

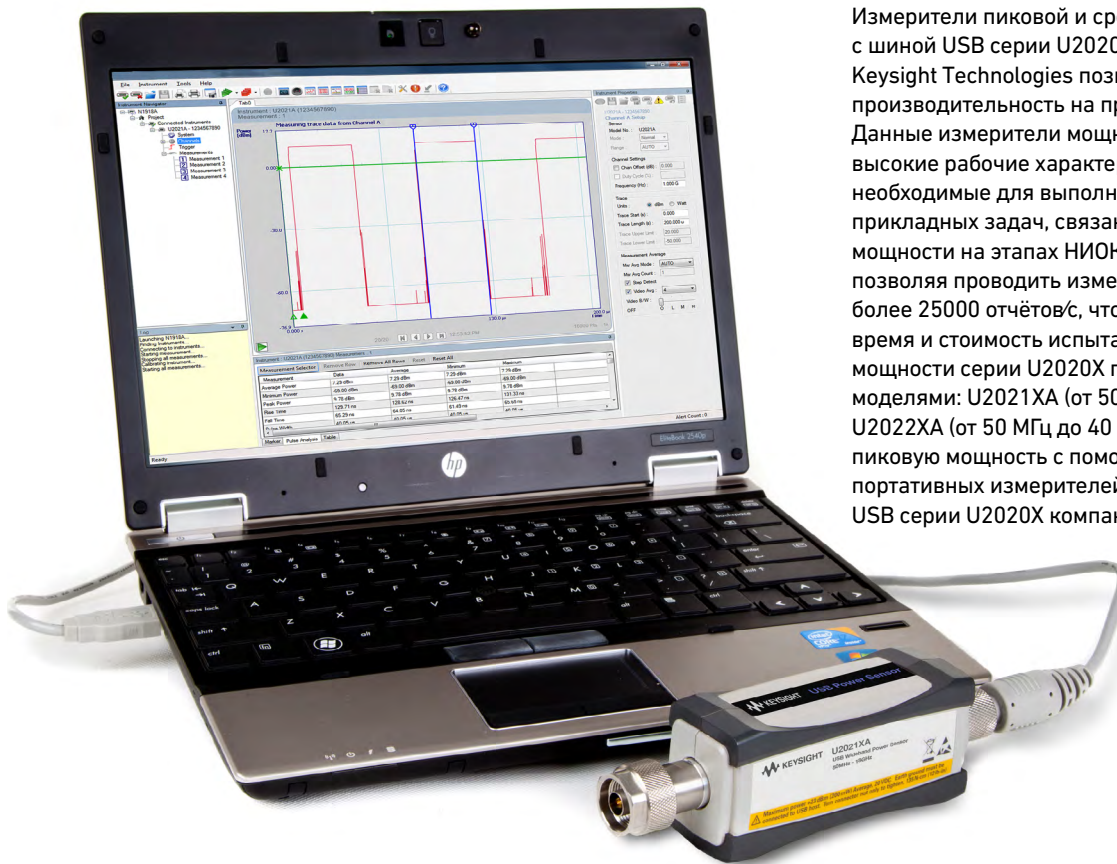
Keysight Technologies

# Измерители пиковой и средней мощности с шиной USB серии U2020X

Технические данные



## Повышение производительности на производстве



Измерители пиковой и средней мощности с шиной USB серии U2020X компании Keysight Technologies позволяют повысить производительность на производстве. Данные измерители мощности имеют высокие рабочие характеристики и свойства, необходимые для выполнения многих прикладных задач, связанных с измерением мощности на этапах НИОКР и производства, позволяя проводить измерения со скоростью более 25000 отчётов/с, что сокращает время и стоимость испытаний. Измерители мощности серии U2020X представлены двумя моделями: U2021XA (от 50 МГц до 18 ГГц) и U2022XA (от 50 МГц до 40 ГГц). Измеряйте пиковую мощность с помощью компактных, портативных измерителей мощности с шиной USB серии U2020X компании Keysight.

## Точные измерения СКЗ уровней мощности

Измерители мощности серии U2020X имеют широкую видеополосу 30 МГц и максимальную частоту дискретизации при непрерывном сборе данных 80 Мвыб/с для получения точных и повторяющихся результатов измерения СКЗ уровней мощности. Имея наивысший перекрываемый диапазон частот 40 ГГц, широкий динамический диапазон и широкие функциональные возможности, измерители мощности серии U2020X могут использоваться для тестирования в аэрокосмической/ оборонной промышленности, в области беспроводной связи (LTE, WCDMA, GSM) и беспроводных сетей (WLAN).

## Широкий динамический диапазон измерения пиковой мощности

Динамический диапазон измерителей мощности серии U2020X от –30 до +20 дБм при измерении пиковой мощности позволяет выполнять более точный анализ очень слабых сигналов в широкой области прикладных задач, связанных с измерением пиковой мощности, в оборонной и аэрокосмической промышленности, в системах беспроводной связи.

## Внутренняя установка нуля и калибровка

Функция внутренней установки нуля и калибровки позволяет сократить время и уменьшить погрешность измерения. Каждый измеритель мощности серии U2020X имеет встроенный опорный источник постоянного тока и схемы коммутации, с помощью которых установка нуля и калибровка измерителя мощности выполняются при подключении измерителя к тестируемому устройству (ТУ). Эта функция исключает необходимость многократного подключения и отключения от внешнего калибровочного источника, что ускоряет испытание и уменьшает износ соединителей.

Функция внутренней установки нуля и калибровки особенно важна в условиях производства и при автоматизированных испытаниях, когда на счету каждая секунда и каждое переключение.

## Встроенные соединители входа и выхода сигнала запуска

Функция внешнего запуска обеспечивает запуск даже при слабых сигналах, близких к уровню шумового порога. Измерители мощности серии U2020X поставляются со встроенными соединителями входа и выхода сигнала запуска. Это позволяет подавать сигнал запуска от внешнего источника или непосредственно подключать испытуемое устройство к измерителю мощности с шиной USB с помощью стандартного кабеля, обеспечивающего переход от соединителя BNC к SMB. Измерители мощности также оснащены выходом регистратора и видеовыходом.

## Компактная и портативная конструкция

Измерители мощности серии U2020X являются автономными устройствами, не требующими для своей работы настольного измерителя мощности или внешнего источника питания. Они получают питание через порт USB и не требуют дополнительных модулей запуска. Это делает их портативными и лёгкими, что важно для работы в полевых условиях, в частности при испытании базовых станций. Измеритель мощности нужно просто вставить в порт USB ПК или портативного компьютера и начать измерения мощности.

## Короткое время нарастания и спада; широкая видеополоса

При разработке и производстве компонентов и субкомпонентов для радиолокационных систем важно точно измерять выходную мощность и временные параметры импульсов. Измерители мощности с шиной USB серии U2020X имеют видеополосу 30 МГц и время нарастания и спада  $\leq 13$  нс, обеспечивая высокие рабочие характеристики при измерениях пиковой и средней мощности. Это техническое решение может использоваться для проведения испытаний в диапазоне частот до 40 ГГц.

## Встроенные предустановки для РЛС и беспроводных систем связи

Для оперативного старта испытаний измерители мощности с шиной USB серии U2020X имеют встроенные предустановки параметров для испытания РЛС и беспроводных систем связи DME, GSM, EDGE, CDMA, WCDMA, WLAN, WiMAX™ и LTE.



## Интуитивно-понятное программное обеспечение

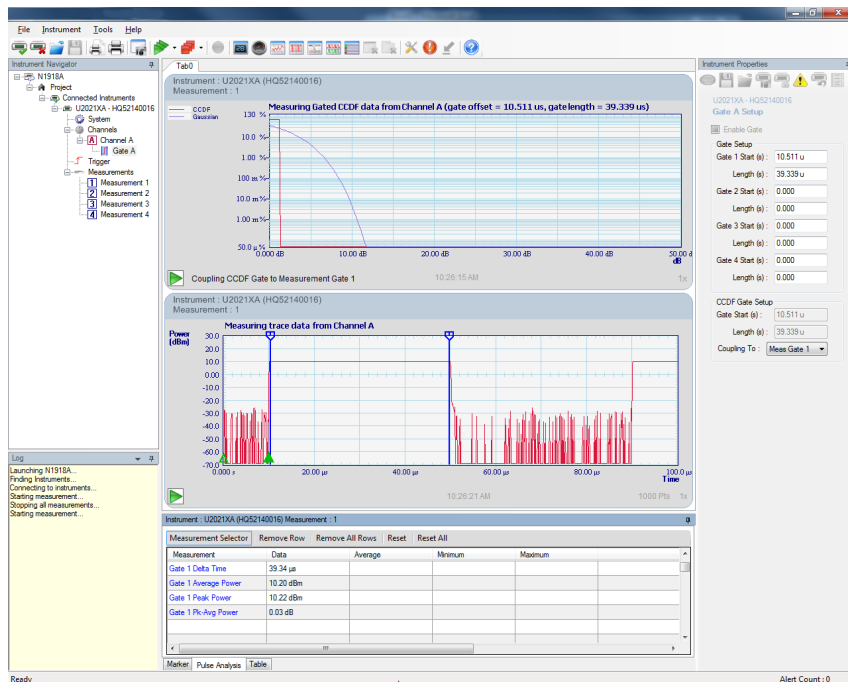
Измерители мощности с шиной USB серии U2020X поставляются в комплекте с бесплатным лицензионным ключом для использования программы анализатора мощности (Power Analyzer) на одном ПК (N1918A-100). Просто подключите измеритель мощности с шиной USB к ПК. ПК распознает эту лицензию.

Программа анализатора мощности (Power Analysis Manager) N1918A поставляется на CD-ROM с каждым измерителем мощности U2021XA или U2022XA. Пользователи могут также загрузить эту программу с сайта компании Keysight по ссылке: [www.keysight.com/find/N1918A](http://www.keysight.com/find/N1918A).

Измерители мощности серии U2020X поддерживаются программой BenchVue компании Keysight (версия 2.5 или выше). Бесплатно загрузить последнюю версию программы можно по ссылке: [www.keysight.com/find/BenchVue](http://www.keysight.com/find/BenchVue).

## Графики комплементарной интегральной функции распределения (CCDF)

Комплементарная интегральная функция распределения (CCDF) характеризует статистику распределения во времени высокой мощности сигнала с цифровой модуляцией. Эта функция показывает, какую часть времени мгновенная мощность сигнала соответствует данному уровню или превышает его. Измерители мощности серии U2020X поддерживают два типа графиков CCDF. Нормальный график CCDF отображает статистику распределения мощности всего сигнала в режимах автоматического, внутреннего или внешнего запуска. В режиме стробирования CCDF может быть связана с интервалом стробирования, и статистическому анализу подвергается только сигнал в пределах области стробирования. CCDF в режиме стробирования применима только в режимах внутреннего и внешнего запуска.



Разработчики компонентов, таких как усилители мощности, будут сравнивать графики CCDF сигнала на входе и выходе усилителя. Правильно разработанные компоненты будут иметь графики, перекрывающие друг друга. Если усилитель создаёт компрессию сигнала, отношение пиковой мощности к средней на выходе усилителя будет меньше. При этом разработчик будет вынужден расширить динамический диапазон усилителя, чтобы обеспечить работу с высокой пиковой мощностью.

## Дополнительные функции серии U2020X

### Режим списка

Режим списка - это режим работы, при котором измеритель мощности можно запрограммировать для выполнения предварительно заданной последовательности шагов измерения и многократно исполнять её столько раз, сколько требуется. Этот режим лучше всего подходит для измерений со свипированием по мощности и частоте, когда обычно требуется изменять параметры с помощью соответствующих команд SCPI, прежде чем проводить измерение. Связь между измерителем мощности и источником сигнала, реализуемая с использованием аппаратных средств квитиования, обеспечивает максимально высокую скорость при выполнении тестовой последовательности.

Режим списка позволяет устанавливать число измерений, число и длительность канальных интервалов, начальную и конечную частоту свипирования и интервал исключения. Это особенно полезно для ускорения измерений пакетов GSMEDGE, использующих восемь канальных интервалов, кадров и подкадров LTE-TDD или WCDMA.

Для получения более подробной информации, пожалуйста, обращайтесь к примерам программирования в руководстве по программированию (U2020 X-Series Programming Guide).

### Изменяемое время аперттуры

В режиме измерения средней мощности и при нормальной скорости измерения продолжительность временного интервала, используемого для измерения средней мощности сигнала, можно настроить установкой времени аперттуры в диапазоне от 125 мкс до 200 мс. Это полезно для непрерывных (НГ) и шумоподобных модулированных сигналов, таких как сигналы систем FDD-LTE и WCDMA, поскольку в этих случаях обеспечивается выполнение измерений, охватывающих по времени полные кадры и подкадры.

Уменьшение времени аперттуры увеличивает производительность измерений, но ухудшает отношение сигнал/шум для измеряемого сигнала. Зато увеличение времени аперттуры улучшает отношение сигнал/шум для измеряемого сигнала, но уменьшает производительность измерений.

Таблица 1. Время аперттуры

Скорость измерения	Время аперттуры (по умолчанию)	Возможность настройки
NORMal	50 мс	Да
DOUBle	26 мс	Нет
FAST	2 мс	Нет

### Внешний запуск в режиме средней мощности

Измерители мощности серии U2020X также поддерживают внешний запуск в режиме измерения средней мощности. Внешний запуск можно использовать для синхронизации захвата данных измерения с сигнальным пакетом. Возможность настройки времени аперттуры и задержки запуска позволяет лучше определять измеряемую часть сигнала. Эта функция дополняет функцию временного стробирования в нормальном режиме (режиме измерения пиковой мощности), обеспечивая более широкий диапазон и более высокую скорость измерения мощности, хотя она не использует отображение графика.

### Функция автоматического обнаружения пакетов

Функция автоматического обнаружения пакетов облегчает установку параметров измерения, мест расположения и длительности временных селекторов, а также параметров запуска для большого множества сложных модулированных сигналов посредством синхронизации с ВЧ-пакетами. После успешного завершения автомаштабирования такие параметры запуска, как уровень, задержка и удерживание запуска, автоматически настраиваются для обеспечения оптимального режима работы. Кроме того, установки графика также настраиваются, чтобы выровнять отображение ВЧ-пакета точно по центру дисплея.

### Измерение до 20 импульсов

Измерители мощности серии U2020X позволяют измерять до 20 импульсов. Измерение временных характеристик импульсов радиолокационной станции значительно упрощается и ускоряется, поскольку за один цикл измерения производится одновременный анализ до 20 импульсов. Для каждого импульса индивидуально измеряются: длительность, период повторения, коэффициент заполнения и интервал между импульсами, длительности положительного и отрицательного перепадов, время (относительно момента задержанного запуска). Также

поддерживаются автоматические измерения относительного спада вершины импульса (спада импульса) с помощью команды SCPI.

### Сброс большого числа усреднений

При установке больших значений коэффициента усреднения любые быстрые настройки на амплитуду измеренного сигнала будут задерживаться из-за того, что усредняющий фильтр должен заполниться, прежде чем можно будет взять новый отсчёт при стабильном уровне мощности. Измерители мощности серии U2020X позволяют сбросить медленный фильтр после того, как будет выполнена окончательная настройка на амплитуду сигнала.

### Гамма-коррекция

При идеальном сценарии измерения опорный импеданс измерителя мощности и импеданс ТУ должны быть равны значению опорного импеданса (Z0); однако, это редко случается на практике. Рассогласование значений импеданса приводит к тому, что часть напряжения сигнала отражается, и это отражение в количественном виде характеризуется с помощью коэффициента отражения (гамма).

Используя функцию гамма-коррекции, пользователи могут просто ввести значение коэффициента отражения ТУ в измеритель мощности с помощью команды SCPI для коррекции рассогласования. Это обеспечивает более точные результаты измерений.

### Коррекция S-параметров

Дополнительные ошибки измерения часто вносят компоненты, которые устанавливаются между ТУ и измерителем мощности. Например, при тестировании базовой станции между измерителем мощности и базовой станцией помещается мощный аттенуатор для снижения уровня выходной мощности, чтобы он соответствовал измеряемому диапазону измерителя мощности.

S-параметры этих компонентов можно получить с помощью векторного анализатора цепей в формате Touchstone и ввести в измеритель мощности, используя команды SCPI. Теперь такую ошибку можно скорректировать, используя функцию коррекции S-параметров. Измеритель мощности будет вести себя так, как если бы он был подключён напрямую к ТУ, обеспечивая очень точные измерения мощности.

## Технические характеристики

### Определения технических характеристик

Существуют два типа технических характеристик продукта:

- Гарантированные характеристики – это характеристики, достоверность которых обеспечивается гарантией на прибор и которые применимы в пределах интервала температур от 0 до 55°C, если другое не оговорено дополнительно. Гарантированные характеристики включают погрешность измерения, вычисленную с 95%-ной достоверностью.
- Справочные характеристики – это характеристики, которые не являются гарантированными. Они описывают характеристики продукции, которые полезно знать при её эксплуатации. Справочные характеристики обозначаются курсивом.

Справочные характеристики являются характерными для продукта. Во многих случаях они могут служить дополнением к гарантированным

характеристикам. Справочные характеристики не подлежат проверке на всех приборах. Их можно разделить на две группы.

Одна группа справочных характеристик описывает свойства, общие для всех изделий данной модели или её вариантов. Примерами могут служить масса прибора или “импеданс входа 50 Ом с соединителем типа N”. В этих примерах масса прибора имеет приблизительное значение, а импеданс входа 50 Ом – номинальное значение. Эти два термина наиболее широко используются для описания свойств продуктов.

Вторая группа статистически описывает общую характеристику, свойственную совокупности изделий. Эти характеристики описывают ожидаемое поведение совокупности изделий. Они не гарантируют характеристик каждого отдельного изделия. Никакая погрешность

измерения не указывается в спецификации. Эти характеристики относятся к “типовым”.

### Условия эксплуатации

Преобразователи мощности обеспечивают свои характеристики при следующих условиях:

- выдержка не менее двух часов при постоянной температуре в пределах интервала рабочих температур; включение прибора не менее чем за 30 минут перед измерением
- измеритель мощности должен использоваться в пределах рекомендованного межкалибровочного периода
- использование в соответствии с инструкциями, приведёнными в руководстве по эксплуатации (*User's Guide*).

## Характеристики измерителей мощности с шиной USB серии U2020X

Основные технические характеристики		
Диапазон частот	U2021XA	От 50 МГц до 18 ГГц
	U2022XA	От 50 МГц до 40 ГГц
Динамический диапазон мощности	Нормальный режим	От -35 до 20 дБм (≥ 500 МГц)
	Режим измерения средней мощности <sup>1,2</sup>	От -30 до 20 дБм (от 50 до 500 МГц)
Уровень повреждения	23 дБм (средняя мощность)	
	30 дБм (длительностью менее 1 мкс) (пиковая мощность)	
Время нарастания/спада	≤ 13 нс <sup>3</sup>	
Максимальная частота дискретизации	80 Мвыб/с, непрерывная дискретизация	
Видеополоса	≥ 30 МГц	
Ширина полосы частот при захвате однократных сигналов	≥ 30 МГц	
Минимальная длительность импульса	50 нс <sup>4</sup>	
Погрешность измерения средней мощности	U2021XA	≤ ±0,2 дБ или ±4,5% <sup>5</sup>
	U2022XA	≤ ±0,3 дБ или ±6,7%
Максимальная длительность захвата	1 с (при децимации)	
	1,2 мс (при полной частоте дискретизации)	
Максимальная частота повторения импульсов	10 МГц (при 8 выборках на период)	
Тип соединителя	U2021XA	тип N (вилка)
	U2022XA	2,4 мм (вилка)

1. Функция внутренней установки нуля, выход запуска и видеовыход запрещены в режиме измерения средней мощности (average only mode).
2. Рекомендуется выполнять установку нуля при использовании тракта измерения средней мощности в первый раз после включения питания, после значительных изменений температуры, либо по истечении значительного времени после последней калибровки. Следует убедиться, что измеритель мощности изолирован от источника ВЧ-сигнала при проведении внешней установки нуля в режиме измерения средней мощности.
3. Для частот ≥ 500 МГц. Применимо только при отключённом видеополосе (video bandwidth Off). Добавить к технической характеристике времени нарастания/спада 5 нс, если время сбора данных меньше чем 137,5 мкс.
4. Минимальная доступная для наблюдения рекомендованная длительность импульса, при которой обеспечиваются имеющие смысл и точные, но не гарантированные результаты измерений.
5. Характеристики действительны в пределах диапазона измерения от -15 до +20 дБм, в диапазоне частот от 0,5 до 10 ГГц, при максимальном КСВ тестируемого устройства <1,27 (для U2021XA) и в диапазоне частот от 0,5 до 40 ГГц и при максимальном КСВ тестируемого устройства <1,2 (для U2022XA). Коэффициент усреднения равен 32 в режиме автоматического запуска.

## Ошибка измеренного времени нарастания в зависимости от времени нарастания измеряемого сигнала



Рисунок 1. Ошибка измеренного времени нарастания в зависимости от времени нарастания измеряемого сигнала

Несмотря на то, что гарантированное время нарастания  $\leq 13$  нс, это не означает, что измерители мощности U2021XA/22XA могут точно измерять сигнал с известным временем нарастания 13 нс. Измеренное

время нарастания равно корню квадратному из суммы квадратов времени нарастания измеряемого сигнала и времени нарастания системы, равного 13 нс:

$$\text{Измеренное время нарастания} = \sqrt{(\text{время нарастания измеряемого сигнала})^2 + (\text{время нарастания системы})^2}$$

$$\text{Относительная ошибка} = \frac{(\text{измеренное время нарастания} - \text{время нарастания измеряемого сигнала})}{\text{время нарастания измеряемого сигнала}} \times 100$$

## Нелинейность измерения мощности

Пределы измерения мощности	Нелинейность при шаге 5 дБ, %	
	25 °C	От 0 до 55 °C
От -20 до -10 дБм	1,2	1,8
От -10 до 15 дБм	1,2	1,2
От 15 до 20 дБм	1,4	2,1

## Видеополоса

Видеополоса в измерителях мощности U2021XA/22XA может быть установлена в положение: широкая (High), средняя (Medium), узкая (Low) или отключена (Off). Приведённые ниже значения не означают ширину полосы на уровне -3 дБ, поскольку видеополосы корректируются для получения оптимальной равномерности частотной характеристики (за исключением режима с выключенным видеофильтром).

Представление о равномерности характеристики можно получить, обратившись к рисунку 2 в подразделе "Пиковая неравномерность характеристики". В режиме с выключенным видеофильтром (Off) обеспечиваются гарантированные характеристики времени нарастания и спада, и этот режим рекомендуется для уменьшения выброса на фронтах импульсных сигналов.

Установки видеополосы	Узкая: 5 МГц	Средняя: 15 МГц	Широкая: 30 МГц	Выключена
Время нарастания/спада <sup>1</sup>	< 500 МГц ≥ 500 МГц	< 93 нс < 82 нс	< 75 нс < 27 нс	< 72 нс < 17 нс
Выброс на фронте импульса <sup>2</sup>				< 5%

1. Определяется как время нарастания сигнала от 10 до 90% и время спада от 90 до 10% при амплитуде импульса 0 дБм.
2. Определяется как амплитуда выброса относительно мощности установившейся вершины импульса.
3. Добавить к технической характеристике времени нарастания/спада 5 нс, если время сбора данных меньше чем 137,5 мкс.

## Выход регистратора и видеовыход

На выходе регистратора выводится напряжение, пропорциональное выбранному результату измерения мощности, которое обновляется со скоростью, соответствующей скорости измерения. Можно выбрать масштабирование с учётом диапазона выходного сигнала от 0 до 1 В при импедансе 1 кОм.

На видеовыход выводится сигнал, непосредственно протестированный сенсорным диодом без применения коррекции. Сигнал на видеовыходе представляет напряжение постоянного тока, пропорциональное измеренной входной мощности. Этот сигнал можно вывести на осциллограф для просмотра и измерения временных параметров. Выходной импеданс видеовыхода равен 50 Ом, а уровень выходного сигнала приблизительно равен 500 мВ при уровне мощности НГ-сигнала 20 дБм. Выход сигнала запуска и выход регистратора/ видеовыход используют один и тот же порт; уровень сигнала приблизительно равен 250 мВ при мощности 20 дБм.

## Пиковая неравномерность характеристики

Пиковая неравномерность представляет собой неравномерность измерения отношения пиковой мощности к средней в зависимости от частотного интервала между двумя равноамплитудными тонами входного ВЧ-сигнала. На приведённом

ниже рисунке показаны графики относительной неравномерности измерения отношения пиковой мощности к средней при изменении частотного интервала между тонами. Измерения выполнены при уровне сигнала -10 дБм.

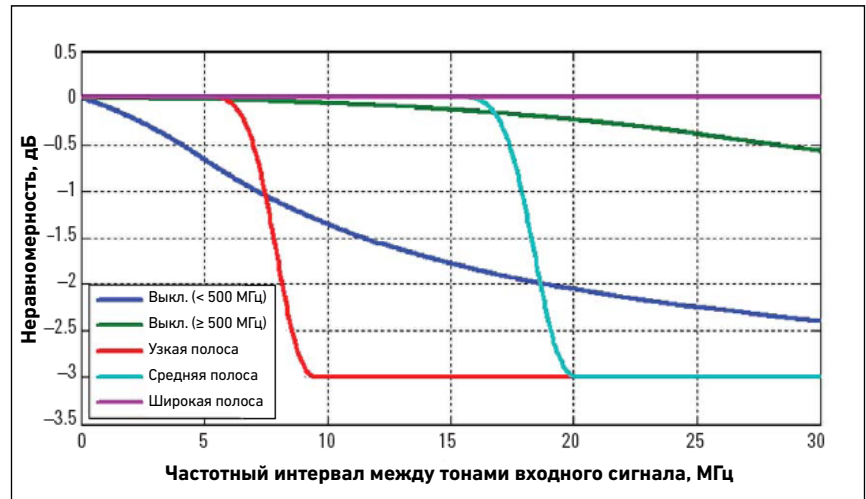


Рисунок 2. Неравномерность измерения отношения пиковой мощности к средней для измерителей U2021XA/22XA при двухтональном входном сигнале (для установок видеополосы: широкой, средней, узкой и выключенной - фильтры выключены)

Шум и дрейф		Установка нуля		Дрейф нуля <sup>1</sup>	Шум на выборку		Шум измерения					
Режим	Обнуление	< 500 МГц	≥ 500 МГц		< 500 МГц	≥ 500 МГц						
Нормальный режим	Нет ВЧ-сигнала на входе	200 нВт		100 нВт	3 мкВт	2,5 мкВт	100 нВт <sup>2</sup> (авт. запуск)					
	ВЧ-сигнал присутствует на входе	200 нВт	200 нВт									
Режим измерения средней мощности (Average only)	Нет ВЧ-сигнала на входе	10 нВт		6 нВт	3 мкВт	2,5 мкВт	4 нВт <sup>3</sup>					
<b>Установка числа усреднений</b>		1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024
Нормальный режим	Множитель шума, автомат. запуск	1,00	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,45	0,4	0,3	0,25	0,2
	Множитель шума, нормальная скорость (NORMal)	4,25	2,84	2,15	1,52	1,00	0,78	0,71	0,52	0,5	0,47	0,42
Режим измерения средней мощности (Average only)	Множитель шума, удвоенная скорость (DOUBLE)	5,88	4,00	2,93	1,89	1,56	1,00	0,73	0,55	0,52	0,48	0,44
	<b>Установка видеополосы</b>			<b>Узкая: 5 МГц</b>	<b>Средняя: 15 МГц</b>	<b>Широкая: 30 МГц</b>	<b>Выкл.</b>					
	Множитель шума на выборку	< 500 МГц	0,6		1,3		2,7		1,00			
		≥ 500 МГц	0,55		0,65		0,8		1,00			

Для режима измерения средней мощности со временем апертур  $\geq 12$  мс и числом усреднений = 1 шум измерения вычисляется по следующей формуле: шум измерения =  $120\sqrt{\text{время апертур в мс}}$ , нВт

Для режима измерения средней мощности со временем апертур  $< 12$  мс и числом усреднений = 1 шум измерения равен 50 нВт.

Например, если время апертур равно 50 мс, а число усреднений = 1, то шум измерения =  $120\sqrt{50}$  нВт = 17 нВт

- В течение 1 часа после установки нуля, при постоянной температуре, после 24 часов времени установления рабочего режима U2021XA/22XA. Этой составляющей можно пренебречь, если режим автоматической установки нуля включён (ON).
- Измерено в течение временного интервала, равного 1 минуте, при нормальной скорости (NORMal), постоянной температуре, с вероятностью, соответствующей двум сигма, при числе усреднений = 1.
- Протестировано при числе усреднений = 16 при нормальной скорости (NORMal) и числе усреднений = 32 при удвоенной скорости (DOUBLE).



## Влияние установки видеополосы

Шум на выборку уменьшается при использовании различных установок фильтра видеополосы (широкой, средней или узкой). Если выполняется усреднение, это будет преобладать над любым результатом изменения видеополосы.

## Влияние временного стробирования на шум измерения

Шум измерения для стробированного измерения с усреднением вычисляется по величине шума на выборку, приведённого в технических характеристиках. Шум для любого конкретного строба равен  $N_{\text{sample}}/\sqrt{\text{длительность строба}/12,5 \text{ нс}}$ . Улучшение пределов шума может быть достигнуто при установленном в спецификации уровне шума измерения 100 нВт.

## Максимальный КСВ

Полоса частот	U2021XA	U2022XA
От 50 МГц до 10 ГГц	1,2	1,2
> 10 до 18 ГГц	1,26	1,26
> 18 до 26,5 ГГц		1,3
> 26,5 до 40 ГГц		1,5

## Погрешность калибровки

Определение: погрешность, возникающая из-за нелинейности детектирования и процесса коррекции в измерителях мощности U2021XA/22XA. Эту погрешность можно рассматривать как комбинацию обычной нелинейности, коэффициента калибровки, температурных характеристик и погрешности, связанной с процессом внутренней калибровки.

Полоса частот	U2021XA	U2022XA
От 50 до 500 МГц	4,2%	4,3%
> 500 МГц до 1 ГГц	4,0%	4,2%
> 1 до 10 ГГц	4,0%	4,5%
> 10 до 18 ГГц	4,5%	4,5%
> 18 до 26,5 ГГц		5,3%
> 26,5 до 40 ГГц		5,8%

## Характеристики шкалы времени и запуска

<b>Шкала времени</b>	
Диапазон	От 2 нс до 100 мс/дел
Погрешность	$\pm 25 \times 10^{-6}$
Джиттер	$\leq 1$ нс
<b>Запуск</b>	
<b>Внутренний запуск</b>	
Пределы уровня запуска	От -20 до 20 дБм
Разрешение	0,1 дБ
Погрешность уровня	$\pm 0,5$ дБ
Время запаздывания <sup>1</sup>	225 нс $\pm$ 12,5 нс
Джиттер	$\leq 5$ нс СКЗ
<b>Вход внешнего ТТЛ-запуска</b>	
Высокий уровень	$> 2,4$ В
Низкий уровень	$< 0,7$ В
Время запаздывания <sup>2</sup>	75 нс $\pm$ 12,5 нс
Минимальная длительность импульса запуска	15 нс
Минимальный период повторения запуска	50 нс
Максимальное напряжение входного сигнала запуска	5 В постоянного тока от источника сигналов с импедансом 50 Ом, установленного для разомкнутой нагрузки (EMF) (сила тока $< 100$ мА) или 5 В от источника сигналов с импедансом 50 Ом, установленного для разомкнутой нагрузки (EMF) (длит. импульса $< 1$ с, сила тока $< 100$ мА)
Импеданс	50 Ом, 100 кОм (по умолчанию)
Джиттер	$\leq 8$ нс СКЗ
<b>Выход внешнего ТТЛ-запуска</b>	
<b>Запуск положительным перепадом события запуска</b>	
Высокий уровень	$> 2,4$ В
Низкий уровень	$< 0,7$ В
Время запаздывания <sup>3</sup>	50 нс $\pm$ 12,5 нс
Импеданс	50 Ом
Джиттер	$\leq 5$ нс СКЗ
<b>Задержка запуска</b>	
Диапазон	$\pm 1,0$ с, максимум
Разрешение	1% от установленной задержки, 12,5 нс минимум
<b>Удерживание запуска</b>	
Диапазон	От 1 мкс до 400 мс
Разрешение	1% от установленной задержки, 12,5 нс минимум
<b>Гистерезис порога уровня запуска</b>	
Диапазон	$\pm 3$ дБ
Разрешение	0,05 дБ

1. Запаздывание внутреннего запуска определяется как задержка между моментом пересечения ВЧ-сигналом уровня запуска и переключением измерителя мощности U2021XA/22XA в состояние запуска.
2. Запаздывание внешнего запуска определяется как задержка между моментом пересечения сигналом внешнего запуска уровня запуска и переключением измерителя мощности U2021XA/22XA в состояние запуска.
3. Запаздывание выхода внешнего запуска определяется как задержка между переключением U2021XA/22XA в состояние запуска и переключением выходного сигнала

## Общие характеристики

Входы/выходы	
Потребляемый ток	450 мА, макс. (приблизительно)
Выход регистратора	Аналоговый - от 0 до 1 В, выходной импеданс 1 кОм, соединитель SMB
Видеовыход	От 0 до 1 В, выходной импеданс 50 Ом, соединитель SMB
Вход запуска	Входной сигнал имеет ТТЛ-совместимые логические уровни и использует соединитель SMB
Выход запуска	Выходной сигнал имеет ТТЛ-совместимые логические уровни и использует соединитель SMB
Дистанционное управление	
Интерфейс	Интерфейс USB 2.0, соответствует требованиям USB-TMC
Командный язык	Стандартные команды интерфейса языка SCPI, драйверы IVI-COM, IVI-C и LabVIEW
Максимальная скорость измерения	
Измерение в режиме автоматического запуска	25000 отсчётов в секунду <sup>1</sup>
Измерение в режиме внешнего запуска с временным стробированием	20000 отсчётов в секунду <sup>2</sup>

1. Протестировано в нормальном режиме (Normal) с использованием быстрой (FAST) скорости измерения; число запусков = 100 в режиме буферизации; вывод в двоичном формате; единицы измерения - ватты; функции автоматической установки нуля, автоматической калибровки и обнаружения перепада запрещены.
2. Протестировано в нормальном режиме (Normal) с использованием быстрой (FAST) скорости измерения; число запусков = 100 в режиме буферизации; импульсный сигнал с частотой повторения = 20 кГц и длительностью импульсов = 15 мкс.

## Общие справочные характеристики

Условия окружающей среды	
Температура	Рабочие условия: – От 0 до 55 °C
	Предельные условия (хранение): – От -40 до 70 °C
Относительная влажность	Рабочие условия: – Максимальная: 95% при 40 °C (без конденсации влаги) – Минимальная: 15% при 40 °C (без конденсации влаги)
	Предельные условия (хранение): – До 90% при 65°C (без конденсации влаги)
Атмосферное давление (высота над уровнем моря)	Рабочие условия: – До 3000 м (9840 футов)
	Предельные условия (хранение): – До 15420 м (50000 футов)
Соответствие нормативным документам	
Измерители пиковой и средней мощности с шиной USB U2021XA/22XA соответствуют следующим требованиям безопасности и электромагнитной совместимости (EMC):	– IEC 61010-1:2001/EN 61010-1:2001 (2-ая редакция) – IEC 61326:2002/EN 61326:1997 +A1:1998 +A2:2001 +A3:2003 – Канада: ICES-001:2004 – Австралия/Новая Зеландия: AS/NZS CISPR11:2004 – Сертификация по ЭМС в Южной Корее: RRA 2011-17
Габаритные размеры, мм (длина × ширина × высота)	140 × 45 × 35
Масса, кг	– Без упаковки: ≤ 0,25
	– В упаковке: 1,4
Возможность подключения	
USB 2.0, могут быть использованы кабели следующей длины (выбираются при покупке измерителя мощности):	– Опция 301: 1,5 м – Опция 302: 3 м – Опция 303: 5 м
Рекомендуемый межкалибровочный интервал	1 год
Гарантия	3 года

## Использование измерителей мощности серии U2020X с программой анализатора мощности (Power Analysis Manager) N1918A

Программа анализатора мощности (Power Analysis Manager) N1918A является мощной прикладной программой, которая расширяет возможности измерителей мощности с шиной USB серий U2020X и U2000, обеспечивая удобные средства текущего контроля и анализа на дисплее ПК.

Каждый измеритель мощности U2021XA или U2022XA поставляется с бесплатной лицензией на программу анализатора мощности (Power Analyzer) с возможностью установки только на одном ПК (N1918A-100). Эта лицензия распознаётся один раз при подключении U2021XA или U2022XA к ПК. Программа анализатора мощности (N1918A) поставляется на CD-ROM с каждым измерителем мощности с шиной USB. Пользователи могут также загрузить эту программу с сайта компании Keysight по ссылке: [www.keysight.com/find/N1918A](http://www.keysight.com/find/N1918A).

В следующих таблицах приведены доступные функции N1918A:

Функции программы Power Analysis Manager (N1918A)	
Виды отображений результатов измерений	Отображение в компактном режиме
	Отображение в виде программируемой (цифровой) панели (расширенной уведомлениями о пределах и предупреждениях)
	Отображение в виде стрелочного (аналогового) индикатора (расширенного уведомлениями о пределах и предупреждениях)
	Отображение в виде ленточной диаграммы
	Отображение в виде графика
	Возможность организации нескольких закладок
	Несколько видов отображений в одной закладке
Графические функции	Мультисписок
	Одиночный маркер (до 10 маркеров на график)
	Сдвоенный маркер (до 5 установок маркеров на график)
	Автомасштабирование графика
	Увеличение масштаба изображения графика
	Математическая обработка результатов измерения; вычисление разности, отношения
Функции сохранения/ загрузки файлов	Сохранение данных измерения с метками времени (применимо для отображений в виде ленточной диаграммы (Strip Chart) и графика (Trace Graph))
	Загрузка данных измерения (применимо для отображений в виде ленточной диаграммы (Strip Chart) и графика (Trace Graph))
	Регистрация данных <sup>1</sup> с метками времени (применимо для отображений в виде графика (Trace Graph) <sup>1</sup> , цифровой панели (Soft Panel), ленточной диаграммы (Strip Chart) и стрелочного индикатора (Gauge))
	Опции установок параметров прибора
Опции установок параметров прибора	Сохранение и восстановление установок параметров прибора
	Измерения с временным стробированием
	Предварительно заданные (стандартные) установки параметров прибора
Функции задания пределов измерения и предупреждений	Параметры таблицы установки смещений в зависимости от частоты
	Уведомление о пределах и предупреждениях
Функция задания пределов измерения и предупреждений	Сводка предупреждений
	Функция поддержки

1. Время регистрации данных при выборе отображения в виде графика может изменяться в зависимости от установок отображения графика.

<b>Другие свойства программного обеспечения</b>	
Отображаемые единицы измерения:	Абсолютные: Вт или дБм
	Относительные: процент или дБ
Разрешение дисплея:	1,0; 0,1; 0,01 и 0,001 дБ в логарифмическом режиме; от одного до четырёх разрядов в линейном режиме
Разрешение по умолчанию:	0,01 дБ в логарифмическом режиме; три разряда в линейном режиме
Установка нуля:	Для выполнения внутренней и внешней установки нуля
Диапазон:	Зависит от измерителя мощности, конфигурируется с шагом 1 кГц
Относительные измерения:	Отображаются результаты всех последовательных измерений, отнесённые к последнему значению, принятому за опорное
Смещение:	Позволяет вводить смещение результатов измерения мощности в пределах от -100 до +100 дБ, устанавливаемое с шагом 0,001 дБ, для компенсации потерь или усиления во внешних цепях
Пределы измерения:	Верхний и нижний пределы могут быть установлены в диапазоне от -150,00 до +230,000 дБм с шагом in 0,001 дБм
Значения предустановок по умолчанию:	Channel Offset (dB) (дБ) = 0 (смещение канала 0 дБ), Duty Cycle Off (коэффициент заполнения выключен), Frequency 50 MHz (частота 50 МГц), AUTO Average (автоматическое усреднение), AUTO Range (автоматический выбор предела измерений), Free Run Mode (режим автоматического запуска), dBm mode (единицы измерения дБм)

## Системные требования

<b>Аппаратные средства</b>	
Процессор	Настольный ПК: рекомендуется Pentium® IV, 1,3 ГГц или выше
	Портативный ПК: рекомендуется Pentium M, 900 МГц или выше
ОЗУ	512 Мбайт (рекомендуется 1,0 Гбайт или выше)
Объём памяти накопителя на жёстких магнитных дисках	Требуется 1,0 Гбайт или больше свободного дискового пространства во время исполнения программы
Разрешение дисплея	800 x 600 или выше (рекомендуется 1280 x 1024)
<b>Операционная система и браузер</b>	
Операционная система	Windows 7 (32-или 64-разрядная)
	Windows Vista (32-или 64-разрядная)
	Windows XP Professional, 32-разрядная, пакет обновления SP2 или выше
Браузер	Microsoft Internet Explorer 5.1 (рекомендуется версия 6.0 или выше)
Другие требования	Предварительно должен быть установлен любой из следующих интерфейсов: <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерфейсная плата GPIB</li> <li>- интерфейсная плата LAN</li> <li>- интерфейс USB/GPIB</li> </ul>
<b>Программное обеспечение</b>	
Keysight IO Libraries Suite	Версия 15.5 <sup>1</sup> или выше
Microsoft .NET Framework	Версия 3.5 для среды выполнения
Библиотеки для среды выполнения Microsoft Visual C++ 2005 <sup>2</sup>	Версия 1.0 или выше

1. Имеется на CD-ROM "Keysight Automation-Ready". Если на ПК установлена 32-разрядная операционная система Windows Vista, то требуется набор библиотек ввода-вывода IO Libraries Suite 15.5 компании Keysight.

2. Поставляется на CD-ROM вместе с программой анализатора мощности (Power Analysis Manager) N1918A.

## Приложение А

### Вычисление погрешностей измерения мощности (установившаяся, средняя мощность)

[Значения технических характеристик, приведённые в этом документе, обозначены **жирным курсивом**, величины, вычисляемые на этой странице, подчёркнуты.]

Процедура вычисления:

1. Уровень мощности: .....	Вт
2. Частота: .....	
3. Вычисление погрешности измерителя мощности:	
Вычисление шумового вклада	
– В режиме авт. запуска: <u>уровень шума</u> = шум измерения x множитель шума при авт. запуске	
– В режиме ждущего запуска: <u>уровень шума</u> = шум на выборку x множитель шума на выборку	
Преобразование шумового вклада в отн. величину <sup>1</sup> = <u>уровень шума/мощность</u> .....	%
Преобразование дрейфа нуля в относительную величину = дрейф/мощность = .....	%
Корень из суммы квадратов (RSS) указанных выше величин = .....	%
4. Погрешность нуля (зависит от режима и частоты) = <u>установка нуля/мощность</u> = .....	%
5. Погрешность калибровки измерителя мощности (зависит от измерителя мощности, частоты, мощности и температуры) = .....	%
6. <u>Вклад системы</u> , коэффициент покрытия $2 \geq sys_{rss}$ = .....	%
(корень из суммы квадратов (RSS) имеет три значения, полученные при выполнении операций 3, 4 и 5)	
7. Стандартная погрешность рассогласования	
Максимальный КСВ измерителя мощности ( <b>Max SWR</b> ) (зависит от частоты) = .....	
преобразование в коэффициент отражения, $ \rho_{Sensor}  = (SWR-1)/(SWR+1) = .....$	
Максимальный КСВ тестируемого устройства (Max DUT SWR) (зависит от частоты) = .....	
преобразование в коэффициент отражения, $ \rho_{DUT}  = (SWR-1)/(SWR+1) = .....$	
8. Суммарная погрешность измерения при k = 1	
$U_c = \sqrt{\left(\frac{Max(\rho_{DUT}) \cdot Max(\rho_{Sensor})}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{sys_{rss}}{2}\right)^2} \dots\dots\dots$	%
Расширенная погрешность, k = 2, = $U_c \cdot 2 = \dots\dots\dots$	%

1. Отношение шум/мощность представлено для мощностей более 100 мкВт, в этих случаях используется: уровень шума/100 мкВт.

## Пример расчёта

Вычисление погрешностей измерения мощности (установившаяся, средняя мощность)

[Значения технических характеристик, приведённые в этом документе, обозначены **жирным курсивом**, величины, вычисляемые на этой странице, подчёркнуты.]

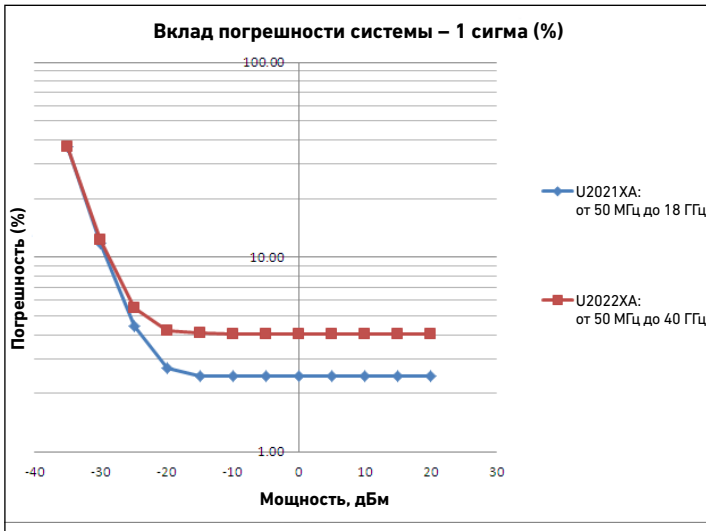
Процедура вычисления:

1. Уровень мощности: .....	1 мВт
2. Частота: .....	1 ГГц
3. Вычисление погрешности измерителя мощности: В режиме авт. запуска, авт. установки нуля, число усреднений = 16	
Вычисление шумового вклада	
– В режиме авт. запуска: <u>уровень шума</u> = шум измерения x множитель шума при авт. запуске = 100 нВт × 0,6 = 60 нВт	
– В режиме ждущего запуска: <u>уровень шума</u> = шум на выборку x множитель шума на выборку	
Преобразование шумового вклада в отн. величину <sup>1</sup> = <u>уровень шума/мощность</u> = 60 нВт/100 мкВт. ....	0,06%
Преобразование дрейфа нуля в отн. величину = дрейф/мощность = <b>100 нВт/1 мВт</b> .	0,01%
Корень из суммы квадратов (RSS) указанных выше величин = .....	0,061%
4. Погрешность нуля (зависит от режима и частоты) = установка нуля/ <u>мощность</u> = <b>200 нВт/1 мВт</b> . ....	0,02%
5. Погрешность калибровки измерителя мощности (зависит от измерителя мощности, частоты, мощности и температуры) = .....	4,0%
6. <u>Вклад системы</u> , коэффициент покрытия $2 \geq sys_{rss}$ = .....	4,0%
(корень из суммы квадратов (RSS) имеет три значения, полученные при выполнении операций 3, 4 и 5)	
7. Стандартная погрешность рассогласования	
Максимальный КСВ измерителя мощности ( <b>Max SWR</b> ) (зависит от частоты) = .....	1,20
преобразование в коэффициент отражения, $ \rho_{Sensor}  = (SWR-1)/(SWR+1) = .....$	0,091
Максимальный КСВ тестируемого устройства (Max DUT SWR) (зависит от частоты) = .	1,26
преобразование в коэффициент отражения, $ \rho_{DUT}  = (SWR-1)/(SWR+1) = .....$	0,115
8. Суммарная погрешность измерения при k = 1	
$U_c = \sqrt{\left(\frac{Max(\rho_{DUT}) \cdot Max(\rho_{Sensor})}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{sys_{rss}}{2}\right)^2} \dots\dots\dots$	2,13%
Расширенная погрешность, k = 2, = $U_c \cdot 2 = \dots\dots\dots$	4,27%

1. Отношение шум/мощность представлено для мощностей более 100 мкВт, в этих случаях используется: уровень шума/100 мкВт.

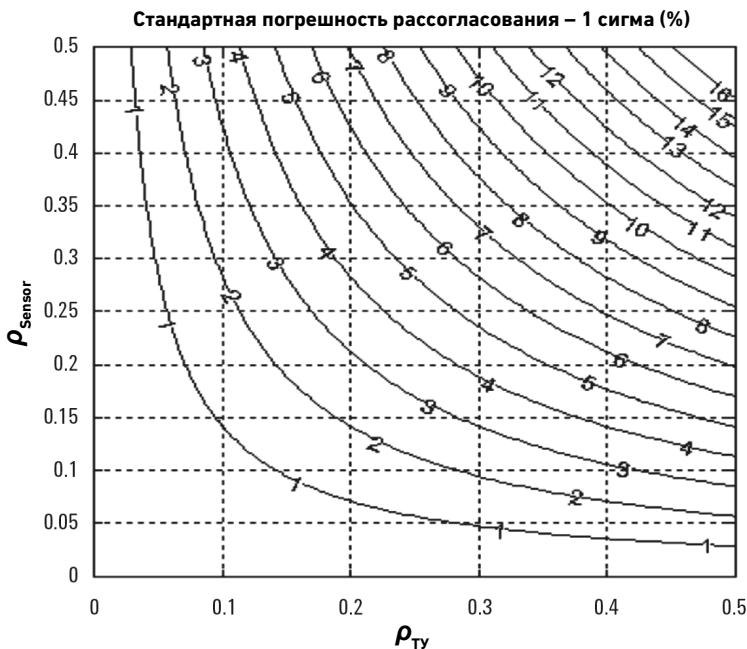
## Графический пример

А. Вклад системы в погрешность измерения в зависимости от уровня мощности (равен результату по п. 6, делённому на 2)



Примечание: приведённый выше график действителен при следующих условиях: автоматический запуск, сигнал в пределах используемой в системе установки видеополосы. Влажность < 70 %.

В. Стандартная погрешность рассогласования



КСВ	$\rho$	КСВ	$\rho$
1,0	0,00	1,8	0,29
1,05	0,02	1,90	0,31
1,10	0,05	2,00	0,33
1,15	0,07	2,10	0,35
1,20	0,09	2,20	0,38
1,25	0,11	2,30	0,39
1,30	0,13	2,40	0,41
1,35	0,15	2,50	0,43
1,40	0,17	2,60	0,44
1,45	0,18	2,70	0,46
1,5	0,20	2,80	0,47
1,6	0,23	2,90	0,49
1,7	0,26	3,00	0,50

Примечание: график представляет величину стандартной погрешности рассогласования  $= \rho_{\text{DUT}} \times \rho_{\text{Sensor}} / \sqrt{2}$ , что предпочтительнее, чем предельные значения погрешности рассогласования. Эта величина предполагает, что источник и нагрузка имеют равномерные распределения плотностей вероятностей амплитуды и фаз.

С. Общая величина для А и В

$$U_c = \sqrt{(\text{Значение по графику А})^2 + (\text{значение по графику В})^2}$$

Расширенная погрешность,  $k = 2$ ,  $= U_c \cdot 2 = \dots\dots\dots$

±	%
---	---










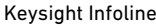
## Информация для заказа

Модель	Описание
U2021XA	Измеритель пиковой и средней мощности с шиной USB серии X, от 50 МГц до 18 ГГц
U2022XA	Измеритель пиковой и средней мощности с шиной USB серии X, от 50 МГц до 40 ГГц

### Стандартный комплект поставки

- Кабель измерителя мощности длиной 5 футов (1,5 м) - длина кабеля по умолчанию
- Кабель канала запуска с соединителями BNC (вилка) - SMB (розетка), 50 Ом, 1,5 м (2 шт.)
- Сертификат калибровки
- CD-ROM с документацией
- CD-ROM с программой Power Analysis Manager (N1918A)
- CD-ROM с набором библиотек ввода-вывода IO Libraries Suite компании Keysight

Опции	Описание
<b>Комплекты для транспортирования</b>	
U2000A-201	Транспортировочный кейс
U2000A-202	Мягкий футляр для переноски
U2000A-203	Держатель
U2000A-204	Мягкая сумка для переноски
<b>Кабели (при заказе во время покупки измерителя мощности)</b>	
U2000A-301	Кабель измерителя мощности, 5 футов (1,5 м)
U2000A-302	Кабель измерителя мощности, 10 футов (3 м)
U2000A-303	Кабель измерителя мощности, 16,4 фута (5 м)
<b>Кабели (при индивидуальном заказе)</b>	
U2031A	Кабель измерителя мощности, 5 футов (1,5 м)
U2031B	Кабель измерителя мощности, 10 футов (3 м)
U2031C	Кабель измерителя мощности, 16,4 фута (5 м)
U2032A	Кабель канала запуска с соединителями BNC (вилка) - SMB (розетка), 50 Ом, 1,5 м
<b>Калибровка</b>	
U202xXA-1A7	Калибровка, соответствующая стандарту ISO 17025, с данными испытаний
U202xXA-A6J	Калибровка, соответствующая стандарту ANZIZ540, с данными испытаний

	<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 <b>Keysight Technologies</b> 115054, Москва, Космодамианская наб., 52, стр. 3 Тел.: +7 (495) 7973954 8 800 500 9286 (звонок по России бесплатный) Факс: +7 (495) 7973902 e-mail: <a href="mailto:tmo_russia@keysight.com">tmo_russia@keysight.com</a> <a href="http://www.keysight.ru">www.keysight.ru</a></p>
	<p><a href="http://www.axiestandard.org">www.axiestandard.org</a> AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA®, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight является членом-учредителем консорциума AXIe. ATCA®, AdvancedTCA® и логотип ATCA являются зарегистрированными в США товарными знаками PCI Industrial Computer Manufacturers Group.</p>	
	<p><a href="http://www.lxistandard.org">www.lxistandard.org</a> LAN eXtensions for Instruments (расширения LAN для измерительных приборов) добавляет возможности локальной сети Ethernet и Web в измерительные системы. Компания Keysight является членом-учредителем консорциума LXI.</p>	
	<p><a href="http://www.pxisa.org">www.pxisa.org</a> PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) (расширения PCI для измерительных систем) - формат модульных измерительных приборов для создания высокопроизводительных измерительных и автоматизированных систем на базе ПК для жёстких условий эксплуатации.</p>	
	<p>Три Года Стандартной Заводской Гарантии <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>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><a href="http://www.keysight.com/quality">www.keysight.com/quality</a> Подразделение электронных измерений компании Keysight Technologies, Inc. сертифицировано компанией DEKRA на соответствие требованиям системы менеджмента качества ISO 9001:2008</p>	
	<p>Keysight Infoline <a href="http://www.keysight.com/find/service">www.keysight.com/find/service</a> Ключевая идея компании Keysight для лучшего в классе управления информацией. Свободный доступ к отчётам, относящимся к Вашему оборудованию, и электронной библиотеке компании Keysight.</p>	
	<p>Торговые партнеры компании Keysight <a href="http://www.keysight.com/find/channelpartners">www.keysight.com/find/channelpartners</a> Получите двойную выгоду: глубокие профессиональные знания в области измерительной техники и широкую номенклатуру выпускаемой продукции компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнёрами.</p>	
	<p>WiMAX, Mobile WiMAX, WiMAX Forum, логотип WiMAX Forum, WiMAX Forum Certified и логотип WiMAX Forum Certified являются зарегистрированными в США товарными знаками некоммерческой организации WiMAX Forum.</p>	

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