX3300 реализуют полную измерительную среду, обеспечивая визуальное отображение кривых широкополосных и низкоуровневых сигналов токов, которые ранее было невозможно измерить или вообще обнаружить.

Новейшие приборы, работающие от аккумуляторных батарей или от энергии, получаемой из окружающей среды, требуют дальнейшего уменьшения потребляемой мощности и тока. Для воспроизводимого и численно измеримого сокращения энергопотребления нужна возможность наглядно отображать кривые широкополосных и низкоуровневых токов, которые ранее было невозможно измерить или вообще обнаружить. Дополнив линейку измерительных приборов серией CX3300, компания Keysight предложила клиентам полнофункциональное решение для измерений параметров маломощных устройств, которое работает как в статическом, так и в динамическом режиме, измеряя и напряжение, и ток.



Рис. 33. Приборы серии CX3300 могут стать мощным и полезным пополнением вашего настольного инструментария.

Таблица 1. Основные характеристики базовых блоков серии CX3300

Модель	Входной канал	Опции аналоговой полосы анализа	Макс. частота дискретизации	Динамический диапазон (разряды АЦП)	Опции глубины памяти	Цифровой канал	Устанавливаемые пользователем устройства модернизации
CX3322A	2	50 МГц, 100 МГц, 200 МГц	1 ГВыб/с	14 (высокоскоростной режим) и 16 (режим высокой разрешающей способности)	16 Мвыб, 64 Мвыб, 256 Мвыб	Нет	Полоса анализа, глубина памяти
CX3324A	4	50 МГц, 100 МГц, 200 МГц	1 ГВыб/с	14 (высокоскоростной режим) и 16 (режим высокой разрешающей способности)	16 Мвыб, 64 Мвыб, 256 Мвыб	Да	Полоса анализа, глубина памяти

Таблица 2. Основные характеристики датчиков тока

Модель	Описание	СКЗ шума при ширине полосы шумов 20 МГц	Макс. измеряемый ток	Точность измерений постоянного тока (с базовым блоком) <sup>1</sup>	Макс. полоса анализа (в автономном режиме)
CX1101A	Датчик тока, одноканальный	40 нА	10 А <sup>2</sup>	±(0,6 % + 0,3 %)	100 МГц
CX1102A <sup>3</sup>	Датчик тока, двухканальный	40 нА	1 А	±(0,6 % + 0,3 %)	100 МГц
CX1103A	Датчик тока, в нижнем плече	150 пА	20 мА	±(0,6 % + 0,3 %)	200 МГц

1. В течение 24 часов с момента выполнения пользовательской калибровки. В диапазоне 20 мА.

2. С головкой датчика CX1206A

3. CX1102A занимает два входных канала базового блока

## Диапазоны измерений датчиков тока

Таблица 3. Датчик тока CX1101A, один канал, ± 40 В, 100 МГц, 40 нА – 1 А

Канал		Максимальная полоса анализа (-3 дБ)	Входное сопротивление (типичное)	Максимальное синфазное напряжение
Диапазон	СКЗ шума <sup>1</sup>			
10 А	10 мА	100 МГц	410 мОм	±40 В
1 А	2 мА			
200 мА	0,2 мА			
20 мА	20 мкА			
2 мА	3 мкА	25 кГц	50 Ом	
200 мкА	400 нА			
20 мкА	40 нА			

Таблица 4. Датчик тока CX1102A, два канала, ± 12 В, 100 МГц, 40 нА – 1 А

Первичный канал		Вторичный канал		Максимальная полоса анализа (-3 дБ)	Входное сопротивление (типичное)	Максимальное синфазное напряжение
Диапазон	СКЗ шума <sup>1</sup>	Диапазон	СКЗ шума <sup>1</sup>			
1 А	2 мА	20 мА	20 мкА	100 МГц	410 мОм	±12 В
200 мА	0,2 мА	2 мА	3 мкА			
20 мА	20 мкА	200 мкА	500 нА	500 кГц	50 Ом	
2 мА	2 мкА	20 мкА	200 нА			
20 мА <sup>3</sup>	8 мкА <sup>3</sup>	200 мкА <sup>3</sup>	400 нА <sup>3</sup>	90 кГц <sup>3</sup>	50 Ом <sup>3</sup>	
2 мА <sup>3</sup>	1 мкА <sup>3</sup>	20 мкА <sup>3</sup>	40 нА <sup>3</sup>	25 кГц <sup>3</sup>		

Таблица 5. Датчик тока CX1103A, в нижнем плече, 200 МГц, 100 пА – 20 мА

Канал		Максимальная полоса анализа (-3 дБ)	Максимальный ток смещения	Входное сопротивление (типичное)	Максимальное синфазное напряжение
Диапазон	СКЗ шума <sup>1</sup>				
20 мА	5 мкА	200 мА	±20 мА	50 Ом (вход 50 Ом ВКЛ) 4 Ом (вход 50 Ом ВыКЛ)	±1 В (вход 50 Ом ВКЛ) ±0,5 В (вход 50 Ом ВыКЛ)
2 мА	1,5 мкА	75 МГц			
200 мкА	150 нА	9 МГц	±200 мкА		
20 мкА	25 нА	2,5 МГц			
2 мкА	1,5 нА	250 кГц	±20 мкА		
200 нА	150 пА	100 кГц			

1. Ширина полосы измерения шума = 20 МГц

2. При -4 дБ.

3. При включенном встроенном фильтре нижних частот.

Таблица 6. Информация для заказа приборов серии CX3300

Категория	Номер модели	Описание
Модель базового блока	CX3322A	Анализатор формы сигнала тока устройств, 1 ГВыб/с, 14/16 разрядов, 2 канала
	CX3322A-B05	Полоса анализа – 50 МГц
	CX3322A-B10	Полоса анализа – 100 МГц
	CX3322A-B20	Полоса анализа – 200 МГц
	CX3322A-016	Память – 16 Мвыб/канал
	CX3322A-064	Память – 64 Мвыб/канал
	CX3322A-256	Память – 256 Мвыб/канал
	CX3300A-KBD	Мини-клавиатура и оптическая мышь
	CX3322A-A6J	Калибровка по ANZI Z540-1-1994
	CX3322A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки
	CX3324A	Анализатор формы сигнала тока устройств, 1 ГВыб/с, 14/16 разрядов, 4 канала
	CX3324A-B05	Полоса анализа – 50 МГц
	CX3324A-B10	Полоса анализа – 100 МГц
	CX3324A-B20	Полоса анализа – 200 МГц
	CX3324A-016	Память – 16 Мвыб/канал
	CX3324A-064	Память – 64 Мвыб/канал
	CX3324A-256	Память – 256 Мвыб/канал
	CX3300A-KBD	Мини-клавиатура и оптическая мышь
	CX3324A-A6J	Калибровка по ANZI Z540-1-1994
	CX3324A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки
Модель датчика	CX1101A	Датчик тока, один канал, ± 40 В, 100 МГц, 40 нА – 1 А
	CX1101A-A6J	Калибровка по ANZI Z540-1-1994
	CX1101A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки
	CX1102A	Датчик тока, два канала, ± 12 В, 100 МГц, 40 нА – 1 А
	CX1102A-A6J	Калибровка по ANZI Z540-1-1994
	CX1102A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки
	CX1103A	Датчик тока, в нижнем плече, 200 МГц, 100 пА – 20 мА
	CX1103A-A6J	Калибровка по ANZI Z540-1-1994
	CX1103A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки

Таблица 6. Информация для заказа приборов серии CX3300

Категория	Номер модели	Описание (предварительное)
Адаптер <sup>1</sup>	CX1151A	Адаптер интерфейса пассивного пробника
	CX1151A-A6J	Калибровка по ANZI Z540-1-1994
	CX1151A-UK6	Сертификат коммерческой калибровки с данными поверки
Цифровой канал	CX1152A	Цифровой канал, вход 10 мОм, ± 25 В, 8 каналов
Принадлежности для датчиков	CX1201A	Головка датчика, коаксиальная, сквозная
	CX1202A	Головка датчика, коаксиальная, сквозная, с монитором напряжения
	CX1203A <sup>2</sup>	Головка датчика, с коаксиальной оконечной нагрузкой
	CX1204A	Головка датчика, адаптер для витой пары
	CX1205A	Головка датчика, адаптер для измерительных щупов
	CX1206A	Головка датчика, адаптер высоких токов с расширителем, 10 А
Модернизация продукта	CX1601U	Модернизация полосы анализа с 50 МГц до 100 МГц для CX3322A
	CX1602U	Модернизация полосы анализа с 50 МГц до 200 МГц для CX3322A
	CX1603U	Модернизация полосы анализа со 100 МГц до 200 МГц для CX3322A
	CX1611U	Модернизация полосы анализа с 50 МГц до 100 МГц для CX3324A
	CX1612U	Модернизация полосы анализа с 50 МГц до 200 МГц для CX3324A
	CX1613U	Модернизация полосы анализа со 100 МГц до 200 МГц для CX3324A
	CX1651U	Модернизация памяти с 16 Мвыб до 64 Мвыб для CX3322A
	CX1652U	Модернизация памяти с 16 Мвыб до 256 Мвыб для CX3322A
	CX1653U	Модернизация памяти с 64 Мвыб до 256 Мвыб для CX3322A
	CX1661U	Модернизация памяти с 16 Мвыб до 64 Мвыб для CX3324A
	CX1662U	Модернизация памяти с 16 Мвыб до 256 Мвыб для CX3324A
CX1663U	Модернизация памяти с 64 Мвыб до 256 Мвыб для CX3324A	
Прочие принадлежности	CX1903A	Комплект для монтажа в стойку приборов серии CX3300
	CX1905A <sup>3</sup>	Крепление для трехкоординатного позиционера пробника

1. Рекомендуемый пассивный пробник: Keysight N2843A

2. CX1203A поставляется для CX1101A и CX1102A.

3. Рекомендуемый трехкоординатный позиционер Keysight N2787A

## Эксплуатационные характеристики приборов серии CX3300

Гарантируемые характеристики отмечаются пометкой \*\*, все прочие приведенные характеристики являются дополнительными. Указанные характеристики действительны после 30-минутного прогрева при температуре окружающего воздуха 23 °C ± 5 °C

### Информация о точности измерений

На точность измерений могут повлиять электромагнитные поля РЧ напряженностью выше 3 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 2 ГГц или выше 1 В/м в диапазоне частот от 2 ГГц до 2,7 ГГц. Сила воздействия этого эффекта зависит от места установки прибора и степени его экранирования.

Таблица 7. Обзор характеристик базовых блоков серии CX3300

Аналоговая полоса анализа		50 МГц (опция B05), 100 МГц (опция B10), 200 МГц (опция B20)
Число аналоговых каналов	CX3322A	2
	CX3324A	4
Число цифровых каналов	CX3322A	н/д
	CX3324A	8, с CX1152A
Разрешение по вертикали		14 битов (высокоскоростной режим), 16 битов (режим высокой разрешающей способности)
Максимальная частота дискретизации		1 ГГц без сужения
Глубина памяти на канал		16 Мвыб (опция 016), 64 Мвыб (опция 064), 256 Мвыб (опция 256)

Таблица 8. Вертикальная развертка – аналоговые каналы <sup>1</sup>

	14-битовое разрешение	50 МГц	100 МГц	200 МГц
Аналоговая полоса анализа (-3 дБ)	16-битовое разрешение	14 МГц	14 МГц	14 МГц
Тип соединения на входе	по постоянному току			
Входной импеданс **	50 Ом: ±3,5%			
Диапазон входного сигнала	±0,65 В номинальный, ±2 В пиковый			
Аппаратное разрешение по вертикали	14 битов или 16 битов			
Точность измерений постоянного тока **	± (0,7% показания + 0,7% диапазона) <sup>2</sup>			
Развязка между каналами	Уточняется			
СКЗ шума (± 0,5 В пост., полная полоса анализа)	14-битовое разрешение	120 мкВ СКЗ	170 мкВ СКЗ	250 мкВ СКЗ
	16-битовое разрешение	46 мкВ СКЗ	46 мкВ СКЗ	46 мкВ СКЗ

1. Аналоговые каналы работают только с датчиками серии CX1100 и адаптером CX1151A, их использование в других целях невозможно.

2. Требуется пользовательская калибровка смещения АЦП.



Таблица 9. Горизонтальная развертка

Основной диапазон шкал времени	От 1 нс/дел. до 20 с/дел.
Разрешающая способность	1 нс
Режимы	Основной
Точка отсчета	Слева, центр, справа
Точность временной шкалы	10 миллионов долей (0,001%)
Временное выравнивание каналов	Диапазон от -100 нс до +100 нс

Таблица 10. Сбор данных – аналоговые каналы

Максимальная частота дискретизации в реальном времени <sup>1</sup>	14-битовое разрешение	1 Гвыб/с на каждый канал
	16-битовое разрешение	75 Мвыб/с на каждый канал
Стандартная глубина памяти	16 Мвыб на канал	
Опции глубины памяти	Опция 016: 16 Мвыб на канал	
	Опция 064: 64 Мвыб на канал	
	Опция 256: 256 Мвыб на канал	
Режимы дискретизации	В реальном времени с усреднением (нормальный)	
	В реальном времени с отбраковкой	
	В реальном времени с обнаружением пиков	
Фильтры	Интерполяция $\sin(x)/x$	
	Усреднение	
	1 МГц, 2 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц, 50 МГц (опции B10, B20), 100 МГц (опция B20) <sup>2</sup>	

1. Дискретизация 14 битов/16 битов переключается нажатием кнопки «High Reso» (Высокое разрешение). Для всех каналов устанавливается одно и то же разрешение.
2. Фильтры для отдельных каналов описываются математическими функциями.

Таблица 11. Сбор данных – цифровые каналы – только CX3324A

Максимальная частота дискретизации в реальном времени	500 Мвыб/с
Максимальная глубина памяти на каждый канал <sup>1</sup>	128 Мвыб
Минимальная ширина обнаружения импульсных помех	7 нс

1. Глубина памяти зависит от глубины памяти аналоговых каналов.

Таблица 12. Триггер

Источник	CX3322A	Каналы 1, 2, AUX и линейный
	CX3324A	Каналы 1, 2, 3, 4, AUX, линейный и цифровой
Чувствительность	Аналоговый канал: 5% диапазона датчика	
	Цифровой канал: См. характеристики CX1152A	
Диапазон уровней триггера	Внешний вход триггера: Постоянный ток, до 100 МГц (минимальный входной уровень: 300 мВ (размах напряжения))	
	Аналоговый канал: ± диапазон датчика <sup>1</sup>	
Подключение триггера	Цифровой канал: см. CX1152A	
	Внешний вход триггера: ±8 В (1 МОм)	
Режимы свипирования	Аналоговый канал	постоянный ток: с заграждением ВЧ (фильтр нижних частот 50 кГц)
	Внешний вход триггера:	постоянный ток или переменный ток: (10 Гц) с подавлением НЧ (фильтр верхних частот 50 кГц), с подавлением ВЧ (фильтр нижних частот 50 кГц)
Диапазон удержания триггера	Автоматический, по триггеру, однократный	
Действия триггера	От 100 нс до 10 с	
	Указывается действие, которое возникает при появлении условия триггера (а также частота этого действия).	

1. Диапазон уровней триггеров для аналоговых каналов совпадает с диапазонами подключенных к базовому блоку датчиков. ± диапазон датчика = ± 4 деления при настройках по умолчанию.

Таблица 13. Режимы триггера

По фронту (аналоговый и цифровой)	Передний, задний, любой
Переход кромки (аналоговый)	Передний фронт > время, передний фронт < время, задний фронт > время, задний фронт < время
Импульсная помеха (аналоговый и цифровой)	Положительная импульсная помеха > время, Положительная импульсная помеха < время, Положительная импульсная помеха в диапазоне, Отрицательная импульсная помеха > время, Отрицательная импульсная помеха < время, Отрицательная импульсная помеха в диапазоне
Длительность импульса (аналоговый и цифровой)	Длительность положительного импульса > время, Длительность положительного импульса < время, Длительность отрицательного импульса > время, Длительность отрицательного импульса < время, Длительность отрицательного импульса > время ожидания, Длительность отрицательного импульса < время ожидания
Неполный импульс (аналоговый)	Положительный неполный импульс, Положительный неполный импульс (соответствие по времени), Отрицательный неполный импульс, Отрицательный неполный импульс (соответствие по времени)
Время ожидания (аналоговый и цифровой)	Высокий слишком долго, низкий слишком долго, неизменный слишком долго
Диапазон шаблона/импульса (аналоговый и цифровой)	Вход в шаблон, выход из шаблона, шаблон присутствует > время, шаблон присутствует < время ожидания, шаблон присутствует < время, шаблон присутствует в диапазоне
Состояние (аналоговый и цифровой)	Передний фронт (И), Передний фронт (НЕ-И), Задний фронт (И), Задний фронт (НЕ-И), Любой фронт (И), Любой фронт (НЕ-И)
Окно (аналоговый)	Вход в диапазон, выход из диапазона, внутри диапазона > время, внутри диапазона < время ожидания, внутри диапазона < время, вне диапазона > время, вне диапазона > время ожидания, вне диапазона < время

Таблица 14. Измерения и анализ

	Могут производиться в основной области или в области масштабирования. Поддерживается до 8 одновременных измерений.	
Измерения кривых	Амплитуда	размах сигнала, минимум, максимум, среднее, СКЗ пост. тока, СКЗ перемен. тока, амплитуда, уровень основания, уровень вершины, выброс за фронтом, выброс до фронта, верхняя, средняя, нижняя
	Время	Длительность фронта, длительность среза, длительность положительного, длительность отрицательного, период, частота, заполнение, T <sub>min</sub> , T <sub>max</sub>
	Смешанные	Скорость нарастания, площадь
Математические функции	Возможны операции с любым сочетанием каналов, содержимого памяти и других функций. До 8 независимых функций.	
	Операторы	Сложение, вычитание, умножение, деление, абсолютное значение, среднее, задержка, инверсия, увеличение, максимум, минимум, дифференцирование, интегрирование, возведение в квадрат, извлечение квадратного корня Фильтр верхних частот, фильтр нижних частот, сглаживающий фильтр
Память кривых	Может использоваться для измерений, выполнения математических функций и анализа. До 8 независимых блоков памяти.	
Маркеры	Визир, А-В, площадь	
Статистический анализ	Среднее, минимум, максимум, стандартное отклонение для кривых и измеренных показателей кривых	
Амплитудный анализ	Гистограмма (попадания, ФРВ/PDF, ИФР/CDF, ДИФР/CCDF) и статистика с отображением в окнах	
Спектральный анализ	Амплитуда и фаза с горизонтальным стробированием	
Служебные программы	Мастер измерения мощности	
	Профилировщик мощности и тока	

Таблица 15. Визуализация

Представления	Кривая, гистограмма, спектр, статистика, сводка по настройке, боковая панель
Стиль отображения	Одинарное, двойное, одинарное с масштабированием (вертикальным, горизонтальным, обоими)
	Инерционность, цветовая шкала
	Отрисовка: Автоматическая, точки, линии, область, градации, ромбы
Аннотации	Оси: Автоматические, линейные, логарифмические, инвертирование
	Могут вставляться в область отображения и на указанные кривые

Таблица 16. Сохранение и загрузка

Снимки экрана <sup>1</sup>	JPG, BMP, PNG
Настройка триггеров	HDF5
Настройка	HDF5 (содержит все настройки, включая триггеры)
Форма сигнала	HDF5 (сохранение и загрузка), CSV <sup>1</sup>
Композитные данные	HDF5 (включает настройку, формы сигналов, результаты измерений и результаты анализа)
Отчет	XPS (содержит снимки экрана, формы сигналов, результаты измерений и результаты анализа) <sup>1</sup>

1. Только сохранение данных.

Таблица 17. Компьютерная система и периферийные устройства, порты ввода-вывода

Дисплей	WXGA, 14,1 дюйма, емкостной мультисенсорный дисплей	
Разрешающая способность	Приложение работает с разрешением 1280 пикселей по горизонтали x 800 пикселей по вертикали	
Компьютерная система и периферийные устройства	Операционная система	Windows 7 Embedded Standard
	ЦП	Intel i5, 3 ГГц, четырехъядерный
	Системная память ПК	ОЗУ 8 Гбайт
	Накопители	съёмный твердотельный накопитель (SSD) ≥ 250 Гбайт
	Периферийные устройства	Поставляется с оптической USB-мышью и компактной клавиатурой. Все модели поддерживают все совместимые с Windows устройства ввода с интерфейсом USB
Порты ввода-вывода	Локальная сеть	Разъем ЛВС RJ-45 с поддержкой 10Base-T, 100Base-T и 1000Base-T. Обеспечивает удаленное управление через веб-интерфейс
	USB <sup>1</sup>	Всего 7 портов:
		Три порта USB 2.0 на передней панели Четыре порта USB на боковой панели (два USB 3.0 и два USB 2.0)
	Внешний дисплей	Драйверы поддерживают до двух дисплеев одновременно.
		Видеовыходы DisplayPort и VGA
	Дополнительный выход (AUX)	±7 В макс., ±200 мА макс.: постоянный ток, импульсы, сигнал прямоугольной формы
	Выход опорного сигнала времени	10 МГц, 8,33 дБм (1,65 В Vpp) на 50 Ом
	Вход внешнего опорного сигнала времени	10 МГц, 16 дБм (4 В Vpp) макс. на 50 Ом
Соответствие LXI	LXI 1.4 Core, LXI HiSLIP, LXI IPv6	

1. На обмен данными по USB могут повлиять электромагнитные поля РЧ напряженностью выше 3 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 2 ГГц или выше 1 В/м в диапазоне частот от 2 ГГц до 2,7 ГГц. Сила воздействия этого эффекта зависит от места установки прибора и степени его экранирования.

Таблица 18. Условия эксплуатации/хранения и общие данные

Температура	При эксплуатации	От 0 до 40 °С
	При хранении	От -20 до 60 °С
Влажность	При эксплуатации	До 80% относительной влажности (без конденсации) при 40 °С
	При хранении	До 90% относительной влажности (без конденсации) при 60 °С
Высота над уровнем моря	При эксплуатации	До 2000 метров
	При хранении	До 4600 метров
Питание		От 100 В до 240 В ± 10%, 50 Гц / 60 Гц
	Макс. рассеиваемая мощность	250 ВА
Масса	Базовый блок: 11 кг	
Размеры (с утопленными ножками)	425,6 мм (Ш), 266,1 мм (В), 196,7 мм (Г)	
Электробезопасность	IEC 61010-1	
Стандарты совместимости по ЭМС	IEC 61326-1	

## Эксплуатационные характеристики датчиков тока серии CX1100

Гарантируемые характеристики отмечаются пометкой \*\*, все прочие приведенные характеристики являются дополнительными. Указанные характеристики действительны после 30-минутного прогрева при температуре окружающего воздуха 23 °C ± 5 °C. Все эти характеристики определяются 14-битовой разрешающей способностью считывания, если не указано иное.

### Информация о точности измерений

На точность измерений могут повлиять электромагнитные поля РЧ напряженностью выше 3 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 2 ГГц или выше 1 В/м в диапазоне частот от 2 ГГц до 2,7 ГГц. Сила воздействия этого эффекта зависит от места установки прибора и степени его экранирования.

Таблица 19. Обзор характеристик CX1101A

	Диапазон	R <sub>IN</sub> <sup>2</sup>	Шум (скз) <sup>3</sup>	Максимальная полоса анализа (-3 дБ) <sup>4</sup>
Измерение тока <sup>1</sup>	10 А	15 мОм (тип.)	10 мА	3 МГц <sup>5</sup>
	1 А		2 мА	100 МГц
	200 мА	410 мОм (тип.)	0,2 мА	100 МГц
	20 мА	550 мОм (макс.)	20 мкА	100 МГц
	2 мА		3 мкА	100 МГц
	200 мкА	50 Ом (тип.)	400 нА	25 кГц
	20 мкА	77 Ом (макс.)	40 нА	25 кГц

1. Головка датчика, используемая для измерения характеристик: CX1206 для диапазона 10 А и CX1203А для всех прочих диапазонов.
2. Движковый переключатель на CX1203А должен быть установлен в положение «0 Ом».
3. Полоса шумов 20 МГц при измерении базовым блоком
4. Автономная полоса анализа. Эффективную полосу анализа при измерении во время подключения к базовому блоку можно оценить с помощью следующего уравнения.

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{1/BW_{\text{sensor}}^2 + 1/BW_{\text{mainframe}}^2}}$$

5. Полоса анализа для -4 дБ

Таблица 20. Точность измерений постоянного тока CX1101A<sup>1</sup>

Диапазон		Автономно	С базовым блоком	
		23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	T <sub>польз.кал</sub> ± 3 °C, 24 ч <sup>2</sup>
10 А		± (5% + 5%)	± (5,7% + 5,9%)	н/д
1 А		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (1,8% + 0,4%)
200 мА	Усиление [% показаний] + смещение [% диапазона]	± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,7% + 0,4%)
20 мА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,3%)
2 мА		± (2% + н/д) **	± (2,7% + н/д) **	± (0,7% + 1,1%)
200 мкА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,7% + 0,3%)
20 мкА		± (2% + н/д) **	± (2,7% + н/д) **	± (0,7% + 1,1%)

1. Точность определяется для VCM = 0 В (нулевое синфазное входное напряжение при либо +IIN, либо -IIN). Добавить 0,7% тип. к погрешности смещения для Vcm до 40 В.  
«Показания» означают измеренные базовым блоком данные. Условия измерений постоянного тока: 20 мс, усредн.
2. После выполнения пользовательской калибровки с базовым блоком. Дополнительные характеристики.



Таблица 21. Прочие характеристики CX1101A

Длительность фронта (с 10% до 90%)	0,35 / полоса анализа [МГц]	
Входное полное сопротивление для синфазного сигнала <sup>1</sup>	750 МОм // 31 пФ (номинальное)	
Измеряемое по диапазону	10% диапазона	
Нагрузка по напряжению	$R_{IN}$ * измеряемый ток	
Максимальное входное напряжение (синфазный режим) <sup>2</sup>	Предел по пиковому напряжению (пост. ток + перем. ток)	±40 В
	Предел по напряжению переменного тока	±5 В выше 1 МГц
Абсолютный максимальный входной ток	Диапазон	Защита
	10 А	Без защиты предохранителем
	1 А	
	200 мА	Защита предохранителем 1,5 А <sup>3</sup>
	20 мА	
	2 мА	
200 мкА	Защита предохранителем 50 мА	
20 мкА		

1. Измеряется CX1201A. Оба входа имеют одинаковый входной импеданс. При использовании головки датчика CX1203A отрицательная клемма (-) внутренне подсоединяется к общему проводу цепи через резистор 10 МОм.
2. Для всех диапазонов измерений тока.
3. Для CX1203A с установкой 50 Ом: 70 мА макс., с защитой предохранителем на 125 мА.

Таблица 22. Общие сведения о CX1101A <sup>1</sup>

Длина кабеля	Кабель датчика: 1,5 м, вывод заземления: 16 см
Размеры <sup>2</sup>	46,8 мм (Ш), 31,9 мм (В), 205,3 мм (Г)
Масса	400 г
Поставляемые принадлежности	Головка датчика, с коаксиальной оконечной нагрузкой (CX1203A), 1 шт.
	Коаксиальный адаптер с SMA(P) на BNC(J), 50 Ом, 1 шт.
	Вывод заземления, 1 шт.

1. Прочие сведения см. в разделе «Условия эксплуатации/хранения и общие данные» по базовому блоку.
2. Головка датчика CX1203A входит в комплектацию. Кабель и адаптер не входят в комплектацию.

Таблица 23. Обзор характеристик CX1102A

	Диапазон		$R_{IN}^2$	Шум (скз) <sup>3</sup>		Максимальная полоса анализа (-3 дБ) <sup>4</sup>
	Первичный канал	Вторичный канал		Первичный канал	Вторичный канал	
Измерение тока <sup>1</sup>	1 А	20 мА	410 мОм (тип.)	2 мА	20 мкА	100 МГц
	200 мА	2 мА	550 мОм (макс.)	0,2 мА	3 мкА	
	20 мА	200 мкА	50 Ом (тип.)	20 мкА	500 нА	500 кГц
			77 Ом (макс.)	8 мкА <sup>5</sup>	400 нА <sup>5</sup>	90 кГц <sup>5</sup>
	2 мА	20 мкА	50 Ом (тип.)	2 мкА	200 нА	500 кГц
			77 Ом (макс.)	1 мкА <sup>5</sup>	40 нА <sup>5</sup>	25 кГц <sup>5</sup>

1. Головка датчика, используемая для измерения характеристик: CX1203A.
2. Движковый переключатель на CX1203A должен быть установлен в положение «0 Ом».
3. Полоса шумов 20 МГц при измерении базовым блоком.
4. Автономная полоса анализа. Эффективную полосу анализа при измерении во время подключения к базовому блоку можно оценить с помощью следующего уравнения.

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{1/BW_{\text{sensor}}^2 + 1/BW_{\text{mainframe}}^2}}$$

5. Встроенный фильтр нижних частот датчика ВКЛЮЧЕН.

Таблица 24. Точность измерений постоянного тока CX1102A<sup>1</sup>

Диапазон		Автономно	С базовым блоком	
		23 °C ±5 °C	23 °C ±5 °C	T <sub>польз_кал</sub> ±3 °C, 24 ч <sup>2</sup>
1 А, первичный		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (1,8% + 0,4%)
200 мА, первичный		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,4%)
20 мА, вторичный		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,4%)
2 мА, вторичный	Усиление [% показаний] + смещение [% диапазона]	± (2% + н/д) **	± (2,7% + н/д) **	± (0,6% + 0,9%)
20 мА, первичный		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,3%)
2 мА, первичный		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,7% + 0,3%)
200 мкА, вторичный		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,4%)
20 мкА, вторичный		± (2% + н/д) **	± (2,7% + н/д) **	± (0,7% + 0,9%)

1. Точность определяется для VCM = 0 В (нулевое синфазное входное напряжение при либо +IIN, либо -IIN). Добавить 0,9% тип. к погрешности смещения для Vcm до 12 В.  
«Показания» означают измеренные базовым блоком данные. Точность измерений постоянного тока: 20 мс ,усредн.
2. После выполнения пользовательской калибровки на базовом блоке. Дополнительные характеристики.

Таблица 25. Прочие характеристики CX1102A

Длительность фронта (с 10% до 90%)	0,35 / полоса анализа [МГц]	
Входное полное сопротивление для синфазного сигнала <sup>1</sup>	750 МОм // 18 пФ (номинальное)	
Измеряемое по диапазону	10% диапазона	
Нагрузка по напряжению	R <sub>IN</sub> * измеряемый ток	
Максимальное входное напряжение (синфазный режим) <sup>2</sup>	Предел по пиковому напряжению (пост. + перем. ток)	±12 В
	<b>Диапазон</b>	<b>Защита</b>
Абсолютный максимальный входной ток	1 А, первичный	Защита предохранителем 1,5 А <sup>3</sup>
	200 мА, первичный	
	20 мА, вторичный	
	2 мА, вторичный	Защита предохранителем 50 мА
	20 мА, первичный	
	2 мА, первичный	
	200 мкА, вторичный	
	20 мкА, вторичный	

1. Измеряется CX1201A. Оба входа имеют одинаковый входной импеданс. При использовании головки датчика CX1203A отрицательная клемма (-) внутренне подсоединяется к цепи общего контакта через резистор 10 МОм.
2. Все диапазоны измерений тока.
3. Для CX1203A с установкой 50 Ом: 70 мА максимум. Защита предохранителем на 125 мА.

Таблица 26. Общие сведения о CX1102A <sup>1</sup>

Длина кабеля	Кабель датчика: 1,5 м, вывод заземления: 16 см
Размеры <sup>2</sup>	46,8 мм (Ш), 31,9 мм (В), 205,3 мм (Г)
Масса	400 г
Поставляемые принадлежности	Головка датчика, с коаксиальной оконечной нагрузкой(CX1203A), 1 шт.
	Коаксиальный адаптер с SMA(P) на BNC(J), 50 Ом, 1 шт.
	Вывод заземления, 1 шт.

1. Прочие сведения см. в разделе «Условия эксплуатации/хранения и общие данные» по базовому блоку.
2. Головка датчика CX1203A входит в комплектацию. Кабель и адаптер не входят в комплектацию.

Таблица 27. Обзор характеристик CX1103A

	Диапазон	R <sub>IN</sub>	Шум (скз) <sup>1</sup>	Максимальная полоса анализа (-3 дБ) <sup>2</sup>	Диапазон смещений пост. тока и разрешающая способность
Измерение тока	20 мА	50 Ом тип., 55 Ом макс. (50 Ом входное сопротивление ВКЛ)	5 мкА	200 мА	±20 мА разрешающая способность 0,8 мкА
	2 мА		1,5 мкА	75 МГц	
	200 мкА	4 Ом тип., 6 Ом макс. (50 Ом входное сопротивление ВЫКЛ)	150 нА	9 МГц	±200 мкА разрешающая способность 8 нА
	20 мкА		25 нА	2,5 МГц	
	2 мкА		1,5 нА	250 кГц	
	200 нА		150 пА	100 МГц	

1. Полоса шумов 20 МГц при измерении базовым блоком.
2. Автономная полоса анализа. Эффективную полосу анализа при измерении во время подключения к базовому блоку можно оценить с помощью следующего уравнения.

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{1/BW_{\text{sensor}}^2 + 1/BW_{\text{mainframe}}^2}}$$

Таблица 28. Точность измерений постоянного тока CX1103A <sup>1</sup>

Диапазон		Автономно	С базовым блоком	
		23 °C ±5 °C	23 °C ±5 °C	T <sub>польз. кал</sub> ±3 °C, 24 ч <sup>2</sup>
20 мА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,3%)
2 мА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,4%)
200 мкА	Усиление [% показаний] + смещение [% показаний]	± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,4%)
20 мкА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (0,6% + 0,4%)
2 мкА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (1,3% + 0,4%)
200 нА		± (2% + 2%) **	± (2,7% + 2,9%) **	± (1,3% + 0,3%)

1. Точность определена при смещении постоянного тока = 0 А. «Показания» означают измеренные базовым блоком данные. Точность измерений постоянного тока: 20 мс усредненных.
2. После выполнения пользовательской калибровки на базовом блоке. Дополнительные характеристики.

Таблица 29. Прочие характеристики CX1103A

Длительность фронта (с 10% до 90%)	0,35 / полоса анализа [МГц]
Измеряемое по диапазону	10% диапазона
Нагрузка по напряжению	R <sub>IN</sub> * измеряемый ток
Максимальное входное напряжение (синфазный режим) <sup>1</sup>	Вход, «50 Ом» ВЫКЛ ±0,5 В
	Вход, «50 Ом» ВКЛ ±1,0 В
Абсолютный максимальный входной ток	Защита предохранителем 125 мА.

1. Все диапазоны измерений тока.

Таблица 30. Общие сведения о CX1103A <sup>1</sup>

Длина кабеля	Кабель датчика: 1,5 м, вывод заземления: 16 см
Размеры	45,8 мм (Ш), 28,1 мм (В), 163,1 мм (Г)
Масса	300 г
Поставляемые принадлежности	Коаксиальный адаптер с SMA(P) на BNC(J), 50 Ом, 1 шт.
	Вывод заземления, 1 шт.

1. Прочие сведения см. в разделе «Условия эксплуатации/хранения и общие данные» по базовому блоку.

## Характеристики адаптера интерфейса пассивного пробника CX1151A

Гарантируемые характеристики отмечаются пометкой \*\*, все прочие приведенные характеристики являются дополнительными. Указанные характеристики действительны после 30-минутного прогрева при температуре окружающего воздуха 23 °C ± 5 °C. Все эти характеристики определяются 14-битовой разрешающей способностью считывания, если не указано иное.

### Информация о точности измерений

На точность измерений могут повлиять электромагнитные поля РЧ напряженностью выше 3 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 2 ГГц или выше 1 В/м в диапазоне частот от 2 ГГц до 2,7 ГГц. Сила воздействия этого эффекта зависит от места установки прибора и степени его экранирования.

Таблица 31. Обзор характеристик CX1151A

	Диапазон	Шум (скз) <sup>1</sup>	Максимальная полоса анализа (-3 дБ) <sup>2</sup>	Диапазон смещений пост. тока и разрешающая способность
Измерение напряжения	8 В	5,0 мВ:	300 МГц	±16 В, 16-битовое разрешение
	4 В	2,8 мВ		
	1,6 В	1,8 мВ		
	0,4 В	250 мкВ		±0,8 В, 16-битовое разрешение
	0,2 В	140 мкВ		
	0,08 В	90 мкВ		

1. Полная полоса анализа при измерении базовым блоком (с опцией В20; полоса анализа 200 МГц).
2. Автономная полоса анализа с пассивным пробником N2843A. Эффективную полосу анализа при измерении во время подключения к базовому блоку можно оценить с помощью следующего уравнения.

$$BW_{\text{effective}} = \frac{1}{\sqrt{1/BW_{\text{adapter}}^2 + 1/BW_{\text{probe}}^2 + 1/BW_{\text{mainframe}}^2}}$$

Таблица 32. Точность измерений постоянного тока CX1151A <sup>1</sup>

Диапазон		С базовым блоком			
		Автономно 23 °C ± 5 °C	23 °C ± 5 °C	Т <sub>польз_кал</sub> ±3 °C, 24 ч (высокоскоростной режим) <sup>2</sup>	Т <sub>польз_кал</sub> ±3 °C, 24 ч (режим высокого разрешения) <sup>3</sup>
8 В		± (0,6% + 0,8%) **	± (1,3% + 1,7%) **	± (0,4% + 0,6%)	± (0,3% + 0,4%)
4 В		± (0,6% + 0,8%) **	± (1,3% + 1,7%) **	± (0,8% + 0,6%)	± (0,5% + 0,4%)
1,6 В	Усиление [% показаний] +	± (0,6% + 0,8%) **	± (1,3% + 1,7%) **	± (0,8% + 0,6%)	± (0,5% + 0,4%)
0,4 В	смещение	± (0,6% + 0,8%) **	± (1,3% + 1,7%) **	± (0,4% + 0,6%)	± (0,3% + 0,4%)
0,2 В	[% диапазона]	± (0,6% + 0,8%) **	± (1,3% + 1,7%) **	± (0,8% + 0,6%)	± (0,5% + 0,4%)
0,08 В		± (0,9% + 1,2%) **	± (1,6% + 2,1%) **	± (0,8% + 0,6%)	± (0,5% + 0,4%)

Диапазон с пассивным пробником 10:1 <sup>4</sup>

		Т <sub>польз_кал</sub> ±3 °C, 24 ч (высокоскоростной режим) <sup>2</sup>	Т <sub>польз_кал</sub> ±3 °C, 24 ч (режим высокого разрешения) <sup>3</sup>
80 В		± (2,1% + 0,6%)	± (1,1% + 0,4%)
40 В		± (1,5% + 0,6%)	± (0,8% + 0,4%)
16 В	Усиление [% показаний] +	± (0,7% + 0,6%)	± (0,4% + 0,4%)
4 В	смещение	± (1,7% + 0,6%)	± (0,9% + 0,4%)
2 В	[% диапазона]	± (1,2% + 0,6%)	± (0,7% + 0,4%)
0,8 В		± (0,4% + 0,6%)	± (0,3% + 0,4%)

1. Точность измерений постоянного тока: 20 мс усредненных.
2. После выполнения пользовательской калибровки на базовом блоке. Высокоскоростной режим (14-битовый). Дополнительные характеристики.
3. После выполнения пользовательской калибровки на базовом блоке. Режим высокого разрешения (16-битовый). Дополнительные характеристики.
4. Используемый пассивный пробник: N2843A.



Таблица 33. Прочие характеристики CX1151A

Длительность фронта и среза (с 10% до 90%)	0,35 / полоса анализа [МГц]
Входной импеданс	1 МОм ± 0,1%, 13 пФ
Тип соединения на входе	по пост. току, по перем. току (3,5 Гц)
Макс. входное напряжение	± 100 В пиковое (пост. ток + перем. ток)

Таблица 34. Общие сведения о CX1151A

Размеры	58,6 мм (Ш), 30,2 мм (В), 87,5 мм (Г)
Масса	130 г
Рекомендуемые пассивные пробники <sup>1</sup>	N2843A
Поддерживаемые пассивные пробники <sup>2</sup>	(1:1) 10070D, N2870A (10:1) 10073D, 10074D, N2862B, N2863B, N2871A, N2872A, N2873A, N2890A, N2894A, N2853A, N2843A, N2842A, N2841A, N2840A (20:1) N2875A, (100:1) 10076C

1. N2843A используется для измерения приведенных выше характеристик.
2. Поддерживаемый коэффициент пробника может обнаруживаться базовым блоком.

## Характеристики цифрового канала CX1152A (только для базового блока CX3324A)

Гарантируемые характеристики отмечаются пометкой \*\*, все прочие приведенные характеристики являются дополнительными. Указанные характеристики действительны после 30-минутного прогрева при температуре окружающего воздуха 23 °C ± 5 °C

Таблица 35. Вертикальная развертка CX1152A – цифровые каналы

Входные каналы	8 каналов
Диапазон определяемых пользователем пороговых уровней	±25 В, шаг 10 мВ
Макс. входное напряжение	±40 В пиковое
Точность пороговых уровней	±(150 мВ + 3% установки порога)
Входной динамический диапазон	±25 В
Минимальный размах входного напряжения	500 мВ от пика до пика
Входной импеданс	10 МОм ±2% с приблизительно 8 пФ, подключенными параллельно
Временной сдвиг каналов	4 нс
Разрешающая способность	1 бит

1. Входной импеданс 50 Ом
2. Для включения входных цифровых каналов требуется CX1152A.

Таблица 36. Общие сведения о CX1152A

Длина кабеля	Кабель цифрового канала: 1,15 м, кабель пробника: 28,5 см
Размеры <sup>1</sup>	68,1 мм (Ш), 18,5 м (В), 103,0 мм (Г)
Масса	130 г
Поставляемые принадлежности	5 проводов заземления пробников
	10 зажимов
	Адаптер «BNC-наконечник пробника», 1 шт.

1. Размеры блока. Провода и кабели не учитываются.

## Габаритный чертёж прибора серии CX3300 (базового блока)

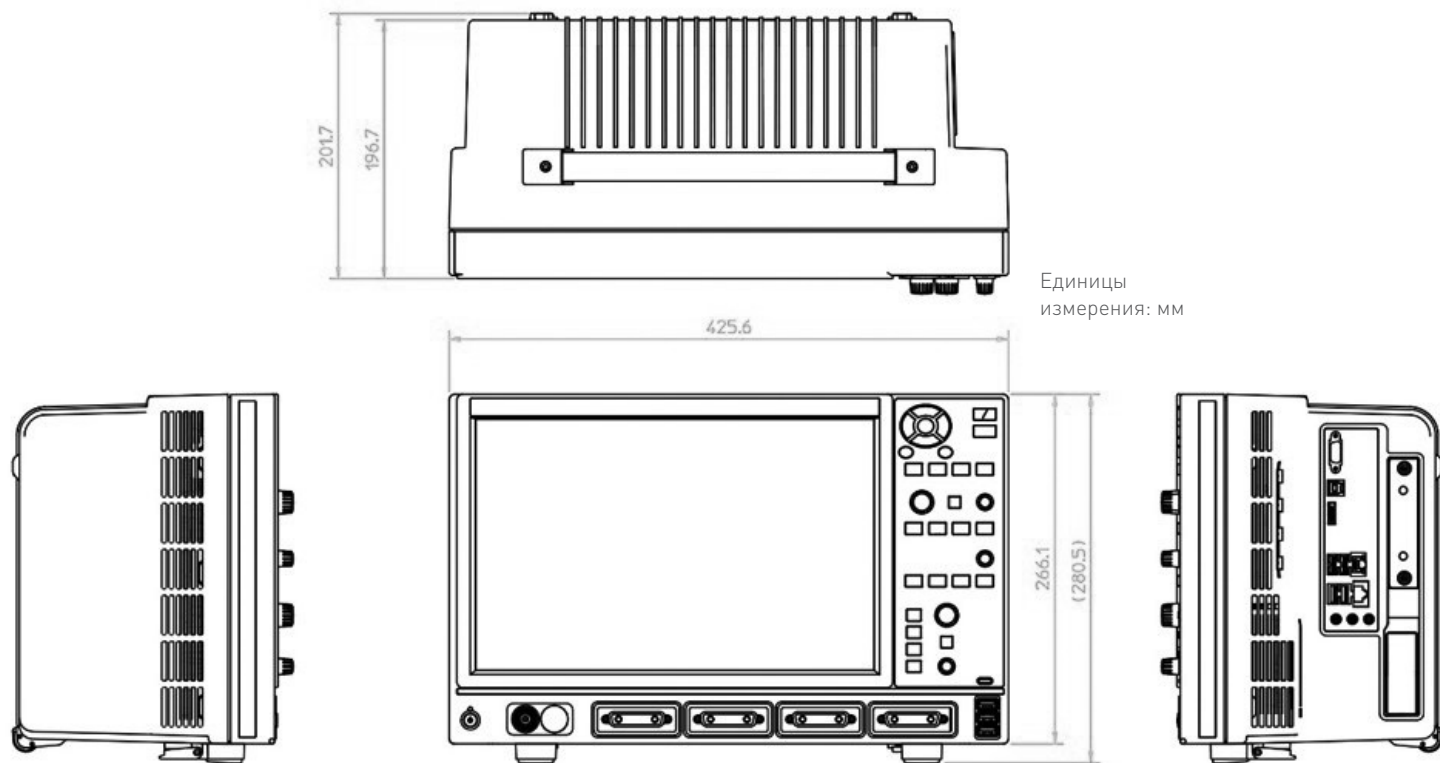


Рис. 34. Эскиз прибора серии CX3300.

