

# Keysight Technologies

## Измерители мощности с широким динамическим диапазоном серии U2040X

Измерители мощности с широким динамическим диапазоном для любых модулированных сигналов



Руководство по эксплуатации

## Предупреждения

### Уведомление о защите авторских прав

© Keysight Technologies, Inc. 2015-2016  
Никакая часть данного материала не может быть воспроизведена ни в какой форме и никакими средствами (включая запоминание в электронном виде, а также перевод на другие языки) без предварительного письменного разрешения Keysight Technologies, как предусмотрено законами США и международными соглашениями об авторском праве.

### Номер публикации

U2041-90002RURU

### Издание

Второе издание, 29 июля 2016 г.

### Отпечатано:

Отпечатано в Малайзии.

### Опубликовано:

Keysight Technologies  
Bayan Lepas Free Industrial Zone,  
11900 Penang, Malaysia

### Лицензии на технологии

Аппаратные и/или программные средства, рассматриваемые в настоящем документе, предоставляются по лицензии и могут использоваться или копироваться только в соответствии с условиями такой лицензии.

### Декларация о соответствии

Декларации о соответствии для данного продукта, а также для других продуктов компании Keysight можно загрузить с web-сайта компании. Перейдите по ссылке <http://www.keysight.com/go/conformity>. Затем Вы можете выполнить поиск по номеру модели, чтобы найти самую последнюю декларацию о соответствии.

## Ограничения в правах правительства США

В соответствии со статьёй 2.101 Правил закупок для федеральных нужд США ("FAR") программное обеспечение (ПО) определяется как "коммерческое программное обеспечение". Согласно положениям статей FAR 12.212, 27.405-3 и статьи 227.7202 Дополнения к Правилам закупок для федеральных нужд США в интересах Министерства обороны ("DFARS"), правительство США приобретает коммерческое компьютерное ПО на тех же условиях, на которых оно обычно предоставляется для общедоступного использования. В соответствии с этим, компания Keysight предоставляет ПО заказчикам правительства США на условиях стандартной коммерческой лицензии, сформулированных в лицензионном соглашении с конечным пользователем ("EULA"), копию которого можно найти на веб-сайте по ссылке: <http://www.keysight.com/find/sweula>. Условия лицензии в EULA разъясняют исключительные полномочия, с помощью которых правительство США может использовать, изменять, распространять или раскрывать ПО. EULA и условия лицензии не требуют и не допускают в том числе, чтобы компания Keysight: (1) предоставляла техническую информацию о коммерческом компьютерном ПО или документацию коммерческого компьютерного ПО, обычно не предоставляемые для общедоступного использования; (2) отказывала или, наоборот, наделяла правительство правами, превышающими права, обычно предоставляемые для общедоступного использования, а также модифицировала, воспроизводила, публиковала, представляла, демонстрировала или раскрывала коммерческое компьютерное ПО или документацию коммерческого компьютерного ПО. Никакие дополнительные требования правительства, превышающие условия, установленные в EULA, не должны применяться, за исключением случаев, когда эти условия, права или лицензии явным образом требуются от всех поставщиков коммерческого компьютерного ПО в соответствии с правилами FAR и DFARS, и эти правила явно изложены в письменном виде в других разделах EULA. Компания Keysight не несет никаких обязательств по обновлению, пересмотру или любой модификации ПО. Что касается технических данных, то согласно статье FAR 2.101 и в соответствии со статьями FAR 12.211, 27.404.2 и DFARS 227.7102 правительство США приобретает не более чем ограниченные права, как определено в статьях FAR 27.401 и DFARS 227.7103-5 (c).

## Гарантия на техническую документацию

МАТЕРИАЛ, СОДЕРЖАЩИЙСЯ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, ПРЕДСТАВЛЕН "КАК ЕСТЬ" И МОЖЕТ БЫТЬ ИЗМЕНЁН БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ В БУДУЩИХ ИЗДАНИЯХ. КРОМЕ ТОГО, В МАКСИМАЛЬНОЙ СТЕПЕНИ, ДОПУСТИМОЙ ПРИМЕНЯЕМОЙ ПРАВОВОЙ НОРМОЙ, КОМПАНИЯ KEYSIGHT НЕ ПРИЗНАЁТ НИКАКИХ ГАРАНТИЙ, ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, ОТНОСИТЕЛЬНО НАСТОЯЩЕГО МАТЕРИАЛА И ЛЮБЫХ СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЁМ СВЕДЕНИЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ, ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ, НО НЕ ОГРАНИЧИВАЯСЬ ТОЛЬКО ИМИ, ПО ЕГО ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КАКОЙ-ТО КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ. КОМПАНИЯ KEYSIGHT НЕ НЕСЁТ НИКАКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА СОДЕРЖАЩИЕСЯ ЗДЕСЬ ОШИБКИ, СЛУЧАЙНЫЕ ИЛИ ПОСЛЕДСТВЕННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ В СВЯЗИ С ПРЕДОСТАВЛЕНИЕМ, ИСПОЛНЕНИЕМ ИЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАСТОЯЩЕГО МАТЕРИАЛА И ЛЮБЫХ СОДЕРЖАЩИХСЯ В НЁМ СВЕДЕНИЙ. В СЛУЧАЕ НАЛИЧИЯ ОТДЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО СОГЛАШЕНИЯ МЕЖДУ КОМПАНИЕЙ KEYSIGHT И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ С УСЛОВИЯМИ ГАРАНТИИ, РАСПРОСТРАНЯЮЩИМИСЯ НА МАТЕРИАЛ ДАННОГО ДОКУМЕНТА, КОТОРЫЙ ПРОТИВОРЕЧИТ ЭТИМ УСЛОВИЯМ, ДЕЙСТВУЮТ УСЛОВИЯ ГАРАНТИИ, ИЗЛОЖЕННЫЕ В ЭТОМ ОТДЕЛЬНОМ СОГЛАШЕНИИ.

## Уведомления по технике безопасности

### ВНИМАНИЕ

Условное обозначение CAUTION (ВНИМАНИЕ) указывает на наличие опасности. Оно обращает внимание на рабочую процедуру, практический приём или условие, которое при его неправильном выполнении или соблюдении может привести к повреждению изделия или потере важных данных. Встретив такое условное обозначение (CAUTION), не следует предпринимать дальнейших конкретных действий до тех пор, пока до конца не будут поняты и выполнены все указанные условия.

### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Условное обозначение WARNING (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ) указывает на наличие опасности. Оно обращает внимание пользователя на рабочую процедуру, практический приём или условие, которое при его неправильном выполнении или соблюдении может вызвать телесные повреждения или смертельный исход персонала. Встретив такое условное обозначение (WARNING), не следует предпринимать дальнейших конкретных действий до тех пор, пока до конца не будут поняты и выполнены все указанные условия.

## Условия окружающей среды

Измерители мощности серии U2040X разработаны для эксплуатации внутри помещений и в зонах с низкой конденсацией влаги. Ниже в таблице показаны общие требования к окружающей среде для данного прибора.






| Условие окружающей среды                          | Требование   |
|---|--|
| Температура                                       | Рабочие условия:<br>– От 0 до 55 °C<br>[Для U2049XA с опцией TVA это рабочее условие применимо как для стандартной атмосферной среды, так и внутри термобарокамеры].<br>Предельные условия (хранение):<br>– От – 40 до 70 °C<br>– От – 40 до 100 °C (для U2049XA с опцией TVA) |
| Относительная влажность                           | Рабочие условия:<br>– До 95% при 40 °C (без конденсации влаги)<br>Предельные условия (хранение):<br>– До 90% при 65°C (без конденсации влаги)  |
| Атмосферное давление<br>(высота над уровнем моря) | Рабочие условия:<br>– До 3000 м (9840 футов)<br>Предельные условия (хранение):<br>– До 15420 м (50000 футов)   |

## Соответствие нормативным документам

Измерители мощности серии U2040X соответствуют следующим требованиям по электромагнитной совместимости (ЭМС):

- IEC 61326-1/EN 61326-1
- Канада: ICES/NMB-001
- Австралия/Новая Зеландия: ASNZS CISPR11

## Обозначения о соответствии нормативным документам

|  |   |
|--|---|
|  <p>Знак RCM - зарегистрированный товарный знак Агентства распределения спектра (Австралия).<br/>Этот знак обозначает соответствие австралийским нормативным требованиям по ЭМС согласно условиям Акта 1992 года о урегулировании вопросов радиосвязи (Radio Communications Act of 1992).</p> |  <p>Знак CE - зарегистрированный товарный знак Европейского Союза. Этот знак CE показывает, что данный продукт соответствует нормативным требованиям всех соответствующих европейских правовых директив.<br/>Знак ICES/NMB-001 показывает, что данный прибор промышленного, научного и медицинского назначения (ISM) соответствует нормативным требованиям стандарта ICES-001 (Канада).<br/>Знак ISM GRP.1 Class A показывает, что данный продукт относится к классу А группы 1 приборов промышленного, научного и медицинского назначения (ISM).</p> |
|  <p>Этот символ показывает период времени, в течение которого не ожидается никаких утечек или разрушения опасных или токсичных элементов веществ во время нормального использования. Для данного продукта ожидаемый срок службы составляет 40 лет.</p>  |  <p>Данный прибор соответствует требованию по маркировке директивы WEEE (2002/96/EC). Метка, имеющаяся на приборе (см. ниже), указывает, что пользователь не должен выбрасывать данное электротехническое или электронное изделие в домашние бытовые отходы.</p>   |
|  <p>MSIP-REM-Kst-XXXXXXXXX</p> <p>Это символ - заявление о соответствии требованиям по ЭМС классу А (Южная Корея). Этот прибор класса А пригоден для профессионального использования и в условиях электромагнитной обстановки за пределами помещения.</p>                                    |   |

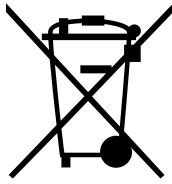
## Директива 2002/96/EC об отходах электрического и электронного оборудования (WEEE)

Данный прибор соответствует требованию по маркировке директивы WEEE (2002/96/EC). Метка, имеющаяся на приборе (см. ниже), указывает, что пользователь не должен выбрасывать данное электротехническое или электронное изделие в домашние бытовые отходы.

### Категория изделия

В соответствии с приложением 1 директивы WEEE данный прибор относится к классу измерительных приборов для мониторинга и управления.

Метка, имеющаяся на приборе, показана ниже.



Не выбрасывать в домашние бытовые отходы.

Для возврата ненужных измерительных приборов следует связаться с ближайшим сервисным центром компании Keysight или ознакомиться с дополнительной информацией на web-сайте по ссылке: <http://about.keysight.com/en/companyinfo/environment/takeback.shtml>

## Продажа оборудования и техническая поддержка

Для связи с представительствами компании Keysight по вопросам продажи оборудования и технической поддержки используйте ссылки на следующие web-сайты компании Keysight:

- [www.keysight.com/find/widedynamicsensor](http://www.keysight.com/find/widedynamicsensor)  
(техническая информация и поддержка конкретных продуктов, обновления программного обеспечения и документации)
- [www.keysight.com/find/assist](http://www.keysight.com/find/assist)  
(контактная информация во всех регионах мира по вопросам ремонта и технического обслуживания)

# Содержание

|   |    |
|---|----|
| Условия окружающей среды.....   | 3  |
| Соответствие нормативным документам.....  | 3  |
| Обозначения о соответствии нормативным документам.....  | 4  |
| Директива 2002/96/ЕС об отходах электрического и электронного<br>оборудования (WEEE).....   | 5  |
| Категория продукта .....  | 5  |
| Продажа оборудования и техническая поддержка.....   | 6  |
| <b>1 Начало работы</b>  |    |
| Обзор .....   | 14 |
| Первоначальный осмотр.....  | 17 |
| Проверка комплектности поставки .....   | 17 |
| Установка и конфигурирование аппаратных средств.....  | 19 |
| Подключение измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA .....  | 19 |
| Подключение измерителя мощности U2049XA.....  | 21 |
| Монтаж измерителя мощности U2049XA с опцией TVA.....  | 36 |
| Установочные размеры .....  | 36 |
| Процедура установки.....  | 37 |
| Последовательность состояний светодиодного индикатора в процессе<br>включения питания для измерителя мощности<br>U2041XA/42XA/43XA/44XA ..... | 39 |
| Другие светодиодные индикаторы .....  | 39 |
| Последовательности состояний светодиодных индикаторов<br>для измерителя мощности U2049XA.....   | 40 |
| Другие светодиодные индикаторы .....  | 40 |
| Обновление встроенного программного обеспечения .....   | 41 |
| <b>2 Общая информация по эксплуатации</b>   |    |
| Использование измерителя мощности серии U2040X с программой<br>Keysight BenchVue .....  | 44 |
| Пример быстрого проведения измерений средней мощности .....   | 45 |
| Пример быстрой установки параметров измерений в окне отображения<br>Trace (график) .....  | 49 |
| Краткий обзор программы BenchVue Power Meter .....  | 53 |
| Установки параметров измерителя мощности в режиме Average only .....  | 56 |
| Установки параметров измерителя мощности в режиме Normal.....   | 58 |
| Вкладка Instrument Setup.....   | 61 |
| Обзор работы с несколькими измерителями мощности .....  | 63 |
| Работа с одним приложением настольных измерительных приборов.....   | 63 |
| Работа с несколькими приложениями настольных измерительных<br>приборов.....   | 66 |

|  |    |
|--|----|
| Свойства измерителей мощности серии U2040X .....   | 67 |
| Широкий охват сигналов широкополосной связи для любых форматов модуляции .....                   | 67 |
| Режим списка/установка последовательности тестов .....   | 67 |
| Изменяемое время апертуры .....  | 67 |
| Автоматическое обнаружение пакетов .....   | 68 |
| Измерения параметров до 20 импульсов .....   | 68 |
| Сброс большого числа усреднений .....  | 68 |
| Встроенные предустановки параметров для измерения сигналов РЛС и беспроводных систем связи ..... | 68 |
| Гамма-коррекция .....  | 69 |
| Коррекция с использованием S-параметров .....  | 70 |
| Измерение относительного спада вершины импульса .....  | 71 |
| <b>3 Свойства и технические характеристики</b>   |    |
| <b>A Приложение</b>  |    |
| Упрощенный тракт измерения .....   | 76 |
| Типичное число усредняемых отсчетов .....  | 77 |
| Формы частотных характеристик фильтра .....  | 79 |
| Измерительные интервалы стробирования .....  | 80 |
| Пример применения контроля на соответствие допустимым пределам .....                             | 81 |



## Перечень рисунков

|              |   |    |
|--------------|---|----|
| Рисунок 1-1  | Измеритель мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA .....  | 15 |
| Рисунок 1-2  | Измеритель мощности U2049XA3 .....  | 16 |
| Рисунок 1-3  | Подключение измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA к ПК.....  | 19 |
| Рисунок 1-4  | Автоматический поиск прибора с шиной USB в программе Connection Expert компании Keysight.....   | 20 |
| Рисунок 1-5  | Подключение U2049XA с помощью режима динамической IP-адресации.....   | 21 |
| Рисунок 1-6  | Автоматическое конфигурирование параметров интерфейса LAN с помощью ПК.....   | 22 |
| Рисунок 1-7  | Добавление измерительного прибора с интерфейсом LAN в программе Keysight Connection Expert .....  | 23 |
| Рисунок 1-8  | Автоматический поиск измерительного прибора с интерфейсом LAN в программе Keysight Connection Expert с помощью режима динамической IP-адресации ..... | 24 |
| Рисунок 1-9  | Подключение U2049XA в режиме автоматической IP-адресации....  | 25 |
| Рисунок 1-10 | Подключение U2049XA в режиме статической IP-адресации.....  | 27 |
| Рисунок 1-11 | Ручная установка параметров интерфейса LAN в управляющем ПК.....  | 29 |
| Рисунок 1-12 | Автоматический поиск измерительного прибора с интерфейсом LAN в программе Keysight Connection Expert с помощью режима статической IP-адресации.....   | 30 |
| Рисунок 1-13 | Web-интерфейс U2049XA - начальная страница (Welcome) .....  | 32 |
| Рисунок 1-14 | Просмотр и изменение конфигурации параметров интерфейса LAN.....  | 33 |
| Рисунок 1-15 | Модификация и обновление параметров интерфейса LAN.....   | 34 |
| Рисунок 1-16 | Установочные размеры измерителя мощности U2049XA с опцией TVA .....   | 36 |
| Рисунок 2-1  | Запуск прикладной программы Keysight BenchVue .....   | 44 |
| Рисунок 2-2  | Панель общих установок параметров измерений.....  | 53 |
| Рисунок 2-3  | Панель установки параметров в режиме отображения Data Log (регистратор данных) .....  | 54 |
| Рисунок 2-4  | Экспорт файла регистратора данных.....  | 54 |
| Рисунок 2-5  | Сохранение/загрузка файла состояния измерительного прибора ...  | 54 |
| Рисунок 2-6  | Панель установки параметров измерительного прибора (расширенные установки параметров).....  | 55 |
| Рисунок 2-7  | Установки параметров измерителя мощности в режиме Average only.....   | 56 |
| Рисунок 2-8  | Установки параметров измерителя мощности в режиме Normal.....   | 58 |
| Рисунок 2-9  | Вкладка Instrument Setup (установки параметров измерительного прибора).....   | 61 |
| Рисунок 2-10 | Пример нескольких окон отображения Digital Meter (цифровой измеритель).....   | 63 |
| Рисунок 2-11 | Пример окна отображения Multilist (мультисписок).....   | 64 |
| Рисунок 2-12 | Пример отображения нескольких графиков.....   | 65 |
| Рисунок 2-13 | Пример отображения нескольких окон.....   | 66 |
| Рисунок 2-14 | Схема подключения тестируемого устройства (ТУ) к измерителю мощности U2040XA.....   | 69 |
| Рисунок 2-15 | Неидеальное 2-портовое устройство.....  | 70 |
| Рисунок 2-16 | График измерения относительного спада вершины импульса .....  | 71 |

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ.

## Перечень таблиц

|             |  |    |
|-------------|--|----|
| Таблица 1-1 | Другие светодиодные индикаторы .....   | 39 |
| Таблица 1-2 | Другие светодиодные индикаторы .....   | 40 |
| Таблица 2-1 | Описание установок параметров измерителя мощности<br>в режиме Average Only (только средняя мощность) .....                         | 57 |
| Таблица 2-2 | Описание установок параметров измерителя мощности<br>в режиме Normal (нормальный) .....  | 59 |
| Таблица 2-3 | Описание дополнительных установок параметров на вкладке<br>Instrument Setup (установки параметров измерительного<br>прибора) ..... | 62 |
| Таблица 2-4 | Время апертуры .....   | 68 |
| Таблица A-1 | Диапазон значений для пределов .....   | 81 |

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ.

Измерители мощности с широким динамическим диапазоном  
серии U2040X компании Keysight  
Руководство по эксплуатации

## 1 Начало работы

|  |    |
|--|----|
| Обзор  | 14 |
| Первоначальный осмотр  | 17 |
| Проверка комплектности поставки  | 17 |
| Установка и конфигурирование аппаратных средств  | 19 |
| Подключение измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA   | 19 |
| Подключение измерителя мощности U2049XA  | 21 |
| Монтаж измерителя мощности U2049XA с опцией TVA  | 36 |
| Установочные размеры   | 36 |
| Процедура установки  | 37 |
| Последовательность состояний светодиодного индикатора в процессе включения питания<br>для измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA | 39 |
| Другие светодиодные индикаторы   | 39 |
| Последовательности состояний светодиодных индикаторов для измерителя мощности<br>U2049XA   | 40 |
| Другие светодиодные индикаторы   | 40 |
| Обновление встроенного программного обеспечения  | 41 |

Этот раздел поможет пользователю начать работу с измерителями мощности с широким динамическим диапазоном серии U2040X компании Keysight

## Обзор

Измерители мощности с широким динамическим диапазоном серии U2040X включают четыре модели с шиной USB и одну модель с интерфейсом LAN:

- U2041XA: измеритель средней мощности с широким динамическим диапазоном с шиной USB (от 10 МГц до 6 ГГц)
- U2042XA: измеритель пиковой и средней мощности с шиной USB (от 10 МГц до 6 ГГц)
- U2043XA: измеритель средней мощности с широким динамическим диапазоном с шиной USB (от 10 МГц до 18 ГГц)
- U2044XA: измеритель пиковой и средней мощности с шиной USB (от 10 МГц до 18 ГГц)
- U2049XA: измеритель мощности с интерфейсом LAN (от 10 МГц до 33 ГГц, соответствует классу C стандарта LXI)

Измерители мощности серии U2040X способны измерять среднюю и пиковую мощность модулированных, импульсных и непрерывных гармонических (НГ) сигналов в диапазоне частот от 10 МГц до 33 ГГц и диапазоне мощности от –70 до 26 дБм.

Измеритель мощности U2049XA способен осуществлять дистанционный контроль на больших расстояниях до 100 метров, используя подключение по интерфейсу LAN, который поддерживает питание прибора через Ethernet по технологии PoE. Подключение с использованием технологии PoE соответствует стандартам IEEE 3 W, 802.3af или 802.3at Type 1.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Обычный порт LAN на ПК или измерительных приборах компании Keysight не может обеспечить питание для измерителя мощности U2049XA. U2049XA должен быть подключён к порту PoE, который обеспечивает мощность постоянного тока, необходимую для питания U2049XA и передачи данных.

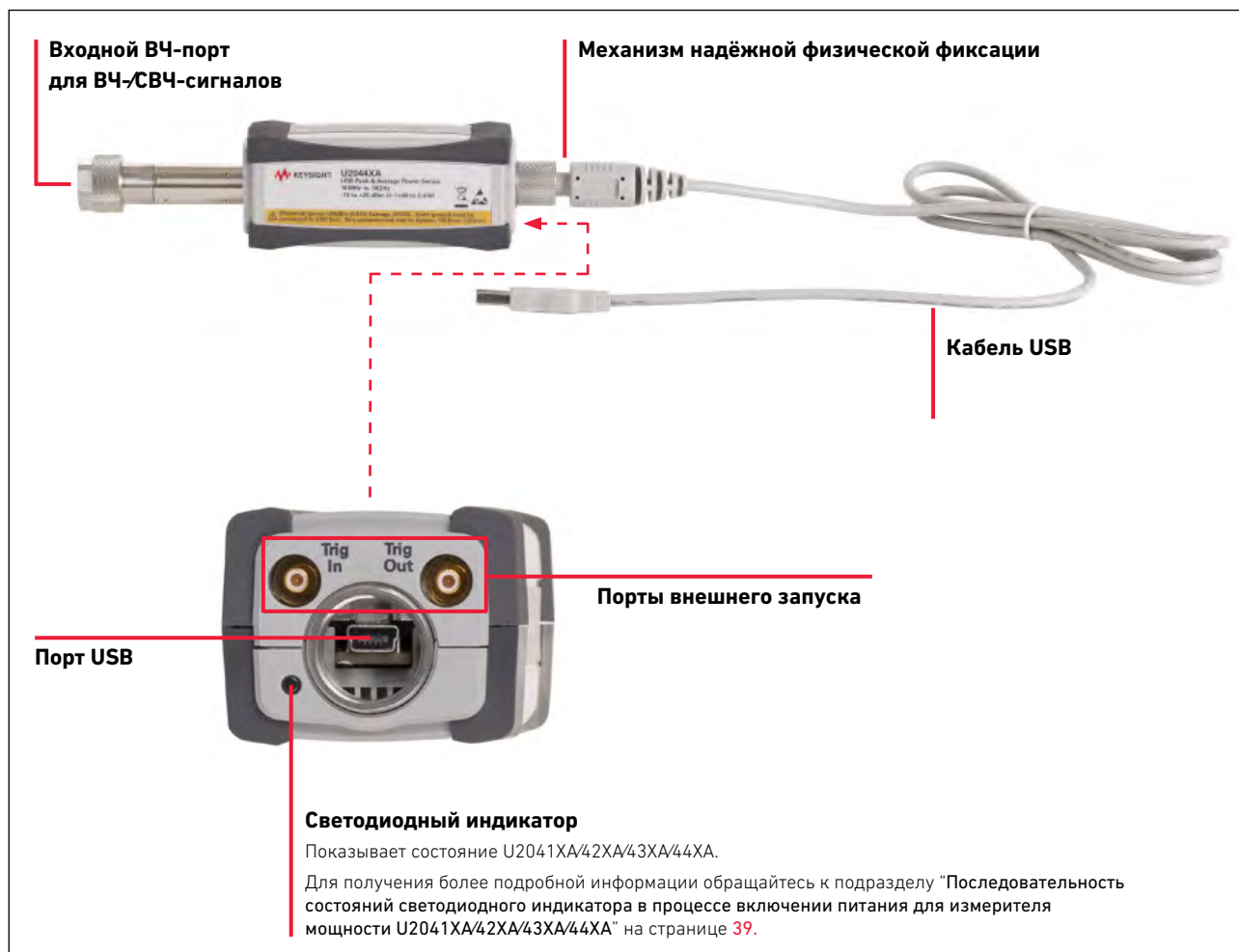
Измеритель мощности U2049XA поставляется с одной из двух опций: 100 или TVA. Опция TVA является термовакуумной опцией; она обеспечивает возможность использования U2049XA внутри термобарокамер.

### ВНИМАНИЕ

Убедитесь в том, что измеритель мощности U2049XA с опцией 100 защищён кожухом (из комплекта поставки U2049XA с опцией 100) для обеспечения заявленных технических характеристик во время работы. Настоятельно рекомендуется не снимать кожух с измерителя мощности.

### ВНИМАНИЕ

Поскольку измеритель мощности U2049XA с опцией TVA выполнен в полностью закрытом металлическом корпусе, настоятельно рекомендуется смонтировать его на охлаждающую пластину (используя теплопроводный материал из комплекта поставки U2049XA с опцией TVA), чтобы избежать перегрева во время работы. Для получения более подробной информации см. подраздел "Монтаж U2049XA с опцией TVA" на странице 36.



**Рисунок 1-1** Измеритель мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA

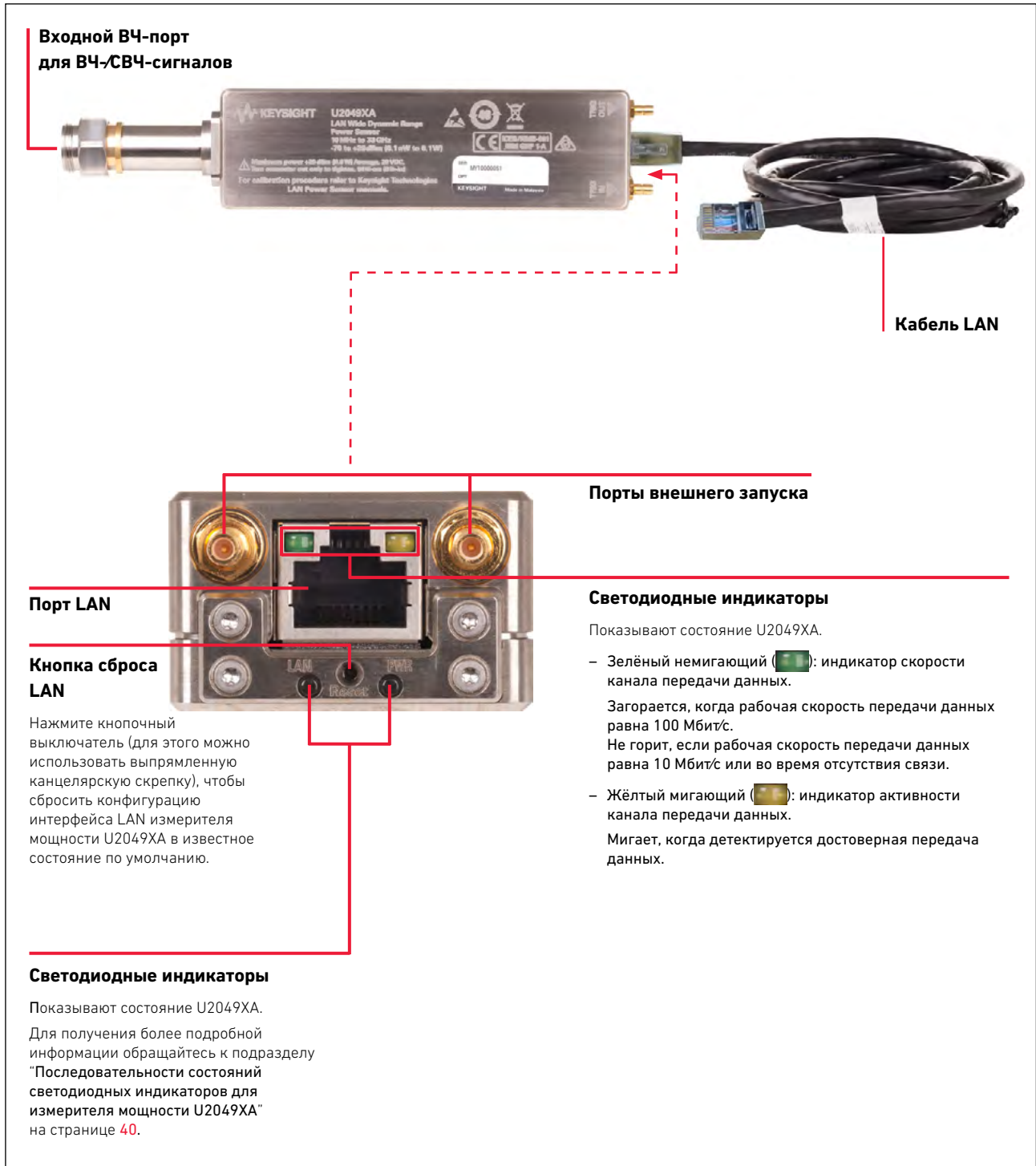


Рисунок 1-2 Измеритель мощности U2049XA



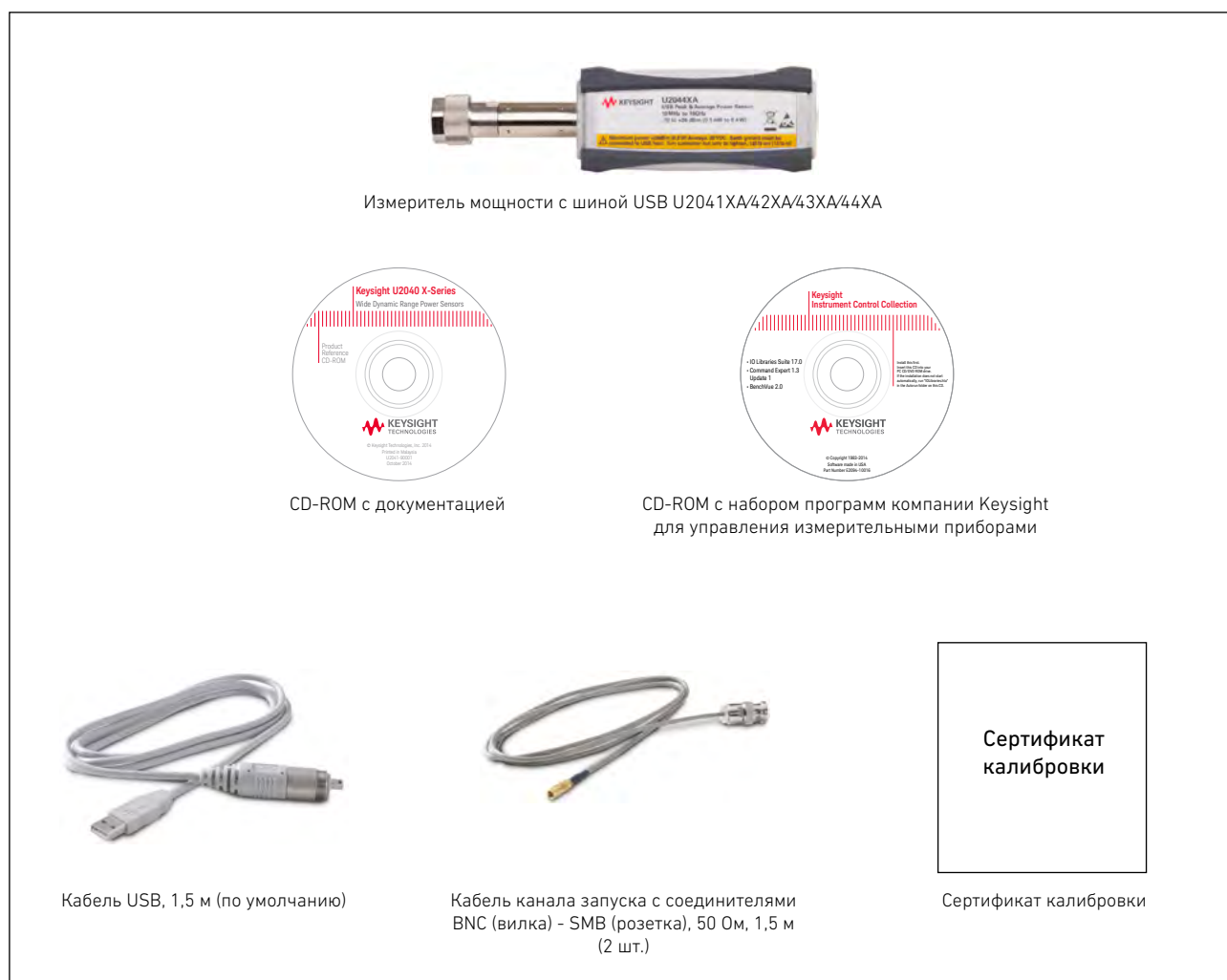
## Первоначальный осмотр

При получении измерителя мощности серии U2040X следует убедиться в отсутствии повреждений транспортной тары. При обнаружении повреждений транспортной тары или упаковочного материала следует сохранить их до окончания проверки комплектности поставки прибора, отсутствия механических повреждений и исправности его электрических характеристик. При обнаружении любых механических повреждений следует уведомить об этом ближайшее представительство компании Keysight. Сохраните повреждённые упаковочные материалы (если это имеет место) для обследования представителями перевозчика и компании Keysight.

### Проверка комплектности поставки

Убедитесь, что в составе комплекта поставки содержатся приведённые ниже изделия. Если что-то отсутствует или повреждено, пожалуйста, обратитесь в ближайшее представительство компании Keysight.

Измеритель мощности с шиной USB U2041XA/42XA/43XA/44XA:



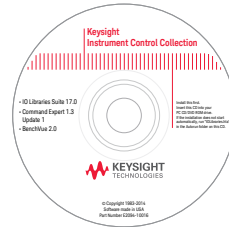
Измеритель мощности с интерфейсом LAN U2049XA:



Измеритель мощности с интерфейсом LAN U2049XA



CD-ROM с документацией



CD-ROM с набором программ компании Keysight для управления измерительными приборами



Кабель канала запуска с соединителями BNC (вилка) – SMB (розетка), 50 Ом, 1,5 м (2 шт.) (для опции 100)



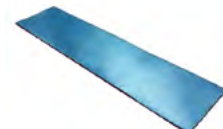
Кабель канала запуска для измерителя мощности с термовакuumной опцией с соединителями BNC (вилка) – SMB (розетка), 50 Ом, 1,5 м (2 шт.) (для опции TVA)



Кожух для измерителя мощности с интерфейсом LAN (для опции 100)



Крепёжные скобы для измерителя мощности с термовакuumной опцией (2 шт.) (для опции TVA)



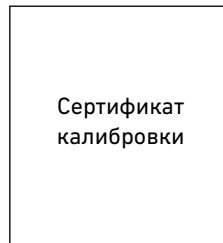
Теплопроводный материал (для опции TVA)



Экранированный кабель LAN, 1,5 м (по умолчанию) (для опции 100)



Кабель LAN для измерителя мощности с термовакuumной опцией, 1,5 м (по умолчанию) (для опции TVA)



Сертификат калибровки

## Установка и конфигурирование аппаратных средств

### ПРИМЕЧАНИЕ

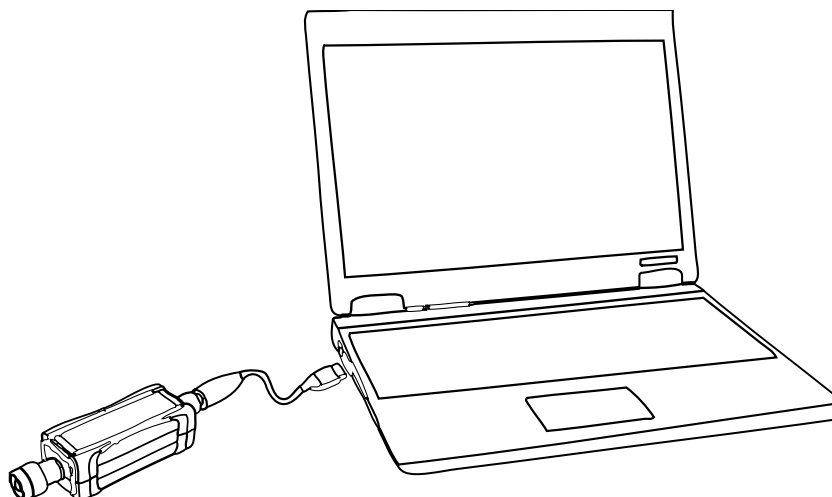
При измерениях уровней мощности < -60 дБм рекомендуется включить измеритель мощности серии U2040X и выдержать его во включённом состоянии в течение 1,5 часов для установления рабочего режима (измеритель мощности должен быть подключён к тестируемому устройству (ТУ)).

Прежде чем начать использовать измеритель мощности серии U2040X, убедитесь в том, что выполнены следующие минимальные требования:

- имеется персональный компьютер (ПК) с портами USB и LAN с функцией хоста;
- установлен набор библиотек ввода-вывода Keysight IO Libraries Suite (версия 17.0 или более поздняя);
- установлена программа Keysight BenchVue.

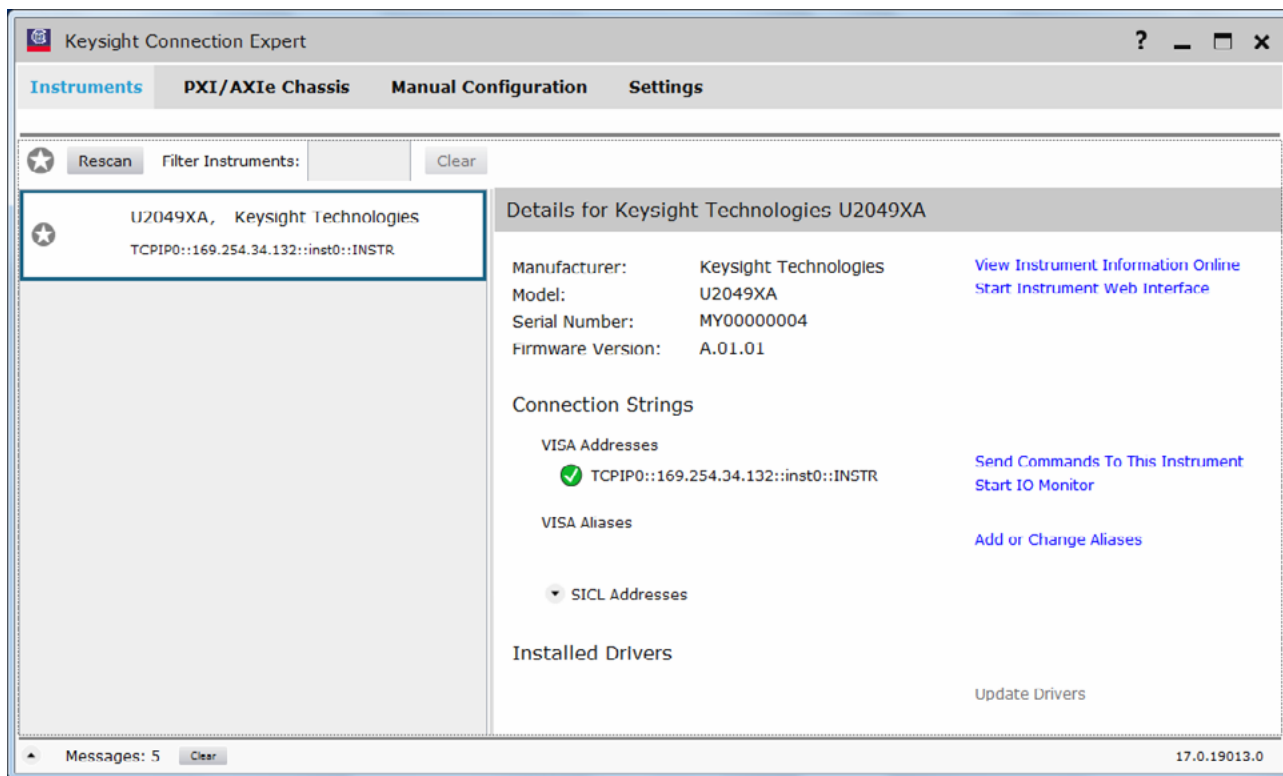
### Подключение измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA

- 1 Подключите измеритель мощности к ПК. Драйвер измерителя мощности обнаруживается и устанавливается автоматически.



**Рисунок 1-3** Подключение измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA к ПК

- 2 Запустите программу Keysight Connection Expert, выбрав пиктограмму IO (IO). Запустите автоматический поиск измерителя мощности, как показано на **рисунке 1-4**. Щёлкните мышью по клавише **Rescan** (повторно сканировать) для запуска поиска.



**Рисунок 1-4** Автоматический поиск прибора с шиной USB в программе Connection Expert компании Keysight

- 3 Щёлкните мышью по пунктам **Send Commands To This Instrument** (послать команды к измерительному прибору) > **Send & Read** (послать и считать), чтобы проверить, что измеритель мощности подключён.
- 4 Если измеритель мощности подключён, перейдите к разделу 2 “Использование измерителя мощности серии U2040X с помощью программы Keysight BenchVue” для запуска прикладной программы BenchVue Power Meter или продолжите работать с измерителем мощности в режиме дистанционного программирования.

## Дистанционное управление измерителем мощности с использованием команд SCPI

Можно управлять работой измерителя мощности, посылая команды SCPI. Для получения более подробной информации обращайтесь к руководству по программированию (*U2040 X-Series Programming Guide*).

## Подключение измерителя мощности U2049XA

Подключите измеритель мощности серии U2040X, используя любой из следующих рабочих режимов интерфейса LAN:

- режим динамической IP-адресации (протокол динамического конфигурирования хоста или Dynamic Host Configuration Protocol - DHCP);
- режим автоматической IP-адресации (при управлении от локального ПК, либо при работе в среде частной (изолированной) локальной сети (non-site LAN, private LAN))
- режим статической IP-адресации (ручной режим)

Рабочий режим интерфейса LAN измерителя мощности U2049XA по умолчанию - режим динамической IP-адресации.

Режимы динамической IP-адресации и автоматической IP-адресации - разрешённые режимы работы измерителей мощности U2049XA, поставляемых компанией Keysight. Это позволяет U2049XA автоматически получать адрес по сети.

Измеритель мощности U2049XA связывается с DHCP-сервером для получения конфигурации интерфейса LAN. Если DHCP-сервер не обнаруживается, то либо DHCP-сервер отсутствует, либо он не позволяет U2049XA получить IP-адрес. Измеритель мощности U2049XA будет затем пытаться получить конфигурацию интерфейса LAN, используя режим автоматической IP-адресации, если он разрешён, в противном случае U2049XA будет пытаться использовать статическую установку IP-адреса в U2049XA. Если необходимо, нажмите кнопку сброса LAN для сброса конфигурации интерфейса LAN измерителя мощности U2049XA в известное состояние по умолчанию.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Светодиодный индикатор станет красным, указывая на следующую ошибку, если DHCP-сервер не обнаружен:

-310, "Системная ошибка; измеритель мощности не получил конфигурацию интерфейса LAN, используя DHCP-сервер. Измеритель мощности будет пытаться получить IP-адрес, используя режим автоматической IP-адресации, если он разрешён".

Для получения более подробной информации о возможностях подключения измерительных приборов по LAN обращайтесь к руководству по подключению с использованием набора библиотек ввода-вывода компании Keysight (*Keysight IO Libraries Suite Connectivity Guide*).

## Режим динамической IP-адресации

В этом режиме значения IP-адреса, маски подсети и шлюза по умолчанию получают от DHCP-сервера.

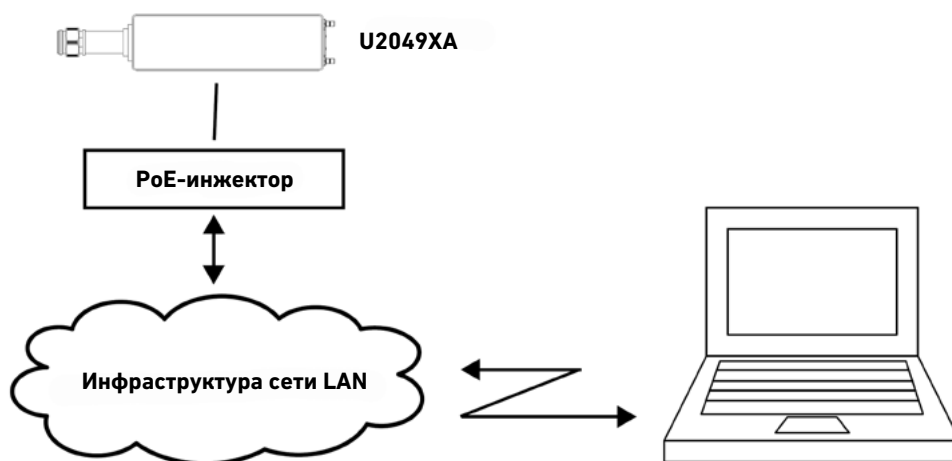
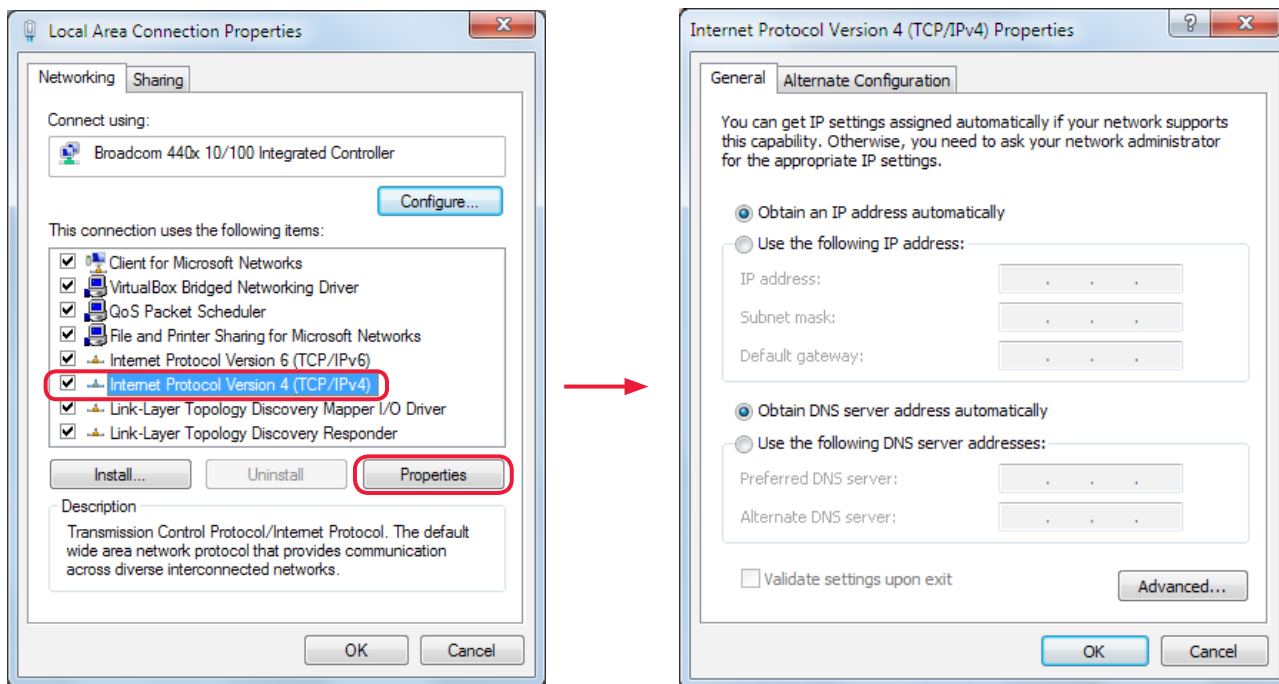


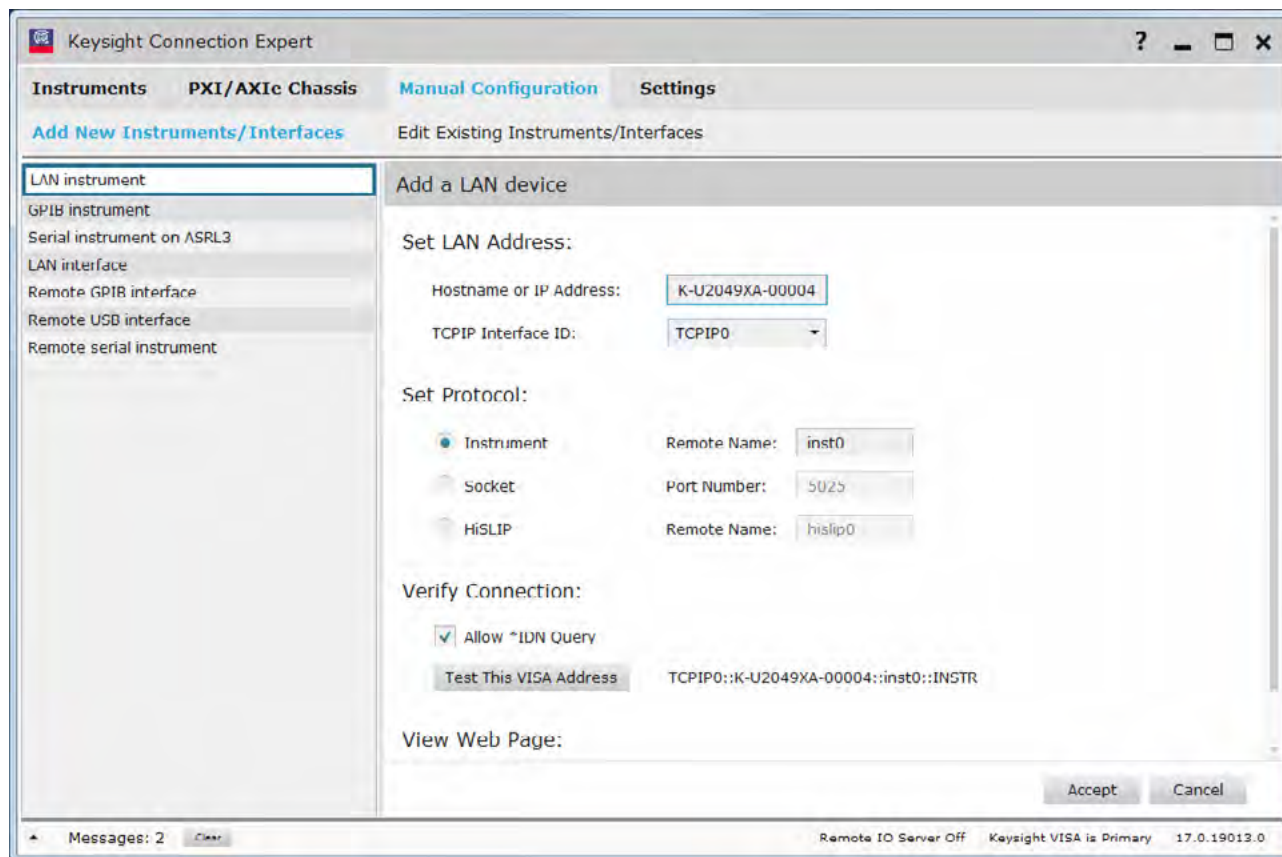
Рисунок 1-5 Подключение U2049XA с помощью режима динамической IP-адресации

- 1 Установите соединение, как показано на рисунке 1-5.
- 2 Установите параметры интерфейса LAN в управляющем ПК в режим автоматического конфигурирования. Для этого последовательно выберите следующие пункты меню: **Start** (пуск) > **Control Panel** (панель управления) > **Network and Internet** (сеть и Интернет) > **Network and Sharing Center** (центр управления сетями и общим доступом) > **Local Area Connection** (подключение по локальной сети) > **Properties** (свойства) и выберите следующие свойства.



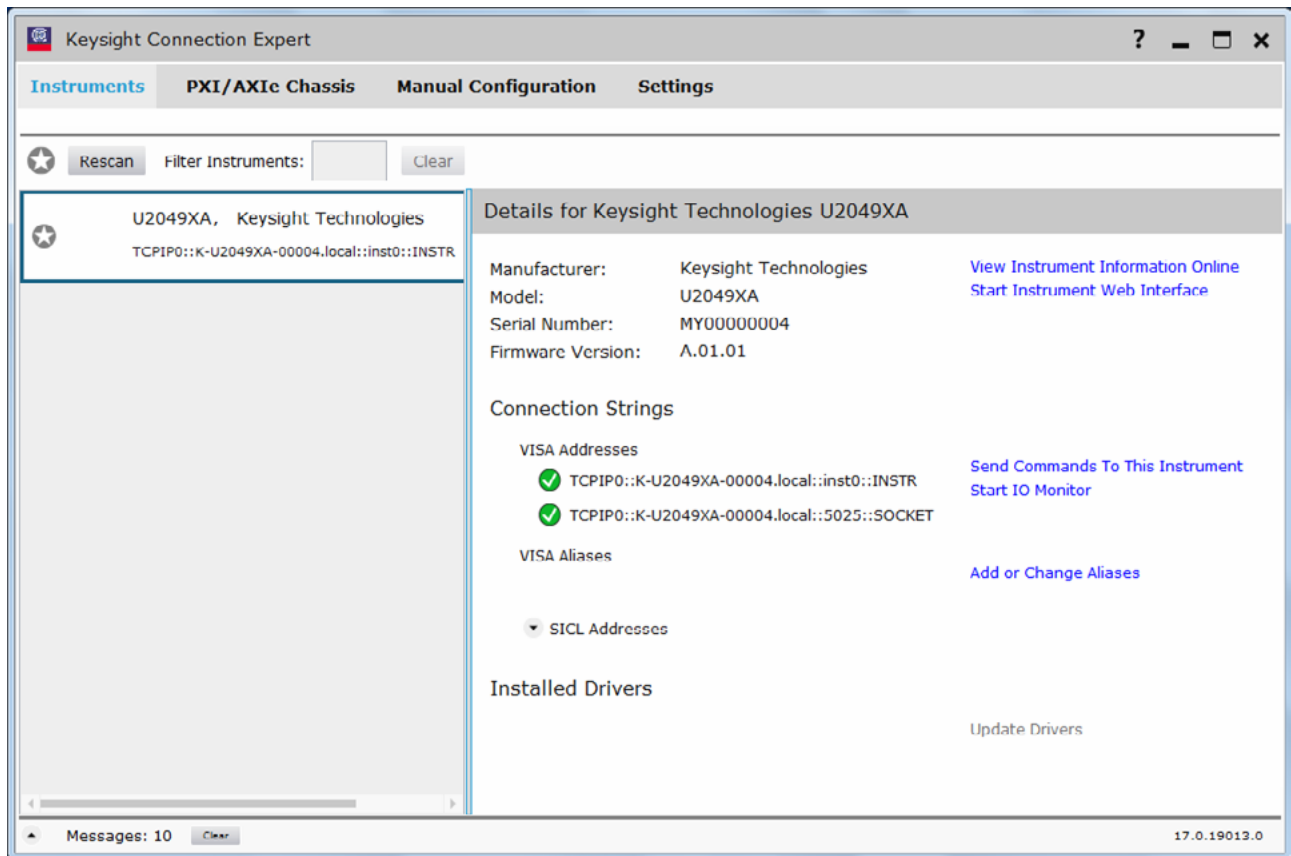
**Рисунок 1-6** Автоматическое конфигурирование параметров интерфейса LAN с помощью ПК

- 3 Запустите программу Keysight Connection Expert, выбрав пиктограмму IO (IO). Установите имя хоста измерительного прибора (рисунок 1-7). Каждый измеритель мощности U2049XA имеет имя хоста по умолчанию в следующем виде:  
**K-U2049XA-XXXXX**  
 где "XXXXX" - последние пять цифр заводского номера прибора.



**Рисунок 1-7** Добавление измерительного прибора с интерфейсом LAN в программе Keysight Connection Expert

- 4 Отметьте флажок **Allow \*IDN Query** (разрешить запрос \*IDN) и щёлкните мышью по клавише **Test This VISA Address** (протестировать этот адрес VISA), чтобы проверить, что U2049XA подключён. После окончания проверки щёлкните мышью по клавише **Accept** (принять).
- 5 Кроме того, можно запустить автоматический поиск U2049XA, как показано на **рисунке 1-8**. Щёлкните мышью по клавише **Rescan** (повторно сканировать) для запуска поиска.



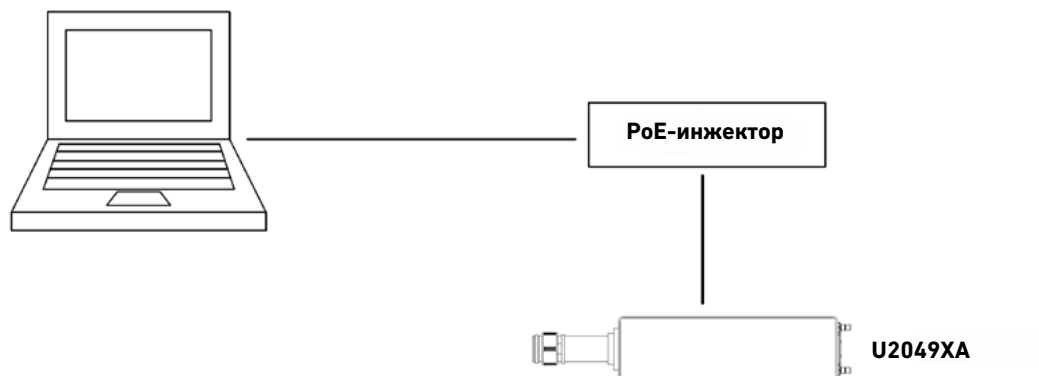
**Рисунок 1-8** Автоматический поиск измерительного прибора с интерфейсом LAN в программе Keysight Connection Expert с помощью режима динамической IP-адресации

- 6 Щёлкните мышью по пунктам **Send Commands To This Instrument** (послать команды к измерительному прибору) > Send & Read (послать и считать), чтобы проверить, что U2049XA подключён.
- 7 Если U2049XA подключён, перейдите к разделу 2 "Использование измерителя мощности серии U2040X с помощью программы Keysight BenchVue" для запуска BenchVue или продолжите работать с U2049XA в режиме дистанционного программирования.



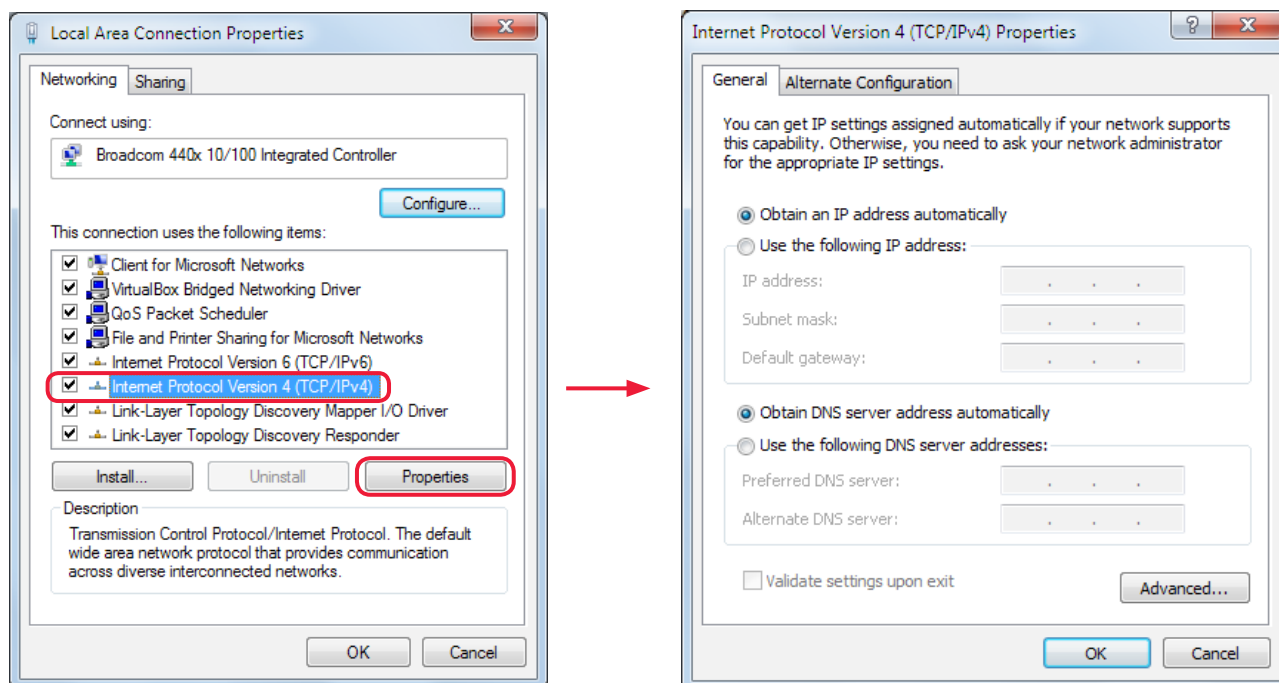
## Режим автоматической IP-адресации

Используйте эту процедуру, если требуется управление от локального ПК, либо при работе в среде частной локальной сети (non-site LAN, private LAN).

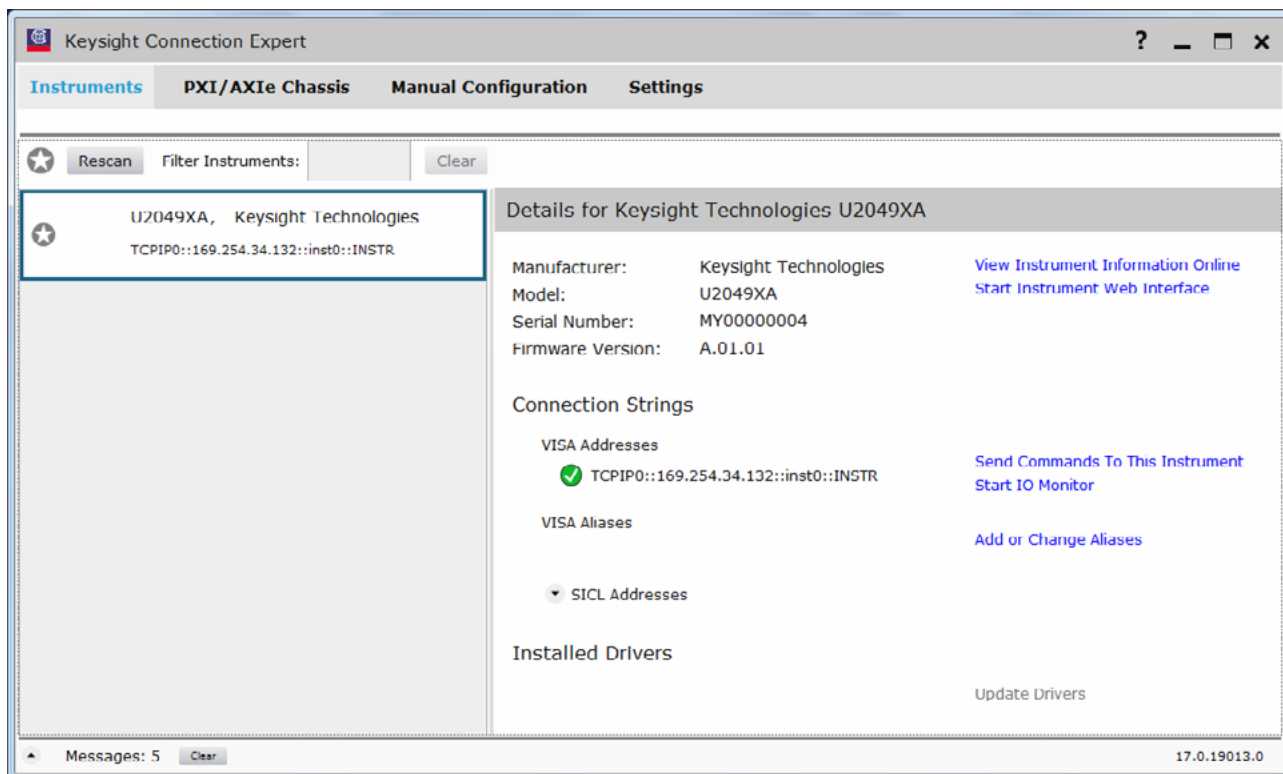


**Рисунок 1-9** Подключение U2049XA в режиме автоматической IP-адресации

- 1 Установите соединение, как показано выше.
- 2 Установите параметры интерфейса LAN в управляющем ПК в режим автоматического конфигурирования. Для этого последовательно выберите следующие пункты меню: **Start** (пуск) > **Control Panel** (панель управления) > **Network and Internet** (сеть и Интернет) > **Network and Sharing Center** (центр управления сетями и общим доступом) > **Local Area Connection** (подключение по локальной сети) > **Properties** (свойства) и выберите следующие свойства.



- 3 Запустите программу Keysight Connection Expert, выбрав пиктограмму IO (IO). Запустите автоматический поиск U2049XA, как показано ниже. Щёлкните мышью по клавише **Rescan** (повторно сканировать) для запуска поиска.



- 4 Щёлкните мышью по пунктам **Send Commands To This Instrument** (послать команды к измерительному прибору) > **Send & Read** (послать и считать), чтобы проверить, что U2049XA подключён.
- 5 Если U2049XA подключён, перейдите к разделу 2 "Использование измерителя мощности серии U2040X с помощью программы Keysight BenchVue" для запуска BenchVue или продолжите работать с U2049XA в режиме дистанционного программирования.

## Режим статической IP-адресации (ручное конфигурирование интерфейса LAN)

В режиме статической IP-адресации пользователь должен установить значения IP-адреса, маски подсети и шлюза по умолчанию, которые совместимы с используемой сетевой инфраструктурой (конфигурацией ПК).

Использование режима статической IP-адресации полезно в том случае, если пользователь всегда хочет связываться с измерительным прибором, используя один и тот же IP-адрес каждый раз, когда он включает прибор.

### ПРИМЕЧАНИЕ

После конфигурирования параметров интерфейса LAN необходимо сначала выключить и включить питание (перезагрузить) U2049XA. Это позволит сделать новые сетевые параметры активными.

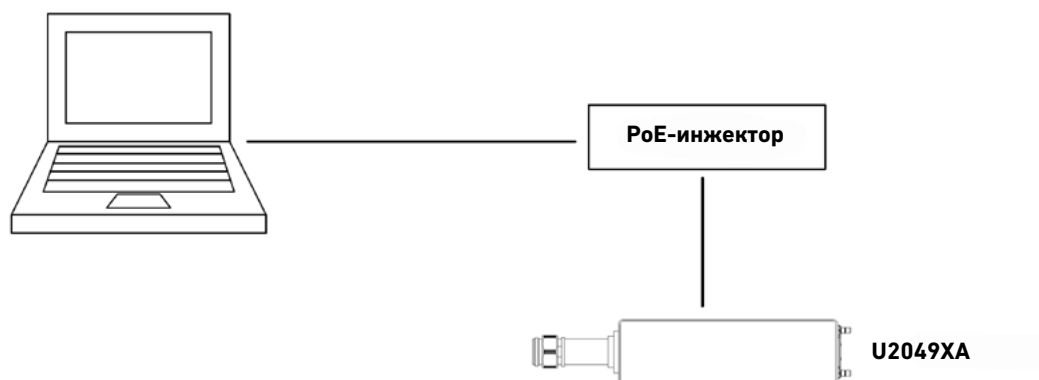
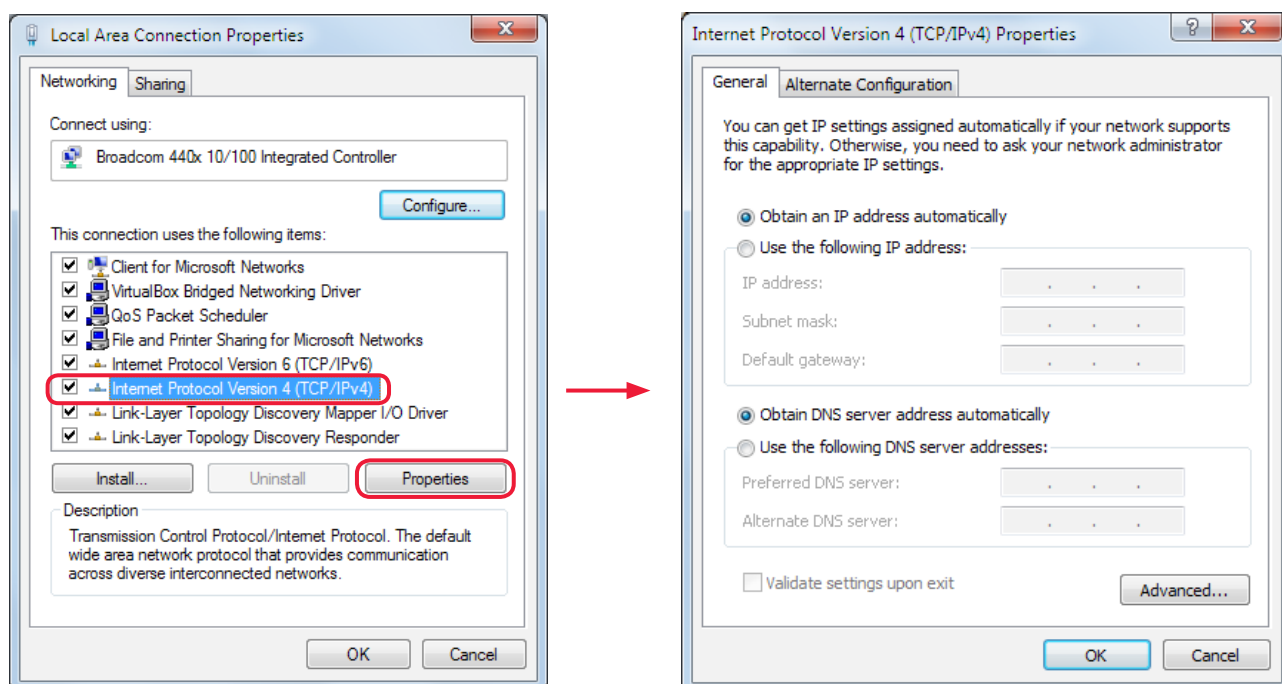
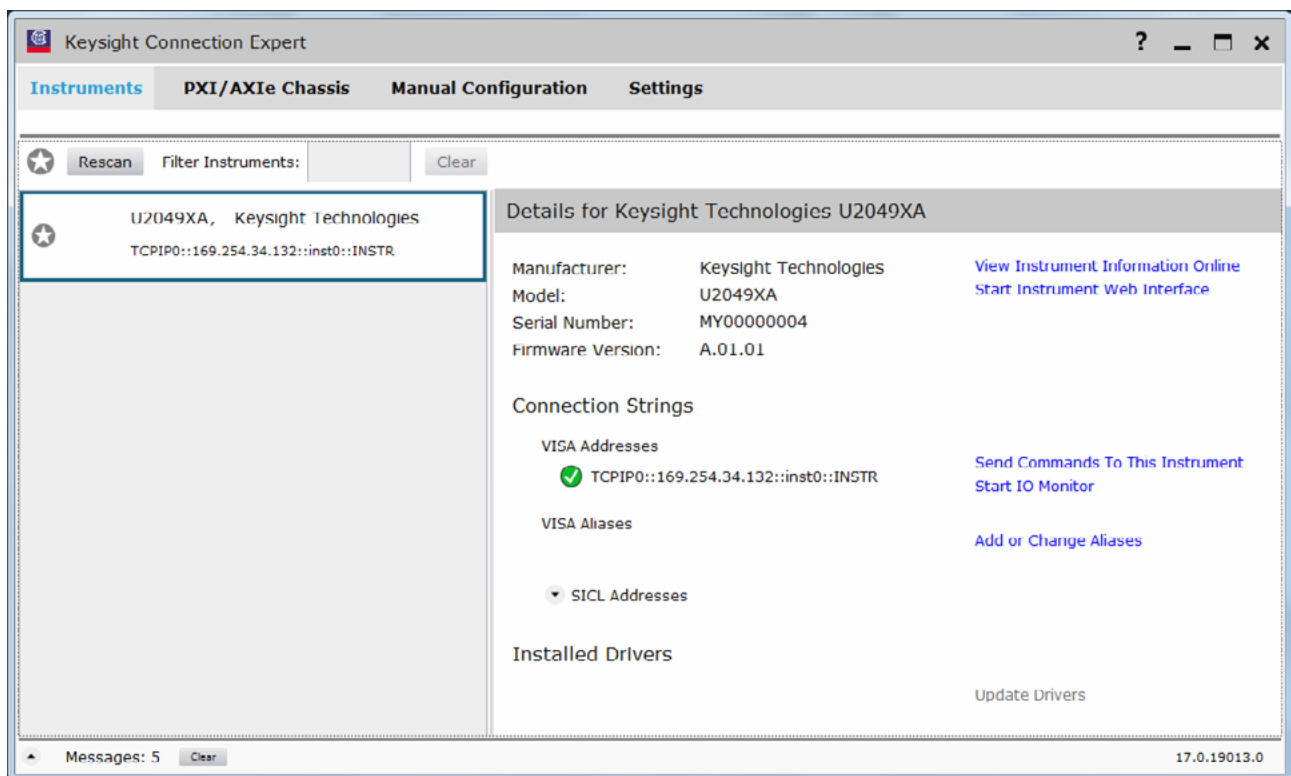


Рисунок 1-10 Подключение U2049XA в режиме статической IP-адресации

- 1 Установите соединение, как показано выше.
- 2 Установите параметры интерфейса LAN в управляющем ПК в режим автоматического конфигурирования. Для этого последовательно выберите следующие пункты меню: **Start** (пуск) > **Control Panel** (панель управления) > **Network and Internet** (сеть и Интернет) > **Network and Sharing Center** (центр управления сетями и общим доступом) > **Local Area Connection** (подключение по локальной сети) > **Properties** (свойства) и выберите следующие свойства.



- 3 Запустите программу Keysight Connection Expert, выбрав пиктограмму IO (IO). Запустите автоматический поиск U2049XA, как показано ниже. Щёлкните мышью по клавише **Rescan** (повторно сканировать) для запуска поиска.



- 4 Чтобы включить режим статической IP-адресации, щёлкните мышью по пункту **Send Commands To This Instrument** (послать команды к измерительному прибору) и пошлите следующие команды SCPI:
- SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP[:STATe] 0 //выключает режим динамической IP-адресации
  - SYSTem:COMMunicate:LAN:AIP[:STATe] 0 //выключает режим автоматической IP-адресации
  - SYSTem:COMMunicate:LAN:REStart //перезапускает интерфейс LAN, чтобы вышеуказанные установки параметров вступили в силу

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Для получения более подробной информации по дистанционному программированию с использованием команд SCPI обращайтесь к руководству по программированию (*U2040 X-Series Programming Guide*).

Кроме того, можно также установить эти конфигурации, используя web-интерфейс U2049XA (см. "Использование web-браузера измерительного прибора" на странице 32).

На странице **Configuring your U2049XA Power Sensor** (конфигурирование измерителя мощности U2049XA) установите радиокнопки **DHCP** и **Auto IP** в состояние **OFF** (выключено). Щёлкните мышью по клавише **Save** (сохранить), чтобы сохранить эти новые параметры. Затем щёлкните мышью по клавише **Renew LAN Settings** (обновить параметры интерфейса LAN), чтобы эти изменения вступили в силу.

- 5 Установите IP-адрес и маску подсети в управляющем ПК. Для этого последовательно выберите следующие пункты меню: **Start** (пуск) > **Control Panel** (панель управления) > **Network and Internet** (сеть и Интернет) > **Network and Sharing Center** (центр управления сетями и общим доступом) > **Local Area Connection** (подключение по локальной сети) > **Properties** (свойства) и выберите следующие свойства.

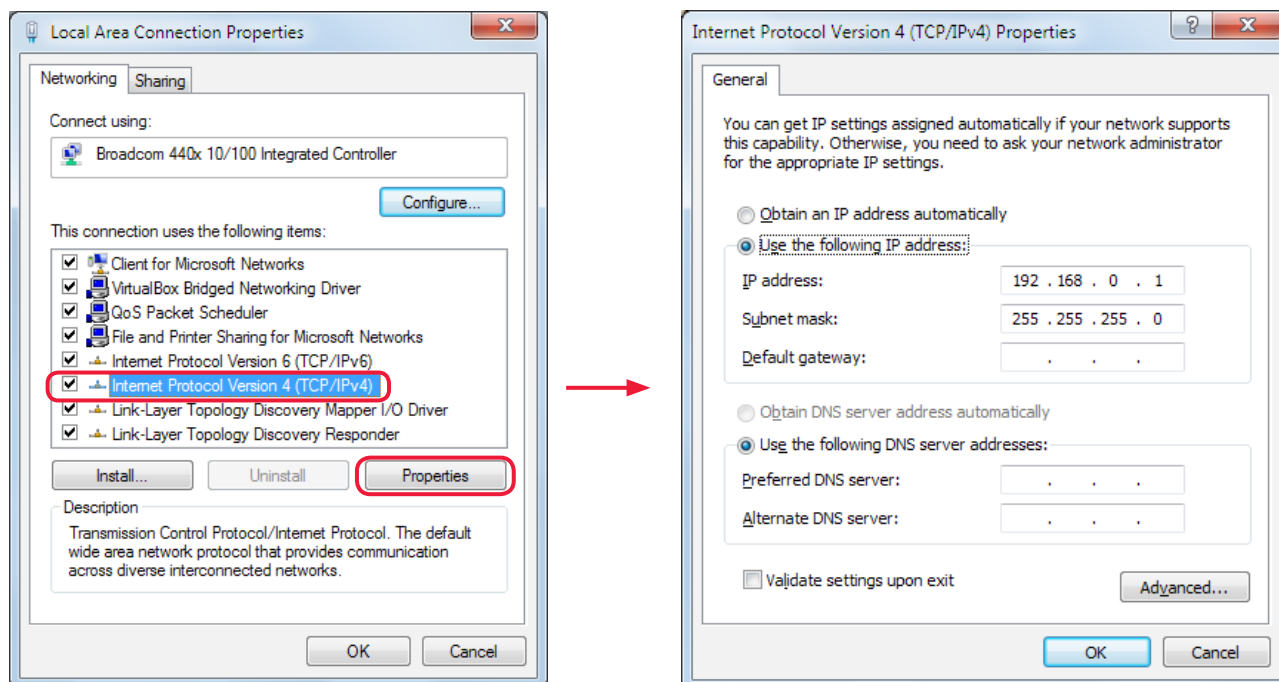
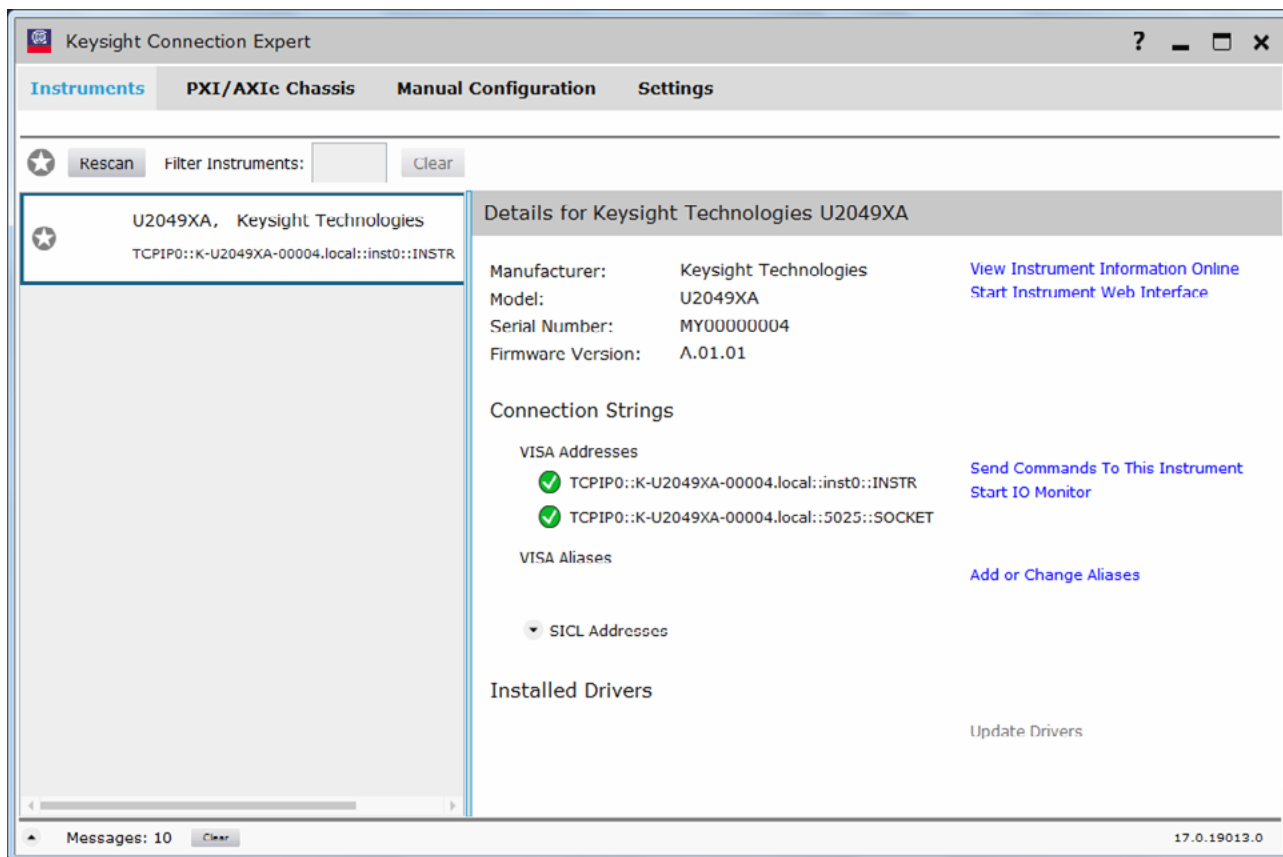


Рисунок 1-11 Ручная установка параметров интерфейса LAN в управляющем ПК

#### ПРИМЕЧАНИЕ

- Чтобы новые сетевые параметры стали активными, необходимо сначала выключить и включить питание (перезагрузить) U2049XA.
- Статические IP-адреса для управляющего ПК и U2049XA должны отличаться от IP-адреса PoE-инжектора, чтобы избежать конфликта.

- 6 Запустите программу Keysight Connection Expert, выбрав пиктограмму IO (IO). Запустите автоматический поиск U2049XA, как показано на рисунке 1-12. Щёлкните мышью по клавише **Rescan** (повторно сканировать) для запуска поиска.



**Рисунок 1-12** Автоматический поиск измерительного прибора с интерфейсом LAN в программе Keysight Connection Expert с помощью режима статической IP-адресации

- 7 Щёлкните мышью по пунктам **Send Commands To This Instrument** (послать команды к измерительному прибору) > **Send & Read** (послать и считать), чтобы проверить, что U2049XA подключён.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Кроме того, можно также найти U2049XA посредством ввода его статического IP-адреса по умолчанию (*192.168.0.10*) на вкладке **Manual Configuration** (ручное конфигурирование).

- 8 Если U2049XA подключён, перейдите к разделу 2 “Использование измерителя мощности серии U2040X с помощью программы Keysight BenchVue” для запуска прикладной программы BenchVue или продолжите работать с U2049XA в режиме дистанционного программирования.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Чтобы вернуться к режиму динамической IP-адресации от режима статической IP-адресации, можно использовать один из двух способов:

- послать следующие команды SCPI:
  - SYSTem:COMMunicate:LAN:DHCP[:STATe] 1
  - SYSTem:COMMunicate:LAN:AIP[:STATe] 1
  - SYSTem:COMMunicate:LAN:REStart
- сконфигурировать и обновить параметры интерфейса LAN, используя web-браузер измерительного прибора.

Обращайтесь к подразделу “**Режим динамической IP-адресации**” на странице **21**, где приведена эта процедура. Чтобы новые сетевые параметры стали активными, необходимо сначала выключить и включить питание (перезагрузить) U2049XA.

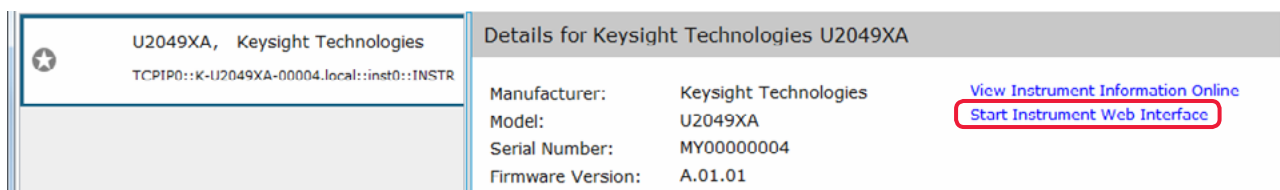
---

## Использование web-браузера измерительного прибора

Измеритель мощности U2049XA можно запрограммировать, используя его web-интерфейс (web-браузер). Функции web-браузера, выполняющего роль виртуальной передней панели, могут также использоваться для следующих целей:

- интерактивного ввода-вывода;
- ознакомления с функциональными возможностями прибора;
- определения/изменения конфигурации измерительного прибора.

- 1 В окне программы Keysight Connection Expert щёлкните мышью по клавише **Start Instrument Web Interface** (запустить web-интерфейс измерительного прибора) для запуска web-интерфейса U2049XA.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Web-интерфейс можно также открыть непосредственно из web-браузера посредством ввода IP-адреса или имени хоста U2049XA в строке 'address' браузера.

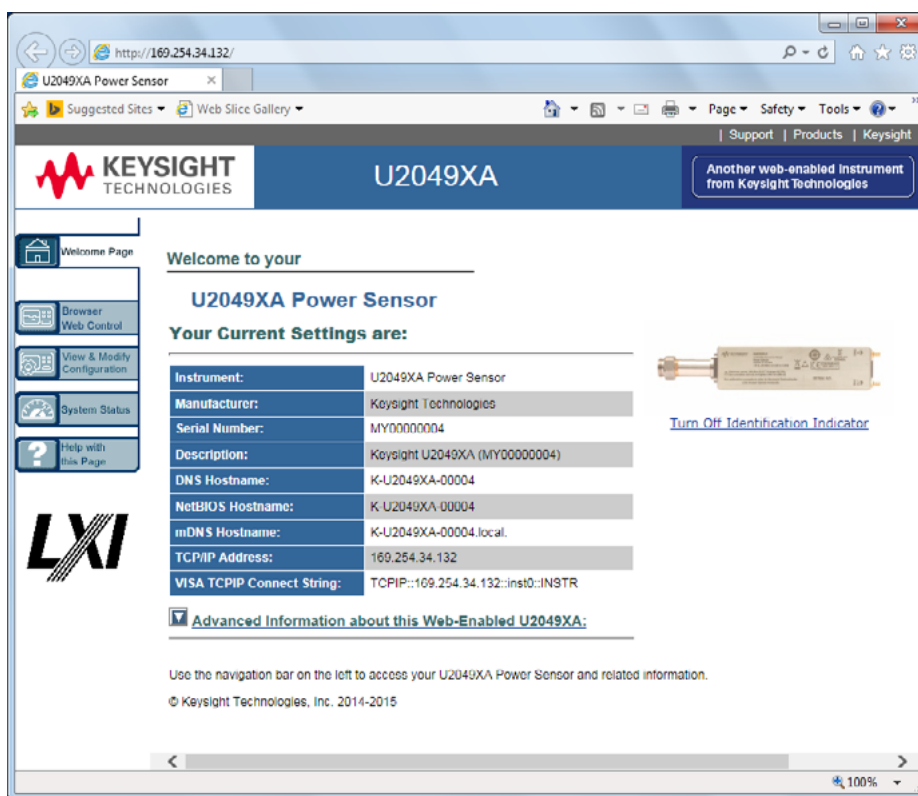


Рисунок 1-13 Web-интерфейс U2049XA - начальная страница (Welcome)



- Щёлкните мышью по клавише **View & Modify Configuration** (просмотреть и изменить конфигурацию) для доступа к параметрам интерфейса LAN.

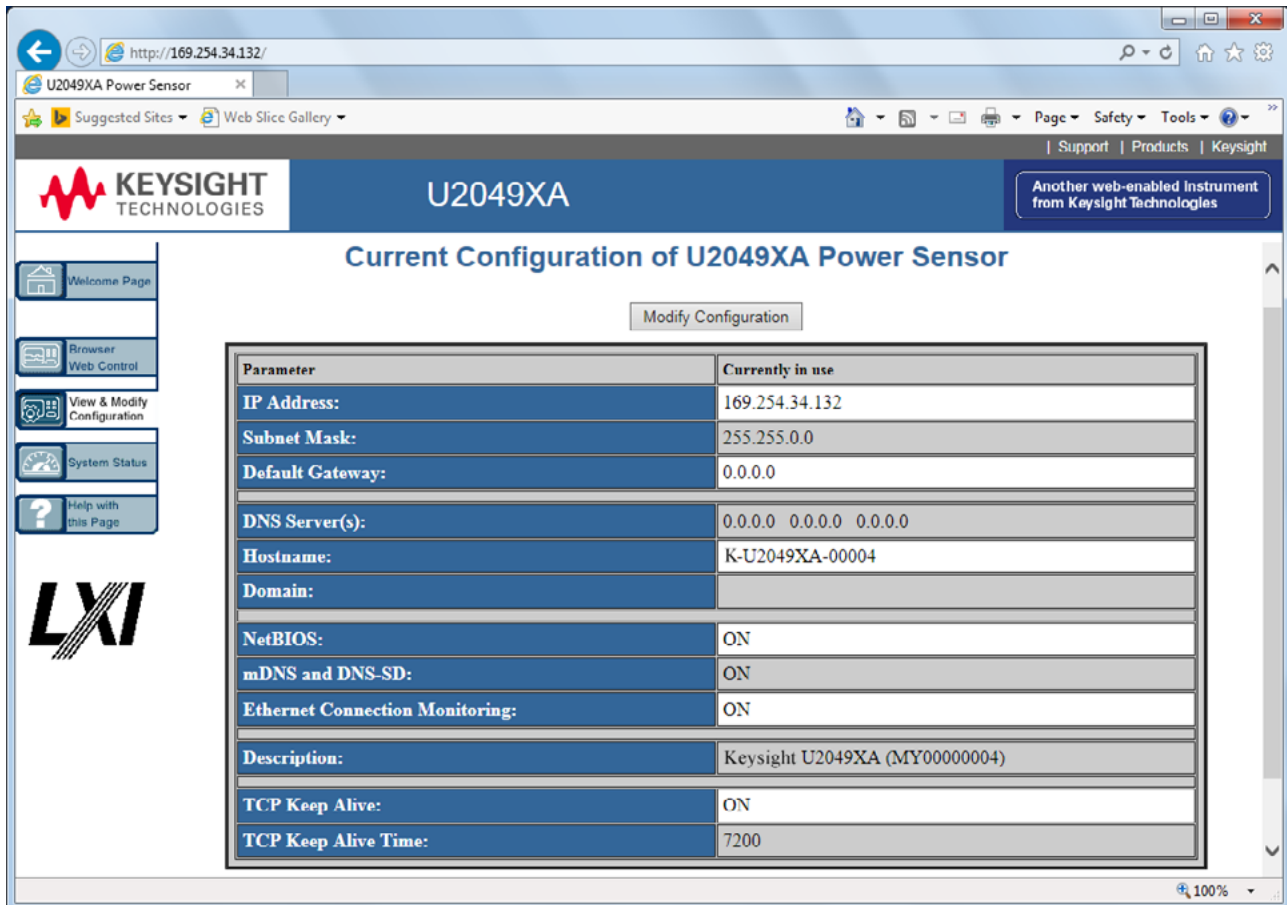
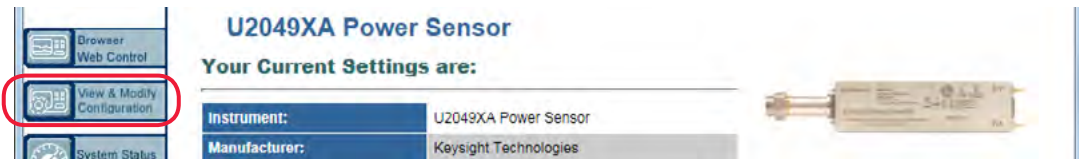
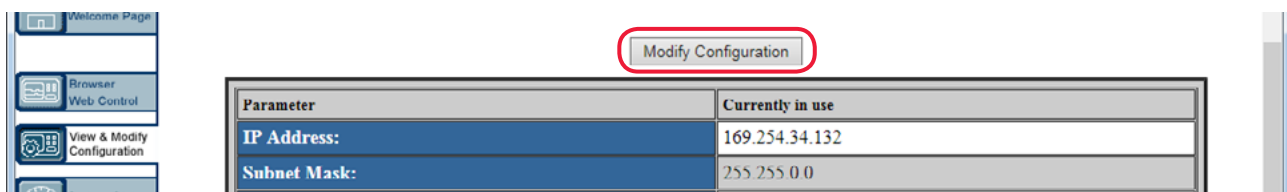


Рисунок 1-14 Просмотр и изменение конфигурации параметров интерфейса LAN

- Щёлкните мышью по клавише **Modify Configuration** (изменить конфигурацию) для редактирования параметров интерфейса LAN.



- 4 Введите пароль по умолчанию "keysight".



- 5 На этой странице можно сконфигурировать и обновить параметры интерфейса LAN, а также выключить и включить питание (перезагрузить) U2049XA или сбросить параметры интерфейса LAN.

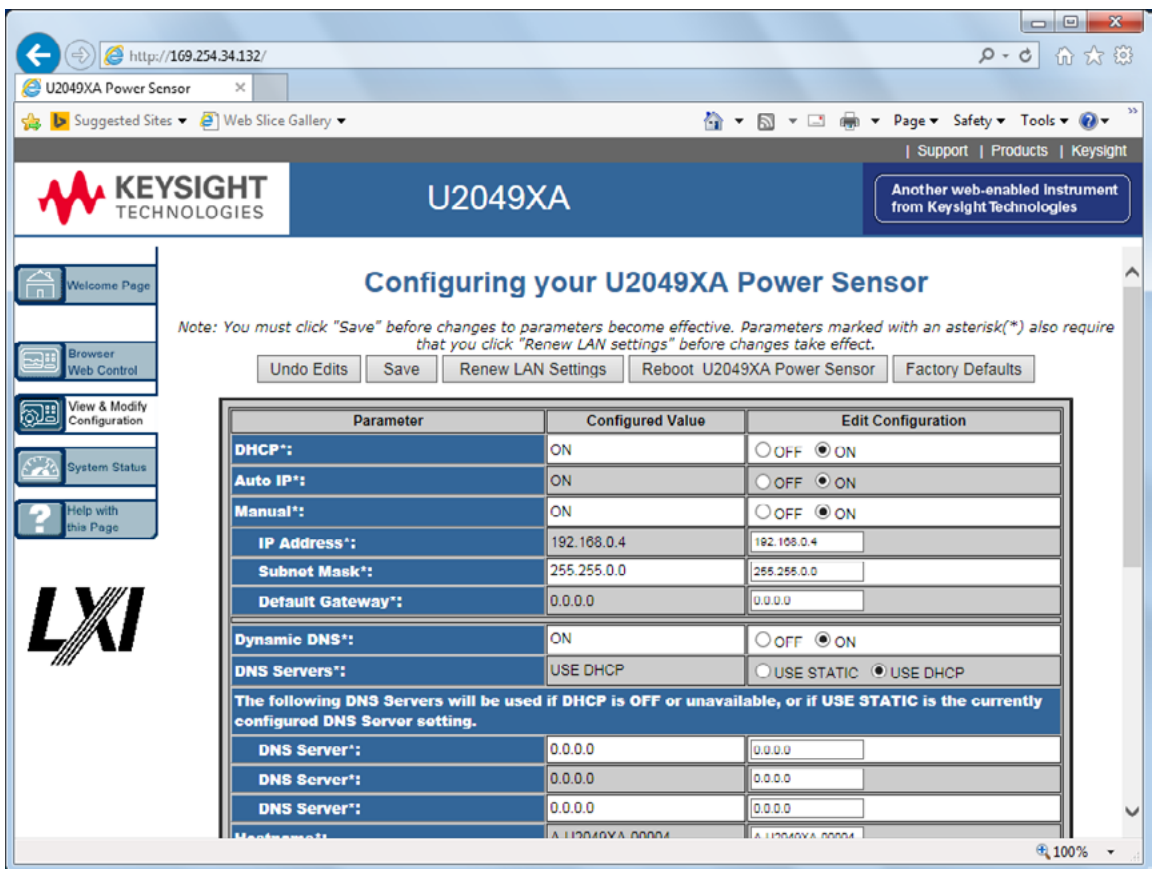


Рисунок 1-15 Модификация и обновление параметров интерфейса LAN

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Если пароль был изменён, то при сбросе конфигурации параметров интерфейса LAN также будет сброшен и пароль к своему значению по умолчанию.

## Дистанционное конфигурирование параметров интерфейса LAN с использованием команд SCPI

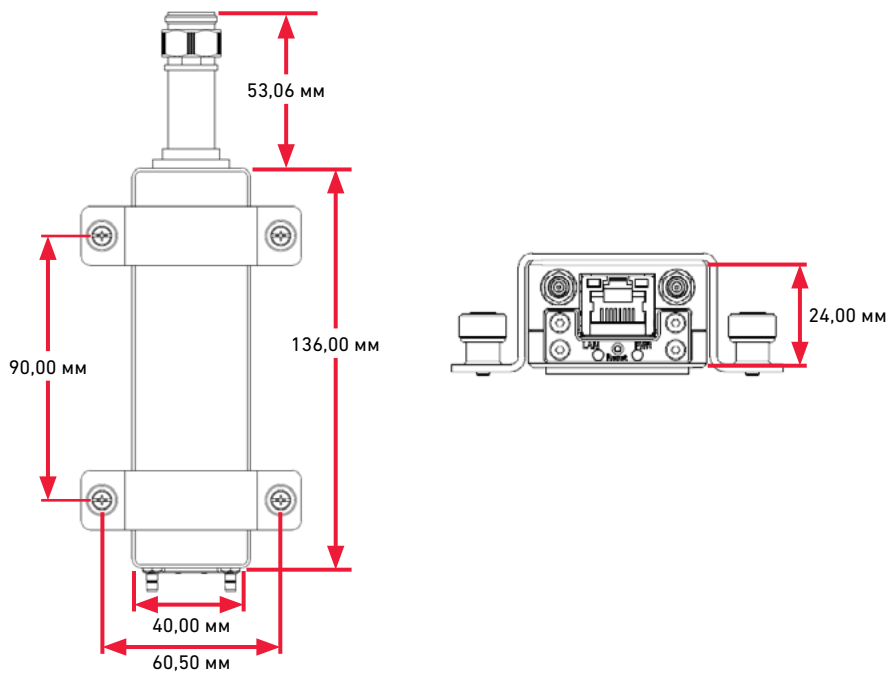
Можно управлять процессом автоматического или ручного конфигурирования параметров интерфейса LAN для U2049XA, посылая команды SCPI. Для получения более подробной информации обращайтесь к руководству по программированию (*U2040 X-Series Programming Guide*).

## Монтаж измерителя мощности U2049XA с опцией TVA

Измеритель мощности U2049XA с опцией TVA настоятельно рекомендуется смонтировать на охлаждающую пластину для более эффективного рассеяния тепла при использовании внутри термобарокамер.

Охлаждающая пластина имеет четыре монтажных резьбовых отверстия и минимальную высоту профиля резьбы каждого отверстия, равную 6 мм.

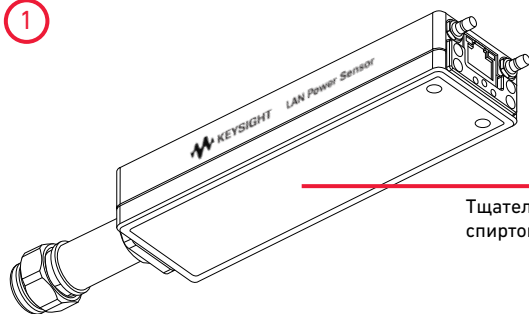
### Установочные размеры



**Рисунок 1-16** Установочные размеры измерителя мощности U2049XA с опцией TVA

## Процедура установки

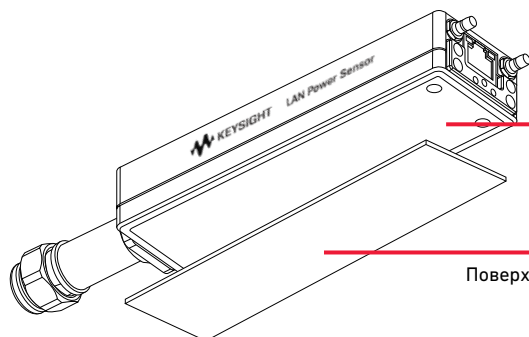
1



Тщательно очистите поверхность изопропиловым спиртом и дайте ему высохнуть.

2

Установите теплопроводный материал на поверхность измерителя мощности.

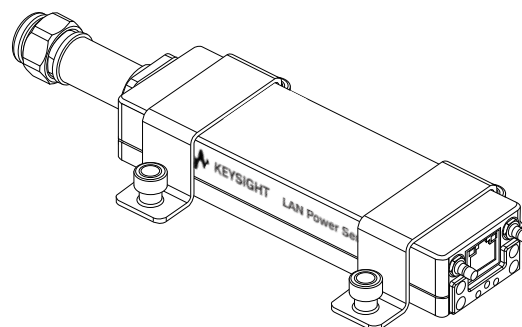
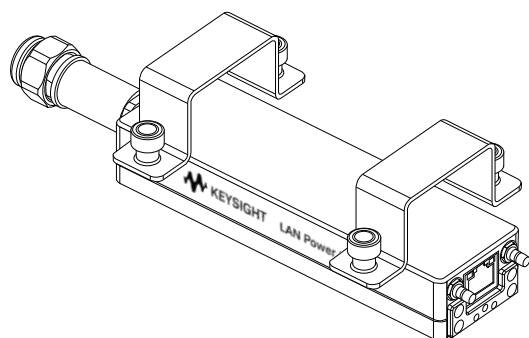


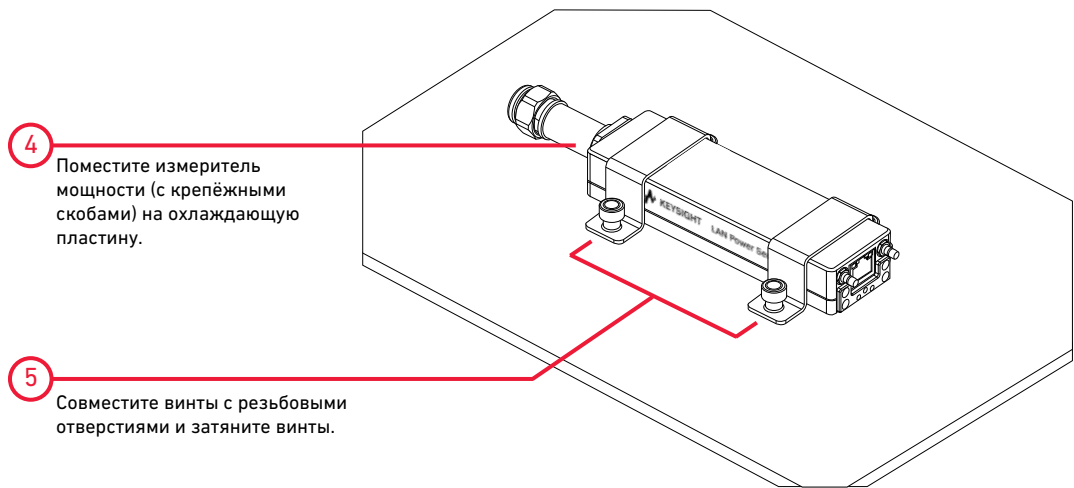
Наклейте теплопроводный материал серебряным слоем на поверхность измерителя мощности.

Поверхность с розовым цветом должна быть снаружи.

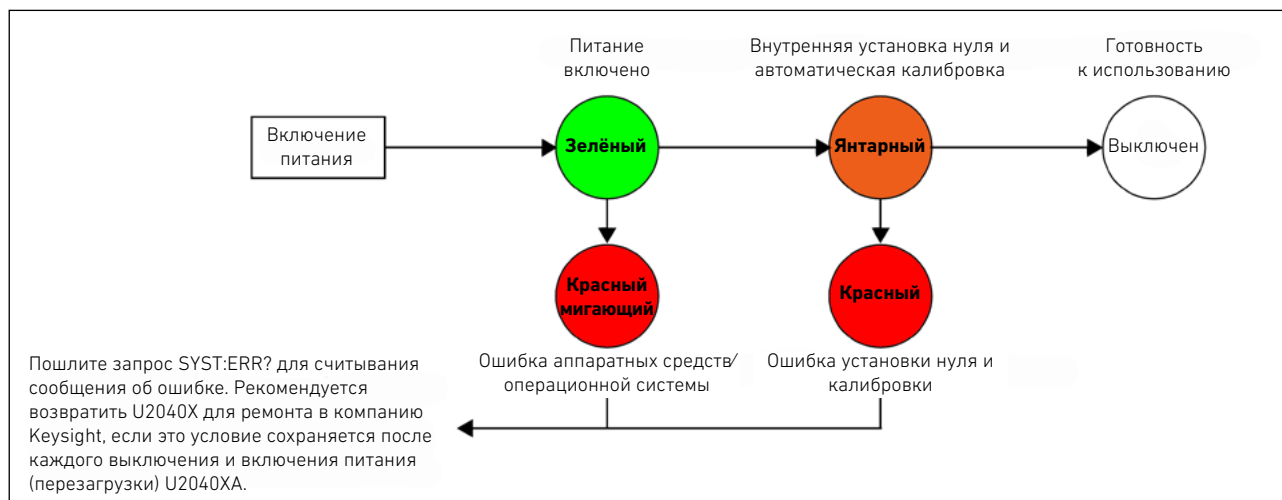
3

Установите крепёжные скобы.





## Последовательность состояний светодиодного индикатора в процессе включения питания для измерителя мощности U2041XA/42XA/43XA/44XA



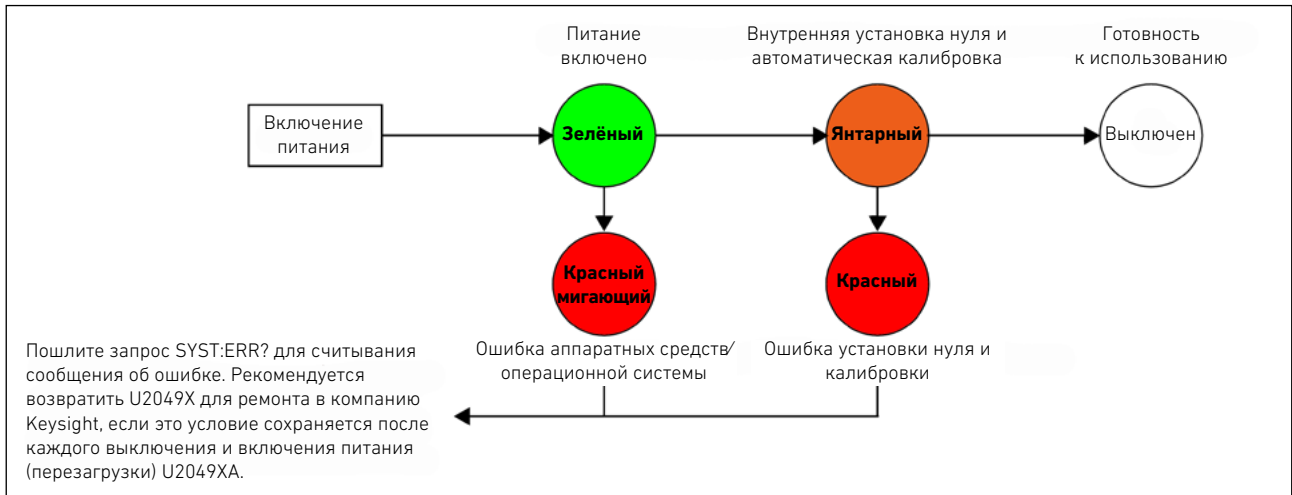
### Другие светодиодные индикаторы

**Таблица 1-1** Другие светодиодные индикаторы

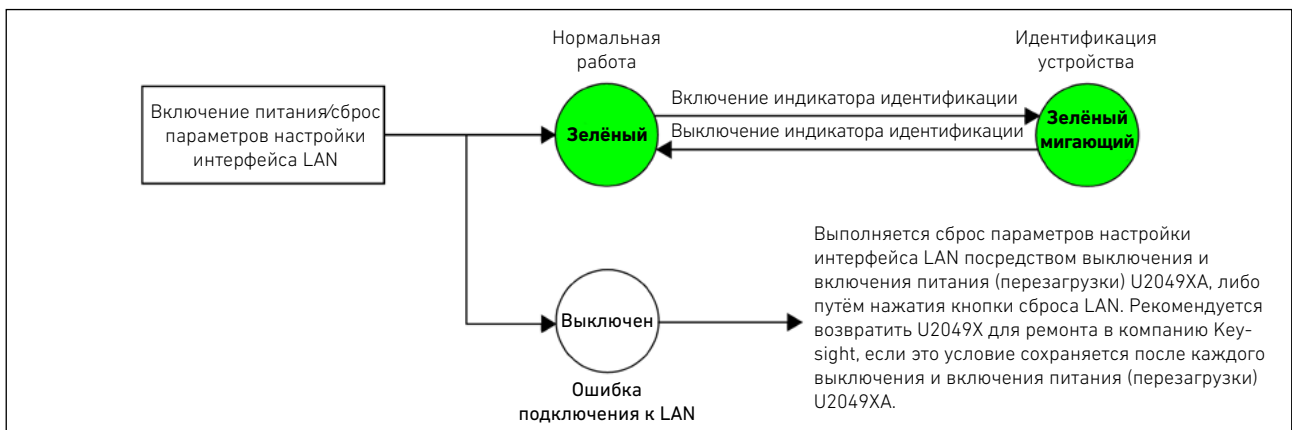
|  |  |
|--|--|
|  | Незавершенная операция стирания данных без возможности их восстановления, форматирования флэш-памяти или обновления встроенного программного обеспечения.  |
|  | В очереди ошибок SCPI присутствует ошибка, включая переполнение очереди ошибок. Если очередь ошибок сбрасывается (с помощью команды *CLS), или последняя ошибка считывается из очереди (с помощью запроса SYST:ERR?), этот индикатор выключится. |
|  | Незавершенная операция на шине USB.  |

## Последовательности состояний светодиодных индикаторов для измерителя мощности U2049XA

### Процесс включения питания (светодиодный индикатор PWR)



### Активность LAN (светодиодный индикатор LAN)



### Другие светодиодные индикаторы

**Таблица 1-2** Другие светодиодные индикаторы

|  |  |
|--|--|
|  | Незавершенная операция стирания данных без возможности их восстановления, форматирования флэш-памяти или обновления встроенного программного обеспечения.  |
|  | В очереди ошибок SCPI присутствует ошибка, включая переполнение очереди ошибок. Если очередь ошибок сбрасывается (с помощью команды *CLS), или последняя ошибка считывается из очереди (с помощью запроса SYST:ERR?), этот индикатор выключится. |



## Обновление встроенного программного обеспечения

Для загрузки самой последней версии встроенного программного обеспечения измерителя мощности серии U2040X перейдите по ссылке [www.keysight.com/find/pm\\_firmware](http://www.keysight.com/find/pm_firmware). Самая последняя версия встроенного программного обеспечения включает исполняемый файл и файл справки, которые позволяют установить приложение Firmware Upgrade Utility. С помощью этого приложения выполняется обновление встроенного программного обеспечения измерителей мощности серии U2040X.

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ.

Измерители мощности с широким динамическим диапазоном  
серии U2040X компании Keysight  
Руководство по эксплуатации

## 2 Общая информация по эксплуатации

|  |    |
|--|----|
| Использование измерителя мощности серии U2040X с программой Keysight BenchVue              | 44 |
| Пример быстрого проведения измерений средней мощности                                      | 45 |
| Пример быстрой установки параметров измерений в окне отображения Trace (график)            | 49 |
| Краткий обзор программы BenchVue Power Meter   | 53 |
| Установки параметров измерителя мощности в режиме Average only                             | 56 |
| Установки параметров измерителя мощности в режиме Normal                                   | 58 |
| Вкладка Instrument Setup   | 61 |
| Обзор работы с несколькими измерителями мощности   | 63 |
| Работа с одним приложением настольных измерительных приборов                               | 63 |
| Работа с несколькими приложениями настольных измерительных приборов                        | 66 |
| Свойства измерителей мощности серии U2040X   | 67 |
| Широкий охват сигналов широкополосной связи для любых форматов модуляции                   | 67 |
| Режим списка/установка последовательности тестов   | 67 |
| Изменяемое время апертуры  | 67 |
| Автоматическое обнаружение пакетов   | 68 |
| Измерения параметров до 20 импульсов   | 68 |
| Сброс большого числа усреднений  | 68 |
| Встроенные предустановки параметров для измерения сигналов РЛС и беспроводных систем связи | 68 |
| Гамма-коррекция  | 69 |
| Коррекция с использованием S-параметров  | 70 |
| Измерение относительного спада вершины импульса  | 71 |

В этом разделе приведена общая информация по эксплуатации измерителей мощности серии U2040X.

## Использование измерителя мощности серии U2040X с программой Keysight BenchVue

Прикладная программа BenchVue Power Meter обеспечивает виртуальный рабочий интерфейс для измерителей мощности серии U2040X. В данном разделе в общих чертах описаны функции измерителя мощности серии U2040X в прикладной программе BenchVue Power Meter.




### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения более подробной информации о том, как конфигурировать каждую из функций измерителей мощности серии U2040X или использовать каждое из свойств программы BenchVue Power Meter, обращайтесь к справочной документации Keysight BenchVue Power Meter.

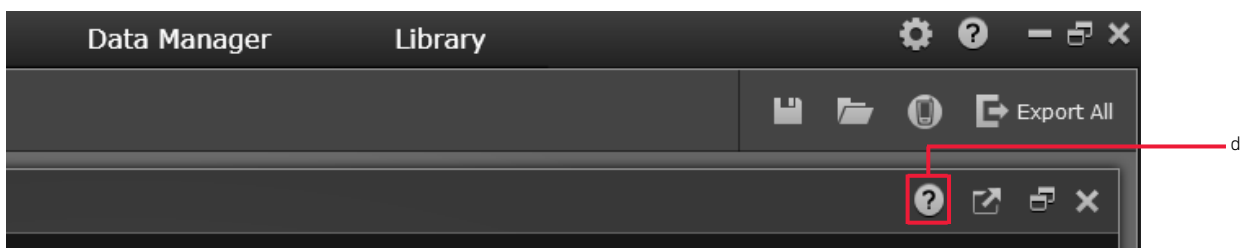
Выберите следующие пункты меню: **Start** (пуск) > **All Programs** (все программы) > **Keysight** > **Keysight BenchVue** > **Keysight BenchVue** для запуска прикладной программы BenchVue Power Meter.




**Рисунок 2-1**    Запуск прикладной программы Keysight BenchVue

- a Щёлкните мышью два раза по пиктограмме подключённого измерителя мощности (  ) на панели приборов, чтобы начать управлять измерителем мощности.
- b Если этот измеритель мощности найден в программе Keysight Connection Expert, но не показан в панели приборов прикладной программы BenchVue, выберите пиктограмму обновления (  ) для обновления списка приборов.
- c Если этот измеритель мощности не найден, выберите пиктограмму ввода-вывода (  ) для запуска программы Keysight Connection Expert, чтобы проверить, что измеритель мощности подключён правильно.

При запуске прикладной программы BenchVue Power Meter по умолчанию выводится окно отображения Digital Meter (цифровой измеритель).



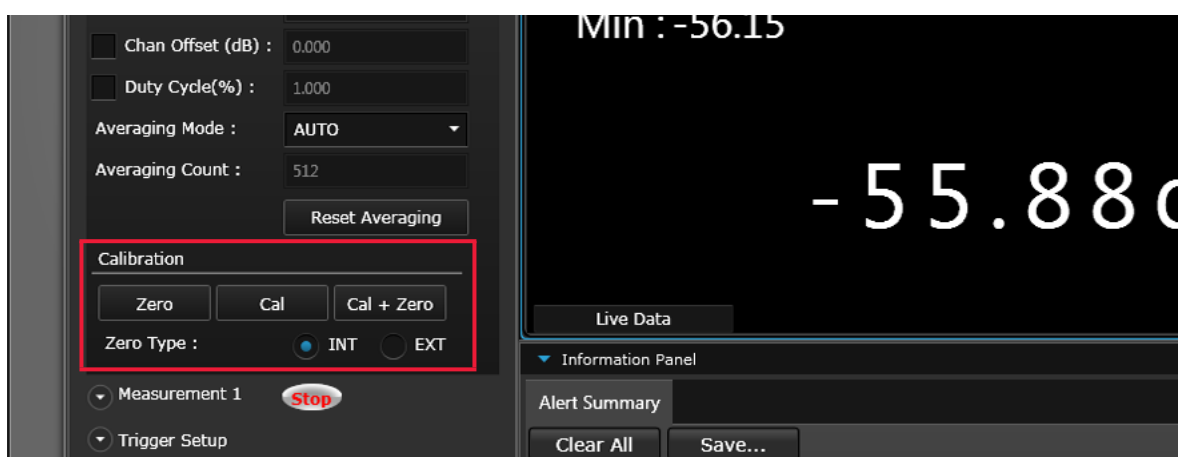
- d Щёлкните мышью по пиктограмме (  ) для получения доступа к справочной документации прикладной программы BenchVue Power Meter.

## Пример быстрого проведения измерений средней мощности

В следующем примере показано, как можно быстро измерить среднюю мощность с помощью программы BenchVue.

Предполагается, что измеритель мощности серии U2040X уже подключён к генератору сигналов.

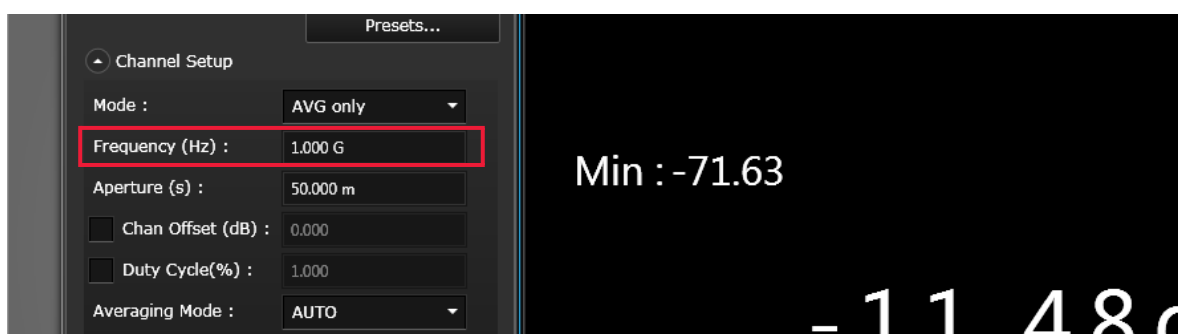
- 1 Настройте параметры генератора, как указано ниже:
  - амплитуда: 0 дБм;
  - частота: 1 ГГц;
  - модуляция: выключена.
- 2 Включите ВЧ-выход генератора сигналов. Запустите прикладную программу BenchVue Power Meter (см. [страницу 44](#)). По умолчанию в измерителе мощности уже установлен режим Average only (только средняя мощность).
- 3 Выполните калибровку и установку нуля для получения точного результата измерения мощности.



### ПРИМЕЧАНИЕ




При измерениях уровней мощности < -50 дБм рекомендуется выполнить внешнюю установку нуля и выключить ВЧ-выход для улучшения точности и стабильности измерений.

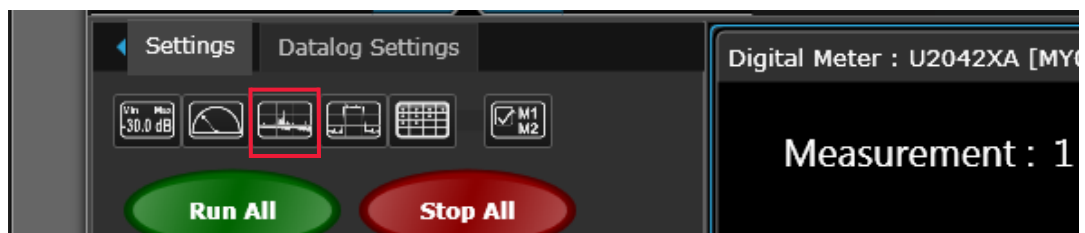
- 4 Установите частоту измерителя мощности серии U2040X, равной 1 ГГц.



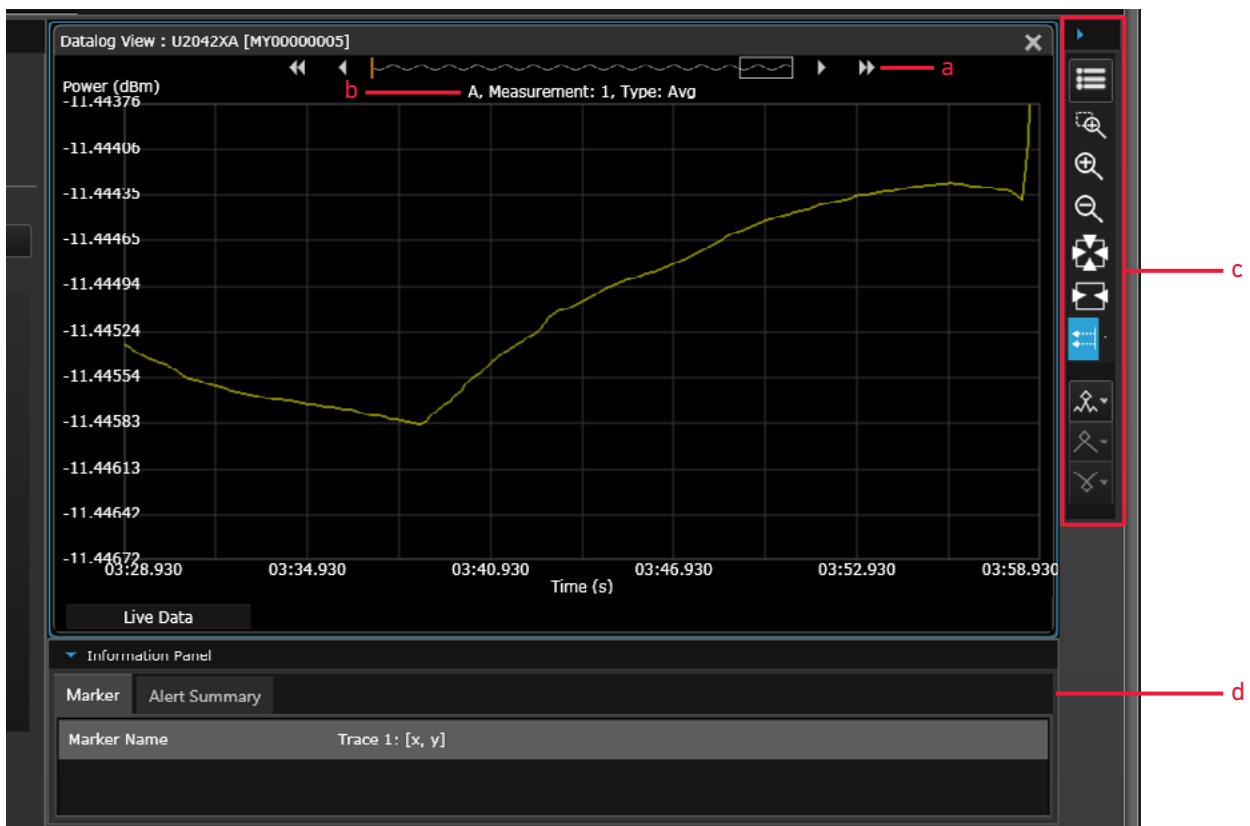
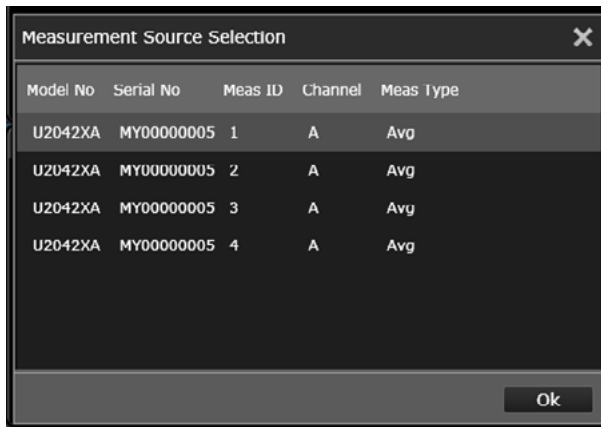
- 5 Результаты измерений средней мощности можно просматривать в окне отображения Digital Meter (цифровой измеритель).




- a Указывает на сбор данных измерений в режиме Run (выполнение).
  - b Показывает состояние измерения.
  - c  Изменить заголовок в верхней части окна отображения.
  -  Сбросить отображаемые минимальное и максимальное измеренные значения.
  - d Сводка условий о пределах предупреждений для текущего измерения.
- 6 Для наблюдения за результатами измерений средней мощности за период времени создайте окно отображения Datalog (регистратор данных), щёлкнув мышью по клавише .



Выберите одно из доступных измерений из списка и щёлкните мышью по клавише **Ok**.



- a Панель предварительного просмотра данных.
- b Показывает имя канала, номер измерения, тип измерения.
- c Палитра инструментальных средств для обеспечения управления графиком регистратора данных (для получения более подробной информации обращайтесь к справочной документации программы BenchVue Power Meter).
- d Сводка маркерных измерений и условий о пределах предупреждений для текущего измерения.

- 7 Поместите маркер (или до пяти маркеров) на график, щёлкнув мышью по пиктограмме  для получения отсчёта.





## Пример быстрой установки параметров измерений в окне отображения Trace (график)


В следующем примере показано, как установить параметры базовых измерений пиковой мощности для ВЧ-импульсов с помощью программы BenchVue.

### ПРИМЕЧАНИЕ

Режимом по умолчанию для измерителя мощности является Average only (только средняя мощность). Он изменится на режим Normal (нормальный) при выборе окна отображения Trace (график). Поскольку режим Normal (нормальный) обеспечивает меньший динамический диапазон, то диапазон измеряемой мощности будет автоматически уменьшен.

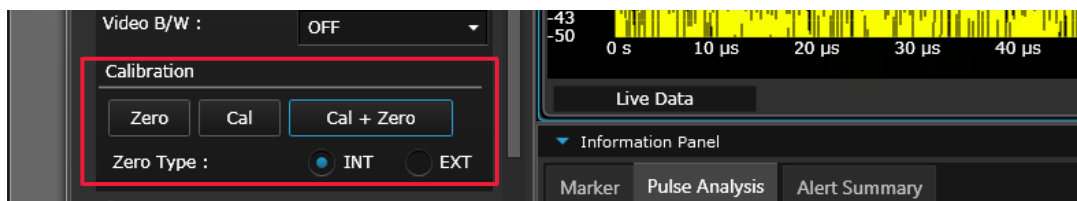
Для получения широкого динамического диапазона при измерениях низких уровней мощности (< -40 дБм) необходимо установить режим Average only (только средняя мощность). Если такое измерение проводится в окне отображения Trace (график), будет появляться предупреждающее сообщение, поскольку окно отображения Trace (график) применимо только для режима Normal (нормальный) измерителя мощности.

Предполагается, что измеритель мощности серии U2040X уже подключён к генератору сигналов.

- 1 Настройте параметры генератора, как указано ниже:
  - период повторения импульсов: 500 мкс;
  - длительность импульсов: 100 мкс;
  - амплитуда: 5 дБм;
  - частота: 1 ГГц;
  - импульсная модуляция: включена.
- 2 Включите ВЧ-выход генератора сигналов. Запустите прикладную программу BenchVue Power Meter (см. [страницу 44](#)).
- 3 Создайте окно отображения Trace (график), щёлкнув мышью по пиктограмме .



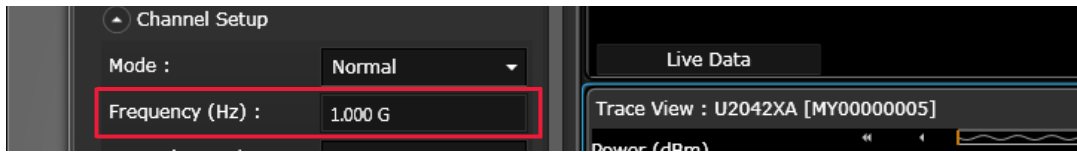
- 4 Выполните калибровку и установку нуля для получения точного результата измерения мощности.



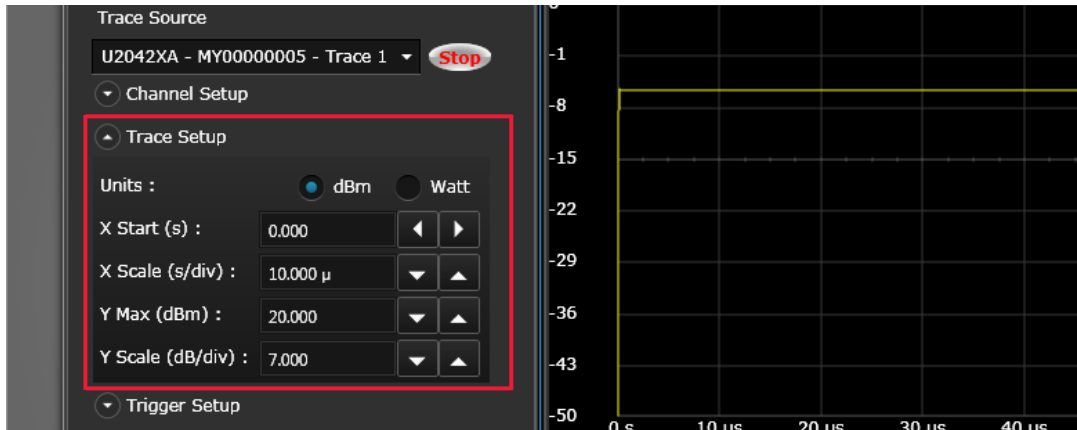
### ПРИМЕЧАНИЕ


- При измерениях уровней мощности < -50 дБм рекомендуется выполнить внешнюю установку нуля и выключить ВЧ-выход для улучшения точности и стабильности измерений.
- Убедитесь, что модуляция включена.

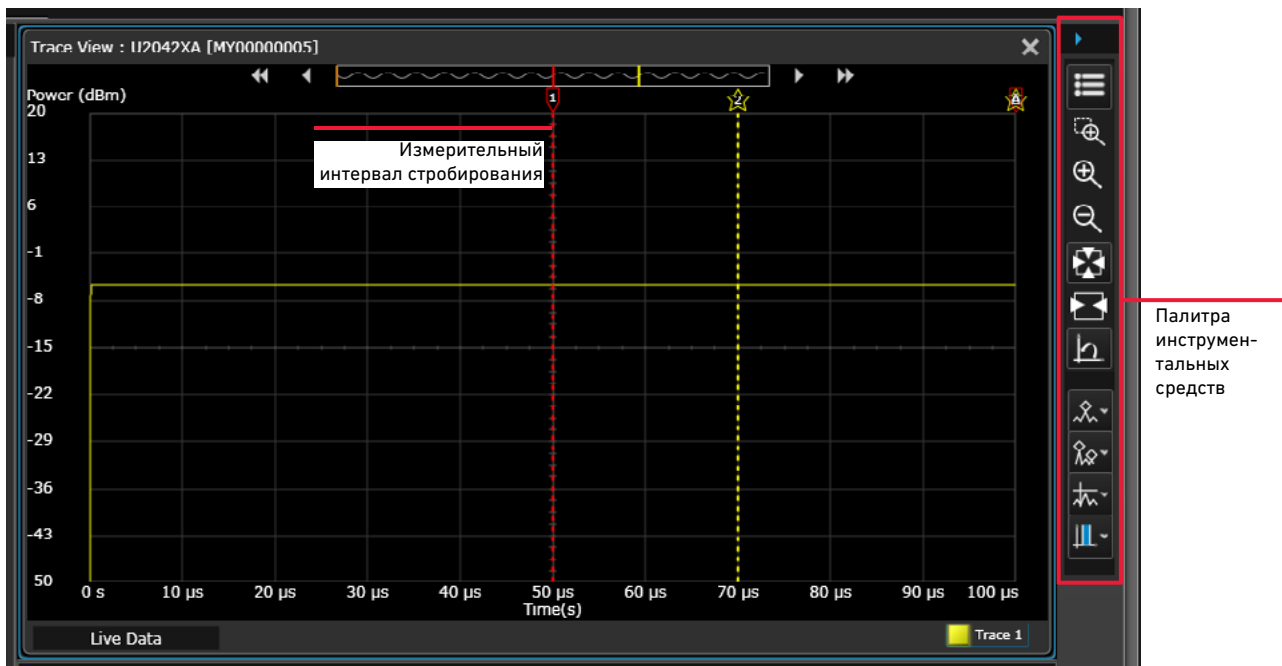
- 5 Установите частоту измерителя мощности серии U2040X, равной 1 ГГц.



- 6 Установите шкалы по горизонтали и вертикали для настройки представления импульса в окне отображения Trace (график).



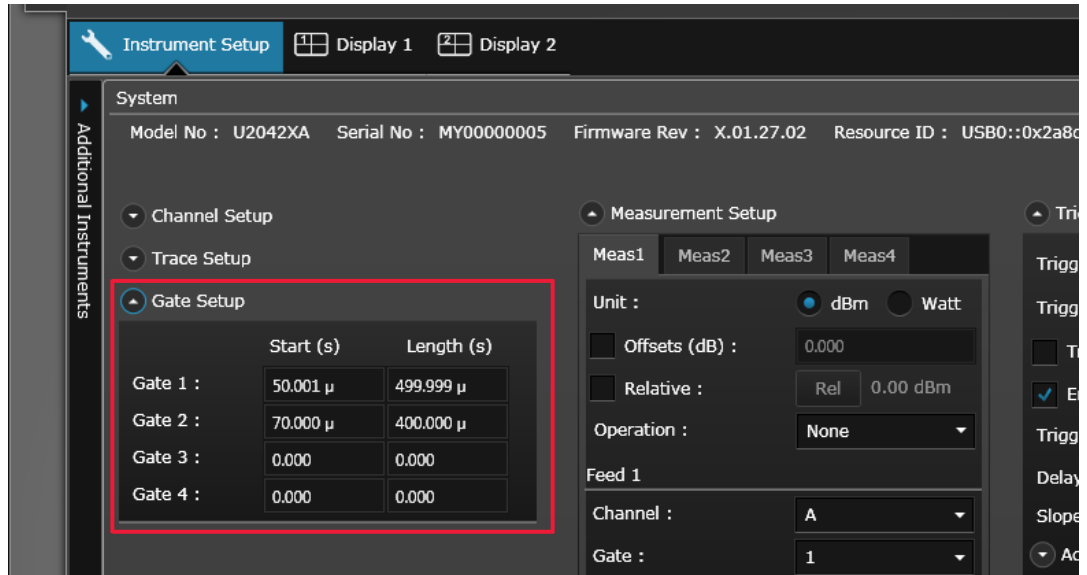
- 7 Для включения интервалов стробирования на графике щёлкните по пиктограмме  в палитре инструментальных средств.



**ПРИМЕЧАНИЕ**

Пользователь может добавлять маркеры или настраивать отображение в режиме Trace (график), используя органы управления палитры инструментальных средств. Для получения более подробной информации о каждом органе управления обращайтесь к справочной документации программы BenchVue Power Meter.

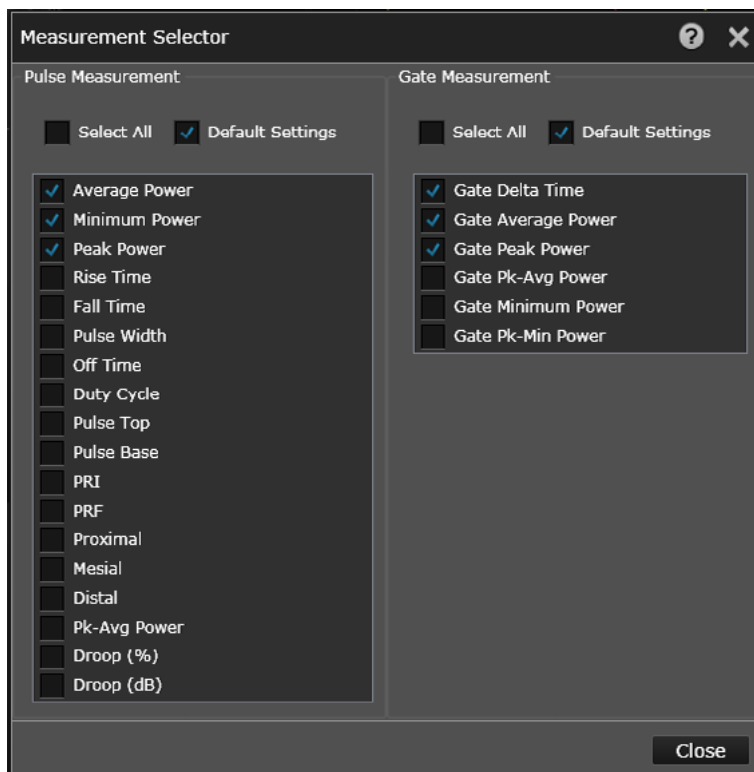
Для более точного управления параметрами интервалов стробирования обеспечивается возможность их установки на вкладке **Instrument Setup** (установки параметров измерительного прибора), где можно ввести начальную точку и длительность (в секундах) для каждого из четырёх интервалов стробирования.



- 8 Результаты измерений мощности импульсов можно просматривать на вкладке **Pulse Analysis** (анализ импульсов) под заголовком **Information Panel** (информационная панель).











Можно выбрать для отображения на экране результаты дополнительных видов измерений параметров импульсов и измерений в интервалах стробирования, отметив соответствующие флажки на вкладке **Measurement Selector** (селектор видов измерений).



## Краткий обзор программы BenchVue Power Meter

### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения более подробной информации о каждом из свойств программы BenchVue Power Meter обращайтесь к справочной документации этой программы.

- а Доступ к общим установкам параметров измерений для текущего окна отображения измерения.
- Щёлкнуть мышью по пиктограмме  для создания окна отображения Digital Meter (цифровой измеритель).
- Щёлкнуть мышью по пиктограмме  для создания окна отображения Analog Meter (аналоговый измеритель).
- Щёлкнуть мышью по пиктограмме  для создания окна отображения Data Log (регистратор данных).
- Щёлкнуть мышью по пиктограмме  для создания окна отображения Trace (график).
- Щёлкнуть мышью по пиктограмме  для создания окна отображения MultiList (мультисписок).
- Щёлкнуть мышью по пиктограмме , чтобы назначить измерение для выбранного окна отображения.
- Щёлкнуть мышью по клавише  или  для одновременного запуска или останова всех заданных измерений на всех окнах отображения.

Для получения более подробной информации обращайтесь к подразделам “Установки параметров измерителя мощности в режиме Average only” на странице 56 и “Установки параметров измерителя мощности в режиме Normal” на странице 58.

Общие установки параметров измерений

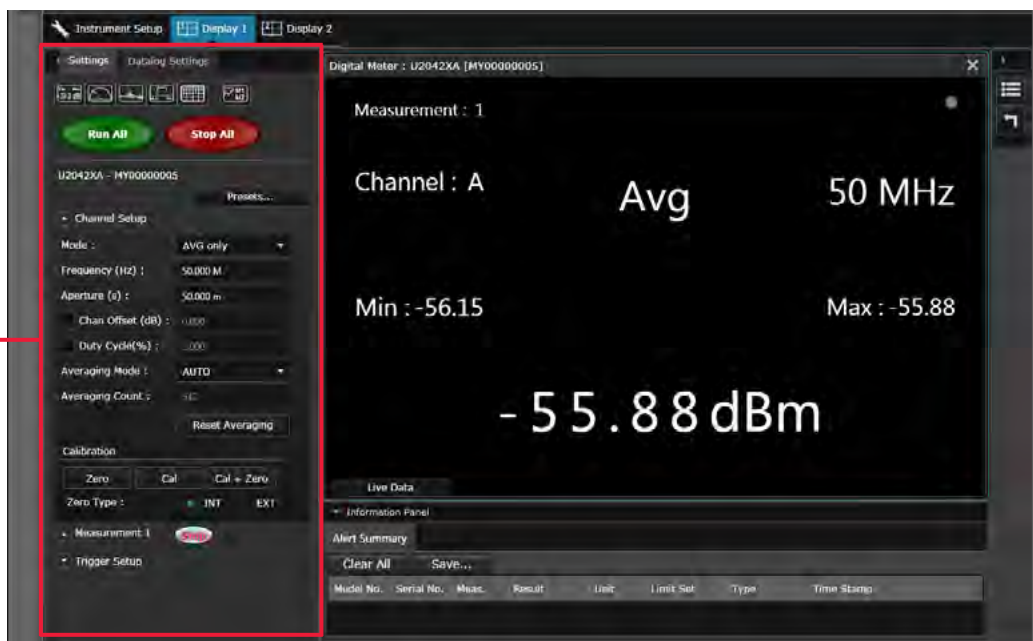
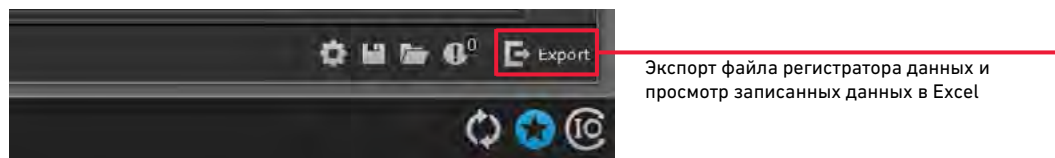


Рисунок 2-2 Панель общих установок параметров измерений

Для доступа к установкам параметров в режиме отображения Data Log (регистратор данных) щёлкните мышью по вкладке **Datalog Settings** (установки параметров в режиме отображения Data Log). Чтобы включить режим отображения Data Log, требуется остановить сбор данных измерения.



**Рисунок 2-3** Панель установки параметров в режиме отображения Data Log (регистратор данных)



Экспорт файла регистратора данных и просмотр записанных данных в Excel

**Рисунок 2-4** Экспорт файла регистратора данных

- b** Сохраните или загрузите состояние измерительного прибора для текущего приложения в защищённом патентом формате с расширением имени файла \*.state.



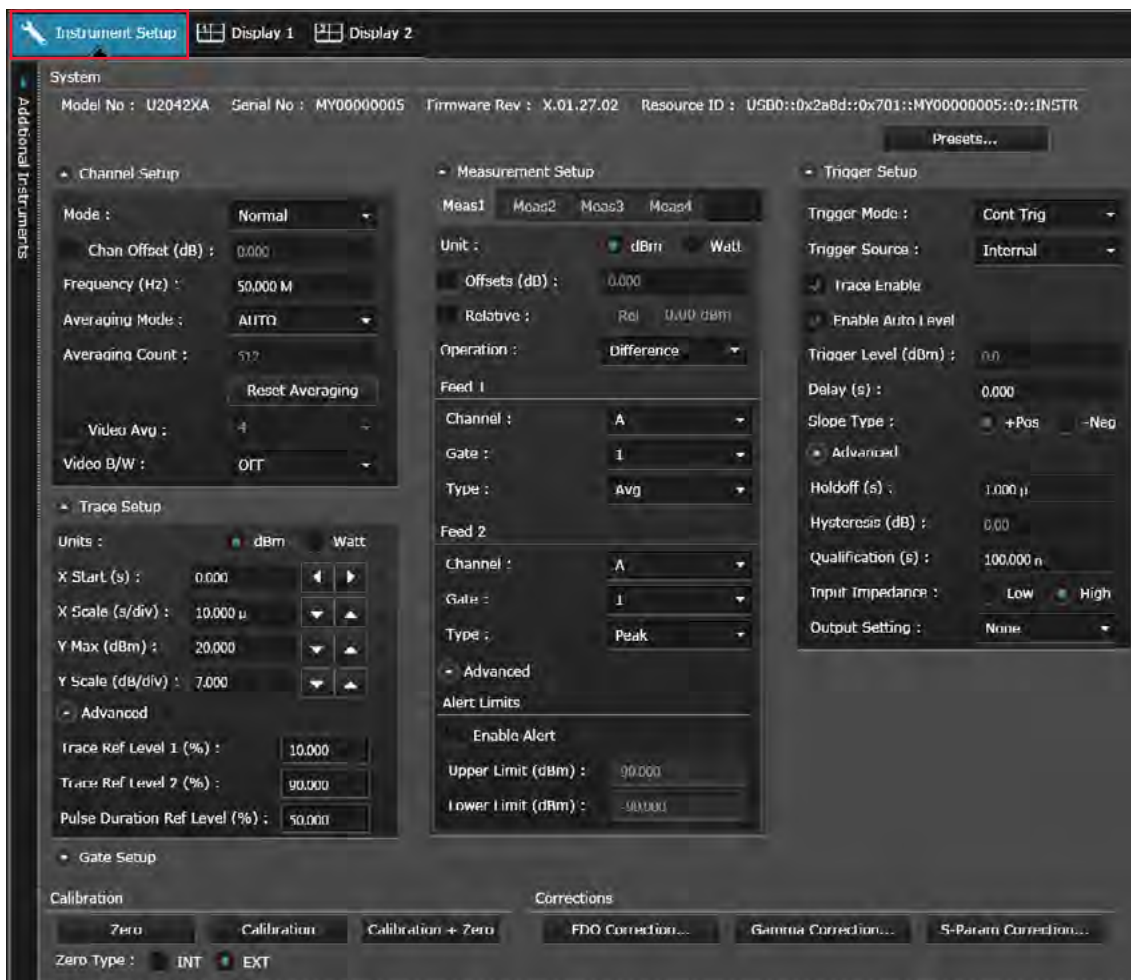
Сохранить состояние измерительного прибора

Загрузить состояние измерительного прибора

**Рисунок 2-5** Сохранение/загрузка файла состояния измерительного прибора

- Обратитесь к расширенным установкам параметров, таким как коррекции (частотно-зависимое смещение, гамма-коррекция и коррекция с использованием S-параметров), пределы предупреждений, выход регистратора, опорные уровни графика/длительности импульса, входной импеданс и выход запуска.

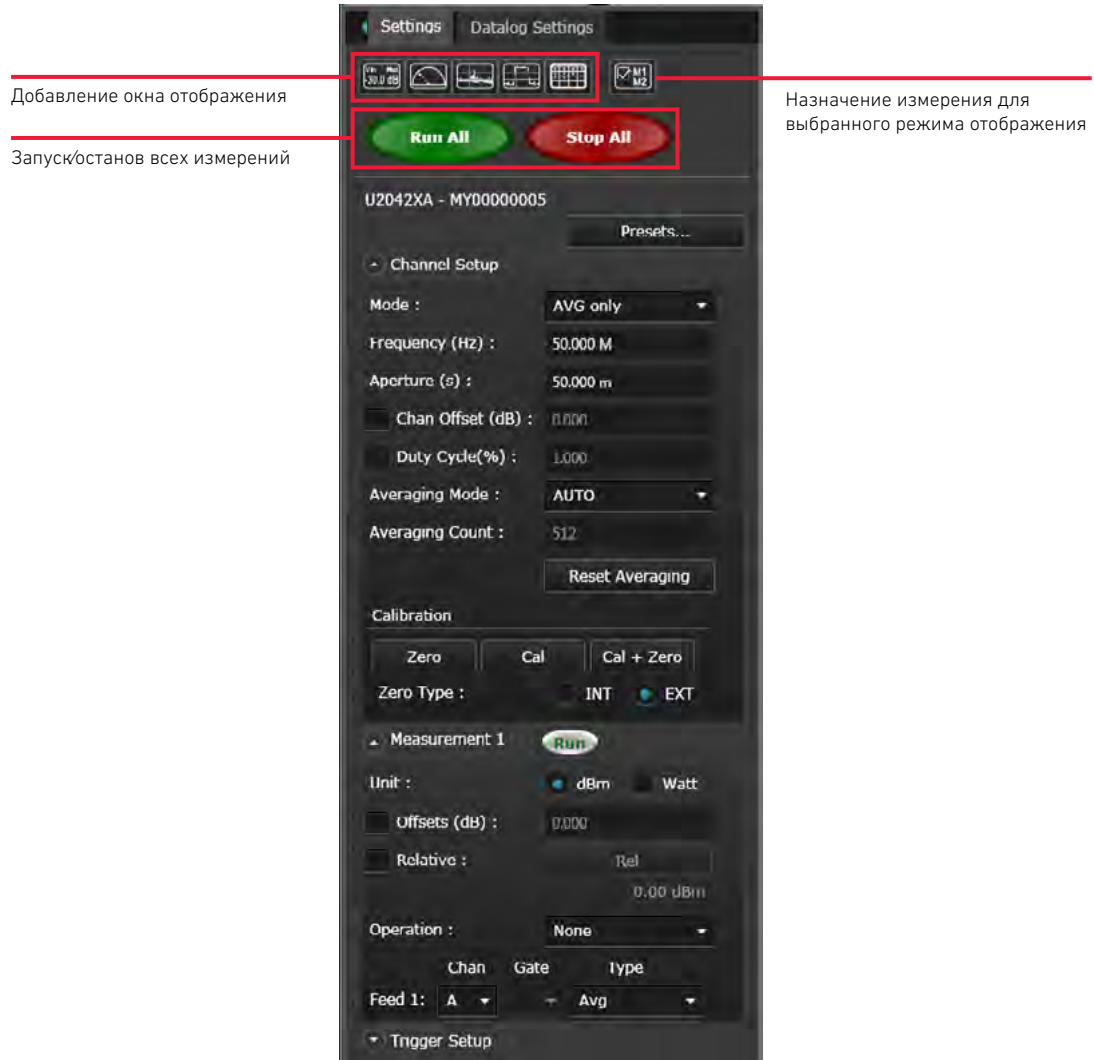
Для получения более подробной информации обращайтесь к подразделу "Вкладка Instrument Setup" на странице 61.



**Рисунок 2-6** Панель установки параметров измерительного прибора (расширенные установки параметров)

## Установки параметров измерителя мощности в режиме Average only

Общие установки параметров измерения мощности в режиме Average only (только средняя мощность)



**Рисунок 2-7** Установки параметров измерителя мощности в режиме Average only



**Таблица 2-1** Описание установок параметров измерителя мощности в режиме Average Only (только средняя мощность)

| Элемент                                | Описание   |
|--|--|
| Presets<br>(предварительные установки) | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Устанавливает в измерительном приборе его значения по умолчанию, либо значения, предназначенные для измерения сигналов заданного формата связи. Предварительная установка не влияет на данные, запомненные в таблицах коррекции (частотно-зависимое смещение, гамма-коррекция и S-параметры), на данные в выбранной таблице коррекции, а также на данные установки нуля и калибровки.</li> <li>– Выполняет сброс системы в исходное состояние.</li> </ul>   |
| Channel Setup<br>(установка канала)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите для канала режим Normal (нормальный) или Average Only (только средняя мощность).</li> <li>– Установите частоту измерения.</li> <li>– Установите время апертуры.</li> <li>– Установите смещение канала, которое применяется к измеренной мощности раньше, чем какие-либо математические функции. См. подраздел <b>"Упрощенный тракт измерения"</b> на странице 76.</li> <li>– Установите коэффициент заполнения.</li> <li>– Установите автоматический или ручной режим усреднения данных измерения. Число усредняемых отсчетов может быть в диапазоне от 1 до 1024. Увеличение числа усредняемых отсчетов снижает уровень шума измерения, но при этом увеличивается время измерения. Фильтр усреднения отсчетов может также быть сброшен. См. подраздел <b>"Типичное число усредняемых отсчетов"</b> на странице 77.</li> </ul>   |
| Calibration<br>(калибровка)            | <p>Выполните автоматическую калибровку измерителя мощности серии U2040X (для этого не требуется подключать его к опорному источнику мощности), либо автоматическую установку нуля измерителя мощности серии U2040X (внутреннюю или внешнюю).</p> <p>При проведении внутренней установки нуля ВЧ/СВЧ-сигнал на входе измерителя мощности серии U2040X может как присутствовать, так и отсутствовать. При проведении внешней установки нуля присутствие ВЧ/СВЧ-сигнала на входе измерителя мощности серии U2040X не допускается.</p>   |
| Measurement<br>(измерение)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Запустите/остановите измерение.</li> <li>– Установите логарифмические (dBm - дБм) или линейные (Watt - Вт) единицы измерения.</li> <li>– Установите коэффициент смещения результатов измерений. Измеритель мощности серии U2040X корректирует каждый результат измерения на величину этого коэффициента для компенсации усиления/ослабления.</li> <li>– Включите относительный режим, который вычисляет результат измерения (как отношение) относительно опорного значения. Когда этот режим включён, опорное значение можно установить, используя орган управления <b>&lt;Rel&gt;</b>. Относительный отсчёт отображается в dB (дБ) или %.</li> <li>– Операции с обработкой результатов измерений недоступны в режиме Average Only (только средняя мощность).</li> </ul>  |
| Trigger Setup<br>(установка запуска)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите однократный (Single), автоматический (Free Run) или непрерывный (Continuous) режим запуска. Автоматический режим запуска (Free Run) не позволяет устанавливать какие-либо условия запуска.</li> <li>– Установите в качестве источника запуска внешний (External) источник в режиме однократного или непрерывного режима запуска.</li> <li>– Установите время задержки (Delay Time), которое должно применяться между событием запуска и временем начала всех интервалов стробирования. Это позволяет сдвинуть во времени все интервалы стробирования на одну и ту же величину с помощью изменения одной установки.</li> <li>– Выберите положительный или отрицательный тип перепада, чтобы определить, будет ли событие запуска распознаваться по нарастающему или спадающему перепаду сигнала, соответственно.</li> <li>– Установите время удерживания (Holdoff Time), чтобы заблокировать механизм запуска после того, как происходит событие запуска.</li> <li>– Установите значение квалификации (Qualification Value).</li> </ul> |

## Установки параметров измерителя мощности в режиме Normal

Общие установки параметров измерения мощности в режиме Normal (нормальный)

Общие установки в окне отображения Trace (график) в режиме Normal (нормальный)

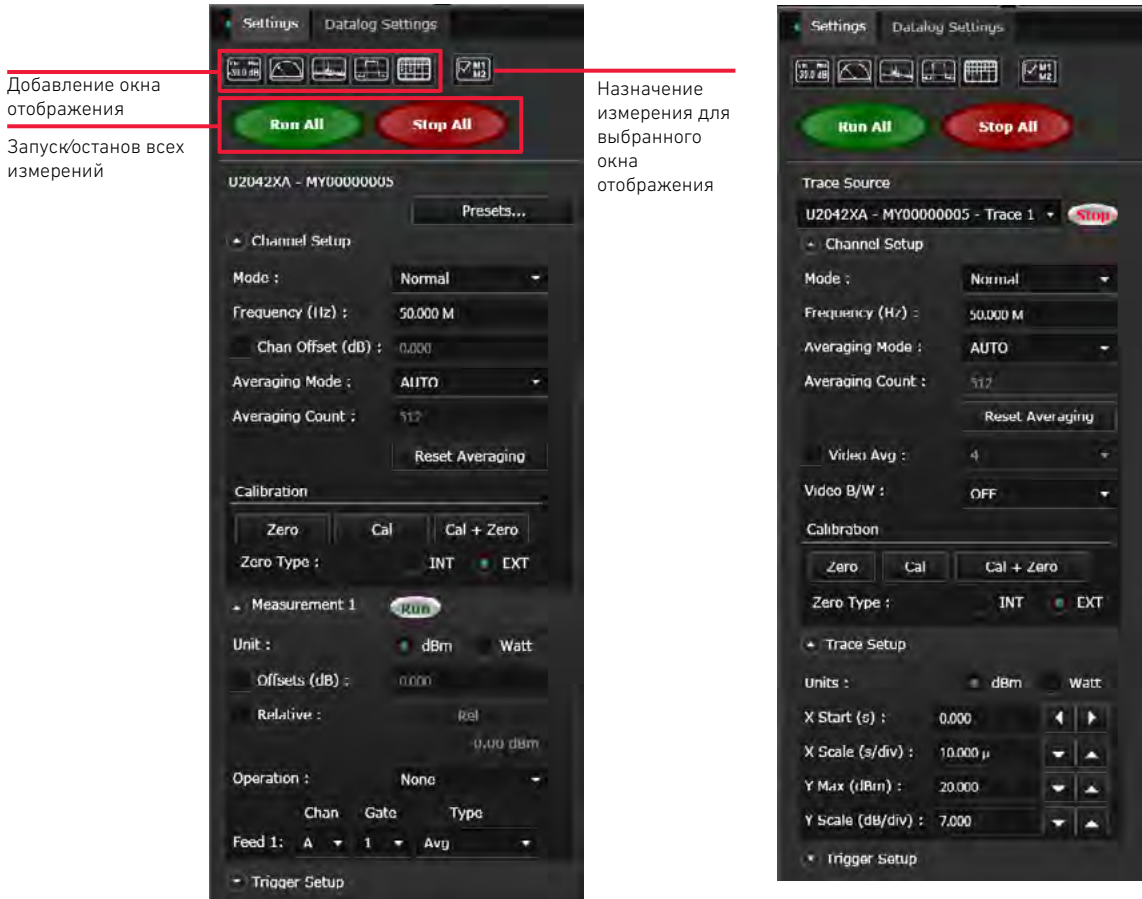


Рисунок 2-8 Установки параметров измерителя мощности в режиме Normal

**Таблица 2-2** Описание установок параметров измерителя мощности в режиме Normal (нормальный)

| Элемент                                | Описание  |
|--|---|
| Presets<br>(предварительные установки) | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Устанавливает в измерительном приборе его значения по умолчанию, либо значения, предназначенные для измерения сигналов заданного формата связи. Предварительная установка не влияет на данные, запомненные в таблицах коррекции (частотно-зависимое смещение, гамма-коррекция и S-параметры), на данные в выбранной таблице коррекции, а также на данные установки нуля и калибровки.</li> <li>– Выполняет сброс системы в исходное состояние.</li> </ul>  |
| Channel Setup<br>(установка канала)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите для канала режим Normal (нормальный) или Average Only (только средняя мощность).</li> <li>– Установите частоту измерения.</li> <li>– Установите смещение канала, которое применяется к измеренной мощности раньше, чем какие-либо математические функции. См. подраздел <b>"Упрощенный тракт измерения"</b> на странице 76.</li> <li>– Установите автоматический или ручной режим усреднения данных измерения. Число усредняемых отсчетов может быть в диапазоне от 1 до 1024. Увеличение числа усредняемых отсчетов снижает уровень шума измерения, но при этом увеличивается время измерения. Фильтр усреднения отсчетов может также быть сброшен. См. подраздел <b>"Типичное число усредняемых отсчетов"</b> на странице 77.</li> </ul>  |
| Calibration<br>(калибровка)            | <p>Выполните автоматическую калибровку измерителя мощности серии U2040X (для этого не требуется подключать его к опорному источнику мощности), либо автоматическую установку нуля измерителя мощности серии U2040X (внутреннюю или внешнюю).</p> <p>При проведении внутренней установки нуля ВЧ/СВЧ-сигнал на входе измерителя мощности серии U2040X может как присутствовать, так и отсутствовать. При проведении внешней установки нуля присутствие ВЧ/СВЧ-сигнала на входе измерителя мощности серии U2040X не допускается.</p>  |
| Measurement<br>(измерение)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Запустите/остановите измерение.</li> <li>– Установите логарифмические (dBm - дБм) или линейные (Watt - Вт) единицы измерения.</li> <li>– Установите коэффициент смещения результатов измерений. Измеритель мощности серии U2040X корректирует каждый результат измерения на величину этого коэффициента для компенсации усиления/ослабления.</li> <li>– Включите относительный режим, который вычисляет результат измерения (как отношение) относительно опорного значения. Когда этот режим включён, опорное значение можно установить, используя орган управления &lt;Rel&gt;. Относительный отсчёт отображается в dB (дБ) или %.</li> <li>– Включите измерение разности или отношения, либо запретите все операции между входными каналами feed 1 и feed 2.</li> <li>– Сконфигурируйте интервал стробирования и требуемый тип измерения для данного входного канала (feed).</li> </ul>  |
| Trigger Setup<br>(установка запуска)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите однократный (Single), автоматический (Free Run) или непрерывный (Continuous) режим запуска. Автоматический режим запуска (Free Run) не позволяет устанавливать какие-либо условия запуска.</li> <li>– Установите в качестве источника запуска внутренний (Internal) или внешний (External) источник запуска.</li> <li>– Включите автоматический режим установки уровня или вручную установите уровень запуска для внутреннего источника запуска.</li> <li>– Установите время задержки (Delay Time), которое должно применяться между событием запуска и временем начала всех интервалов стробирования. Это позволяет сдвинуть во времени все интервалы стробирования на одну и ту же величину с помощью изменения одной установки.</li> <li>– Выберите положительный или отрицательный тип перепада, чтобы определить, будет ли событие запуска распознаваться по нарастающему или спадающему перепаду сигнала, соответственно.</li> <li>– Установите время удерживания (Holdoff Time), чтобы заблокировать механизм запуска после того, как происходит событие запуска.</li> <li>– Установите гистерезис для обеспечения более стабильного запуска за счёт предотвращения запуска, пока уровень мощности ВЧ-сигнала не достигнет заданного значения и дополнительной величины гистерезиса. Это свойство можно использовать для генерации запуска как по нарастающему, так и спадающему перепаду. Гистерезис доступен только для внутреннего источника запуска и ручной установки уровня запуска.</li> <li>– Установите значение квалификации (Qualification Value).</li> </ul> |

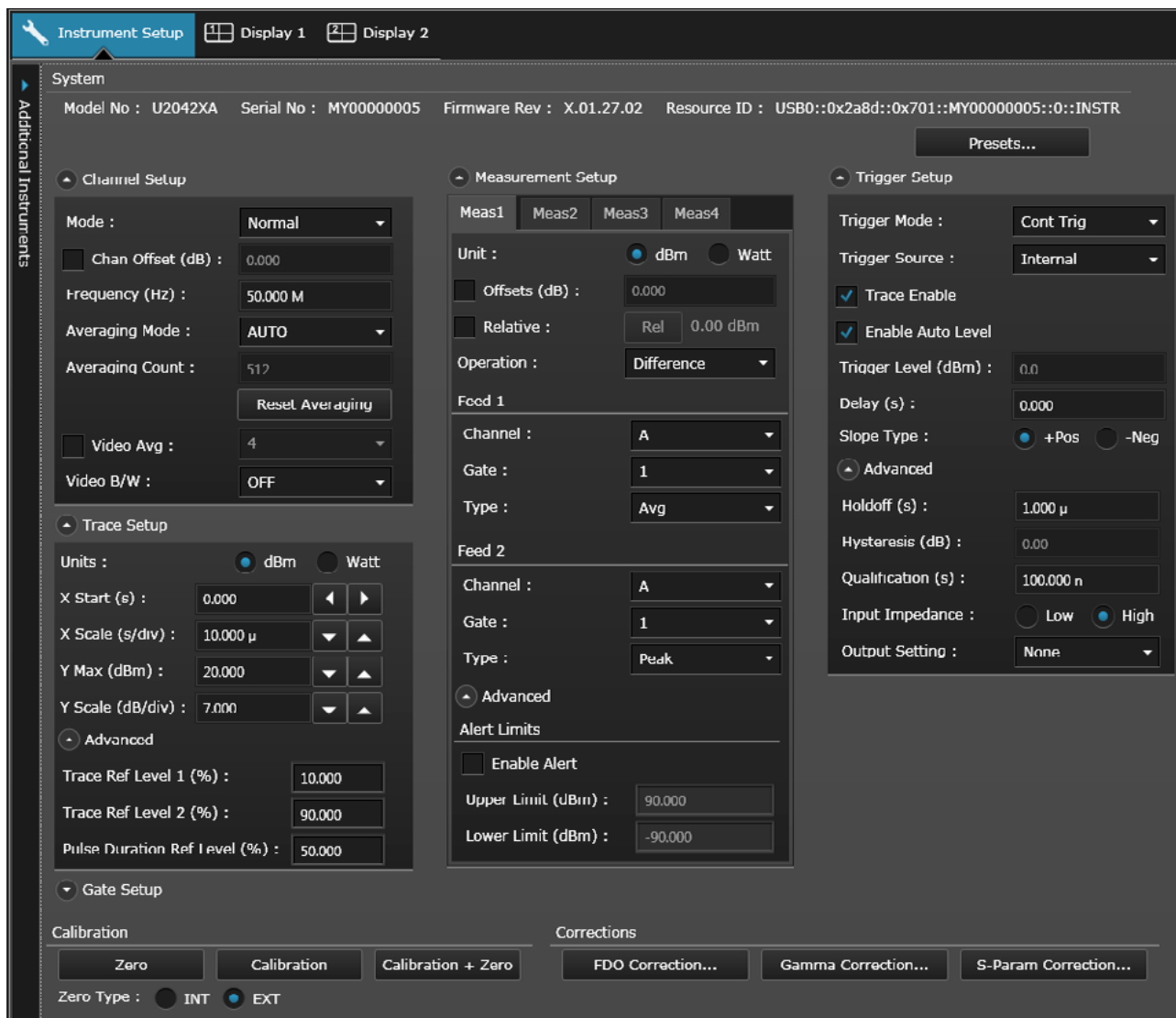
**Таблица 2-2**    Описание установок параметров измерителя мощности в режиме Normal (нормальный) (продолжение)

| Элемент   | Описание   |
|---|--|
| Channel Setup<br>(установка канала)<br>(в режиме<br>отображения Trace)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите усреднение в видеотракте для усреднения повторений сигнала, синхронизированных сигналом запуска. Число усреднений может быть от 1 до 256, кратное 2<sup>n</sup>. При усреднении в видеотракте средние значения, полученные в результате множества сборов данных, вычисляются для сглаживания отображаемого графика и уменьшения видимого шума. Это измерение требует непрерывно повторяющегося сигнала.</li> <li>– Установите полосу пропускания видеотракта.<br/> <p>Формы частотных характеристик полос пропускания Low (узкая), Medium (средняя) и High (широкая), соответствующие установкам полосы пропускания видеотракта, обеспечивают равномерные частотные характеристики фильтра в полосе пропускания с очень высокой крутизной затухания выше частоты среза за счет применения методов цифровой обработки сигналов для достижения точных измерений мощности в пределах заданной полосы пропускания.</p> <p>Если для полосы пропускания видеотракта выбрана установка Off (выключено), цифровая обработка сигналов выключается. За счёт этого обеспечивается спад частотной характеристики менее чем на 3 дБ<sup>[a]</sup>. Такая характеристика лучше всего подходит для точного захвата графика, минимизируя выбросы на фронте импульса и удаляя любые осцилляции (“звон”), вызываемые фильтрами с крутым срезом, которые используются при выборе установок Low (узкая), Medium (средняя) и High (широкая). См. подраздел “<b>Формы частотных характеристик фильтра</b>” на странице 79.</p> </li> </ul> |
| Trace Setup<br>(установка графика)                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите единицы измерения графика, время начала, масштаб горизонтальной шкалы (оси X), верхний предел вертикальной шкалы (оси Y) и масштаб вертикальной шкалы (оси Y).</li> </ul>  |
| Trigger Setup<br>(установка запуска)<br>(в режиме<br>отображения Trace) | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Выберите для разрешения отображения графика при использовании однократного (Single) или непрерывного (Continuous) режимов запуска.</li> </ul>   |

[a] Если установленная частота измерителя мощности серии U2040X  $\geq$  300 МГц.

## Вкладка Instrument Setup

Эта вкладка предоставляет возможность сконфигурировать дополнительные параметры измерительного прибора для выполняемых измерений, как описано в [таблице 2-3](#).



**Рисунок 2-9** Вкладка Instrument Setup (установки параметров измерительного прибора)

**Таблица 2-3**    Описание дополнительных установок параметров на вкладке Instrument Setup (установки параметров измерительного прибора)


| Элемент   | Доступные установки параметров   |
|---|--|
| Trace setup<br>(установки параметров графика)             | <p><b>Расширенные установки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите опорные уровни графика, которые будут использоваться при вычислении длительностей переходов (длительностей фронта и/или среза импульсов) и событий. Это позволяет проводить измерения длительности переходов между нестандартными опорными уровнями.</li> <li>– Установите опорный уровень графика, который будет использоваться при вычислении длительностей импульсов. Это позволяет проводить измерения длительности импульсов между нестандартными опорными уровнями.</li> </ul>  |
| Gate Setup (установка параметров интервала стробирования) | <p>Установите время начала и длительность интервала стробирования.</p> <p>Время начала интервала стробирования отсчитывается относительно события запуска. Положительные значения устанавливают интервал стробирования измерения на максимальном временном удалении до 1 секунды после события запуска. Отрицательные значения устанавливают интервал стробирования измерения на максимальном временном удалении до 1 секунды перед событием запуском.</p> <p>Для получения более подробной информации обращайтесь к подразделу <b>"Измерительные интервалы стробирования"</b> на странице <b>80</b>.</p>  |
| Corrections<br>(коррекции)                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите параметры частотно-зависимого смещения, которое компенсирует изменения, зависящие от частоты, амплитудно-частотной характеристики измерительной системы. Прикладная программа BenchVue Power Meter может запомнить до 10 таблиц частотно-зависимого смещения, каждая из которых содержит 512 частотных точек.</li> <li>– Установите параметры гамма-коррекции и коррекции с использованием S-параметров. Прикладная программа BenchVue Power Meter может запомнить до 10 таблиц гамма-коррекции/S-параметров, каждая из которых содержит 1024 пар амплитуда-фаза. Для получения более подробной информации обращайтесь к подразделам <b>"Гамма-коррекция"</b> на странице <b>69</b> и <b>"Коррекция с использованием S-параметров"</b> на странице <b>70</b>.</li> </ul> <p>Обращайтесь также к подразделу <b>"Упрощенный тракт измерения"</b> на странице <b>76</b> для получения дополнительной информации о вышеприведённых коррекциях.</p> |
| Measurement Setup<br>(установка параметров измерения)     | <p><b>Расширенные установки:</b></p> <p>Включите предупреждения, чтобы определять, когда результат измерения пересёк заранее определённое верхнее и/или нижнее значение предела. Для получения более подробной информации обращайтесь к подразделу <b>"Пример применения контроля на соответствие допустимым пределам"</b> на странице <b>81</b>.</p>  |
| Trigger Setup<br>(установка запуска)                      | <p><b>Расширенные установки:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Установите импеданс для входа внешнего ТТЛ-сигнала запуска низким (Low) (50 Ом) или высоким (High) (100 кОм).</li> <li>– Включите выход сигнала запуска; высокий уровень ТТЛ-сигнала генерируется на соединителе Trig Out (выход сигнала запуска), когда измеритель мощности серии U2040X запускается.</li> <li>– Включите сигнал опорного генератора (временной базы) 10 МГц</li> </ul>   |
| Дополнительные измерительные приборы                      | <p>Посмотрите все подключённые приборы и выберите любой из них для использования в прикладной программе BenchVue Power Meter. В прикладной программе BenchVue Power Meter можно объединить до 15 измерительных приборов.</p>   |

## Обзор работы с несколькими измерителями мощности

В данном разделе приведены примеры работы с несколькими измерителями мощности с использованием прикладной программы BenchVue Power Meter.

### Работа с одним приложением настольных измерительных приборов

#### Несколько окон отображения Digital Meter (цифровой измеритель)

Выберите измерительные приборы для использования, щёлкнув мышью по пунктам **Instrument Setup** (установки параметров измерительного прибора) > **Additional Instruments** (дополнительные измерительные приборы). Добавьте до четырёх окон отображения Digital Meter (цифровой измеритель), щёлкнув мышью по пиктограмме  и выбрав источники результатов измерений для отображения.

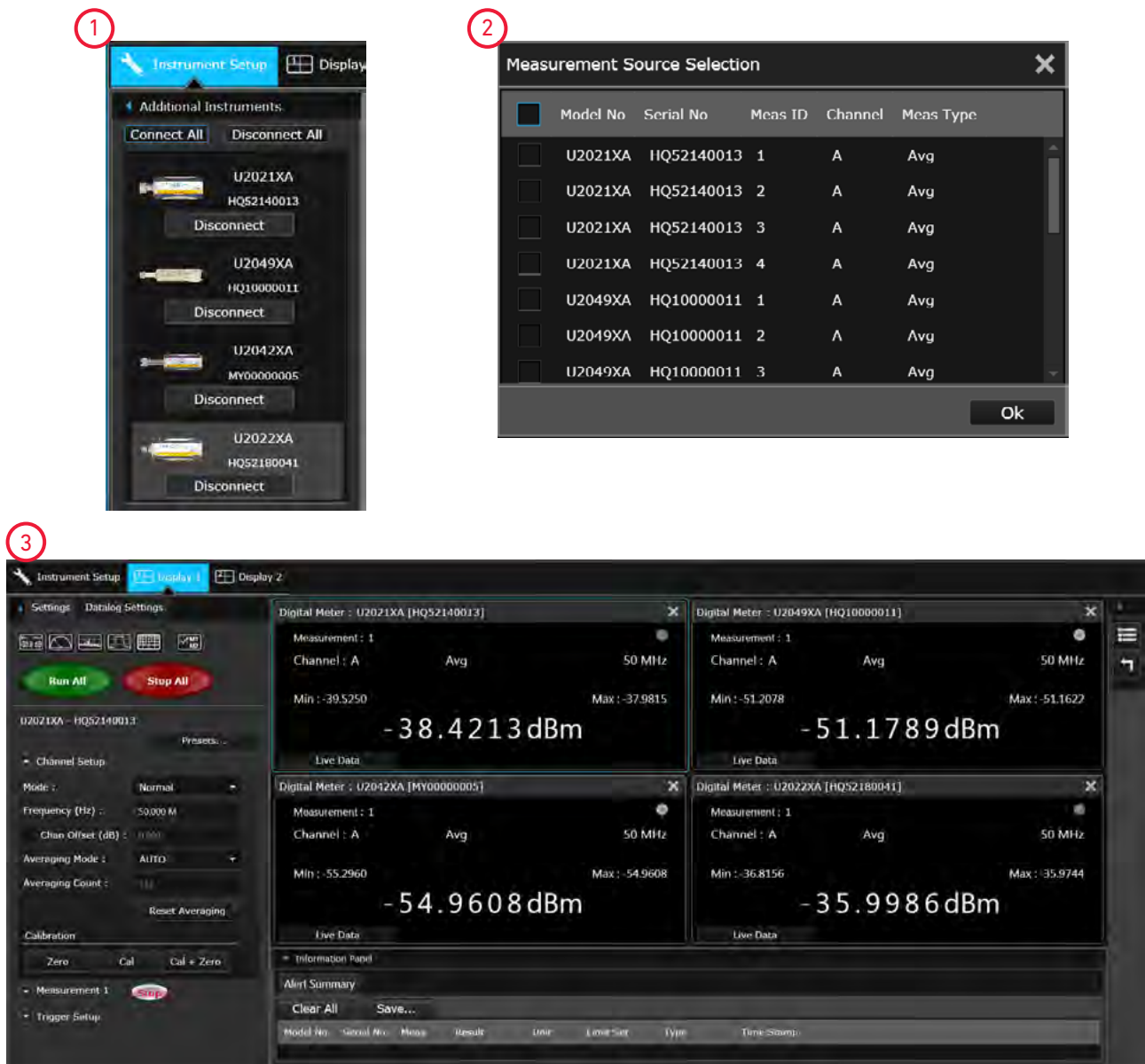



Рисунок 2-10 Пример нескольких окон отображения Digital Meter (цифровой измеритель)

### Окно отображения Multilist (мультисписок)

Выберите измерительные приборы для использования, щёлкнув мышью по пунктам **Instrument Setup** (установки параметров измерительного прибора) > **Additional Instruments** (дополнительные измерительные приборы). Добавьте окно отображения Multilist (мультисписок), щёлкнув мышью по пиктограмме  и выбрав источники результатов измерений для отображения.

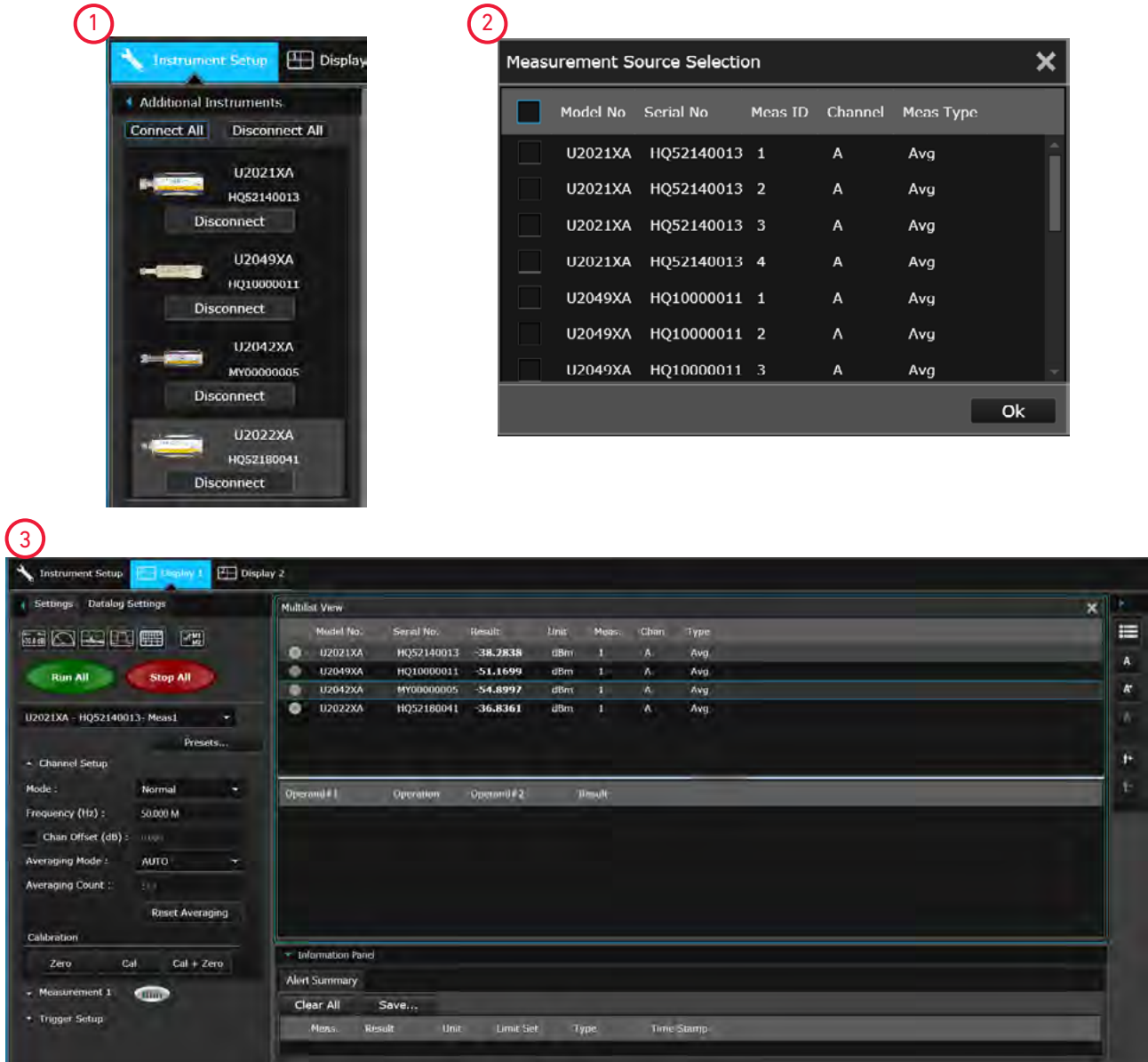



Рисунок 2-11 Пример окна отображения Multilist (мультисписок)



### Одно окно отображения Trace с несколькими графиками

Выберите измерительные приборы для использования, щёлкнув мышью по пунктам **Instrument Setup** (установки параметров измерительного прибора) > **Additional Instruments** (дополнительные измерительные приборы). Добавьте окно отображения Trace (график), щёлкнув мышью по пиктограмме  и выбрав источники графиков для отображения.

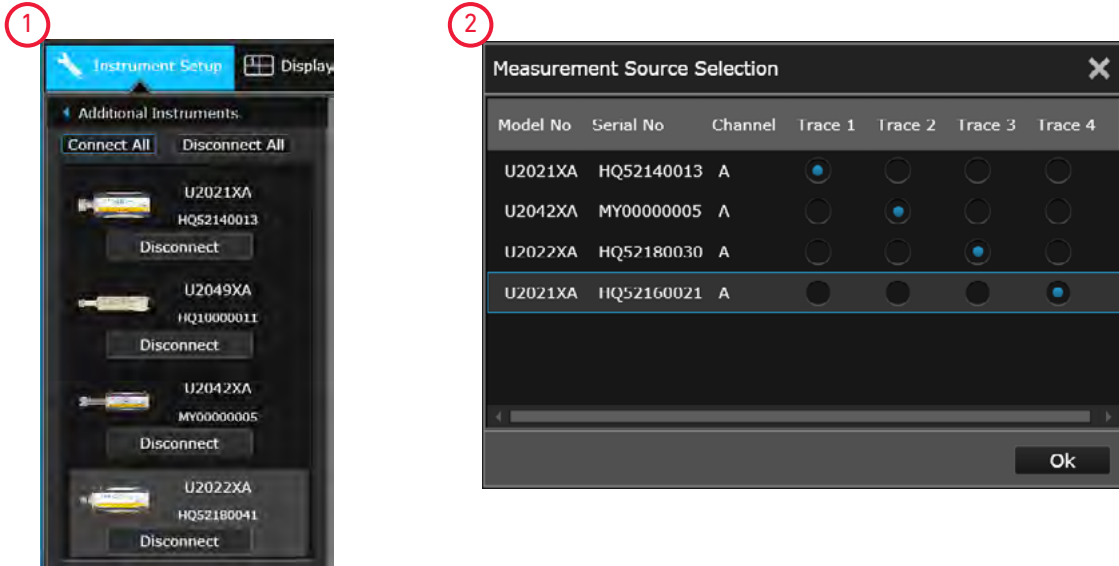
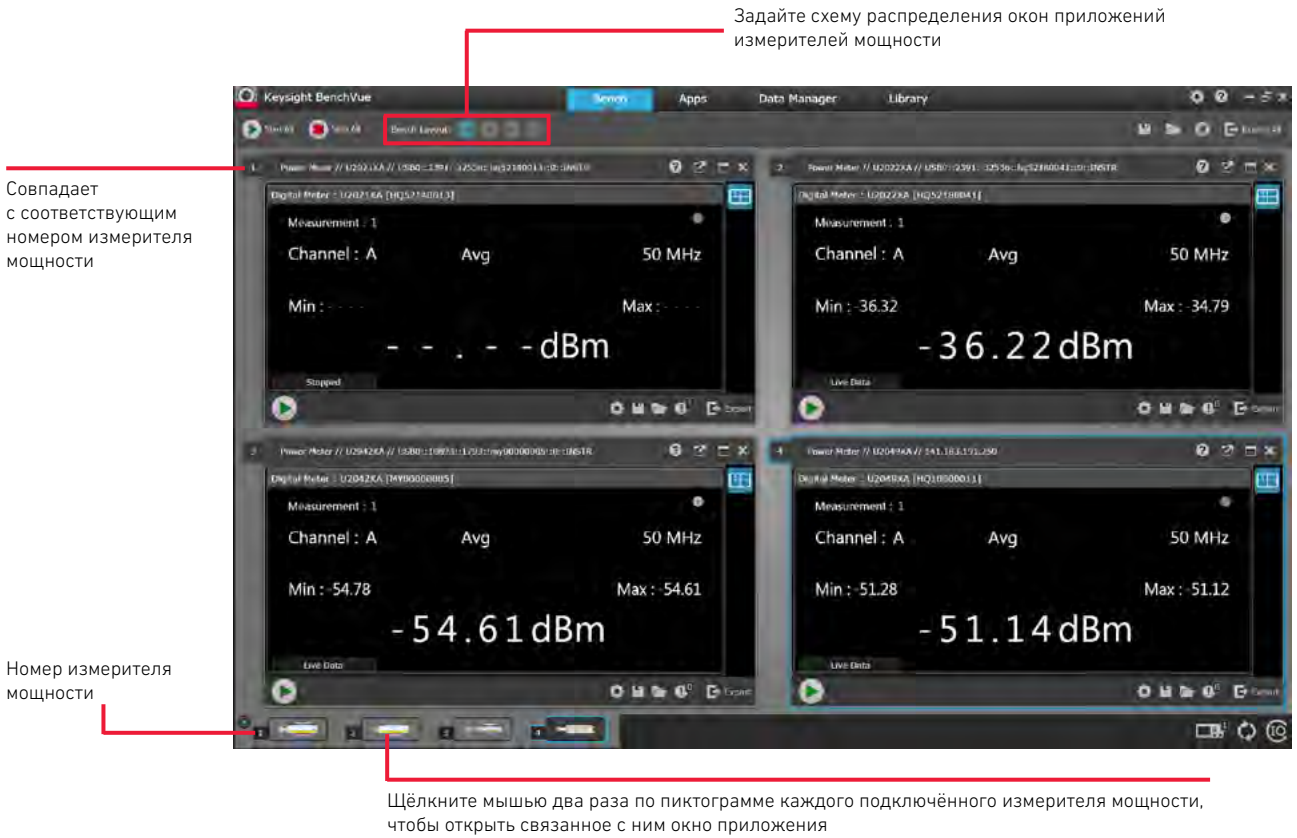


Рисунок 2-12 Пример отображения нескольких графиков

## Работа с несколькими приложениями настольных измерительных приборов



**Рисунок 2-13** Пример отображения нескольких окон

## Свойства измерителей мощности серии U2040X

### Широкий охват сигналов широкополосной связи для любых форматов модуляции

Измерители мощности серии U2040X обеспечивают точные измерения средней мощности или измерения средней мощности с временным стробированием для любых модулированных сигналов, включая все наиболее распространённые типы сигналов беспроводной связи, такие как сигналы стандартов LTE, LTE-Advanced с шириной полосы частот 100 МГц, а также сигналы стандарта WLAN 802.11ac с шириной полосы частот 80/160 МГц.

### Режим списка/установка последовательности тестов

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 тестовых последовательностей.

Параметры запуска и стробирования позволяют определять, какая часть сигнала должна участвовать в измерении или исключена из него. Режим списка помогает анализировать модулированные сигналы с регулярной структурой, а также со структурой, использующей временное разделение каналов или кадровую структуру. Например, в этом режиме поддерживаются измерения пакетов GSM, использующих восемь канальных интервалов, кадров и подкадров LTE-FDD и LTE-TDD, кадров и канальных интервалов WCDMA, а также измерения канальных интервалов. Можно легко запрограммировать требуемое число канальных интервалов, включая их длительность, а также исключённые интервалы.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Для получения более подробной информации обращайтесь к руководству по программированию измерителей мощности серии U2040X (*U2040 X-Series Programming Guide*).

### Изменяемое время апертур

В режиме измерения только средней мощности и при нормальной (Normal) удвоенной (Double) быстрой (Fast) скорости измерения продолжительность временного интервала, используемого для измерения средней мощности сигнала, можно настроить установкой времени апертур в диапазоне от 2 мкс <sup>[1]</sup> до 200 мс. Это полезно для непрерывных гармонических (НГ) сигналов и шумоподобных модулированных сигналов, таких как сигналы стандартов FDD-LTE и WCDMA, поскольку в этих случаях обеспечивается выполнение измерений, охватывающих по времени полные кадры и подкадры.

Уменьшение времени апертур увеличивает производительность измерений, но ухудшает отношение сигнал/шум для измеряемого сигнала. И наоборот, увеличение времени апертур улучшает отношение сигнал/шум для измеряемого сигнала, но уменьшает производительность измерений.

[1] Применимо только для частот измерения  $\geq 300$  МГц. Для частот измерения  $< 300$  МГц минимальное время апертур равно 50 мкс. Если текущее установленное время апертур  $< 50$  мкс, а частота изменяется со значения  $\geq 300$  МГц до значения  $< 300$  МГц, время апертур будет автоматически установлено равным 50 мкс.

Таблица 2-4 Время апертуры

| Скорость измерения  | Время апертуры (по умолчанию) | Возможность настройки |
|---------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Нормальная (Normal) | 50 мс                         | Да                    |
| Удвоенная (Double)  | 25 мс                         | Да                    |
| Быстрая (Fast)      | 2 мс                          | Да                    |

## Автоматическое обнаружение пакетов

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

## Измерения параметров до 20 импульсов

Измерители мощности серии U2040X позволяют измерять параметры 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 следующие параметры: длительность, период повторения, коэффициент заполнения и интервал между импульсами, длительности положительного и отрицательного перепадов, а также время (относительно момента задержанного запуска).

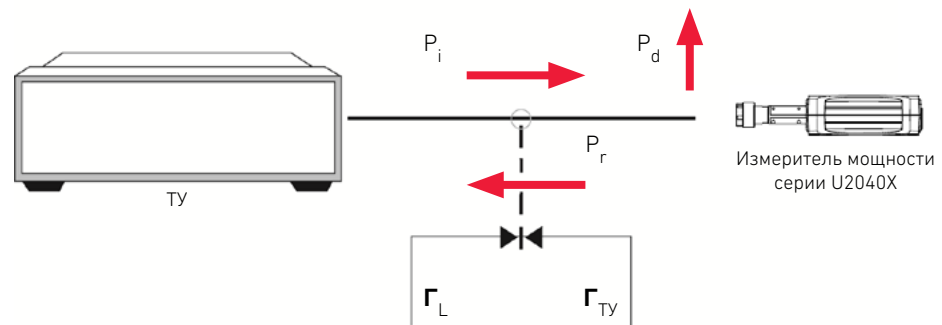
## Сброс большого числа усреднений

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 U2040X позволяют сбросить медленный фильтр после того, как будет выполнена окончательная настройка на амплитуду сигнала.

## Встроенные предустановки параметров для измерения сигналов РЛС и беспроводных систем связи

Измерители мощности серии U2040X имеют встроенные предустановки параметров для измерения наиболее распространённых сигналов, таких как сигналы стандартов DME, GSM, EDGE, WCDMA, WLAN и LTE.

## Гамма-коррекция



**Рисунок 2-14** Схема подключения тестируемого устройства (ТУ) к измерителю мощности U2040XA

В реальных условиях измерения импеданс тестируемого устройства (ТУ) или опорный импеданс ( $Z_0$ ) не равен импедансу измерителя мощности серии U2040X. Это рассогласование в значениях импеданса приводит к тому, что часть напряжения сигнала отражается. Это количественно определяется коэффициентом отражения, или гамма ( $\Gamma$ ). Часть падающей на U2040X мощности,  $P_i$ , отражается обратно к ТУ как  $P_r$ . Оставшаяся мощность,  $P_d$ , доставляется к U2040X. Типичные ТУ будут отражать часть мощности  $P_r$  обратно к U2040X, а отражённая часть мощности будет накладываться на  $P_i$ . Номинальная мощность,  $P_{z_0}$  — мощность, генерируемая после разложения на множители в  $Z_0$ , — может быть вычислена следующим образом:

$$P_{z_0} = P_i |1 - \Gamma_{TY} \Gamma_L|^2$$

Гамма-коррекция компенсирует рассогласование импедансов с помощью двух вариантов: гамма-коррекции по одной точке (Single Point Gamma) и гамма-коррекции на базе таблицы (Table-based Gamma).

### Гамма-коррекция по одной точке

Гамма-коррекция по одной точке используется, если имеется одна известная и постоянная частота, поэтому для расчётов можно использовать одно значение гамма-коррекции. Это значение для  $\Gamma_{TY}$  может быть введено для гамма-коррекции по одной точке, и его можно применить для всех частот измерений в рабочем диапазоне измерителя мощности серии U2040X.

### Гамма-коррекция на базе таблицы

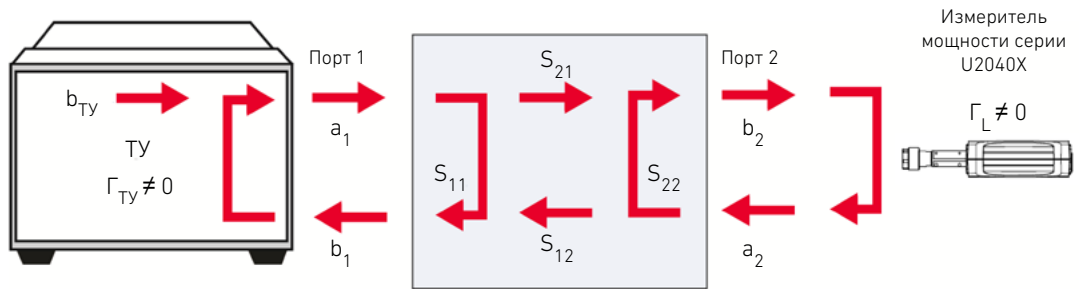
Гамма-коррекция на базе таблицы используется, если имеется множество известных частот, что приводит к множеству значений гамма-коррекции. Этот вариант поддерживает список, который может включать до 1024 значений частот измерений.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Измерители мощности серии U2040X поддерживают до 10 таблиц гамма-коррекции, которые сохраняются после сброса и циклов выключения и включения питания (перезагрузки).

Значения  $\Gamma_L$  для частот заводской калибровки в пределах рабочего диапазона измерителя мощности серии U2040 X уже предварительно загружены в измеритель мощности серии U2040X. Эти значения  $\Gamma_L$  сохраняются после сброса и циклов выключения и включения питания (перезагрузки).

## Коррекция с использованием S-параметров



**Рисунок 2-15** Неидеальное 2-портовое устройство

Тестируемое устройство (ТУ), которое имеет  $n$  портов, имеет  $n^2$  S-параметров. Эти S-параметры представляют отражённую энергию, которая вносит ошибки в результаты измерения мощности. Причиной этих ошибок обычно являются дополнительные компоненты, такие как аттенюаторы, переходы или согласующие устройства, которые устанавливаются между ТУ и измерителем мощности серии U2040X. Обычно ТУ являются неидеальными, как показано на **рисунке 2-15**. При передаче мощности от ТУ измеритель мощности серии U2040X будет отражать часть падающей мощности обратно к 2-портовому устройству. Это 2-портовое устройство будет отражать её обратно к U2040X. Поэтому мощность от ТУ можно вычислить следующим образом:

$$b_{Ty} = b_2 \frac{(1 - S_{11} \Gamma_{Ty})(1 - S_{22} \Gamma_L) - S_{12} \Gamma_{Ty} \Gamma_L}{S_{21}}$$

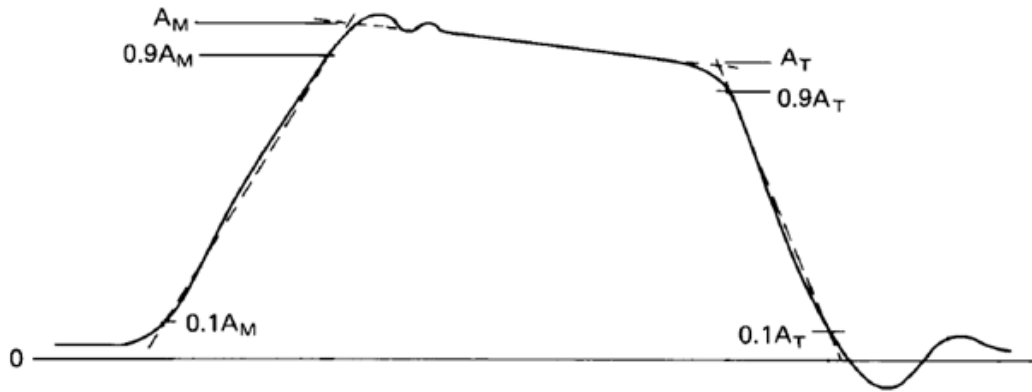
Результат получается таким же, как если бы была включена гамма-коррекция. Это свойство позволяет корректировать эффекты 2-портовых устройств в испытательной установке. Данные S-параметров для ТУ можно ввести в формате файла .S2P (амплитуда-фаза, либо дБ-фаза, либо реальная часть-мнимая часть).

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Измерители мощности серии U2040X поддерживают до 10 таблиц S-параметров, которые сохраняются после сброса и циклов выключения и включения питания (перезагрузки).

## Измерение относительного спада вершины импульса

Измерение относительного спада вершины импульса используется для измерения величины спада из-за наклона вершины ( $A_D$ ) входного сигнала, как показано ниже.



**Рисунок 2-16** График измерения относительного спада вершины импульса

### Амплитуда импульса, $A_M$

Величина амплитуды импульса определяется пересечением линии, проходящей через точки на нарастающем перепаде (фронте) импульса, где мгновенное значение достигает 10% и 90% от  $A_M$ , и прямой линии, являющейся наилучшей аппроксимацией по методу наименьших квадратов в области его вершины.

### Амплитуда на срезе (последнем перепаде) импульса, $A_T$

Величина амплитуды на срезе импульса определяется пересечением линии, проходящей через точки на спадающем перепаде (срезе) импульса, где мгновенное значение достигает 90% и 10% от  $A_T$ , и прямой, полученной в результате аппроксимации вершины импульса при определении амплитуды импульса  $A_M$ .

### Относительный спад вершины импульса, $A_D$

Относительный спад вершины импульса определяется как разность между  $A_M$  и  $A_T$ . Этот параметр выражается в процентах от  $A_M$  или в дБ.

$$\text{Относительный спад вершины импульса (\%)} = \frac{A_M - A_T}{A_M} \times 100$$

$$\text{Относительный спад вершины импульса (дБ)} = 10 \times \log_{10} \left( \frac{A_M}{A_T} \right)$$

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ.



Измерители мощности с широким динамическим диапазоном  
серии U2040X компании Keysight  
Руководство по эксплуатации

### 3 Свойства и технические характеристики

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Для изучения свойств и технических характеристик измерителей мощности серии U2040X обращайтесь к брошюре с техническими данными по ссылке:  
<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-0040EN.pdf>.

---

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ.

Измерители мощности с широким динамическим диапазоном  
серии U2040X компании Keysight  
Руководство по эксплуатации

## А Приложение

|  |    |    |
|--|----|----|
| Упрощенный тракт измерения                                     | 76 |    |
| Типичное число усредняемых отсчетов                            | 77 |    |
| Формы частотных характеристик фильтра                          | 79 |    |
| Измерительные интервалы стробирования                          | 80 |    |
| Пример применения контроля на соответствие допустимым пределам |    | 81 |

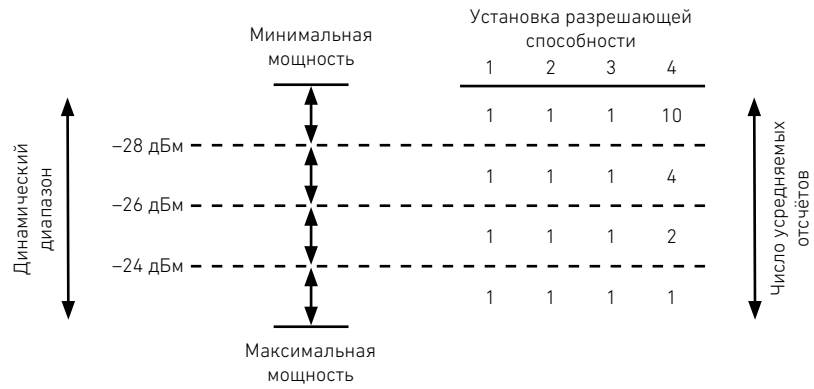
## Упрощенный тракт измерения



## Типичное число усредняемых отсчетов

Ниже показано типичное число усредняемых отсчетов для каждого динамического диапазона и разрешающей способности, когда измеритель мощности серии U2040X работает в режиме автоматического усреднения (Auto-averaging mode) и при нормальной (Normal) скорости измерений.

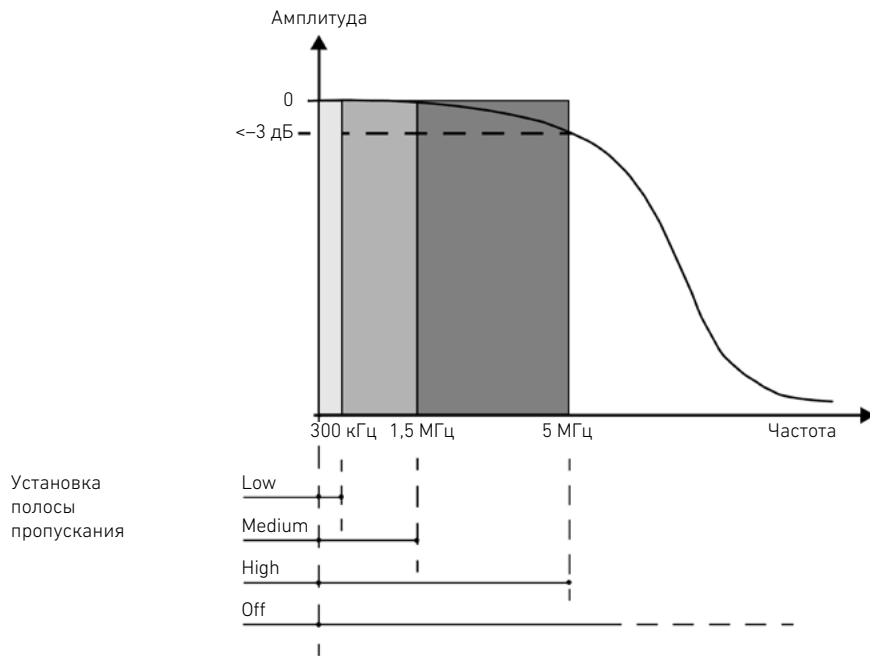
| Динамический диапазон | Минимальная мощность | Установка разрешающей способности |     |     |     |
|-----------------------|----------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|
|                       |                      | 1                                 | 2   | 3   | 4   |
| < -70 дБм             |                      | 100                               | 100 | 100 | 100 |
| -70 дБм               |                      | 100                               | 100 | 100 | 100 |
| -68 дБм               |                      | 100                               | 100 | 100 | 100 |
| -66 дБм               |                      | 100                               | 100 | 100 | 100 |
| -64 дБм               |                      | 100                               | 100 | 100 | 100 |
| -62 дБм               |                      | 65                                | 100 | 100 | 100 |
| -60 дБм               |                      | 26                                | 100 | 100 | 100 |
| -58 дБм               |                      | 10                                | 100 | 100 | 100 |
| -56 дБм               |                      | 4                                 | 100 | 100 | 100 |
| -54 дБм               |                      | 2                                 | 100 | 100 | 100 |
| -52 дБм               |                      | 1                                 | 65  | 100 | 100 |
| -50 дБм               |                      | 1                                 | 26  | 100 | 100 |
| -48 дБм               |                      | 1                                 | 10  | 100 | 100 |
| -46 дБм               |                      | 1                                 | 4   | 100 | 100 |
| -44 дБм               |                      | 1                                 | 2   | 100 | 100 |
| -42 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 65  | 100 |
| -40 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 26  | 100 |
| -38 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 10  | 100 |
| -36 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 4   | 100 |
| -34 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 2   | 100 |
| -32 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 1   | 65  |
| -30 дБм               |                      | 1                                 | 1   | 1   | 26  |



Эти четыре уровня разрешающей способности представляют:

- 1; 0,1; 0,01; 0,001 дБ, если измерения проводятся в единицах дБм или дБ.
- 1, 2, 3, 4 значащих цифры, если измерения проводятся в единицах Вт или %.

# Формы частотных характеристик фильтра<sup>[1]</sup>



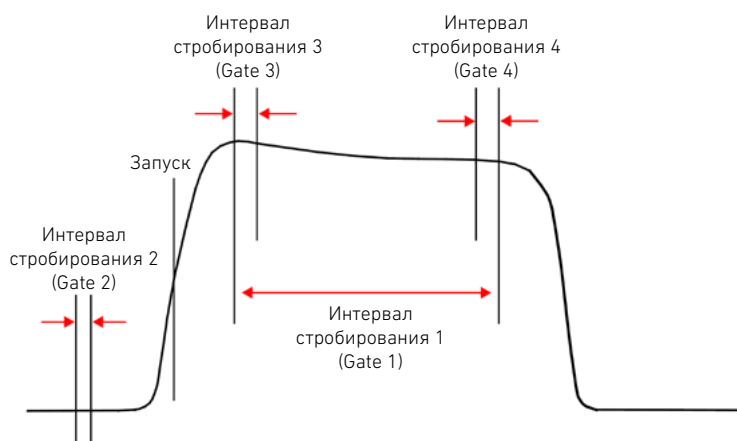
[1] Если установленная частота измерителя мощности серии U2040X  $\geq$  300 МГц.

## Измерительные интервалы стробирования

Измерительные интервалы стробирования позволяют проводить измерения на конкретных участках входного сигнала. Интервал стробирования определяется начальной точкой относительно события запуска и и длительностью. Отсчёты сигнала, собранные во время промежутка времени, определённого интервалом стробирования, используются для измерений в этом интервале стробирования. Обеспечивается создание измерительных установок, использующих до четырёх независимых интервалов стробирования.

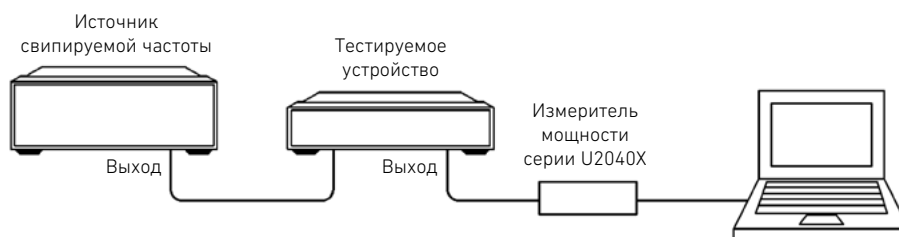
Ниже приведён пример измерительной установки с четырьмя измерительными интервалами стробирования, которая позволяет одновременно проводить следующие измерения:

|  |  |
|--|--|
| Средний уровень мощности импульса        | Интервал стробирования 1, измерение средней мощности   |
| Среднее значение в паузе перед импульсом | Интервал стробирования 2, измерение средней мощности   |
| Отношение пикового значения к среднему   | Интервал стробирования 1, измерение отношения пиковой мощности к средней   |
| Неравномерность (спад) вершины импульса  | Интервал стробирования 3, измерение средней мощности, минус интервал стробирования 4, измерение средней мощности |

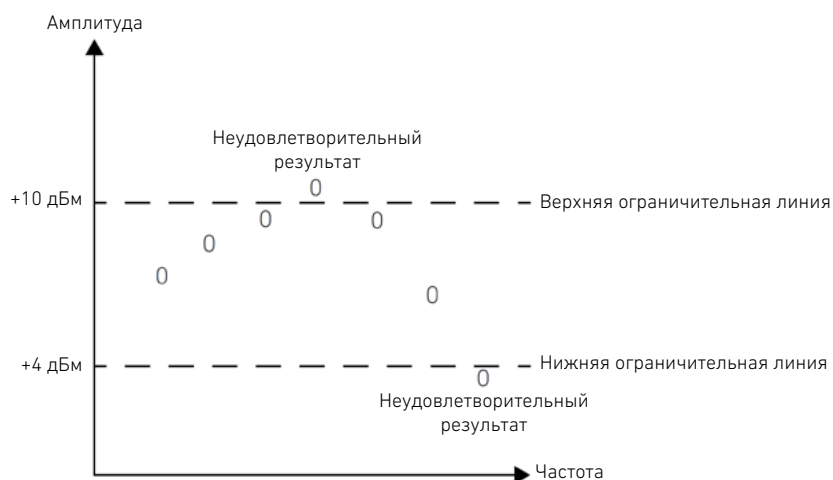




## Пример применения контроля на соответствие допустимым пределам



Установленные пределы имеют значения +4 дБм и +10 дБм для данного применения. Неудовлетворительный результат констатируется каждый раз, когда выходная мощность находится вне этих пределов, как показано на рисунке ниже.



**Таблица А-1** Диапазон значений для пределов

| Единицы измерения | Максимальное значение               | Минимальное значение               | Максимальное значение по умолчанию | Минимальное значение по умолчанию  |
|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| дБ                | +200 дБ                             | -180 дБ                            | 60 дБ                              | -120 дБ                            |
| дБм               | +230 дБм                            | -150 дБм                           | 90 дБм                             | -90 дБм                            |
| %                 | $10,0 \times 10^{21} \%$            | $100,0 \times 10^{-18} \%$         | $100,0 \times 10^6 \%$             | $100,0 \times 10^{-12} \%$         |
| Вт                | $100,000 \times 10^{18} \text{ Вт}$ | $1,000 \times 10^{-18} \text{ Вт}$ | $1,000 \times 10^6 \text{ Вт}$     | $1,000 \times 10^{-12} \text{ Вт}$ |

ДАННАЯ СТРАНИЦА ПРЕДНАМЕРЕННО ОСТАВЛЕНА ПУСТОЙ.

Информация может быть изменена без уведомления. Для получения самой последней версии всегда обращайтесь к англоязычной версии на web-сайте компании Keysight.

© Keysight Technologies, 2015-2016  
Edition 2, July 29, 2016

Printed in Malaysia



U2041-90002RURU  
[www.keysight.com](http://www.keysight.com)