

**PSM3000, PSM4000,  
и PSM5000**  
**Датчики/измерители мощности РЧ- и СВЧ-сигналов**  
**Руководство по эксплуатации**



077-0601-00

**Tektronix**



**PSM3000, PSM4000,  
и PSM5000**  
**Датчики/измерители мощности РЧ- и СВЧ-сигналов**  
**Руководство по эксплуатации**

Copyright © Tektronix. Все права защищены. Лицензированные программные продукты являются собственностью компании Tektronix, ее филиалов или ее поставщиков и защищены национальным законодательством по авторскому праву и международными соглашениями.

Изделия корпорации Tektronix защищены патентами и патентными заявками в США и других странах. Приведенные в данном руководстве сведения заменяют любые ранее опубликованные. Права на изменение спецификаций и цен сохранены.

TEKTRONIX и ТЕК являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

### **Как связаться с корпорацией Tektronix**

Tektronix, Inc.  
14150 SW Karl Braun Drive  
P.O. Box 500  
Beaverton, OR 97077  
USA

Сведения о продуктах, продажах, услугах и технической поддержке.

- В странах Северной Америки по телефону 1-800-833-9200.
- В других странах мира — см. сведения о контактах для соответствующих регионов на веб-узле [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).

## Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует отсутствие в данном изделии дефектов в материалах и изготовлении в течение 3 (трех) лет со дня приобретения. Если в течение гарантийного срока в таком изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix, по своему выбору, либо устранил неисправность в дефектном изделии без дополнительной оплаты за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо произведет замену неисправного изделия на исправное. Компоненты, модули и заменяемые изделия, используемые корпорацией Tektronix для работ, выполняемых по гарантии, могут быть как новые, так и восстановленные с такими же эксплуатационными характеристиками, как у новых. Все замененные части, модули и изделия становятся собственностью корпорации Tektronix.

Для реализации права на обслуживание в соответствии с данной гарантией необходимо до истечения гарантийного срока уведомить корпорацию Tektronix об обнаружении дефекта и выполнить необходимые для проведения гарантийного обслуживания действия. Ответственность за упаковку и доставку неисправного изделия в центр гарантийного обслуживания корпорации Tektronix, а также предоплата транспортных услуг возлагается на владельца. Корпорация Tektronix оплачивает обратную доставку исправного изделия заказчику только в пределах страны, в которой расположен центр гарантийного обслуживания. Доставка исправного изделия по любому другому адресу должна быть оплачена владельцем изделия, включая все расходы по транспортировке, пошлины, налоги и любые другие расходы.

Данная гарантия не распространяется на случаи, когда дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильной эксплуатацией, хранением или обслуживанием изделия. Корпорация Tektronix не обязана по данному гарантийному обязательству: а) исправлять повреждения, вызванные действиями любых лиц (кроме инженеров Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильным использованием изделия или подключением его к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием материалов, не рекомендованных Tektronix, а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное в иное оборудование таким образом, что эти действия увеличили время или сложность обслуживания изделия.

ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИХ НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИХ И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ НЕ НЕСУТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИФИЧЕСКИЙ ИЛИ КАКОЙ-ЛИБО ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ДАЖЕ В ТОМ СЛУЧАЕ, ЕСЛИ ПРЕДСТАВИТЕЛИ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИХ БЫЛИ ЗАРАНЕЕ УВЕДОМЛЕНЫ О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.

[W4 – 15AUG04]



# Оглавление

Предисловие .....	v
Сведения по технике безопасности .....	v
О данном руководстве .....	v
Приборы .....	vi
Основные функции.....	vi
Дополнительная информация .....	vii
Приступая к работе .....	1
Установка программного обеспечения .....	1
Подключение к компьютеру .....	7
Запуск приложения.....	10
Проверка работоспособности .....	10
Основы работы .....	13
Возможности измерения .....	14
Измерение характеристик незатухающей гармонической волны (средних).....	14
Измерения параметров импульса.....	15
Pulse Profiling (Профилирование импульсов) .....	16
Настройка прибора для выполнения измерений.....	17
Приложение Power Meter (Измеритель мощности) .....	19
Элементы передней панели.....	19
Измерение средней мощности незатухающей гармонической волны (CW).....	28
Измерение характеристик импульсов с использованием скважности .....	29
Измерение мощности импульсного сигнала.....	31
Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов).....	33
Интерфейс приложения .....	34
Функции панели инструментов .....	39
Измерения с использованием маркеров .....	55
Измерения с использованием сегментов .....	56
Приложение High Speed Logger (Высокочастотный регистратор) .....	58
Функции меню .....	59
Простые измерения .....	65
Устранение неполадок.....	66
Предметный указатель .....	

## Список рисунков

Рис. 1: Интерфейс приложения Power Meter (Измеритель мощности) на примере PSM5120 .....	19
Рис. 2: Диаграмма интервала вспышки .....	24
Рис. 3: Интерфейс приложения Pulse Profiling (Профилирование импульсов) .....	34
Рис. 4: Диаграмма размещения границ сегментов .....	50
Рис. 5: Границы сегмента для выполнения измерения .....	57
Рис. 6: Окно приложения High Speed Logger (Высокочастотный регистратор) .....	59



## Список таблиц

Таблица i: Документация по прибору .....	vii
Таблица 1: Функции, поддерживаемые моделями прибора .....	13
Таблица 2: Значения параметров по умолчанию (приложение Power Meter (Измеритель мощности)) .....	27
Таблица 3: Значения времени развертки .....	40



# Предисловие

## Сведения по технике безопасности

Общие сведения по технике безопасности при работе с прибором, информацию о соответствии требованиям по электромагнитной совместимости и безопасности и требованиям по охране окружающей среды для приборов, описываемых в настоящем руководстве, см. в документе «Инструкции по установке и технике безопасности». Данный документ можно найти в печатном виде в упаковке, поставляемой с прибором, в электронной форме на запоминающем USB-устройстве в упаковке, поставляемой с прибором, или на веб-сайте [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals). Ознакомьтесь с этим документом перед установкой и использованием данного прибора.

## О данном руководстве

Данный документ содержит следующую информацию о моделях датчиков/измерителей мощности РЧ- и СВЧ-сигналов Tektronix PSM3000, PSM4000 и PSM5000:

- Глава *Приступая к работе* содержит обзор функций прибора, инструкции по установке и процедуру проверки работоспособности. (См. стр. 1.)
- Глава *Основы работы* содержит информацию о том, как обеспечивается получение измерений, как настроить прибор для выполнения измерений, а также информацию об усреднении, измерениях параметров импульса и незатухающей гармонической волны и о профилировании импульсов. (См. стр. 13.)
- В главе *Приложение Power Meter (Измеритель мощности)* приводятся сведения об использовании этого приложения. (См. стр. 19.)
- В главе *Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов)* содержатся сведения об использовании этого приложения. (См. стр. 33.)
- В главе *Приложение High Speed Logger (Высокочастотный регистратор)* содержатся сведения об использовании этого приложения. (См. стр. 58.)

## Приборы

РЧ- и СВЧ-датчики/измерители мощности Tektronix моделей PSM3000, PSM4000 и PSM5000 преобразуют мощность сигналов РЧ- и СВЧ-диапазона в точке измерения в цифровые данные. Эти приборы идеально подходят для поиска и устранения неисправностей и определения характеристик сигналов в лабораторных условиях и могут использоваться для испытания РЧ-компонентов. Данные приборы напрямую подсоединяются с помощью кабеля к настольному компьютеру или ноутбуку с портом USB 2.0.

Прибор	Описание	Тип разъема
PSM3110	10 МГц — 8 ГГц	3,5 мм, штекер
PSM3120	10 МГц — 8 ГГц	N-Туре, штекер
PSM3310	10 МГц — 18 ГГц	3,5 мм, штекер
PSM3320	10 МГц — 18 ГГц	N-Туре, штекер
PSM3510	10 МГц — 26,5 ГГц	3,5 мм, штекер
PSM4110	10 МГц — 8 ГГц	3,5 мм, штекер
PSM4120	10 МГц — 8 ГГц	N-Туре, штекер
PSM4320	50 МГц — 18 ГГц	N-Туре, штекер
PSM4410	50 МГц — 20 ГГц	3,5 мм, штекер
PSM5110	100 МГц — 8 ГГц	3,5 мм, штекер
PSM5120	100 МГц — 8 ГГц	N-Туре, штекер
PSM5320	50 МГц — 18 ГГц	N-Туре, штекер
PSM5410	50 МГц — 20 ГГц	3,5 мм, штекер

## Основные функции

- Скорость считывания — до 2000 показаний в секунду.
- Измерители откалиброваны по всему диапазону температур: перед выполнением измерений не требуется производить установку на нуль или калибровку, что позволяет сэкономить время и избежать получения некачественных данных.
- Средняя мощность, мощность импульса с коррекцией по скважности и регистрация измерений во всех моделях.
- Режимы запоминания максимума и относительных измерений.
- Смещение, частотная характеристика и коррекция на 75-омный аттенюатор с минимальными потерями.
- Гибкие режимы усреднения для быстрых и устойчивых измерений.
- Возможность синхронизации с внешними приборами за счет использования входа и выхода синхросигнала TTL.

- Режим прохождения/непрохождения теста с пределами.
- В приборах серии PSM3000 реализована функция измерения истинного значения средней мощности, которая дает точные результаты независимо от формы и модуляции сигнала.
- В моделях PSM4000 и PSM5000 реализованы функции измерения средней мощности, мощности импульса, скважности, пиковой мощности и коэффициента амплитуды.
- Модель PSM5000 содержит приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов) для измерения характеристик повторяющихся импульсных сигналов.

## Дополнительная информация

Ниже приведен перечень документов, в которых содержится дополнительная информация о вашем приборе. Эти документы можно найти на веб-сайте Tektronix по адресу [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals), в документации к приборам, на USB-устройстве, поставляемом с прибором, или в обоих источниках.

**Таблица i: Документация по прибору**

Тема	Используйте следующие документы
Информация о соответствии прибора, технике безопасности, настройке и установке	Инструкции по установке и технике безопасности доступны в печатном виде, на USB-устройстве с документацией по прибору, поставляемом с прибором, а также на веб-странице <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .
Информация об эксплуатации, конфигурации и приложениях	Руководство по эксплуатации (данное руководство) доступно на английском, испанском, итальянском, китайском (упрощенном и традиционном), корейском, немецком, португальском, русском, французском и японском языках на USB-устройстве с документацией к прибору, поставляемом с прибором, а также доступно для загрузки по адресу <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .
Технические характеристики и процедуры проверки в условиях эксплуатации	Технические характеристики и техническое руководство по проверке в условиях эксплуатации доступны на USB-устройстве с документацией по прибору, поставляемом с прибором, а также на веб-странице <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .
Рассекречивание и безопасность	Инструкции по рассекречиванию и безопасности доступны для загрузки по адресу <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .
Информация по программированию	Руководство программиста доступно на USB-устройстве с документацией по прибору, поставляемом с прибором, а также доступно для загрузки по адресу <a href="http://www.tektronix.com/manuals">www.tektronix.com/manuals</a> .
Интерактивная справка	Интерактивная справка доступна в программном обеспечении, которое загружается на компьютер во время первой установки прибора.



# Приступая к работе

В настоящем разделе содержится следующая информация:

- Установка программного обеспечения.
- Установка драйвера USB и подключение к компьютеру.
- Запуск приложения и проверка работоспособности.

## Установка программного обеспечения

Перед подключением прибора к компьютеру необходимо вначале загрузить программное обеспечение, которое содержится на USB-устройстве, поставляемом с прибором. Последнюю версию программного обеспечения можно найти на веб-сайте Tektronix по адресу [www.tektronix.com/software](http://www.tektronix.com/software).

### Требования к компьютеру, системные требования и требования к USB

**Требования к аппаратному обеспечению компьютера.** Компьютер, на который осуществляется загрузка программного обеспечения прибора, должен иметь минимум 2 Гб оперативной памяти и порт стандарта USB 2.0, обеспечивающий ток не менее 450 мА при 5 В.

**Потребляемая мощность.** Питание прибора осуществляется через USB-кабель при подсоединении к компьютеру. Порт USB 2.0 компьютера должен обеспечивать ток не менее 450 мА при 5 В. Tektronix рекомендует использовать USB-кабель, поставляемый с прибором. Поставляемый кабель состоит из 20 жил AWG большего диаметра, чем в большинстве USB-кабелей.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Дополнительную информацию о требованиях к электропитанию см. в разделе *Технические характеристики документа Технические характеристики и техническое руководство по проверке в условиях эксплуатации РЧ- и СВЧ-датчиков/измерителей мощности моделей PSM3000, PSM4000 и PSM5000.*

---

**Рекомендации по концентратору.** USB-порт компьютера в обычных условиях дает достаточную мощность тока для питания прибора. Однако, если используется USB-кабель длиной более 3–5 метров, подключается несколько приборов или используется портативный компьютер, работающий от аккумулятора, необходимо использовать активный концентратор или концентратор с собственным источником питания.

Обычный потребляемый ток прибора составляет 450 мА при номинальном напряжении 5 В постоянного тока. Активный концентратор компенсирует падение напряжения постоянного тока в USB-кабеле длиной более 3–5 метров. Он также снижает нагрузку на аккумулятор портативного компьютера.

**Требования к системе.** Загружаемое программное обеспечение прибора совместимо со следующими операционными системами:

- Windows XP с пакетом обновления SP3;
- Windows Vista;
- Windows 7 (32- или 64-разрядная или режим XP).

#### Процедура установки программного обеспечения

Данная процедура позволяет установить одно или несколько приложений или программ:

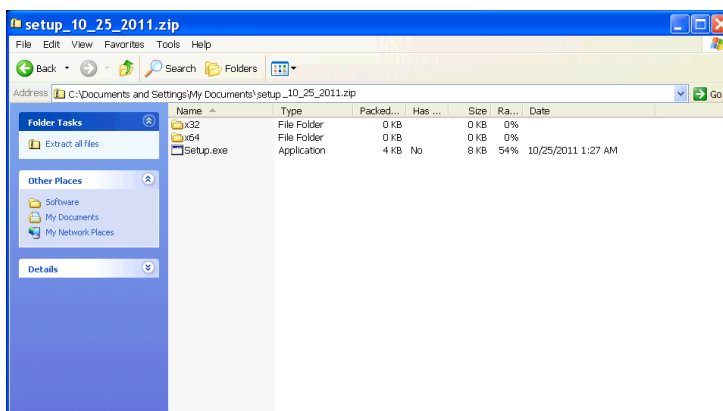
- **Приложение Power Meter (Измеритель мощности):** представляет собой виртуальную переднюю панель измерителя мощности. Данное приложение предназначено для выполнения измерений мощности.
- **Приложение High-speed Logging (Высокочастотный регистратор):** позволяет снимать исходные показания прибора с высокой частотой.
- **Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов)** (только модель PSM5000): содержит средства для определения полных характеристик модулированного сигнала.
- **Sample Code (Пример кода):** содержит примеры программирования для дистанционного управления прибором. Более подробную информацию об удаленном программировании см. в документе *Руководство по программированию моделей PSM3000, PSM4000 и PSM5000 РЧ- и СВЧ-датчиков/измерителей мощности*, доступном на веб-сайте Tektronix по адресу [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals).



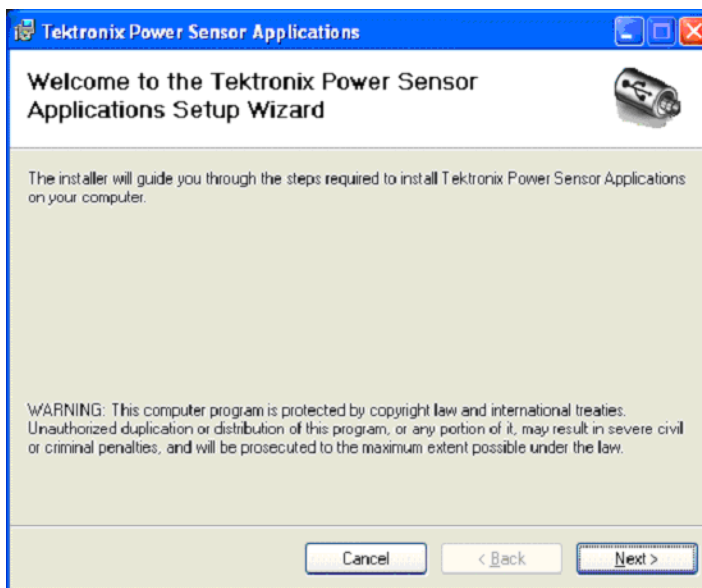
- 1 На сайте [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com) вы можете найти самую последнюю версию программного обеспечения для вашего прибора и загрузить ее на свой компьютер. После загрузки дважды щелкните файл .exe, чтобы начать установку.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Вы также можете вставить запоминающее USB-устройство из комплекта прибора в USB-порт компьютера. Установка должна начаться автоматически.

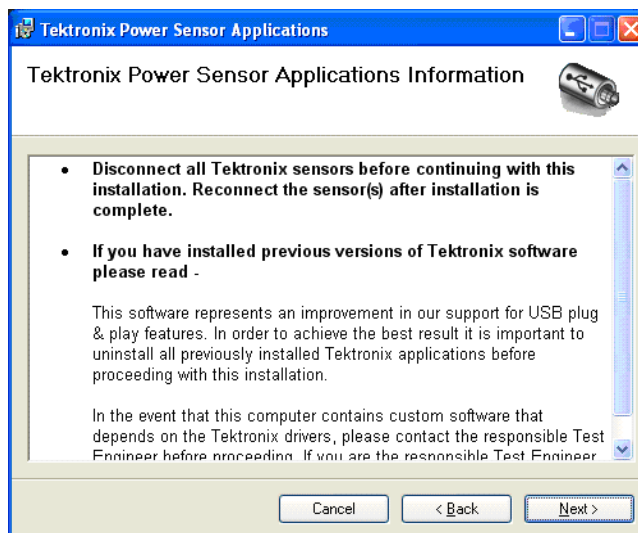
Если установка не начинается автоматически, нажмите «Пуск» > «Выполнить» и введите имя диска с носителем, заверенное двоеточием (например, D:), после чего выберите \setup.exe или укажите местоположение файла setup.exe, загруженного с веб-сайта Tektronix, и нажмите «ОК».



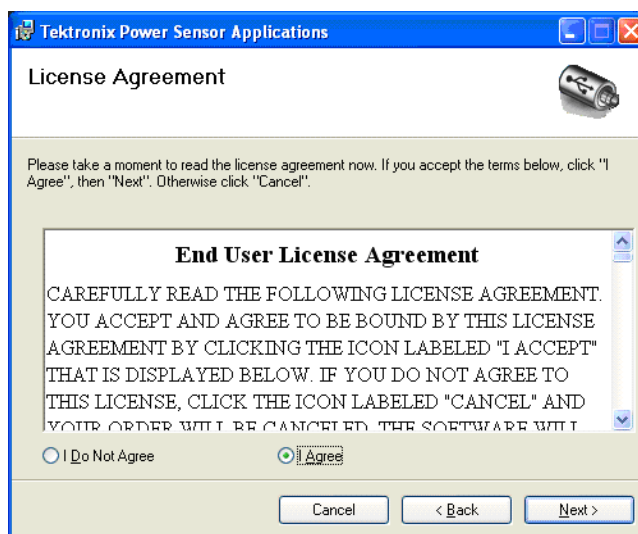
- 2 Будет запущена программа, которая выполнит процедуру установки. Для продолжения нажмите кнопку **Next** (Далее).



- 3 Если у вас есть предыдущая версия программного обеспечения прибора, перед продолжением удалите ее.  
Если вы готовы продолжить установку, нажмите **Next** (Далее).



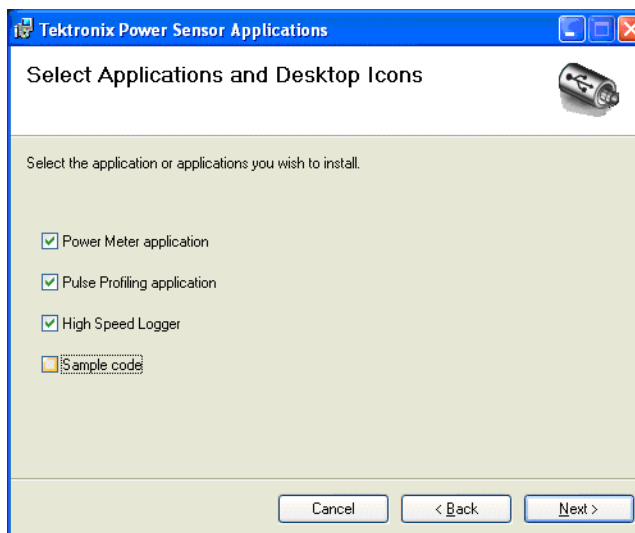
- 4 Прочтите лицензионное соглашение и выберите **I agree** (Согласен), затем нажмите **Next** (Далее) для продолжения.



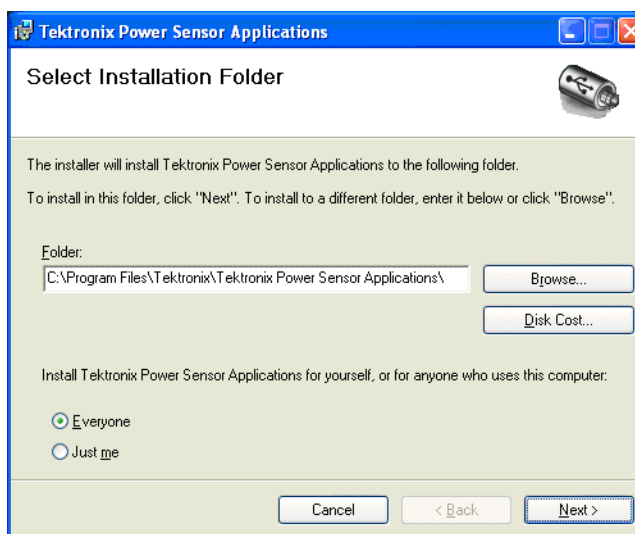
- 5 Программа установки готова установить на ваш компьютер следующее программное обеспечение (состав может варьироваться в зависимости от настроек и модели прибора):

- приложение Power Meter (Измеритель мощности);
- приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов);
- High Speed Logger (Высокочастотный регистратор);
- Sample Code (Пример кода).

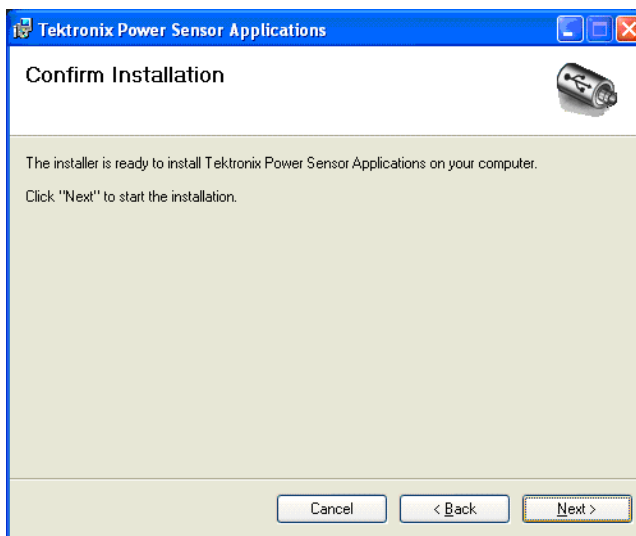
Чтобы продолжить, нажмите кнопку **Next** (Далее).



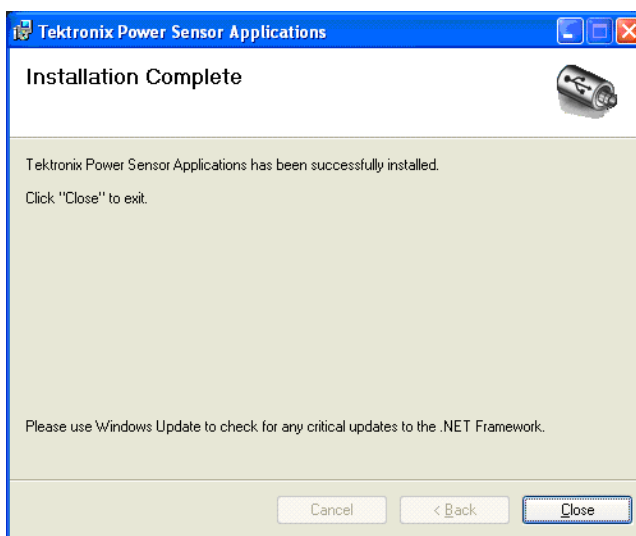
- 6 Подтвердите или выберите местоположение загружаемого файла и нажмите кнопку **Next** (Далее).



- 7 При получении запроса подтвердите установку, нажав **Next** (Далее).



- 8 По завершении установки появится диалоговое окно, сообщающее об успешно выполненной установке. Для выхода из программы выберите **Close** (Закреть).



- 9 Для каждого загруженного приложения будет создан значок на рабочем столе компьютера. Перед запуском приложения подключите прибор к компьютеру. (См. стр. 7, *Подключение к компьютеру.*)



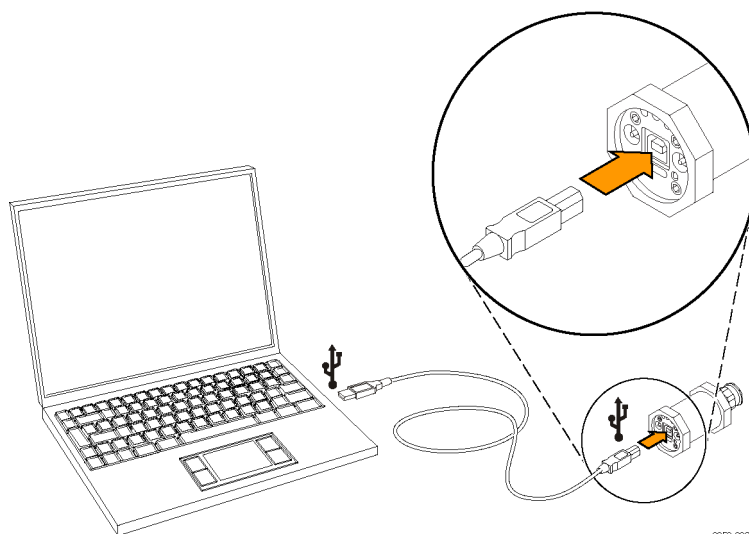
## Подключение к компьютеру

### Установка драйвера USB

Питание прибора осуществляется через USB-кабель, которым прибор подключается к компьютеру. Используйте следующую процедуру для установки драйвера USB, который позволяет компьютеру взаимодействовать с прибором. После того как драйвер будет установлен, вы сможете запускать приложение Power Meter (Измеритель мощности) и другие установленные приложения прибора.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Tektronix рекомендует использовать USB-кабель, поставляемый с данным прибором. Поставляемый кабель состоит из 20 жил AWG большего диаметра, чем в большинстве USB-кабелей.

- 1 Для подключения прибора к компьютеру используйте интерфейсный кабель от USB-разъема типа «А» к USB-разъему типа «В».

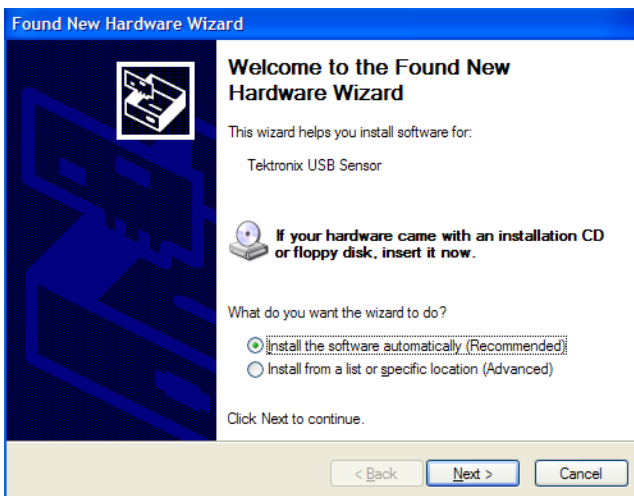


2558-006

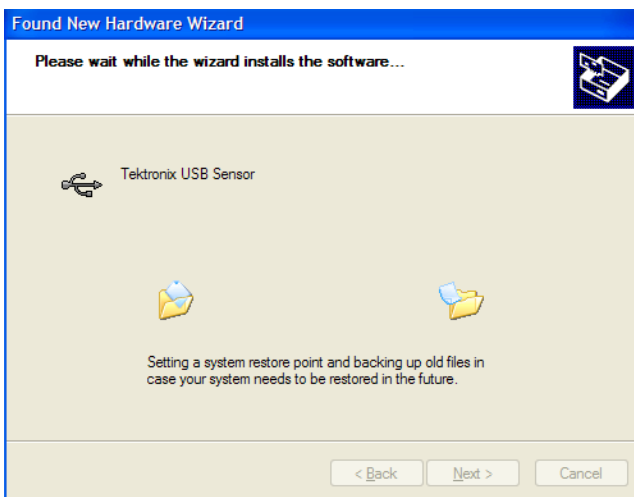
- 2 Появится диалоговое окно «Мастер нового оборудования». Выберите **Да, только в этот раз**, затем выберите **Далее**, чтобы продолжить.



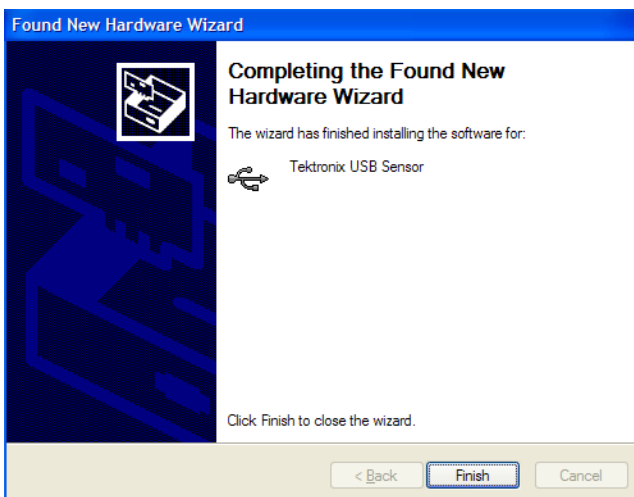
- 3 Выберите **Автоматическая установка (рекомендуется)**, затем выберите **Далее**, чтобы продолжить.



- 4 Мастер осуществит поиск соответствующего программного обеспечения. После обнаружения программного обеспечения драйвер будет установлен.

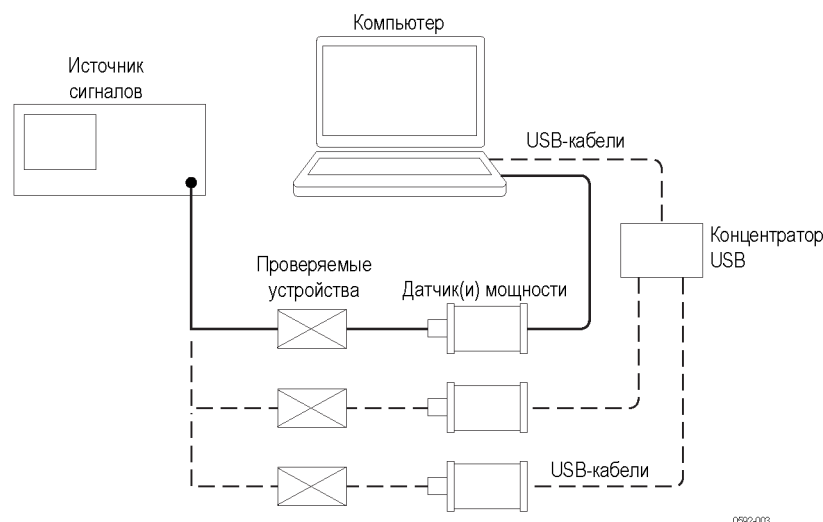


- 5 Мастер сообщит, когда установка будет завершена. Выберите **Готово**.  
Теперь можно запускать приложение Power Meter (Измеритель мощности) и другие установленные приложения прибора.



## Подключение нескольких приборов

Для подключения более одного прибора к компьютеру используйте USB-концентратор. USB-порт или концентратор должны обеспечивать ток питания прибора не менее 450 мА при 5 В постоянного тока. См. дополнительную информацию о требованиях к питанию через USB-интерфейс. (См. стр. 1, *Требования к компьютеру, системные требования и требования к USB.*)



## Светодиодный индикатор

На приборе под разъемом выхода синхронизации (TO) расположен зеленый светоизлучающий диод. Данный светоизлучающий диод используется для отображения состояния прибора:

- Тусклый постоянный зеленый: прибор подключен к питанию, но не опознан компьютером.
- Яркий постоянный зеленый: прибор работает нормально, т. е. подключен к питанию и опознан компьютером.
- Яркий мигающий зеленый: прибор получает недостаточно тока от USB-порта. Обычно это означает, что используемый USB-порт не является портом USB 2.0 высокой мощности.
- Яркий зеленый, несколько вспышек: этот вид индикации активируется, если пользователь отправил программный запрос на идентификацию прибора. Это полезно в случае, если подключено одновременно несколько приборов. (См. стр. 10, *Запуск приложения.*)

## Запуск приложения

Чтобы запустить приложение, дважды щелкните его значок на рабочем столе вашего компьютера или выберите приложение из соответствующей папки на вашем компьютере (например, с помощью меню **Пуск**).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Приложение не запустится, пока прибор не будет подключен к компьютеру.

---

Если вы используете несколько приборов, для каждого прибора нужно запустить отдельный экземпляр приложения. Каждый экземпляр программы идентифицирует прибор путем отображения его модели, серийного номера и адреса порта в строке заголовка окна программы.

Чтобы определить, какой прибор соответствует заданному окну программы, сравните серийный номер, отображаемый в программе, с серийным номером, нанесенным на корпус прибора под USB-портом. Также можно нажать кнопку **Sensor ID** (Идентификация прибора) в приложении, что вызовет четырехкратное мигание светоизлучающего диода прибора.

## Проверка работоспособности

После установки программного обеспечения и подключения прибора к компьютеру выполните проверку работоспособности, чтобы убедиться, что прибор работает правильно.

Для выполнения проверки работоспособности вам понадобится следующее оборудование:

Оборудование	Номер по каталогу
Источник РЧ-/СВЧ-сигнала	Agilent N5183A или эквивалентный
Компьютер с операционной системой Windows и установленным приложением Power Meter (Измеритель мощности)	—
USB-кабель	174-6150-00
Адаптеры для подключения источника РЧ к прибору (при необходимости)	—



### Процедура прогрева

1. За 24 часа до выполнения данной процедуры прибор должен находиться в постоянных лабораторных условиях. Кроме того, прибор должен быть подключен к питанию по меньшей мере за 20 минут до начала теста. Постоянные лабораторные условия определяются следующим образом:
  - Температура: от 20 до 30 °С.
  - Влажность: от 15 до 95 %, без конденсации.
  - Высота над уровнем моря: до 3000 м.
2. Все оборудование, требующее подключения к питанию, должно быть подключено к нему и прогрето в соответствии с рекомендациями производителя.

### Процедура проверки работоспособности

1. Подключите прибор к компьютеру с помощью USB-кабеля, если это еще не было сделано.
2. Включите и предварительно настройте источник сигнала.
3. Выключите выход источника РЧ.
4. Подключите источник к входному разъему прибора. (Используйте адаптеры при необходимости. Использование кабелей может исказить результаты, поэтому рекомендуется использовать прямое подключение к источнику.)
5. Запустите приложение Power Meter (Измеритель мощности).
6. После того как приложение запустится, нажмите кнопку Default Setup (Настройка по умолчанию).
7. Варьируя мощность на входе, убедитесь, что прибор работает правильно. Используйте описанную ниже процедуру.
  - a. Установите частоту SOURCE (ИСТОЧНИК) равной 1 ГГц.
  - b. Установите мощность SOURCE (ИСТОЧНИК) равной 0 дБм.
  - c. Включите выход SOURCE (ИСТОЧНИК) РЧ.
  - d. Снимите выдаваемые прибором показания мощности.
  - e. Установите мощность SOURCE (ИСТОЧНИК) равной –20 дБм.
  - f. Если используются высококачественные ИСТОЧНИК и адаптеры, показания мощности ИСТОЧНИКА и прибора должны согласовываться с точностью до ±1 дБ. Использование некоторых источников может давать большее рассогласование.
  - g. Проверка работоспособности проведена успешно, если разница в показаниях прибора и ИСТОЧНИКА не превышает ±1 дБ.



# Основы работы

Данный раздел охватывает следующие темы, относящиеся ко всем моделям приборов:

- Возможности измерения
- Измерение мощности импульса и профилирование импульса
- Процедуры установки центральной частоты и проведения измерений

Приложение Power Meter (Измеритель мощности) доступно для всех моделей приборов. Тем не менее некоторые функции измерений поддерживаются только определенными моделями. (См. таблицу 1.)

**Таблица 1: Функции, поддерживаемые моделями прибора**

Функция	Модель	Описание
Среднее	PSM3110	10 МГц — 8 ГГц (от -55 до +20 дБм)
	PSM3120	10 МГц — 8 ГГц (от -55 до +20 дБм)
	PSM3310	10 МГц — 18 ГГц (от -55 до +20 дБм)
	PSM3320	10 МГц — 18 ГГц (от -55 до +20 дБм)
	PSM3510	10 МГц — 26,5 ГГц (от -55 до +20 дБм)
Пик и импульс	PSM4110	10 МГц — 8 ГГц (от -60 до +20 дБм)
	PSM4120	10 МГц — 8 ГГц (от -60 до +20 дБм)
	PSM4320	50 МГц — 18 ГГц (от -40 до +20 дБм)
	PSM4410	50 МГц — 20 ГГц (от -40 до +20 дБм)
Профилирование импульсов	PSM5110	100 МГц — 8 ГГц (от -60 до +20 дБм)
	PSM5120	100 МГц — 8 ГГц (от -60 до +20 дБм)
	PSM5320	50 МГц — 18 ГГц (от -40 до +20 дБм)
	PSM5410	50 МГц — 20 ГГц (от -40 до +20 дБм)

## Возможности измерения

Возможности измерения различаются в зависимости от модели. Все приборы принимают РЧ- и СВЧ-сигналы, определяют огибающую, преобразуют мощность в цифровые значения и передают результаты измерения в компьютер по USB-подключению. Все модели способны производить 2000 устойчивых измерений в секунду.

Приборы серии PSM3000 являются приборами истинного среднего, то есть хорошо приспособлены для выполнения точных измерений средней мощности как узкополосных, так и широкополосных сигналов. С приборами серии PSM3000 работают два приложения: Power Meter (Измеритель мощности) и High Speed Logger (Высокочастотный регистратор). Когда данные приборы используются с упомянутыми приложениями, возможно только измерение характеристик незатухающей гармонической волны (средних).

Приборы моделей PSM4000 и PSM5000 также осуществляют измерения средней мощности, однако предназначены прежде всего для использования с импульсными повторяющимися сигналами с шириной полосы модуляции меньшей или равной 10 МГц. Данные приборы также могут измерять среднюю мощность и пиковую мощность РЧ- и СВЧ-импульсов. Обе данные модели могут использоваться с приложениями Power Meter (Измеритель мощности) и High Speed Logger (Высокочастотный регистратор). В обоих приложениях можно измерять как параметры незатухающей гармонической волны (средние), так и параметры импульса.

Помимо измерения мощности импульсов, приборы серии PSM5000 могут выполнять анализ временной области и других модулированных сигналов. Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов), поставляемое в комплекте с этими приборами, может использоваться для создания кривой РЧ-оггибающей и выполнения на этой кривой 13 различных видов измерений.

## Измерение характеристик незатухающей гармонической волны (средних)

Измерение средней мощности дает среднюю мощность РЧ- или СВЧ-сигнала в пределах окна измерений.

Каждый прибор серии PSM3000 называется «датчиком истинного среднего», что означает, что он интегрирует мощность в широкой полосе частот тестируемого сигнала. Результаты таких измерений схожи с результатами термодатчика, несмотря на то что аппаратное обеспечение в этих случаях различается. Прибор серии PSM3000 хорошо работает при модуляциях, которые попадают на любой участок полосы пропускания датчика.

Средняя мощность также может быть точно измерена в моделях PSM4000 и PSM5000, однако дискретизаторы, с помощью которых измеряются параметры импульса, ограничивают полосу частот модуляции до 10 МГц.

## Измерения параметров импульса

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данная информация относится только к приборам моделей PSM4000 и PSM5000.

---

Приборы моделей PSM4000 и PSM5000 используют детектор, систему дискретизации и обработку сигнала для обнаружения РЧ-импульсов и измерения их параметров. Кроме измерения общей средней мощности, данные приборы также могут измерять следующие параметры:

- среднюю мощность в пределах импульса;
- пиковую мощность в пределах импульса;
- скважность;
- коэффициент амплитуды (равный отношению пиковой мощности к средней).

Метод субдискретизации, используемый для выполнения измерений импульсна, основан на повторении импульсных сигналов. Это означает, что с помощью данных приборов нельзя выполнять «однократные» измерения. Они также плохо работают с сигналами, в которых модуляция постоянно изменяется. Для увеличения окна измерения, улучшения качества низкоуровневых измерений и повышения вероятности пиковой мощности дискретизации можно использовать усреднение и расширенное усреднение.

Система детектирования и дискретизации, используемая в данных приборах, позволяет измерять сигналы с частотой модуляции до 10 МГц.

Частота дискретизации в реальном времени для приборов моделей PSM4000 и PSM5000 составляет 500 Квыб/с, что значительно ниже, чем полоса пропускания видеочастот, равная 10 МГц. Частотные артефакты могут влиять на точность измерения сигналов с частотой модуляции выше 200 кГц. Функция сглаживания позволяет уменьшить влияние артефактов на сигналы с частотой модуляции выше 200 кГц. Функция сглаживания требует дополнительных затрат на обработку данных и может снизить скорость измерений.

Для измерения параметров импульса необходимо определить критерии распознавания импульсов. Это производится заданием пороговых значений. Точки, в которых огибающая пересекает заданное пороговое значение, определяют начало и конец импульса. В приложениях Power Meter (Измеритель мощности) и Pulse Profiling (Профилирование импульсов) способы задания таких критериев несколько отличаются. Для получения более подробной информации обратитесь к соответствующим разделам данного руководства. Оба приложения позволяют выбрать автоматическую настройку, которая применима в большинстве случаев.

## Pulse Profiling (Профилирование импульсов)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данная информация относится только к приборам серии PSM5000.

---

При работе приложения Pulse Profiling (Профилирование импульсов) с приборами серии PSM5000 для создания кривой огибающей повторяющихся входных сигналов используется дискретизация в эквивалентном времени. Частота дискретизации в эквивалентном времени составляет 48 Мвыб/с.

С помощью приложения Pulse Profiling (Профилирование импульсов) можно выполнять широкий спектр измерений. В том числе:

- время нарастания (RT);
- время спада (FT);
- ширина импульса (PW);
- период следования импульсов (PRT);
- частота следования импульсов (PRF);
- скважность (DC);
- мощность импульса (Pls);
- пиковая мощность (Pk);
- средняя мощность (Avg);
- коэффициент амплитуды (CF или CrF);
- выброс (OvSh);
- спад вершины;
- соотношение мощностей вкл./выкл.

Можно одновременно устанавливать уровни и условия синхронизации, применять цифровые фильтры к огибающей и настраивать усреднение кривых с помощью программного обеспечения.

Общая кривая отображается в окне Panoramic Trace (Панорамная кривая). Функции панорамирования и масштабирования позволяют выбрать фрагмент кривой, который будет отображаться в окне Measurement Trace (Кривая измерения). Результаты всех измерений отображаются в виде данных в окне Measurement (Измерение). Эти измерения допускают дальнейшее уточнение с помощью маркеров и сегментов.

Функция автоизмерений позволяет выполнять все виды измерений для первых двух импульсов кривой измерений одним нажатием кнопки.

По данным окна Measurement Trace (Кривая измерения) можно определять статистические параметры, включающие интегральную функцию распределения (CDF), комплементарную интегральную функцию распределения (CCDF) и плотность вероятности (PDF). (См. стр. 36, *Отображение CDF, CCDF и PDF.*)

См. дополнительную информацию об этом приложении. (См. стр. 33, *Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов).*) (См. стр. 47, *Типы измерений сегментов на панели инструментов Gates (Сегменты).*)

## Настройка прибора для выполнения измерений

Данная информация поможет вам настроить прибор для выполнения измерений.

### Установка центральной частоты

Если частота входного сигнала меняется, необходимо установить центральную частоту. Установка частоты необходима для обеспечения точности измерений. Невыполнение этого условия служит причиной многих ошибок. В каждом приложении имеется кнопка или пункт меню для установки частоты входного сигнала.

### Изменение адреса прибора

В каждом приложении имеется кнопка или пункт меню для изменения адреса прибора. Данная функция наиболее полезна в случае, если к компьютеру подключено одновременно несколько приборов. После изменения адреса прибора приложение будет закрыто. Отсоедините и вновь подсоедините прибор перед следующим открытием приложения. В программе отобразится новый адрес прибора.

### Выставление на ноль и калибровка

Описываемые датчики мощности обладают стабильностью в широком диапазоне температур. Они не требуют выставления на ноль и калибровки перед их использованием, а также при изменении температуры. Заводская калибровка требуется один раз в год для обеспечения единства измерений и соответствия национальным стандартам.



**ОСТОРОЖНО.** Приборам серии PSM3000 требуется некоторое время для температурной стабилизации. Для выполнения измерений выше  $-40,0$  дБм требуется кратковременный прогрев или прогрев может быть исключен. Для выполнения точных измерений ниже  $-40,0$  дБм необходима температурная стабилизация прибора PSM3000 в течение одного часа.

### Разрешение при измерениях

Разрешение по амплитуде фиксированное и равно одной тысячной единицы измерения. Частота выбирается из диапазонов в МГц и ГГц.





# Приложение Power Meter (Измеритель мощности)

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данное приложение доступно для всех моделей приборов.

Программное обеспечение приложения Power Meter (Измеритель мощности) позволяет выполнять измерения мощности с помощью дисплея, эмулирующего обычный настольный измеритель мощности. Дважды щелкните значок приложения Power Meter (Измеритель мощности) на вашем рабочем столе, чтобы запустить приложение. Появится панель управления с настройками по умолчанию. Вернуть настройки программы по умолчанию можно в любой момент, нажав кнопку **Default Settings** (Настройка по умолчанию).



**ОСТОРОЖНО.** Не превышайте +23 дБм, 200 мВт или 3,15 В среднеквадратического напряжения. Убедитесь, что входной разъем РЧ-датчика и штекер чистые и не повреждены.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Использование более чем одного типа приложения одновременно может вызвать появление ошибок. Рекомендуется использовать одновременно только один тип приложения.

## Элементы передней панели

На рисунке ниже показаны основные элементы интерфейса приложения Power Meter (Измеритель мощности) при отсутствии сигнала на входе прибора.

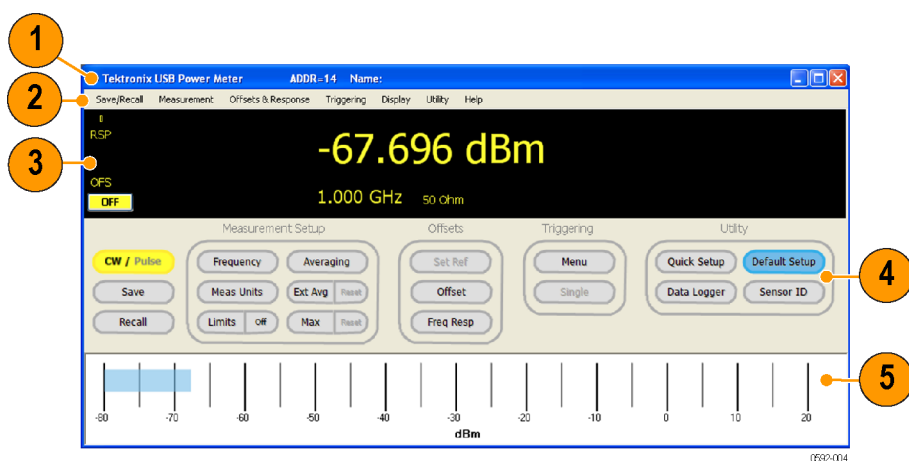


Рис. 1: Интерфейс приложения Power Meter (Измеритель мощности) на примере PSM5120

Основные элементы интерфейса:

1. Заголовок: адрес и имя прибора.
2. Меню: раскрывающиеся меню позволяют изменять различные параметры; многие из этих настроек также доступны через кнопки панели настроек.
3. Цифровой индикатор: показывает результаты измерений в цифровом формате; показывает соответствие сигнала пределам как прохождение, непрохождение, низкий, высокий или выключен.
4. Панель настроек: настройки доступа к результатам измерений, настройка смещения, настройки синхронизации и вспомогательных функций доступны путем нажатия на соответствующую кнопку.
5. Панель Meter Bar (Измеритель мощности): представляет показания в аналоговом виде; данное представление можно активировать в раскрывающемся меню Display (Отображение).

**CW/Pulse (Незатухающая гармоническая волна/Импульс)**

Переключение между измерением параметров незатухающей гармонической волны и импульса.

**Save (Сохранить)**

Вызывает окно Save Named State (Сохранить именованное состояние). С помощью этого окна можно сохранить тестовые настройки в виде регистра или именованного состояния. Данная функция также может быть вызвана из раскрывающегося меню Save/Recall (Сохранить/Восстановить).

Всего имеется 10 регистров для функции Save/Recall (Сохранить/Восстановить), каждый регистр хранит полное состояние. Состояния сохраняются не в приборе, а на локальном компьютере.

**Recall (Восстановить)**

Вызывает окно Recall Named State (Восстановить именованное состояние). С помощью этого окна можно восстановить регистр или состояние. Данная функция также может быть вызвана из раскрывающегося меню Save/Recall (Сохранить/Восстановить).

**Manage Named States (Управление именованными состояниями)**

Данный пункт меню можно найти в раскрывающемся меню Save/Recall (Сохранить/Восстановить). Он вызывает окно Manage Named States (Управление именованными состояниями), с помощью которого можно удалять и просматривать именованные состояния.

<b>Frequency (Частота)</b>	<p>Служит для выбора единиц измерения частоты (МГц или ГГц). Центральная частота должна быть обновлена при изменении частоты входного сигнала, поскольку данная настройка частоты используется для определения калибровочных коэффициентов. Установка частоты необходима для обеспечения наивысшей точности измерений. Невыполнение этого условия может привести к значительным ошибкам.</p> <p>Вы также можете найти этот пункт в раскрывающемся меню Measurement (Измерение).</p>
<b>Meas Units (Единицы измерения)</b>	<p>Служит для выбора единиц измерения мощности (дБм, дБ Вт, дБ кВт, дБ мкВ, дБмВ, дБ В, Вт, В, дБ относит.)</p>
<b>Limits (On/Off) (Пределы (Вкл./Выкл.))</b>	<p>Устанавливает пределы для измерений с индикаторами прохождения или непрохождения (Высокий/Низкий), отображаемыми на панели цифрового дисплея.</p> <p>С помощью раскрывающегося меню Display (Отображение) можно установить одиночный тестовый предел или пару пределов (верхний и нижний). Пределы являются фиксированными значениями, с которыми сравнивается измеряемая величина. Сравнение производится во время измерения и выражается в виде прохождения/непрохождения теста.</p> <p>Для одного предела значение может быть меньше, больше или равно заданному пределу. Любое из этих условий можно задать в качестве условия прохождения теста.</p> <p>Для верхнего и нижнего пределов значение может находиться вне диапазона, внутри диапазона или быть равным одному из пределов. Любое условие можно задать в качестве условия прохождения или непрохождения.</p>
<b>Averaging (Усреднение)</b>	<p>Для улучшения устойчивости измерений, особенно низкоуровневых, в приложении Power Meter (Измеритель мощности) доступны два типа усреднения: Averaging (Усреднение) и Extended Averaging (Расширенное усреднение).</p> <p>Функция Averaging (Усреднение) усредняет некоторое количество измерений, и отображается среднее значение. Вы можете изменять усредняемое количество измерений от 1 до 100 000. По умолчанию для каждого отображаемого показания усредняется 75 измерений.</p> <p>Усреднение также обладает способностью расширения интервала измерений. Это увеличивает количество данных, используемых для определения пиковой мощности импульса, коэффициента амплитуды и скважности. Для короткоимпульсных сигналов или сигналов с быстрыми пиками увеличьте усреднение, чтобы получить устойчивые измерения пиковой мощности, коэффициента амплитуды и скважности.</p>

Например, каждое измерение занимает примерно 250 мс. Установка усреднения, равного 10 000, даст задержку  $250 \text{ мс} \times 10\,000 = 2,5 \text{ с}$  между отображаемыми показаниями. Среднее вычисляется перед каждым отображаемым показанием. Если среднее задано высоким, обновление отображаемых значений замедляется.

### Extended Averaging/Reset (Расширенное усреднение/Сброс)

Вы можете объединять усреднение и расширенное усреднение для нахождения баланса между устойчивостью и чувствительностью приложения и удобства.

С помощью кнопки Ext Avg / Reset (Расширенное усреднение/Сброс) и раскрывающегося меню Measurement (Измерение) вы можете задавать, включать и восстанавливать расширенное усреднение. Расширенное усреднение можно представить как дополнение к усреднению: оно может использоваться для дальнейшего выравнивания показаний и, в отличие от усреднения, не уменьшает скорость обновления отображаемых показаний.

Поскольку расширенное усреднение применяет переменное экспоненциальное усреднение последних  $n$  показаний, где  $n$  — количество расширенных средних, дисплей обновляется быстро, однако измерения реагируют на изменения медленнее. Кнопка Reset (Сброс) сбрасывает или перезапускает функции запоминания максимума и расширенного усреднения.

Когда расширенное усреднение включено и больше 1, на цифровом дисплее появляется индикатор **xAvg**.

### Max/Reset (Максимальное/Сброс)

Оставляет максимальное измеренное значение до сброса или деактивации. Для измерений параметров импульса каждое показание (Импульс, Пиковая, КоэфАмпл, Усредн, Сквжн) задерживается на его максимальном значении независимо от других показаний. Вы можете сбросить или перезапустить данную функцию нажатием кнопки Reset (Сброс). Вы также можете найти этот пункт в раскрывающемся меню Measurement (Измерение).

Когда запоминание максимума включено, на цифровом дисплее появляется индикатор **MAX**.

### Set Ref (Установка опорного значения)

Установить опорное значение таким образом, чтобы последующий уровень мощности измерялся относительно отображенного на дисплее измерения мощности. Когда включено Ref Offset (Смещение опорного значения), на цифровом дисплее отображается индикатор **REL** и единицы измерения изменяются на «дБ относит.».

Вы можете включить эту функцию с помощью пункта Relative Units On/Off (Включить/выключить относительные единицы измерения) раскрывающегося меню Offsets & Response (Смещения и отклик).

<b>Offset (Смещение)</b>	<p>Задаёт смещения чувствительности или потерь, применяемые для всех измерений. Вы также можете найти этот пункт в раскрывающемся меню <b>Offsets &amp; Response</b> (Смещения и отклик).</p> <p>Когда включена функция <b>Offset</b> (Смещение), на цифровом дисплее появляется индикатор <b>OFS</b>.</p>
<b>Freq Resp (Частотная характеристика)</b>	<p>Задаёт зависящие от частоты смещения чувствительности, применяемые ко всем измерениям. Это смещение является функцией частоты, поэтому при изменении частоты измерений отклик меняется соответствующим образом. Амплитуда характеристики всегда выражается в дБ, а частота — в Гц. Интерполяция по отношению к частоте и дБ — линейная. Функция частотной характеристики должна быть включена перед использованием. После включения функции коррекции характеристики на цифровом дисплее появится индикатор частотной характеристики (<b>RSP</b>).</p> <p>Коэффициенты коррекции частотной характеристики указываются в виде пары значений частоты и амплитуды. Чтобы загрузить коэффициенты коррекции, откройте окно <b>Frequency Response Offset</b> (Смещение частотной характеристики). Нажмите <b>Add</b> (Добавить) после каждого значения частоты и смещения, чтобы создать таблицу. Затем выберите <b>Show Graph</b> (Отобразить график), чтобы получить графическое представление смещений для табличных частот. Настройка частотной характеристики допускает ввод до 201 точки данных.</p> <p>Вы также можете найти этот пункт в раскрывающемся меню <b>Offsets &amp; Response</b> (Смещения и отклик).</p>
<b>Anti-alias Control (Управление сглаживанием)</b>	<p>Данная функция рандомизирует образец дискретизации для устранения влияния артефактов, возникающих вследствие субдискретизации. Частота дискретизации в реальном времени составляет 500 Квыб/с. По мере достижения модулирующим сигналом порога Найквиста (в данном случае 200 кГц) может возникать эффект сглаживания. Если вы измеряете сигналы, которые имеют модулирующий сигнал больше 200 кГц, для большей точности измерений включите сглаживание. Сглаживание снижает скорость измерений, поэтому для более высокой скорости считывания показаний для сигналов с частотой модуляции ниже 200 кГц отключите сглаживание.</p> <p>Данную функцию можно найти в раскрывающемся меню <b>Measurement</b> (Измерение).</p>
<b>Measured Pulse Setup (Измеряемая часть импульса)</b>	<p>Данное значение определяет часть импульса, используемую для изменения его мощности. Значение по умолчанию и автоматическая настройка соответствуют 3 дБ ниже пикового значения или 50 % нижних точек.</p> <p>Данную функцию можно найти в раскрывающемся меню <b>Measurement</b> (Измерение).</p>

## Burst Measurements (Измерение параметров вспышки)

Приборы серий PSM4000 и PSM5000 позволяют выполнять измерения РЧ-вспышек. Для доступа к этому типу измерений выберите в меню Measurement (Измерение) пункт **Burst Measurement...** (Измерение параметров вспышки...). В появившемся окне можно задать условие синхронизации, задержку срабатывания и продолжительность замера мощности сигнала. Прибор отобразит пиковое, среднее и минимальное значения мощности, измеренные в течение установленного промежутка.

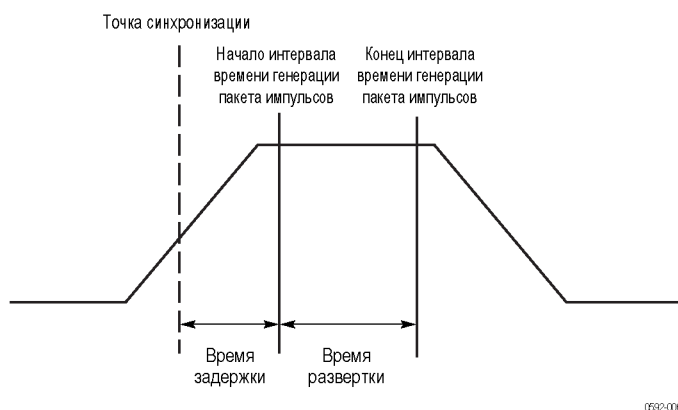


Рис. 2: Диаграмма интервала вспышки

**Синхронизация.** Измерения могут синхронизироваться на основе поступления РЧ-сигнала или внешним источником ТТЛ. При использовании внутренней настройки Auto Level (Автоустановка уровня) уровень синхронизации автоматически устанавливается равным примерно половине амплитуды импульса.

**Задержка.** Время задержки определяет интервал времени от наступления условия синхронизации до начала развертки.

**Время развертки.** Время развертки определяет длительность измерения.

**Разрешение.** Данные измерения мощности собираются в реальном времени с частотой дискретизации прибора, равной 500 Квыб/с. Результирующее фиксированное разрешение составляет 2 мкс.

**Измерения.** Измерения включают пиковое, среднее и минимальные значения мощности по данным в пределах установленного интервала развертки. Можно настроить непрерывное обновление измерений, отметив флажок Continuous (Непрерывно). Снимите флажок, чтобы прекратить измерения. Для получения разового измерения нажмите кнопку Start (Пуск). Кнопка Copy (Копировать) переносит три измеренные величины в буфер обмена для последующей вставки в какой-либо документ.

**Регистрация данных.** Измерения параметров вспышки могут быть записаны в текстовый файл. Для этого введите имя файла или найдите файл, затем

включите регистрацию, отметив флажок Log Measurements (Записывать измерения в файл).

**Meas Update Rate**  
(Частота обновления измерений)

Частота обновления измерений определяет скорость, с которой обновляются показания. Для данного параметра доступны варианты Slowest (Самая низкая), Slow (Низкая), Medium (Средняя), Fast (Высокая) и Fastest (Самая высокая).

Данную функцию можно найти в раскрывающемся меню Measurement (Измерение).

**Minimum Loss Pad**  
(Аттенюатор с минимальными потерями)

Входное сопротивление прибора составляет 50 Ом. Если необходимо входное сопротивление 75 Ом, подключите ко входу прибора 75-омный аттенюатор с минимальными потерями (MLP). Чтобы откорректировать показания прибора с учетом аттенюатора, в меню Offsets & Response (Смещения и отклик) выберите пункт 75 ohm MLP (75-омный аттенюатор с минимальными потерями). В этом случае показания прибора будут откорректированы, а на экране отобразится пометка «75ohm-MLP».

**Menu (Triggering)**  
(Меню параметров синхронизации)

Данная кнопка предназначена для вызова меню параметров синхронизации. В этом меню можно выбрать режим внутренней или внешней непрерывной синхронизации, а также внутренней или внешней одиночной синхронизации. Также можно установить вход/выход синхронизации ТТЛ, инвертированной синхронизации и тайм-аут синхронизации.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если при установленном большом тайм-ауте синхронизации события синхронизации поступают медленно, интерфейс приложения Power Meter (Измеритель мощности) будет реагировать на нажатия кнопки мыши с задержкой.

---

**Вход синхронизации.** Внешний входной сигнал синхронизации предполагается имеющим уровень ТТЛ с синхронизацией по положительному фронту. Синхронизация может быть включена, отключена или инвертирована. После обнаружения условия синхронизации начнутся измерения, продолжительность которых определяется заданным количеством средних значений. В режиме External Single (Внешний однократный) система будет ожидать нажатия кнопки Single (Однократный), после чего начнется контроль порта синхронизирующего сигнала. Если условие синхронизации не будет обнаружено в течение выделенного промежутка времени, произойдет тайм-аут и включится индикатор **ext trig?**.

В инвертированном режиме синхронизации запуск измерений будет происходить при отрицательном фронте сигнала. Можно настроить интервал ожидания внешнего синхронизирующего сигнала (тайм-аут) до 30 секунд.

**Выход синхронизации.** Выходной сигнал синхронизации совместим с уровнями ТТЛ. Этот сигнал может быть включен, отключен или инвертирован. Синхронизирующий импульс подается на выход в начале каждого измерения. Даже в том случае, если внешняя синхронизация отключена и выход синхронизации включен, синхронизирующий импульс будет выводиться каждый раз в момент начала измерений.

По умолчанию выходной сигнал триггера имеет низкий уровень. Начало синхронизации отмечается нарастающим фронтом выходного сигнала. Выходной сигнал остается на высоком уровне ТТЛ в течение нескольких микросекунд, после чего возвращается к низкому уровню. Если выходной синхронизирующий сигнал инвертирован, то в момент синхронизации переход осуществляется с высокого уровня ТТЛ на низкий.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При работе нескольких экземпляров приложения Power Meter (Измеритель мощности) отсутствие условия синхронизации в одном из экземпляров приведет к замедлению обновления или тайм-ауту в других экземплярах. Например, это может произойти в случае, если в одном из приборов потерял внешний синхронизирующий сигнал.

---

#### Single (Однократный)

Включите использование этой кнопки в раскрывающемся меню Triggering (Синхронизация), выбрав внутреннюю или внешнюю однократную синхронизацию. Нажатие этой кнопки инициирует однократное измерение.

#### Quick Setup (Быстрая настройка)

Выбор этого пункта открывает окно, позволяющее установить режим (CW (незатухающая гармоническая волна) или Pulse (Импульс)), частоту, единицы измерения мощности, средние значения и смещения. Все эти параметры настраиваются в одном окне.

Вы также можете найти этот пункт в раскрывающемся меню Utility (Сервис).

#### Data Logger (Регистрация данных)

Данная функция позволяет чертить обобщенные графики измерений на экране или сохранять измерения в файл. Выбор пункта Logging Setup (Настройка регистрации) раскрывающегося меню Measurement (Измерение) позволяет изменить следующие настройки:

- Отключить сохранение данных.
- Задать имя файла.
- Установить режим дозаписи в конец файла данных.
- Установить режим перезаписи файла данных.

Нажатие кнопки Data Logger (Регистрация данных) приводит к отображению графика регистрации и началу записи данных в файл после настройки параметров регистрации.



График регистрации данных начнет заполняться от 0 до 300 показаний (шкала расположена внизу, направление — слева направо). Сквозность откладывается по вертикальной оси со значениями от 0 до 10 % (с делением 1 %). Коэффициент амплитуды откладывается по вертикальной оси со значениями от 0 до 20 дБ (с делением 2 дБ).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для записи в файл результатов измерений, выполняемых с высокой скоростью, существует отдельное приложение — High Speed Logger (Высокочастотный регистратор). (См. стр. 58, Приложение High Speed Logger (Высокочастотный регистратор).)

### Default Setup (Настройка по умолчанию)

Нажмите эту кнопку, чтобы вернуть всем параметрам измерений значения по умолчанию, за исключением параметров, определенных пользователем, таких как цвет экрана или размер окна. При первом запуске приложения все параметры имеют значения по умолчанию. Если значения параметров не меняются пользователем, то соответствующие значения по умолчанию сохраняются. (См. таблицу 2.)

**Таблица 2: Значения параметров по умолчанию (приложение Power Meter (Измеритель мощности))**

Параметр	Значение по умолчанию
Режим	CW (незатухающая гармоническая волна)
Частота	1 ГГц
Единицы измерения мощности	дБм
Усреднение	75
Измеряемая часть импульса	3 дБ (только для серий PSM4000 и PSM5000)
Частота обновления измерений	Средняя
Режим отображения	По умолчанию
Время развертки	1 мс
Смещение	0 дБ, отключено
Характеристика	0 дБ, отключено
Сквозность	10 %, отключена
Аттенюатор с минимальными потерями (75 Ом)	Не выбран. Нажатие кнопки <b>Настройка по умолчанию</b> не изменит входное сопротивление, если данное значение выбрано (включено). При запуске приложения входное сопротивление устанавливается равным 50 Ом.
Режим синхронизации	Внутренняя непрерывная
Выход синхронизации	Выключен

**Recall Factory Setup**  
(Восстановление заводских настроек)

Выбор этого пункта раскрывающегося меню Utility (Сервис) приведет к установке значений по умолчанию для всех параметров измерений и всех пользовательских настроек, включая цвет экрана и размер окна.

**Sensor ID**  
(Идентификация прибора)

Нажмите эту кнопку, чтобы идентифицировать прибор. Светоизлучающий диод идентифицированного прибора мигнет четыре раза. Это полезно, если подключено одновременно несколько приборов.

Вы также можете найти этот пункт в раскрывающемся меню Utility (Сервис).

**Set Address (Установить адрес)**

Эта команда находится в раскрывающемся меню Utility (Сервис). Используйте ее для установки адреса прибора. Это полезно, если подключено одновременно несколько приборов.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Изменение адреса требует повторной инициализации USB-подключения. После изменения адреса прибора приложение закрывается и необходим его перезапуск.

---

**Set Sensor Name**  
(Установить имя прибора)

Эта команда находится в раскрывающемся меню Utility (Сервис). Используйте ее для установки имени прибора на время текущего сеанса. Это полезно, если подключено одновременно несколько приборов.

**Error Messages**  
(Сообщения об ошибках)

Сообщения об ошибках помогают определить причину аппаратных и программных неполадок. Чтобы устранить неполадку, следуйте инструкциям на экране.

## Измерение средней мощности незатухающей гармонической волны (CW)

Приведенная процедура применима ко всем моделям прибора. В данном примере предполагается, что входной сигнал имеет следующие характеристики.

- **Частота незатухающей гармонической волны:** 1 ГГц.
- **Уровень мощности:** 0 дБМ (1 мВт).
- **Модуляция:** отключено.
- **Мощность РЧ-сигнала:** отключено.



**ОСТОРОЖНО.** Не превышайте +23 дБм, 200 мВт или 3,15 В среднеквадратического напряжения.

---

1. На приборах серий PSM4000 и PSM5000 активируйте режим незатухающей гармонической волны нажатием кнопки **Pulse/CW** (Импульс/Незатухающая гармоническая волна) на панели настроек. Также для активации режима незатухающей гармонической волны (CW) можно воспользоваться меню **Measurement** (Измерение).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В приборах серии PSM3000 программное обеспечение всегда находится в режиме незатухающей гармонической волны (CW), поэтому соответствующая кнопка недоступна.

---

2. Выберите **Measurement > Set Frequency** (Измерение > Установить частоту), чтобы открыть диалоговое окно **Set Frequency** (Установка частоты).
3. Введите значение 1 ГГц и нажмите кнопку **OK**.
4. Убедитесь, что прибор переключен в режим непрерывной синхронизации, затем выберите пункт **Triggering > Internal Continuous** (Синхронизация > Внутренняя непрерывная).
5. Подключите прибор к источнику РЧ-сигнала и включите RF Power (Мощность РЧ).

На экране отобразится приблизительное значение 0 дБм при 1 ГГц. Программное обеспечение будет отслеживать изменения по мере варьирования мощности источника.

## Измерение характеристик импульсов с использованием скважности

Этот метод измерения средней мощности импульса имеется во всех моделях прибора. В приборах серии PSM3000 он является единственным методом измерения средней мощности импульса. При таком типе измерений предполагаемая скважность используется для коррекции отображаемого значения мощности. Этот способ измерений более подвержен ошибкам по сравнению с измерением мощности импульса на основе обработки сигналов, доступным в приборах серий PSM4000 и PSM5000. Вместе с тем этот подход полезен при использовании приборов серии PSM3000.

Коррекция по скважности рассчитывается следующим образом:

Мощность импульса = Измеренная мощность + Поправка на скважность

Поправка на скважность вычисляется по формуле:

-  $(10 \log_{10} (\text{Скважность}))$

Например, если измеренное среднее значение мощности составляет  $-20$  дБм, а предполагаемая скважность —  $10\%$  ( $0,10$ ), то мощность импульса вычисляется следующим образом:

$$\text{Мощность импульса} = -20 \text{ дБм} + -(10 \log_{10} (\text{Скважность})) = -20 \text{ дБм} + (10 \text{ дБ}) = -10 \text{ дБм}$$

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для доступа к этому способу измерения мощности с учетом скважности сигнала прибор должен быть переключен в режим *CW Power* (Мощность незатухающей гармонической волны).

---

Чтобы переключить прибор в режим измерения средней мощности импульса сигнала со скважностью  $10\%$ , выполните следующее.

1. На приборах серий PSM4000 и PSM5000 активируйте режим незатухающей гармонической волны нажатием кнопки **Pulse/CW** (Импульс/Незатухающая гармоническая волна) на панели настроек. Также для активации режима незатухающей гармонической волны (CW) можно воспользоваться меню **Measurement** (Измерение).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В приборах серии PSM3000 программное обеспечение всегда находится в режиме незатухающей гармонической волны (CW), поэтому соответствующая кнопка недоступна.

---

2. Выберите пункт **Offsets & Response > Duty Cycle > Setup** (Смещения и отклик > Скважность > Настройка).

Откроется диалоговое окно **Measurement Duty Cycle** (Скважность измеряемого сигнала).

3. Введите значение скважности в процентах **10,0** и нажмите кнопку **OK**.
4. Выберите пункт **Offsets & Response > Duty Cycle > Enabled** (Смещения и отклик > Скважность > Включена).

Программное обеспечение отобразит мощность импульса входного сигнала в конфигурации незатухающей гармонической волны (CW) и активирует индикатор постоянного тока. Метод измерения мощности импульса с учетом скважности можно использовать вплоть до значения  $0,1\%$ .

## Измерение мощности импульсного сигнала

Данная процедура применима только к приборам серий PSM4000 и PSM5000. В ней предполагается наличие импульсно модулированного РЧ-сигнала со следующими характеристиками.

- **Частота незатухающей гармонической волны:** 1 ГГц.
- **Уровень мощности:** 0 дБм (1 мВт).
- **PRF (частота следования импульсов):** 10 кГц (или PRI 0,1 мс).
- **Импульсная модуляция:** скважность 50 % (или ширина импульса 50 мкс).
- **Мощность РЧ-сигнала:** отключено.



**ОСТОРОЖНО.** Не превышайте +23 дБм, 200 мВт или 3,15 В среднеквадратического напряжения.

1. Выберите **Measurement > Pulse Power** (Измерение > Мощность импульса).

Или активируйте режим импульсного сигнала нажатием кнопки **Pulse/CW** (Импульс/Незатухающая гармоническая волна) на панели инструментов.

2. Выберите **Measurement > Set Frequency** (Измерение > Установить частоту).

Откроется диалоговое окно **Set Frequency** (Установка частоты).

3. Введите значение 1 ГГц и нажмите кнопку **OK**.
4. Убедитесь, что прибор переключен в режим непрерывной синхронизации, затем выберите пункт **Triggering > Internal Continuous** (Синхронизация > Внутренняя непрерывная).

В режиме Pulse Power (Мощность импульса) в правой части экрана отображаются следующие величины:

- **DC:** скважность.
- **Pk:** пиковая мощность.
- **Avg:** средняя мощность.
- **CrF:** коэффициент амплитуды (отношение пиковой мощности к средней мощности).

Большие цифры по центру экрана показывают мощность импульса. Порог импульса по умолчанию устанавливается флажком **Automatic 50% or 3 dB below peak** (Авто 50 % или на 3 дБ ниже пика) в

диалоговом окне **Pulse Setup** (Настройка импульса) (**Measurement > Measured Pulse Setup** (Измерение > Измеряемая часть импульса)). Если известны конкретные характеристики импульса, эту настройку можно изменить, выбрав пункт Measured Pulse Setup (Измеряемая часть импульса) в раскрывающемся меню Measurement (Измерение).

5. Подключите прибор к источнику РЧ-сигнала и включите RF Power (Мощность РЧ).

Программное обеспечение отобразит следующие приблизительные значения:

- 1 ГГц.
- Мощность импульса 0 дБм.
- Скважность 50 %.
- Пиковое значение 0 дБм.
- Среднее значение -3 дБм.
- Коэффициент амплитуды 3 дБ (отношение пиковой мощности к средней мощности).

Показания будут изменяться по мере варьирования мощности источника.

## Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данная процедура предназначена только для приборов серии PSM5000.

---

Для базовых измерений параметров незатухающей гармонической волны и мощности импульсов используйте приложение Power Meter (Измеритель мощности). Для более детальных измерений повторяющихся импульсных РЧ- и СВЧ-сигналов используйте приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов), доступное в приборах серии PSM5000. Это приложение отображает кривую огибающей импульса и позволяет выполнять измерения в любой точке кривой.



---

**ОСТОРОЖНО.** Не превышайте +23 дБм, 200 мВт или 3,15 В среднеквадратического напряжения. Убедитесь, что входной разъем РЧ-датчика и штекер чистые и не повреждены.

---

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Использование более чем одного типа приложения одновременно может вызвать появление ошибок. Рекомендуется использовать одновременно только один тип приложения.

---

## Интерфейс приложения

Основные элементы интерфейса приложения Pulse Profiling (Профилирование импульсов) приведены на рисунке ниже.

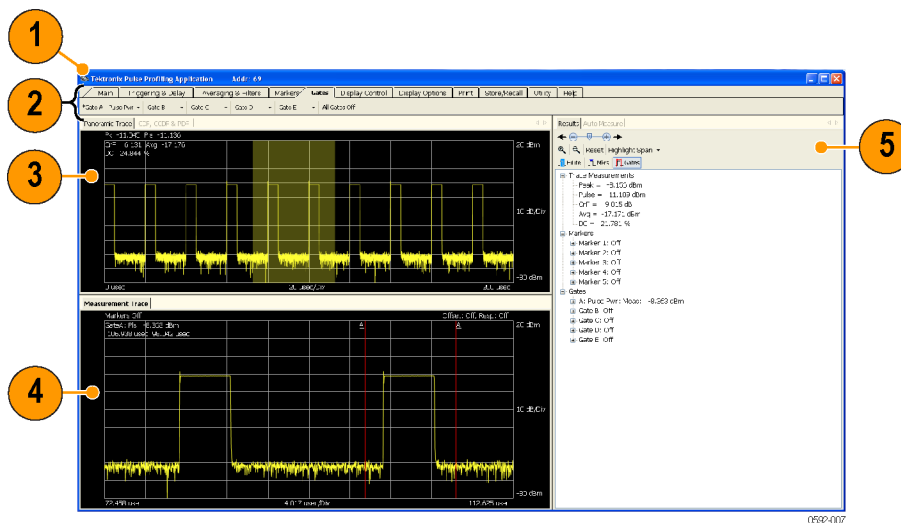


Рис. 3: Интерфейс приложения Pulse Profiling (Профилирование импульсов)

Окно программы состоит из следующих элементов.

1. Заголовок: адрес и наименование устройства.
2. Панель инструментов: позволяет настраивать прибор для выполнения измерений, управлять отображением, получать доступ к справке и выполнять другие действия. (См. стр. 39, *Функции панели инструментов.*)
3. Панорамная кривая: отображается на масштабной сетке с 10 вертикальными делениями, соответствующими мощности, и 10 горизонтальными делениями, соответствующими времени. Для выделения части панорамной кривой необходимо нажать кнопку мыши и перетащить курсор вдоль кривой. Текущие параметры кривой также приводятся в списке над масштабной сеткой.
4. Кривая измерения: на данной кривой отображается выделенный временной сегмент панорамной кривой, что позволяет более детально исследовать сигнал с помощью временных маркеров и сегментов. Кривая измерения содержит масштабную сетку с 10 вертикальными делениями, соответствующими мощности, и 10 горизонтальными делениями, соответствующими времени.
5. Панель автоизмерений (окна результатов и автоизмерений): содержит окна автоизмерений и результатов, а также панель инструментов для управления отображением. (См. стр. 36, *Панель автоизмерений.*)



## Выделение

Панорамная кривая и кривая измерений предназначены для совместного использования. Этот подход позволяет быстро определять интересующие области и исследовать их характеристики. Чтобы просмотреть фрагмент панорамной кривой с большей детализацией, выделите этот фрагмент. Выделенная область кривой отобразится на кривой измерений.

Выделить область кривой можно одним из следующих способов.

1. Щелкните и перетащите курсор мыши вдоль панорамной кривой. На кривой измерений отобразится тот фрагмент, который был выделен мышью.
2. Щелкните и перетащите курсор мыши вдоль кривой измерений. На кривой измерений отобразится тот фрагмент, который был выделен мышью. Таким способом можно увеличивать детализацию кривой. Указатель мыши должен быть переключен в режим выделения.
3. Нажмите на раскрывающееся меню Highlight Span (Выделение) на панели результатов (или на панели инструментов для управления отображением) и выберите размер фрагмента в процентах. Выбранная часть кривой отобразится на кривой измерений. Если выделен фрагмент панорамной кривой, новый фрагмент будет центрирован относительно текущего выделения. Если фрагмент панорамной кривой не выделен, новый фрагмент будет центрирован относительно середины панорамной кривой.
4. Чтобы точно указать нужный фрагмент кривой, нажмите на раскрывающееся меню Highlight Span (Выделение) и выберите Set Start (Установить начало). Введите начальную позицию фрагмента в микросекундах.
5. Нажмите кнопку Zoom In (Приблизить) или Zoom Out (Отдалить). Данные кнопки увеличивают или уменьшают масштаб вдвое. Доступ к этим кнопкам возможен в окне результатов и на панели инструментов для управления отображением.
6. Нажмите кнопку Reset (Сброс). Кривая измерения будет сброшена в состояние, при котором отображается полная панорамная кривая.
7. Используйте элементы управления прокрутки и сдвига в окне результатов. Эти элементы управления позволяют прокручивать рассматриваемую область кривой влево или вправо. Кнопки сдвига служат для пошагового смещения кривой.

## Отображение CDF, CCDF и PDF

Вы можете вывести на печать кривые интегральной функции распределения (CDF), комплементарной интегральной функции распределения (CCDF) и плотности вероятности (PDF). Возможна черно-белая или цветная печать (в зависимости от характеристик используемого принтера). Для этих кривых можно установить разрешение, источник данных (кривые или сегменты), минимальную и максимальную мощность и количество наборов данных или прогонов со счетчиком. (См. стр. 16, *Pulse Profiling (Профилирование импульсов)*.)

Кривая **CDF** показывает вероятность того, что сигнал находится ниже среднего уровня мощности.

Кривая **CCDF** показывает количество времени, в течение которого сигнал находится на уровне мощности от средней и выше (выражается в дБ к средней мощности). Доля времени в процентах, в течение которого сигнал находится в интервале мощности от заданной величины и выше, определяет искомую вероятность для соответствующего уровня мощности. Кривая **CCDF** показывает связь вероятностей и относительных уровней мощности.

Кривые мощности (**CCDF**) дают критически важную информацию о сигналах в системах связи 3G. Данные кривые также предоставляют данные об отношении пиковой мощности к средней (коэффициенте амплитуды), которые используются разработчиками компонентов.

Кривая **PDF** (плотности вероятности) показывает распределение среднего уровня мощности.

---

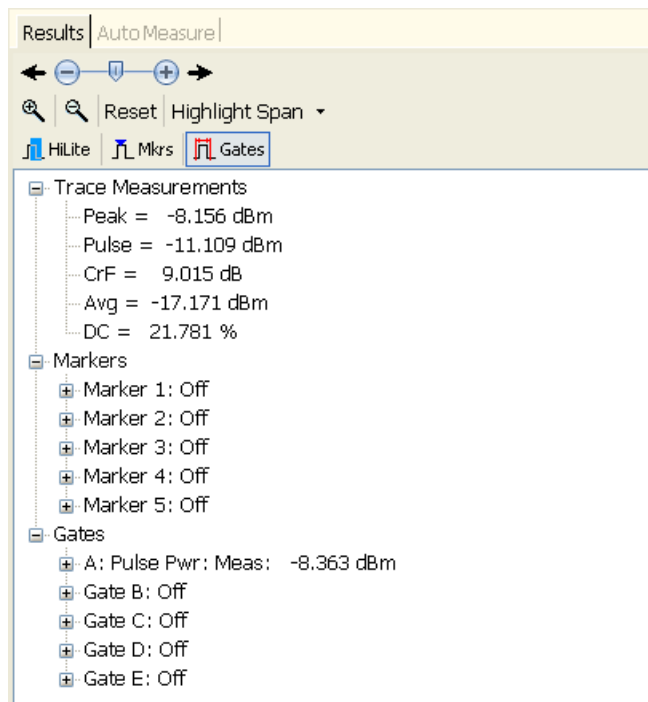
**ПРИМЕЧАНИЕ.** См. подробнее о панели инструментов печати. (См. стр. 52, *Print (Печать)*.)

---

## Панель автоизмерений

Панель автоизмерений состоит из окна Results (Результаты) и Auto Measure (Автоизмерения). Нажмите кнопку Start Measurement (Начать измерения) для запуска автоматических измерений и получения полных характеристик импульса для выбранного времени развертки.

**Окно результатов.** В этом окне можно устанавливать маркеры и сегменты для конкретных измерений. Также в этом окне показываются текущие значения точек кривой, значения маркеров и сегментов.



**Окно автоизмерений.** В этом окне при нажатии кнопки Start Measurement (Начать измерения) отображаются подробные данные измерений, основанные на содержимом окна Measurement Trace (Кривая измерения). Также имеется панель инструментов, позволяющая устанавливать сегменты, маркеры и выделения, выбирать размер выделения в процентах, сбрасывать состояние окна измерений для отображения полной панорамной кривой и изменять масштаб отображаемого на кривой измерений фрагмента.

Помимо измерений сегментов, функция автоизмерений также дает значение **On/Off Ratio** (Соотношение мощностей вкл./выкл.). Данный параметр равен разности в дБ между средней мощностью сигнала при включенном импульсе и средней мощностью при выключенном импульсе в течение первого полного цикла.

Results <b>Auto Measure</b>	
Start Measurement Copy Data	
Average_Power	-15.697 dBm
Crest_Factor	6.113 dB
Droop	-0.045 dB
Duty_Cycle	24.866 %
Fall_Time	25.477 nsec
On_Off_Ratio	52.057 dB
Overshoot	0.042 dB
Peak_Power	-9.584 dBm
PRF	49.997 kHz
PRT	20.001 usec
Pulse_Power	-9.667 dBm
Pulse_Width	4.973 usec
Rise_Time	39.552 nsec

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для точной работы функции автоизмерений требуется, чтобы в окне Measurement Trace (Кривая измерения) присутствовало по меньшей мере два полных цикла импульса.

---

**Start Measurement (Начать измерения).** Нажмите кнопку **Start Measurement** (Начать измерения), чтобы зарегистрировать мгновенные значения перечисленных выше параметров. Показания не будут обновляться непрерывно, а будут соответствовать одному ходу развертки по кривой. Для обновления показаний необходимо нажать кнопку Start Measurement (Начать измерения). При щелчке мышью на метке параметра в нижней части панели отображается описание этого параметра.

**Copy Data (Копировать данные).** Нажмите **Copy Data** (Копировать данные), чтобы скопировать результаты измерений в буфер обмена для последующей вставки в выбранный документ.

## Настройка экрана

Содержимое экрана состоит из пяти окон, которые можно перемещать и упорядочивать с помощью технологии перетаскивания Microsoft.

**Перемещение вкладок меню.** Порядок меню на панели меню можно изменить. Для этого щелкните элемент, который вы хотите перенести, и перетащите его в выбранном направлении вдоль панели. Затем отпустите кнопку мыши, и элемент меню закрепится в новом положении.

**Перемещение окон.** О окна Panoramic Trace (Панорамная кривая), Measurement Trace (Кривая измерения), Results (Результаты) и Auto Measure (Автоизмерения) можно перемещать по экрану с помощью всплывающего окна стыковки или путем перетаскивания.

Чтобы изменить положение окна с помощью всплывающего окна стыковки, выполните следующие действия.

1. Нажмите и удерживайте кнопку мыши на одном из четырех имеющихся на экране окон.
2. Перетащите окно вплоть до появления всплывающего окна стыковки.
3. Поместите перемещаемое окно поверх одного из обозначенных положений (верхнее, нижнее, центральное, левое или правое). Положение определяет способ стыковки окна, соответствующая область экрана подсвечивается.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Также вы можете разместить окно в любом месте экрана без использования окна стыковки. Просто перетащите окно в желаемое положение и отпустите клавишу мыши.

---

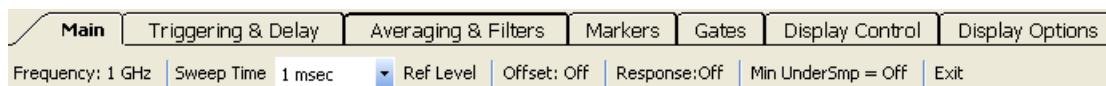
4. Отпускание кнопки мыши завершит перемещение окна.

## Функции панели инструментов

В этом разделе описано, какие параметры можно настраивать с помощью функций панели инструментов.

### Main (Основные)

Панель инструментов Main (Основные) позволяет настраивать такие параметры, как Frequency (Частота), Sweep Time (Время развертки), Reference Level (Опорный уровень) и Resolution (Разрешение).



**Frequency (Частота).** Для обеспечения наиболее точных измерений установленное значение частоты должно соответствовать фактической частоте несущей. Установка частоты важна для достижения максимальной точности измерений, поскольку коррекция показаний осуществляется на основе значения частоты (фактора калибровки). Если значение частоты будет указано неверно, могут возникать значительные погрешности, особенно в верхней области диапазона частот.

**Sweep Time (Время развертки).** В таблице ниже показана связь между временем развертки, частотой дискретизации и общим количеством

выборки. Обратите внимание на то, что большинство дисплеев компьютеров обеспечивают разрешение от 1000 до 2000 точек. В то же время данные, используемые для построения кривой, имеют намного большее разрешение. Для того чтобы рассмотреть детали кривой, содержащей около 10 000 точек, вы можете использовать значки масштабирования на панели управления отображением. (См. стр. 50, *Изменение масштаба.*)

**Таблица 3: Значения времени развертки**

Время развертки	Шаг выборки	Длина кривой
10 мкс	0,0208 мкс	480 точек
20 мкс	0,0208 мкс	960 точек
50 мкс	0,0208 мкс	2400 точек
100 мкс	0,0208 мкс	4800 точек
200 мкс	0,0208 мкс	9600 точек
500 мкс	0,05 мкс	10 000 точек
1 мс	0,1 мкс	10 000 точек
2 мс	0,2 мкс	10 000 точек
5 мс	0,5 мкс	10 000 точек
10 мс	1,0 мкс	10 000 точек
20 мс	2,0 мкс	10 000 точек
50 мс	5,0 мкс	10 000 точек
100 мс	10,0 мкс	10 000 точек
200 мс	20,0 мкс	10 000 точек
500 мс	50,0 мкс	10 000 точек
1 с	100,0 мкс	10 000 точек

**Reference Level (Опорный уровень).** Настройка Reference Level (Опорный уровень) позволяет изменять максимальное значение, отображаемое в окнах Panoramic Trace (Панорамная кривая) и Measurement Trace (Кривая измерения). Также с его помощью можно менять масштаб по вертикали в окне измерений.

Настройка масштаба по вертикали действительна только для окна измерений.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Настройки опорного уровня и разрешения изменяют формат отображения данных, а настройки смещения и характеристики влияют на измеряемые значения.

**Offset (Смещение).** Данная функция добавляет ко всем измеренным данным фиксированное смещение. При этом сдвигаются фактические измеренные величины. Применение простых смещений может быть ограничено полезным в силу их независимости от частоты. Если в цепи измерения

присутствует чувствительное устройство, то при каждом изменении частоты потребуется изменять смещение. В этом случае более удобно использовать функцию Response (Характеристика).

Чтобы оказывать влияние на измерения, функция Offset (Смещение) должна быть включена. При включенной функции Offset (Смещение) одноименный индикатор отображается выше и правее кривой измерений.

**Response (Характеристика).** Функция Response (Характеристика) предназначена для корректировки измерений, получаемых через направленные ответвители и другие аналогичные устройства. Функция Response (Характеристика) позволяет определить множество пар значений «амплитуда — частота». По мере изменения измеряемой частоты приложение автоматически откорректирует смещение на основании выбранной частоты.

Чтобы оказывать влияние на измерения, функция Response (Характеристика) должна быть включена. При включенной функции Response (Характеристика) одноименный индикатор отображается выше и правее кривой измерений.

**Minimize Undersampling (Минимизировать субдискретизацию).** Если время развертки равно 10 мс или менее, для получения требуемого временного разрешения и заполнения памяти кривой используется дискретизация (субдискретизация) в эквивалентном времени. При таких значениях времени развертки функция Minimize Undersampling (Минимизировать субдискретизацию) не имеет эффекта.

Если время развертки составляет 20, 50 или 100 мс, то субдискретизация обеспечивает большее количество выборок, чем необходимо для заполнения памяти кривой. При отключенной функции Minimize Undersampling (Минимизировать субдискретизацию) выборки консолидируются путем усреднения для получения кривой, состоящей из 10 000 точек. При включенной функции Minimize Undersampling (Минимизировать субдискретизацию) выборки в эквивалентном времени, которые не помещаются в интервал кривой, не усредняются, а отбрасываются. Активизация этой функции увеличивает уровень шума на кривой, но улучшает отображение пиков.

Если время развертки равно 200 мс или более, то дискретизация в реальном времени дает достаточно выборок для заполнения памяти кривой и обеспечивает необходимое временное разрешение. При таких значениях времени развертки субдискретизация не используется и функция Minimize Undersampling (Минимизировать субдискретизацию) не имеет эффекта.

---

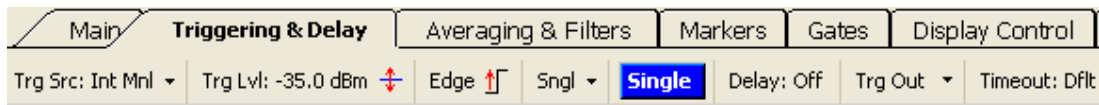
**ПРИМЕЧАНИЕ.** См. дополнительную информацию о значениях времени развертки. (См. таблицу 3.)

---

**Exit (Выход).** Завершает работу приложения.

**Triggering & Delay  
(Синхронизация и  
задержка)**

Панель инструментов Triggering and Delay (Синхронизация и задержка) позволяет настроить параметры синхронизации и задержки.



**Trigger Source (Источник синхронизации).** Доступно три варианта настройки источника синхронизации. Во всех этих вариантах можно использовать синхронизацию по положительному или отрицательному фронту, а также непрерывную или однократную развертку.

**Internal Auto Level (Внутренняя с автоустановкой уровня).** Синхронизация основывается на входном сигнале. По мере варьирования сигнала на входе автоматический уровень синхронизации корректируется соответствующим образом. В этом режиме синхронизации на выходе всегда получается кривая. Импульс синхронизации отправляется на TTL-выход синхронизации каждый раз, когда начинается развертка. Если сигнал отсутствует, то на выходе получается кривая шума. Этот источник синхронизации не рекомендуется использовать в случае, когда пиковые уровни входного сигнала опускаются ниже  $-50$  дБм. В таких случаях следует использовать режим Internal Manual Level (Внутренняя с ручным уровнем).

**Internal Manual Level (Внутренняя с ручным уровнем).** Уровень синхронизации устанавливается вручную. Синхронизация основывается на пересечении входным сигналом заданного пользователем уровня. Если уровень синхронизации будет установлен слишком высоким, кривая на выходе будет отсутствовать. Вместо этого в верхней части масштабной сетки окна измерений по центру отобразится сообщение Trigger? (Синхронизация?). Это сообщение показывает, что условие синхронизации не было обнаружено. Если уровень запуска установлен слишком низким, то система будет запускаться под воздействием шума. Импульс синхронизации отправляется на TTL-выход синхронизации каждый раз, когда начинается развертка.



**External TTL (Внешняя TTL).** Прибор будет выполнять измерения после того, как зарегистрирует переход уровней TTL на входе синхронизации (TI). Чтобы воспользоваться этой функцией синхронизации, подключите кабель SMB к источнику синхросигнала TTL. Данную функцию можно использовать для запуска измерений при очень низких уровнях сигнала, приближающихся к шумовому порогу прибора. Для измерений при очень низких уровнях сигнала используйте функции Averaging (Усреднение) и Filters (Фильтры). (См. стр. 44, *Averaging & Filters (Усреднение и фильтры)*.)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** *Входной импульс внешнего синхросигнала TTL должен длиться не менее 0,20 мкс, после чего должна следовать пауза не менее 1 мкс. Только при этих условиях датчик сможет осуществить надежный запуск.*

---

**Trigger Level (Уровень синхронизации).** Эта функция меню позволяет установить уровень синхронизации для случаев, когда используется режим синхронизации Internal Manual Level (Внутренняя с ручным уровнем).

**Edge (Фронт).** Используйте этот пункт меню для выбора запуска по положительному или отрицательному фронту.

**Continuous (Непрерывная).** Используйте этот пункт меню, чтобы настроить прибор на непрерывное создание новых кривых при поступлении каждого очередного события синхронизации.

**Single Sweep (Однократная развертка).** Используйте этот пункт меню, чтобы настроить прибор на однократную развертку. Прибор будет переводиться в состояние ожидания события синхронизации после нажатия клавиши Single (Однократный).

**Single (Однократный).** Если включен режим синхронизации Single Sweep (Однократная развертка), данная кнопка окрашена синим цветом. Нажатие этой кнопки инициирует однократный цикл синхронизации.

**Delay Trigger (Запуск с задержкой).** Эта функция меню позволяет задержать начало кривой от момента наступления события синхронизации на величину до 10 мс. Таким образом можно регистрировать кривые высокого разрешения для участков сигнала, далеко отстоящих от события синхронизации.

**Trigger Out (Выход синхронизации).** Используйте этот пункт меню для включения и инвертирования выходного TTL-сигнала синхронизации (TO).

**Timeout (Тайм-аут).** Данный пункт меню позволяет настроить интервал ожидания (тайм-аут) внешнего синхронизирующего сигнала (до 10 секунд). Если событие синхронизации не будет зарегистрировано в течение выделенного промежутка времени, произойдет тайм-аут и в верхней

части окна Measurement Trace (Кривая измерения) по центру отобразится индикатор **Trigger?**.

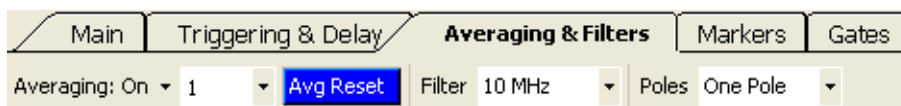
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если при установленном большом тайм-ауте синхронизации события синхронизации поступают медленно, интерфейс измерителя будет работать с задержкой в течение времени ожидания событий синхронизации.

---

## Averaging & Filters (Усреднение и фильтры)

Усреднение и фильтр низких частот помогают улучшить результаты измерений вблизи шумового порога прибора. Увеличение количества данных для усреднения поддерживает форму сигнала, но замедляет скорость обновления кривой. Использование фильтра низких частот ускоряет обновление кривой, но сглаживает форму импульса, увеличивая время нарастания и спада сигнала.



**Averaging (Усреднение).** Измените состояние этого параметра, чтобы включить или отключить усреднение. Когда данная функция включена, можно выбрать в раскрывающемся меню количество кривых для усреднения. Количество экземпляров для усреднения может быть установлено в пределах от 1 до 100. Получение каждой кривой занимает от 0,3 до 1,0 мс.

**Average Reset (Сброс усреднения).** Если усреднение включено, эта кнопка выделяется синим цветом. Нажатие этой кнопки перезапускает или сбрасывает усреднение кривых.

**Filter (Фильтр).** Эта функция позволяет выбрать подходящий видеочастотный фильтр НЧ в зависимости от задач измерения. Можно установить частоту фильтра равной 100 кГц, 200 кГц, 300 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 3 МГц, 5 МГц или 10 МГц. (Настройка 10 МГц эквивалентна отключению фильтра.)

**Poles (Полюса).** В этом меню можно выбрать количество полюсов фильтра (один, два, три или четыре). Количество полюсов влияет на кривую затухания видеочастотного фильтра НЧ. Чем больше полюсов, тем круче затухание в области высокочастотных составляющих сигнала.

---




**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если выбранные настройки фильтра, полюсов или времени развертки нарушают калибровку измерения, появляется диалоговое окно с предупреждением. Также на сетке панорамной кривой и кривой измерений появляется метка *Uncal Meas* (Некалиброванное измерение). Чтобы устранить сообщение об ошибке, откорректируйте настройки.


---

## Markers (Маркеры)

Маркеры предназначены для измерения значений в конкретных точках кривой (обычные маркеры) и разницы значений между двумя точками кривой (маркеры приращения). Маркеры доступны только в окне Measurement Trace (Кривая измерения). Значение активного маркера отображается в левом верхнем углу окна Measurement Trace (Кривая измерения), при условии что он включен. Значение каждого маркера отображается в окне Results (Результаты).



**Маркеры 1–5.** Выберите номер маркера, чтобы отключить соответствующий маркер () , включить его как обычный маркер () или как маркер приращения () . С помощью пункта **Set Position** (Установить позицию) раскрывающегося меню маркера можно задать положение маркера. Маркер также можно разместить, щелкнув мышью в окне Panoramic Trace (Панорамная кривая).


Чтобы переместить или установить конкретный маркер, необходимо для параметра Pointer Control (Управление указателем), находящегося на панели инструментов Display Control (Управление отображением) и в окне Results (Результаты), выбрать значение «маркеры» ().


После того как маркер будет включен и указатель будет переведен в режим «маркеры», с помощью щелчков и перетаскиваний можно устанавливать маркеры в области измерений. По мере перемещения маркера обозначения в левом верхнем углу масштабной сетки измерений будут меняться. Значение по оси *x* (время) определяется положением курсора. Значение по оси *y* (величина сигнала) определяется ближайшим к этой временной точке значением кривой.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В отдельно взятый момент времени может быть активен только один маркер, хотя одновременно могут быть видимы все пять маркеров. Активный маркер помечается звездочкой (\*) напротив его номера на панели инструментов. Номер маркера подчеркивается и выделяется более крупным шрифтом в окне кривой.

---

Обычный маркер () представляет собой одиночную точку данных и располагается над кривой в окне измерений.

Маркер приращения () показывает разность значений и располагается под кривой в окне измерений. Чтобы воспользоваться маркером приращения, сделайте следующее:

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В данном документе описана процедура выполнения измерений с помощью маркеров. (См. стр. 55, Измерения с использованием маркеров.)

---

**Значки со стрелками.** Значки со стрелками позволяют размещать маркеры на пиках. Первый значок со стрелкой позволяет центрировать выделенную кривую по маркеру.

**All Mrkrs Off (Сбросить маркеры).** Выбор этой команды позволяет сбросить все маркеры. После нажатия на эту кнопку все данные о положении маркеров будут потеряны.

**Measurement Threshold (Порог измерения).** Выберите этот пункт, чтобы открыть окно Threshold (Порог), содержащее пороговое значение, включить порог или вернуть значение порога по умолчанию. Порог измерения устанавливает минимальное значение пиков, которое принимается во внимание алгоритмами поиска маркеров и сегментов. Это значение можно изменять в пределах динамического диапазона прибора. Значение по умолчанию составляет –55 дБм. Включение и отключение соответствующей функции производится посредством диалогового окна.

---

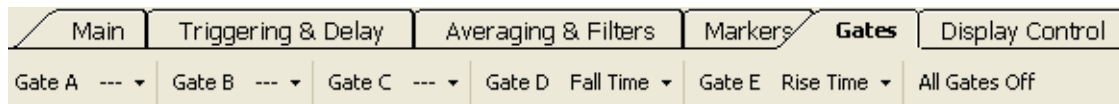
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Функция *Measurement Threshold (Порог измерения)* также используется для установки нижнего предела для данных, используемых в измерениях сегментов.

---

**Pulse Criteria (Критерий импульса).** Выберите этот пункт, чтобы открыть окно Pulse (Импульс), содержащее пороговое значение, включить порог или вернуть значение порога по умолчанию. Данная функция используется для определения части полной кривой, которая будет считаться частью импульса. Критерий импульса определяет границы положительной части полного импульса и задается относительно (или дополнительно) к порогу измерения, если порог включен. Если порог измерения отключен, данная величина указывается относительно уровня шума.


## Gates (Сегменты)

Временные сегменты позволяют определять характеристики входного сигнала. Время нарастания, время спада и величина спада вершины очень чувствительны к положению границ сегмента. При таких измерениях временной сегмент определяет начальную и конечную точку измерения. (См. стр. 47, Типы измерений сегментов на панели инструментов *Gates (Сегменты)*.)



**Сегменты А–Е.** Всего предусмотрено пять временных сегментов (А–Е). Раскрывающееся меню для каждого из сегментов позволяет установить тип измерения и положение сегмента.

Пункт Set Position (Установить позицию) раскрывающегося меню сегмента позволяет открыть окно **Set Position** и с его помощью установить положение сегмента. Сегмент также можно задать щелчком мыши в окне Panoramic Trace (Панорамная кривая).

Чтобы переместить или установить конкретный сегмент, необходимо для параметра Pointer Control (Управление указателем), находящегося на панели инструментов Display Control (Управление отображением) и в окне Results (Результаты), выбрать значение Gates (Сегменты) (  Gates ).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В отдельно взятый момент времени может быть активен только один сегмент, хотя одновременно могут быть видимы все пять сегментов. Активный сегмент помечается звездочкой (\*) напротив его буквы на панели инструментов. Также буква сегмента подчеркивается и выделяется более крупным шрифтом в окне кривой.

---

Следующая общая диаграмма размещения сегментов показывает, где следует размещать сегменты для выполнения различных типов измерений. (См. рис. 4.)

### Типы измерений сегментов на панели инструментов Gates (Сегменты)

Временные сегменты позволяют устанавливать характеристики импульсных сигналов, включающие различные параметры, которые можно выбрать в раскрывающемся меню на панели инструментов Gates (Сегменты). Также указанные типы измерений можно выполнить автоматически, если нажать кнопку **Start Measurement** (Начать измерения) в окне Auto Measure (Автоизмерения).

Ниже приведено краткое описание каждого типа измерений. После списка измерений дано несколько примеров измерений, рассказывающих подробнее о настройках сегментов.

**Время нарастания (RT).** Возвращает время увеличения амплитуды сигнала от 10 до 90 % амплитуды, указанной путем установки правой границы сегмента. Время нарастания (RT) измеряется для первого полного импульса: левая граница сегмента определяет начало данных, правая граница отмечает наивысшую рассматриваемую точку.

**Время спада (FT).** Возвращает время снижения амплитуды сигнала от 90 до 10 % амплитуды, указанной путем установки левой границы сегмента. Правая граница сегмента определяет конец блока данных для этого измерения.

**Ширина импульса (PW).** Возвращает ширину импульса в микросекундах. Ширина импульса равна промежутку времени между моментом, когда сигнал достигает уровня на 3 дБ ниже наивысшей точки импульса, и моментом, когда сигнал опускается до уровня на 3 дБ ниже наивысшей точки импульса. Левая граница сегмента определяет начало данных и должна предшествовать положительному фронту сигнала. Правая граница сегмента определяет конец данных и должна следовать за одним или несколькими последовательными нисходящими фронтами.

**Период следования импульсов (PRT).** Возвращает период следования импульсов (PRT) в микросекундах. Период следования импульсов представляет собой время между двумя последующими нарастающими фронтами сигнала. Границы сегмента для этого типа измерений должны включать по меньшей мере один полный, непрерывный цикл сигнала. Левая граница должна следовать за положительным фронтом, а правая граница должна предшествовать одному или нескольким последовательным нисходящим фронтам и по крайней мере одному нарастающему фронту.

**Частота следования импульсов (PRF).** Возвращает частоту следования импульсов (PRF) в Гц или кГц. Частота следования импульсов является величиной, обратной периоду следования импульсов ( $1/PRT$ ), который, в свою очередь, равен расстоянию между двумя последовательными положительными фронтами сигнала. Фронты импульса определяются согласно критериям, устанавливающим пиковое значение сигнала. Этот вид измерения может быть ограничен пороговым значением. Границы временного сегмента для данного типа измерений размещаются так же, как при измерении периода следования импульсов (PRT).

**Скважность (DC).** Возвращает коэффициент заполнения (величину, обратную скважности) — отношение длительности импульса к периоду следования. Границы временного сегмента для измерения скважности размещаются так же, как при измерении периода или частоты следования импульсов. Затем в процессе данного измерения все выборки распределяются в две корзины. Одна корзина соответствует состоянию «Включено», другая — состоянию «Выключено». Все точки в пределах 3 дБ от вершины импульса помещаются в корзину «Включено». Все остальные выборки помещаются в корзину «Выключено». Затем выполняется простой расчет:

$DC$  (скважность) = число выборок «Включено» / (число выборок «Включено» + число выборок «Выключено»)

**Мощность импульса (PIs).** Возвращает среднюю мощность в дБм между нарастающим и нисходящим фронтами сигнала для первых полных импульсов. Границы сегмента размещаются аналогично случаю измерения

ширины импульса (PW). Возвращается среднее значение всех выборок между нарастающим и нисходящим фронтами. Фронты импульса определяются согласно критериям, устанавливающим пиковое значение сигнала. Этот вид измерения может быть ограничен пороговым значением.

**Пиковая мощность (Pk).** Возвращает наивысший уровень мощности в пределах заданного сегмента. Границы сегмента могут быть установлены в любом месте в пределах окна измерений.

**Средняя мощность (Avg).** Возвращает средний уровень мощности в пределах заданного сегмента. Границы сегмента могут быть установлены в любом месте в пределах окна измерений.

**Коэффициент амплитуды (CF или CrF).** Возвращает разность в дБ между пиковым и средним значениями мощности. Границы сегмента могут быть установлены в любом месте в пределах окна измерений.

**Выброс (OvSh).** Возвращает разность в дБ между наивысшей точкой после нарастающего фронта и средней мощностью импульса. Границы временного сегмента для данного типа измерений размещаются так же, как при измерении времени нарастания (RT).

**Спад вершины импульса (Droop).** Возвращает спад мощности импульса в дБ между первыми 5 % после левой границы и последними 5 % перед правой границей.

Измерения сегмента также дают возможность определить следующие характеристики сигнала.

- **Power Set** (группа характеристик мощности): пиковая мощность, мощность импульса и коэффициент амплитуды.
- **Time & Frequency Set** (группа характеристик времени и частоты): ширина импульса, период и частота следования импульсов.
- **Mixed Set** (группа смешанных характеристик): пиковая мощность, коэффициент амплитуды, ширина импульса, частота следования импульсов.

Ниже приведена общая диаграмма размещения границ сегментов для различных типов измерений.

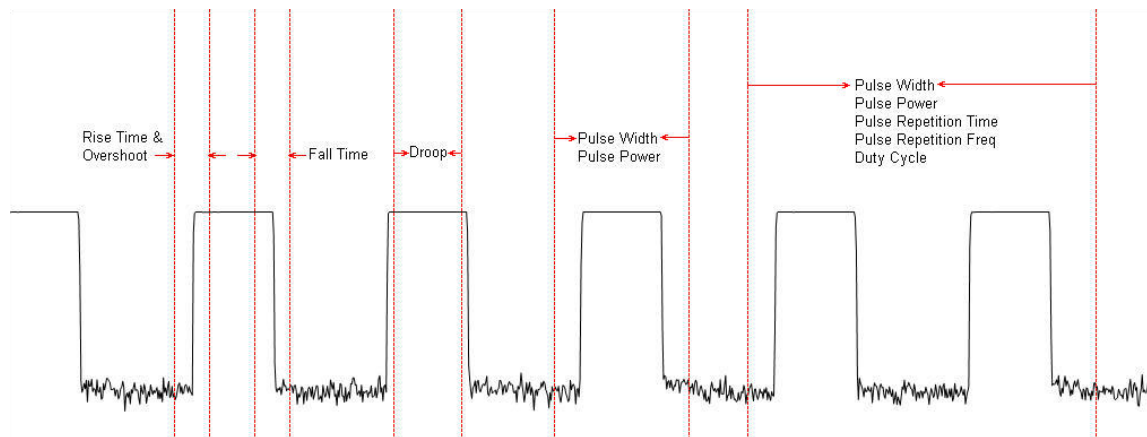


Рис. 4: Диаграмма размещения границ сегментов

**All Gates Off (Сбросить все сегменты).** Выбор этой команды позволяет сбросить все сегменты. После нажатия на эту кнопку все данные о положении сегментов будут потеряны.




### Управление отображением

Данная панель инструментов позволяет изменять представление кривой и переключать режимы указателя мыши («маркеры», «выделение» или «сегменты»).



**Изменение масштаба.** Используйте кнопки изменения масштаба, чтобы увеличить или уменьшить разрешение кривой. Аналогичные значки также отображаются в верхней части окна Results (Результаты).

**Reset (Сброс).** Данная кнопка возвращает полный масштаб кривой измерений. Этот элемент управления также доступен в верхней части окна Results (Результаты).

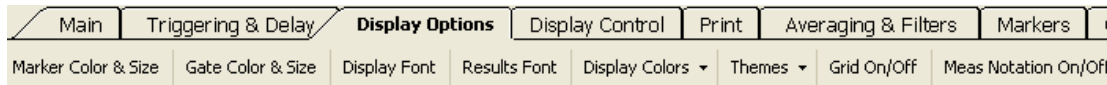
**Pointer Control (Режим указателя).** Режим указателя может быть установлен в одно из следующих значений: выделение () HiLite), маркеры () Mkr) и сегменты () Gates). Режим указателя определяет, какие из указанных элементов можно изменять на кривой путем нажатия и перетаскивания мышью.

Аналогичные значки также отображаются в верхней части окна Results (Результаты).

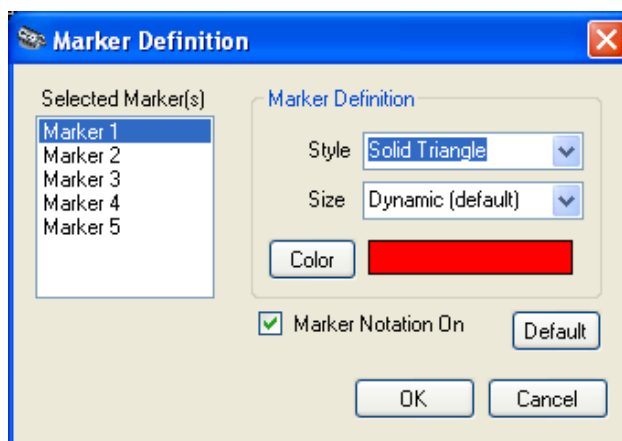


## Display Options (Настройки отображения)

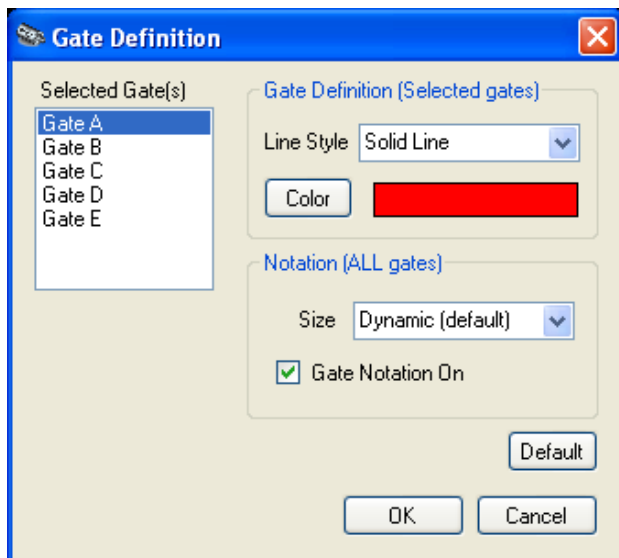
Данная панель инструментов позволяет изменять представление окон кривой и других окон. Например, она позволяет настраивать размер и цвет маркеров и границ сегментов в окне кривой измерений и внешний вид текста в окне результатов.



**Marker Color and Size (Размер и цвет маркеров).** С помощью этой кнопки можно изменить стиль (форму), цвет и размер маркеров. Нажатие этой кнопки открывает окно **Marker Definition** (Свойства маркеров), в котором можно настроить эти параметры.



**Gate Color and Size (Размер и цвет сегментов).** С помощью этой кнопки можно изменить тип и цвет линий и размер границ сегментов. Нажатие этой кнопки открывает окно **Gate Definition** (Свойства сегментов), в котором можно настроить эти параметры.



**Display Font (Шрифт).** Данная кнопка позволяет изменить начертание, стиль и язык текста, наносимого на кривые.

**Display Colors (Цветовая палитра).** Данная кнопка открывает раскрывающееся меню, в котором можно выбрать цвета фона, кривой, масштабной сетки, выделения, а также текста и других обозначений. Также можно отрегулировать степень прозрачности выделения.

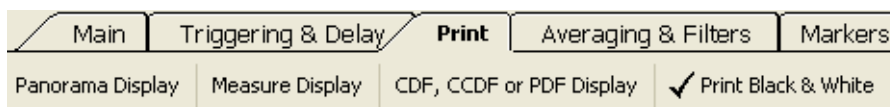
**Themes (Темы).** Данная кнопка позволяет выбрать цветовую тему экрана из раскрывающегося меню.

**Grid On/Off (Вкл./выкл. масштабной сетки).** С помощью этой кнопки можно включать и отключать отображение сетки на панорамной кривой и кривой измерений.

**Meas Notation On/Off (Вкл./выкл. обозначение измерений).** С помощью этой кнопки можно включать и отключать обозначение измерений на панорамной кривой и кривой измерений.

## Print (Печать)

С помощью данной панели инструментов можно вывести на печать панорамную кривую или кривую измерений. Также можно вывести на печать кривые интегральной функции распределения (CDF), комплементарной интегральной функции распределения (CCDF) и плотности вероятности (PDF). Возможна черно-белая или цветная печать (в зависимости от характеристик используемого принтера). (См. стр. 36, *Отображение CDF, CCDF и PDF.*)



## Store/Recall (Сохранить/Восстановить)

Данная панель инструментов предназначена для сохранения и восстановления состояний измерения.



**Store Register (Сохранить регистр).** Данная кнопка позволяет сохранить содержимое регистра. Содержимое регистра включает полное состояние.

**Recall Register (Восстановить регистр).** Данная кнопка позволяет восстановить содержимое регистра. Содержимое регистра включает полное состояние.

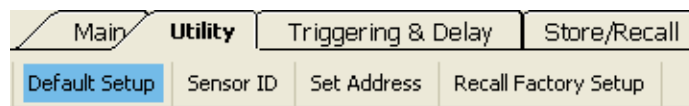
**Store as Name (Именованное сохранение).** Данная кнопка позволяет сохранить текущее состояние настроек.

**Recall as Name (Именованное восстановление).** Данная кнопка позволяет восстановить именованный регистр или файл.

**Copy Trace Data (Копировать данные кривой).** Данная кнопка позволяет вставлять данные кривой в виде пар «время — амплитуда» в другие приложения, например Excel, для анализа.

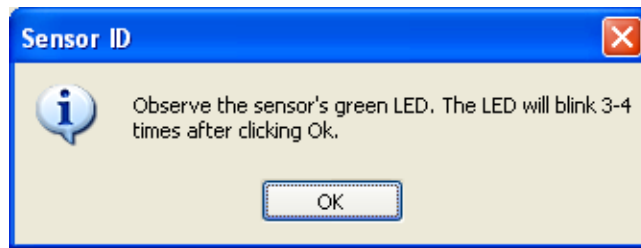
## Utility (Сервис)

Данная панель инструментов дает возможность установить адрес прибора и проверить идентификатор прибора. Также с ее помощью можно выполнить два вида сброса: настройка по умолчанию и восстановление заводских настроек. Различия между этими двумя операциями описаны ниже.

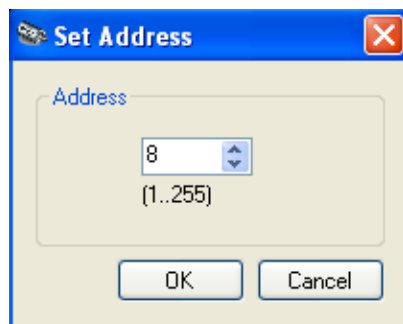


**Default Setup (Настройка по умолчанию).** Нажмите эту кнопку, чтобы сбросить только параметры измерений. Настройки отображения, включая цвета и шрифты, не будут затронуты при выборе этой команды. (См. таблицу 2.)

**Sensor ID (Идентификация прибора).** Нажатие этой кнопки приведет к самоидентификации прибора, связанного с данным сеансом приложения. Зеленый светоизлучающий диод идентифицированного прибора мигнет четыре раза. Данная функция особенно полезна в случае, если к компьютеру одновременно подключено несколько приборов.

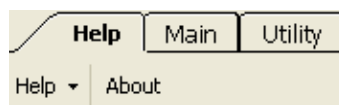


**Set Address (Установить адрес).** Нажмите эту кнопку, чтобы задать адрес прибора. Данная функция особенно полезна в случае, если к компьютеру одновременно подключено несколько приборов.



**Recall Factory Setup (Восстановление заводских настроек).** Нажатие этой кнопки приведет к установке значений по умолчанию для всех параметров измерений и всех пользовательских настроек, включая цвета и шрифты.



**Справка** Раскрывающееся меню **Help** (Справка) служит для доступа к справочному документу по данному приложению. Также в этом меню содержится ссылка на веб-сайт компании Tektronix, откуда можно загрузить руководства по эксплуатации. Выбор пункта **About** (О программе) позволяет просмотреть информацию о программном обеспечении, микропрограммном обеспечении и драйвере.



## Измерения с использованием маркеров

Измеряемая ширина импульса обычно определяется как расстояние между точками  $-3$  дБ нарастающего и нисходящего фронтов импульса. При использовании маркеров для измерений такого типа результаты зависят от положения маркеров. Помещение маркеров в точки  $-3$  дБ может быть затруднено в случае, если крутизна фронтов сигнала велика.

Для измерения ширины импульса с помощью маркеров используйте следующую процедуру.

1. Выделите один импульс на кривой измерений. (См. стр. 35, *Выделение*.)
2. Увеличьте масштаб, чтобы разместить маркер для измерения ширины импульса.
3. Нажмите на панели инструментов раздел **Markers** (Маркеры).
4. Нажмите стрелку возле пункта **Marker 1** (Маркер 1) и выберите тип маркера **Normal** (Обычный). Обратите внимание на то, что маркер номер **1** появится в окне измерений по центру масштабной сетки. Режим на панели инструментов в окне Results (Результаты) изменится с «выделение» () на «маркеры» ().

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Аналогичный эффект может быть достигнут, если щелкнуть правой кнопкой мыши на отдельном маркере в окне Results (Результаты) и выбрать тип маркера.

---

5. Переместите маркер в область левого фронта импульса. Приращение будет рассчитываться относительно этого значения.
6. Нажмите стрелку возле пункта **Marker 2** (Маркер 2) и выберите тип маркера **Delta** (Приращение). Обратите внимание на то, что маркер номер **2** появится в окне измерений по центру масштабной сетки.
7. Поместите маркер приращения в область правого фронта (среза) импульса.
8. Значение маркера приращения 1 (**DMk1**), отображаемое над левым краем масштабной сетки окна Measurement (Измерения), приблизительно равно ширине импульса. Абсолютное и относительное значения маркера приращения показываются в окне Results (Результаты).
9. После завершения измерений нажмите **All Mkrs Off** (Сбросить маркеры).

## Измерения с использованием сегментов

Выполните следующую процедуру, чтобы настроить сегменты на примере входных данных, используемых для маркеров.

1. Выделите один импульс на панорамной кривой. (См. стр. 35, *Выделение*.)
2. Нажмите значок увеличения масштаба в окне Results (Результаты) и отцентрируйте кривую, прокрутив ее влево или вправо.
3. Выберите панель инструментов Gates (Сегменты).
4. Все сегменты (A-E) должны быть отключены. Щелкните левой кнопкой мыши раскрывающееся меню **Gate A** (Сегмент A) и выберите пункт **Pulse Width** (Ширина импульса).
5. Обратите внимание на то, что границы сегмента появятся в окне измерений по центру масштабной сетки. Активный сегмент будет помечен звездочкой (\*) на панели инструментов. Также буква **A** сегмента будет подчеркнута и выделена более крупным шрифтом в окне кривой измерений.
6. Измеряемое значение появится в окне Results (Результаты) под активным сегментом и над масштабной сеткой в окне Measurement (Измерения).
7. Для измерения ширины импульса требуется переход по нарастающему и нисходящему фронтам через точки 3 дБ. Чтобы откорректировать границы сегмента, выполните следующее:

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для измерения периодических величин, таких как скважность и частота, необходимо ограничить полный цикл входящего сигнала.

---

- a. Щелкните левую границу в окне измерений и передвиньте ее влево так, чтобы нарастающий фронт сигнала находился справа от нее. (См. рис. 5.)
  - b. Щелкните правую границу в окне измерений и передвиньте ее вправо так, чтобы нисходящий фронт сигнала находился слева от нее. (См. рис. 5.)
8. Результат измерений не меняется, пока выбран полный импульс. Другими словами, при перемещении левой границы ближе к левому краю экрана результат измерений остается неизменным.

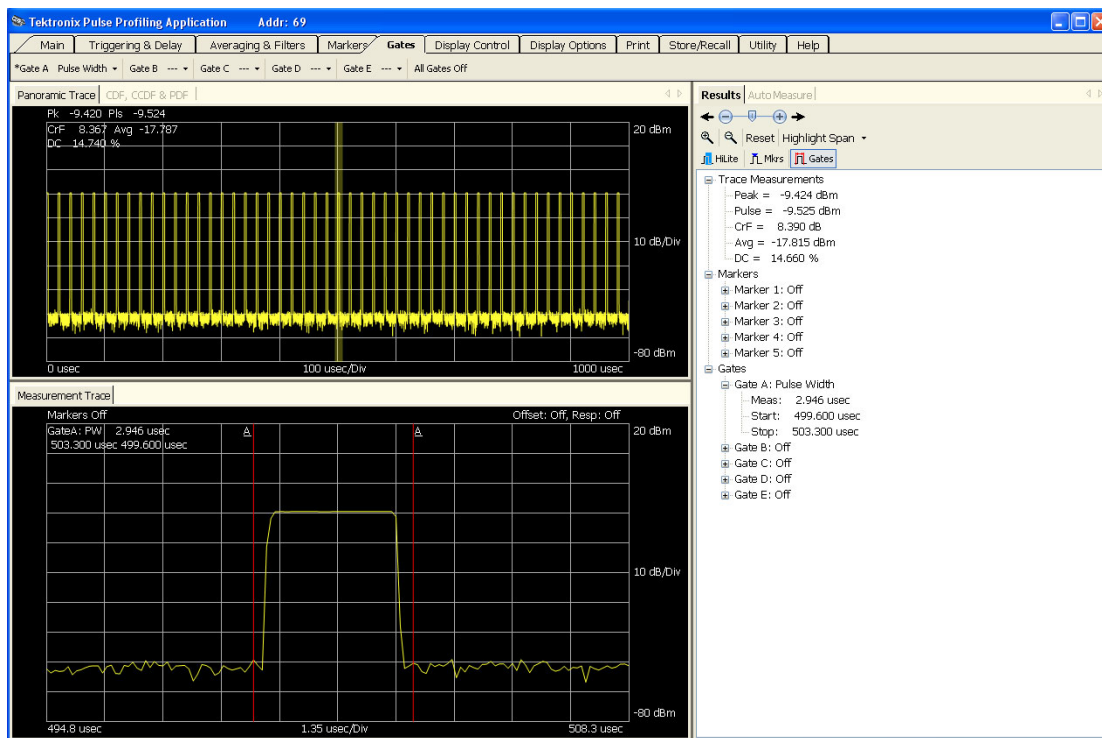


Рис. 5: Границы сегмента для выполнения измерения

9. Раскрывающееся меню каждой границы содержит подборку измерений, которые доступны для выполнения. Также можно щелкнуть правой кнопкой мыши на границе в окне Results (Результаты). Если для границы нет доступных измерений или если граница не установлена, отобразится пунктирная линия (---).

Сравнить описанное выше ручное измерение и автоматическое измерение можно следующим образом.

1. Проверьте наличие по меньшей мере двух циклов импульса в окне измерений.
2. Откройте вкладку Auto Measure (Автоизмерение), чтобы открыть окно Auto Measure (Автоизмерение).
3. Нажмите Start Measurement (Начать измерение).
4. Сравните результаты.

## Приложение High Speed Logger (Высокочастотный регистратор)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данное приложение доступно для всех моделей приборов.

---

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Использование более чем одного типа приложения одновременно может вызвать появление ошибок. Рекомендуется использовать одновременно только один тип приложения.

---



---

**ОСТОРОЖНО.** Не превышайте +23 дБм, 200 мВт или 3,15 В среднеквадратического напряжения. Убедитесь, что входной разъем РЧ-датчика и штекер чистые и не повреждены.

---



При первом запуске приложения High Speed Logger (Высокочастотный регистратор) появится запрос на инициализацию прибора. Выберите **Yes** (Да). Если подключено несколько приборов, выберите нужный прибор, щелкнув его имя, затем нажмите **Initialize Sensor** (Инициализировать прибор). Экран по умолчанию будет иметь вид, подобный показанному на рисунке ниже. (См. рис. 6.)

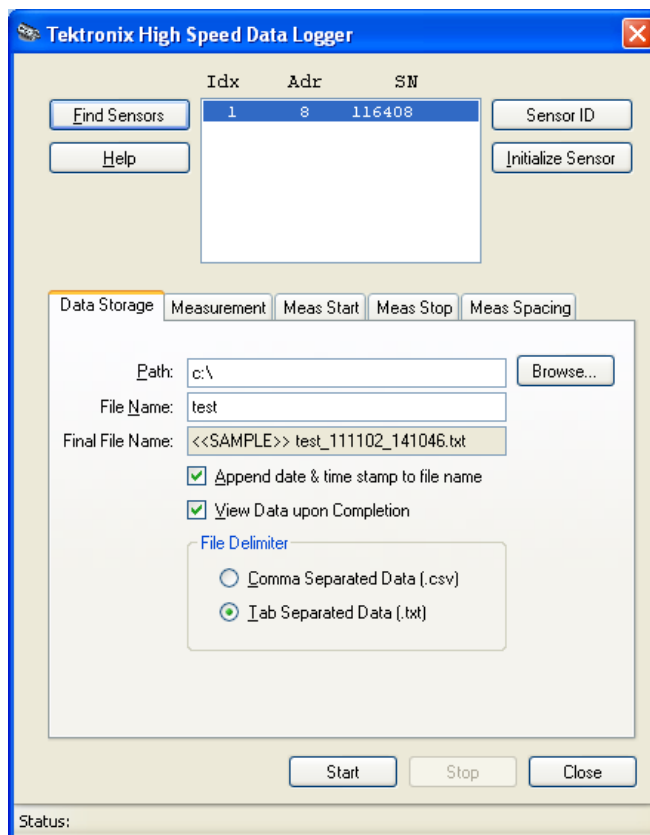


Рис. 6: Окно приложения High Speed Logger (Высокочастотный регистратор)

## Функции меню

После того как прибор инициализирован, можно приступить к настройке программного обеспечения с помощью меню и кнопок. Описание функций приведено ниже.

### Find Sensors (Найти приборы)

Нажмите эту кнопку, чтобы произвести поиск всех подключенных приборов. Результаты поиска, включающие серийный номер и адрес прибора, будут отображены в окне.

**Sensor ID**  
(Идентификация прибора)

Нажмите эту кнопку, чтобы включить зеленый светоизлучающий диод на выбранном приборе. Это полезно, если подключено одновременно несколько приборов и нужно найти один из них.

**Initialize Sensor**  
(Инициализировать прибор)

Нажмите эту кнопку, чтобы инициализировать прибор. По окончании процедуры инициализации появится информирующее об этом диалоговое окно.

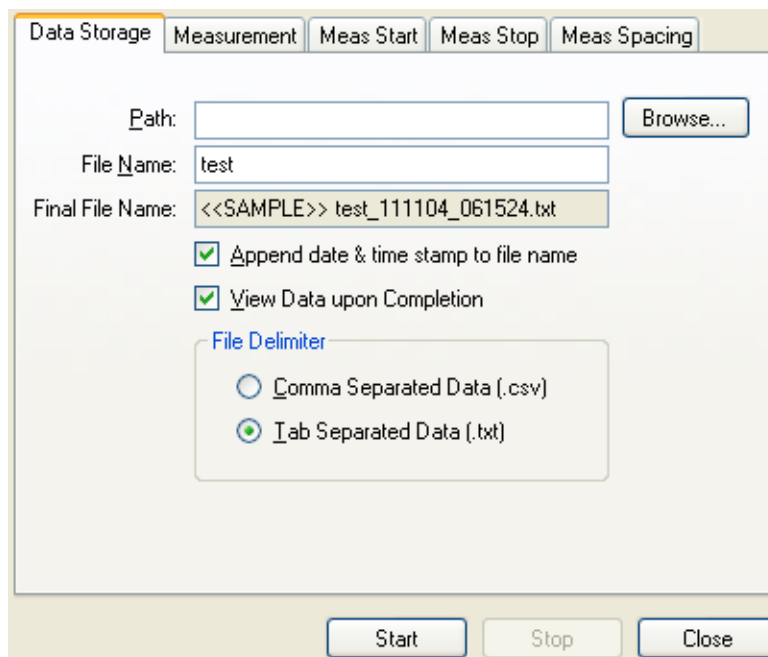
**Help (Справка)**

Нажмите эту кнопку, чтобы открыть файл справки для данного приложения. Файл имеет формат PDF.

**Data Storage (Хранение данных)**

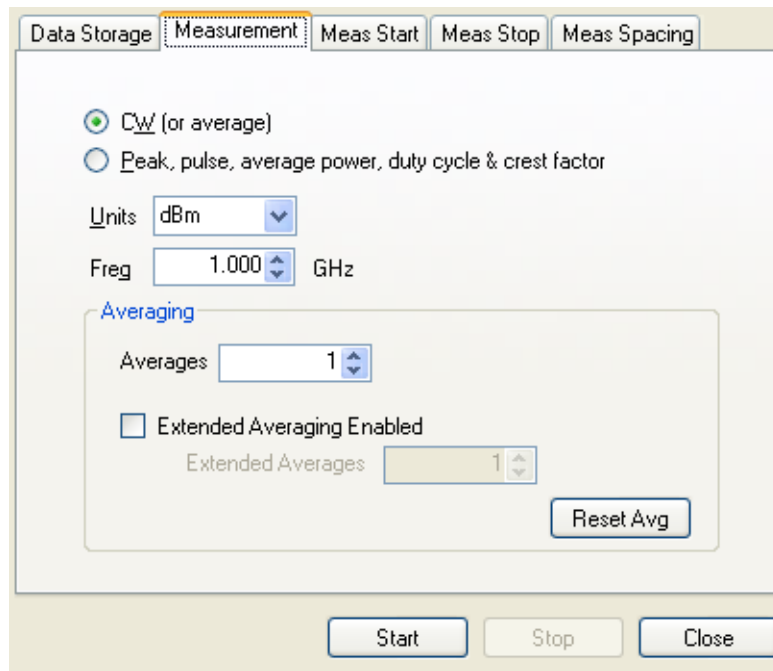
На вкладке Data Storage (Хранение данных) указывается место размещения файлов, а также включается добавление отметки даты и времени к имени файла. Установка флажка **Append date and time to file name** (Добавлять дату и время к имени файла) позволит добавить дату и время к указанному файлу. После каждой новой серии данных временная метка будет обновляться. Таким образом можно сохранить несколько наборов данных без необходимости каждый раз вводить новое имя. Кроме того, это обеспечивает группировку файлов в окне просмотра файлов. Также вы можете выбрать просмотр версии данных с помощью приложения «Блокнот» (по умолчанию) по завершении измерений.

Помимо этого приложение позволяет выбрать формат сохраняемых файлов (с разделением символами табуляции или запятыми). Для приложений, предназначенных для работы с электронными таблицами, например Microsoft Excel, наилучшим образом подходит разделение символами табуляции.



### Measurement (Измерение)

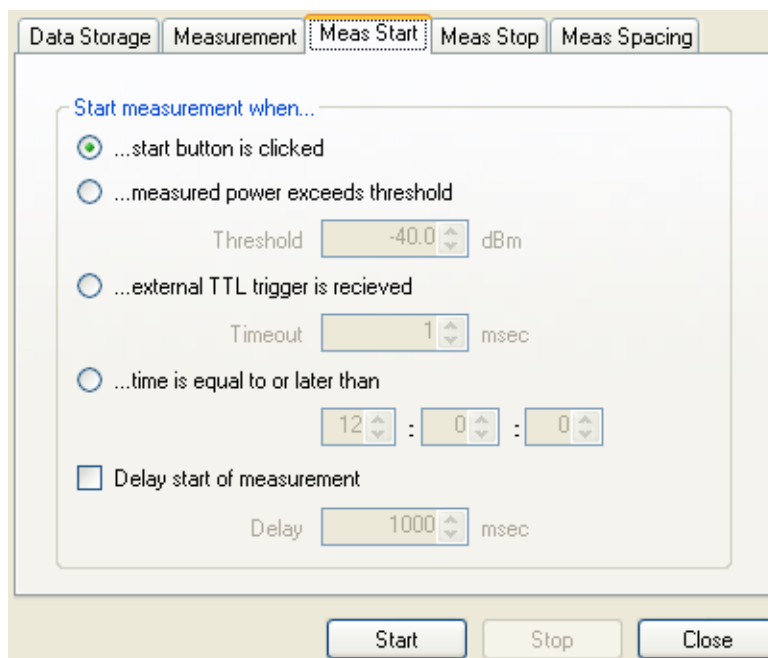
На вкладке Measurement (Измерение) можно задать тип, единицы и частоту измерения. Для получения точных результатов необходимо указать частоту. Если выбран режим **CW** (незатухающая гармоническая волна), то будет зарегистрирована только средняя мощность или мощность незатухающей гармонической волны. Если выбран режим **Peak, pulse...** (Пик, импульс...), то будут зарегистрированы все указанные характеристики.



## Meas Start (Начало измерений)

На этой вкладке можно выбрать момент начала измерений. Процесс измерений продолжается следующим образом.

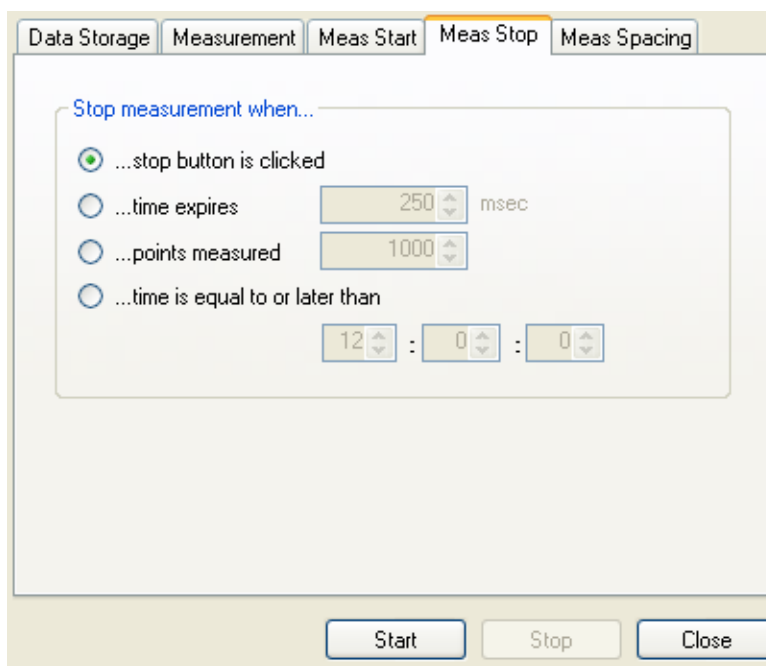
1. Выберите условие запуска, используя одну из следующих настроек:
  - Threshold (Порог): нажатие кнопки Start (Пуск) приведет к тому, что приложение будет контролировать входные измерения (средняя мощность для режима CW (незатухающая гармоническая волна) или пиковая мощность для импульсного режима). Как только измеренная величина превзойдет заданный порог, измерение будет продолжено. Порог устанавливается в дБм.
  - External TTL Trigger (Внешняя синхронизация ТТЛ): нажатие кнопки Start (Пуск) приведет к тому, что приложение будет контролировать внешний вход синхронизации ТТЛ. При появлении события синхронизации будет запущено измерение. Наступление условия синхронизации требуется только для первого измерения. Можно установить интервал ожидания (тайм-аут) синхронизации. Если тайм-аут наступит до начала измерений, измерение произведено не будет.
  - Время суток: установите время суток, когда необходимо начать измерения.
  - Щелкните кнопку Start (Пуск), чтобы начать процесс измерения.
2. При необходимости добавьте задержку. Отсчет задержки начинается сразу после наступления условия запуска и предвещает начало измерений.



### Meas Stop (Остановка измерений)

На этой вкладке можно задать одно из следующих условий остановки измерений:

- Stop button (Кнопка останова): измерения остановятся по нажатию кнопки Stop (Стоп).
- Time expires (По времени): укажите время в миллисекундах, по истечении которого измерения будут остановлены.
- Points measured (Количество точек): укажите число точек измерения, которые необходимо получить.

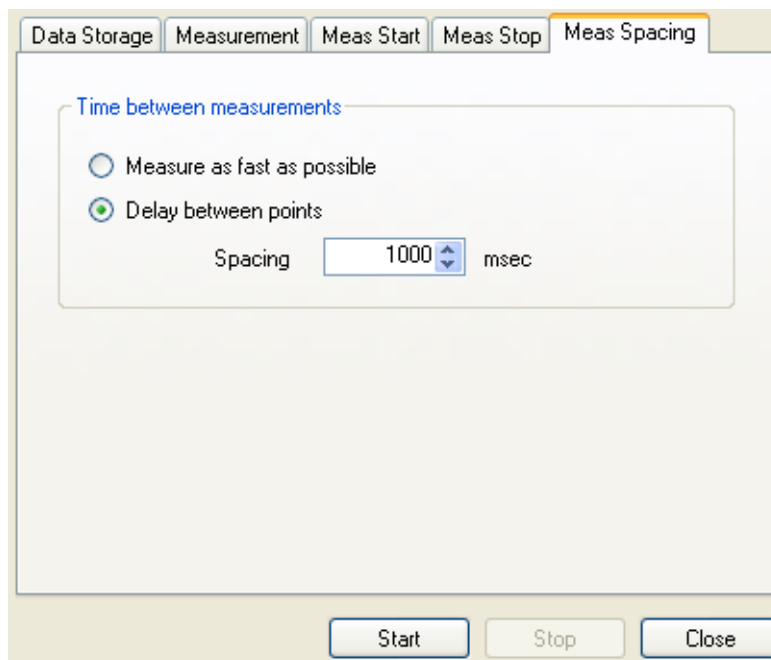


### Meas Spacing (Шаг измерений)

на этой вкладке можно выбрать время между двумя последовательными измерениями:

- Fast as possible (Минимальный шаг): измерения выполняются с шагом 350 мкс на большинстве компьютеров. На некоторых компьютерах эта величина может отличаться в ту или иную сторону. На итоговую скорость выборки также может влиять ряд других параметров. Дополнительная вычислительная нагрузка может замедлять измерения. Степень влияния на процесс измерений определяется мощностью компьютера и запросами других приложений.
- Delay between points (in milliseconds) (Задержка между точками (мс)): измерения остановятся, если обнаружится задержка между указанным количеством точечных измерений. Как было сказано выше, на скорость измерений могут оказывать влияние различные факторы. Тем не менее в большинстве случаев влияние этих факторов незначительно и не

представляет серьезной проблемы. Также некоторое воздействие может оказывать точность таймера компьютера.



## Простые измерения

В этом разделе описано, как выполнять некоторые виды простых измерений с помощью данного приложения. Процедуры приведены с расчетом на один подключенный прибор при условии, что установлены все необходимые приложения.

1. Запустите приложение High Speed Logger (Высокочастотный регистратор) и введите **Yes** (Да) на запрос инициализации прибора.
2. Откройте вкладку **Data Storage** (Хранение данных) и нажмите кнопку **Browse...** (Обзор...). Выберите Desktop (ваш рабочий стол) и нажмите **OK**.
3. В поле **File Name** (Имя файла) введите строку *TestFile*.
4. Проследите, чтобы были установлены флажки **Append** (Дозапись) и **View Data** (Просмотреть данные).
5. В качестве способа разделения данных в файле выберите **Tab Separated Data** (Разделение символом табуляции).
6. Откройте вкладку **Measurement** (Измерение) и выберите **CW** (Незатухающая гармоническая волна).

7. Выберите единицы **dBm** (дБм) и установите частоту равной **1.000 GHz** (1,000 ГГц).
8. Откройте вкладку **Meas Start** (Запуск измерений) и выберите пункт **start button is clicked** (по нажатию кнопки Start).
9. Откройте вкладку **Meas Stop** (Останов измерений) и выберите пункт **stop button is clicked** (по нажатию кнопки Stop).
10. Откройте вкладку **Meas Spacing** (Шаг измерений) и выберите пункт **as fast as possible** (минимальный шаг).
11. Нажмите кнопку **Start** (Пуск), подождите 1–2 секунды и нажмите кнопку **Stop** (Стоп).
12. Откроется приложение «Блокнот» или появится текстовый файл с данными. В зависимости от времени между нажатиями кнопок Start (Пуск) и Stop (Стоп) количество строк в файле может измеряться тысячами. Если используется разделение данных пробелами, то фрагменты файла данных могут быть непосредственно скопированы в таблицу Microsoft Excel. Значок файла данных появится на рабочем столе, а в имени файла будут указаны дата и время измерений.

## Устранение неполадок

### Ошибки памяти

Данное приложение может генерировать большие объемы данных и потреблять значительные объемы оперативной и дисковой памяти. Это может приводить к двум видам проблем. Одна из проблем связана с тем, что при максимальной скорости считываний текстовый файл, подготавливаемый в процессе измерений, может оказаться слишком большим, что вызовет затруднения при открытии этого файла внешним приложением (например, программой «Блокнот»). Приблизительная скорость заполнения текстового файла составляет 100 кБ/с для измерений в режиме CW (незатухающей гармонической волны) и 250 кБ/с для измерений параметров импульса. Проблема второго вида может наступить при исчерпании оперативной памяти или дискового пространства компьютера. Каждая точка измерений занимает приблизительно 54 байта. Если объем доступной оперативной памяти недостаточен и использование памяти не будет рационализировано, может быть достигнут предел выделения памяти.

Для решения каждой из этих проблем следует уменьшить скорость считывания, воспользовавшись параметрами **Meas Spacing** (Шаг измерений). Для текстовых файлов также можно снизить продолжительность прогона, откорректировав настройки **Meas Start** (Запуск измерений) и **Meas Stop** (Останов измерений) или убрав флажок **View Data upon Completion** (Просмотреть данные по завершении).



# Предметный указатель

## А

- Автоизмерения
  - окно, 37
  - панель, 36
  - функция, 38
- Адрес, 54
  - изменение, 17
  - установка для прибора, 28
- Аттенюатор с минимальными потерями, 25

## Б

- Быстрая настройка, 26

## В

- Восстановление заводских настроек
  - Power Meter (Измеритель мощности), 28
- Восстановление регистра, 53
- Время развертки, 39
- Входное сопротивление, 25
- Выделение, 35
- Вызов заводских настроек, 54
- Выставление на ноль и калибровка, 17

## Д

- Диапазон измерения, vi

## Е

- Единицы измерения мощности, 21

## З

- Заводские настройки
  - восстановление, 28

## И

- Идентификация, 28, 53

- Идентификация прибора, 53
- Измерение времени нарастания, 47
- Измерение времени спада, 48
- Измерение выброса, 49
- Измерение коэффициента амплитуды, 49
- Измерение мощности импульса, 48
- Измерение параметров вспышки, 24
- Измерение периода следования импульсов, 48
- Измерение пиковой мощности, 49
- Измерение скважности, 48
- Измерение соотношения мощностей вкл./выкл., 37
- Измерение спада вершины импульса, 49
- Измерение средней мощности, 49
- Измерение частоты следования импульсов, 48
- Измерение ширины импульса, 48

## Измерения

- вспышка, 24
- для импульсов с использованием скважности, 29
- для незатухающей гармонической волны, 28
- мощности импульса, 31
- обзор измерения средних (незатухающая гармоническая волна), 14
- обзор профилирования импульсов, 16
- обзор характеристик импульсных сигналов, 15
- подготовка прибора, 17
- разрешение, 17
- функции, поддерживаемые моделями, 13
- частота обновления, 25
- Измеряемая часть импульса, 23
- Импульс, 20
- Имя
  - установка для прибора, 28

## К

- Калибровка и выставление на ноль, 17
- Кнопка Single (Однократный), 26
- Копирование данных, 38
- Копирование данных кривой, 53

## М

- Масштабирование
  - Панель инструментов для управления отображением, 50

Меню  
перемещение, 38

## Н

Настройка  
быстрая, 26  
Настройка импульса, 23  
Настройки по умолчанию  
заводские настройки, 54  
настройка параметров  
измерения, 53  
Power Meter (Измеритель  
мощности), 27  
Незатухающая гармоническая  
волна (CW), 20

## О

Окна  
перемещение, 39  
Окно результатов, 36  
Окно Measurement Trace  
(Кривая измерения), 34  
Окно Panoramic Trace  
(Панорамная кривая), 34  
Опорный уровень, 40  
Основные функции, vi

## П

Панель инструментов  
для управления  
отображением, 50  
Панель инструментов Averaging  
& Filters (Усреднение и  
фильтры), 44  
Панель инструментов Display  
Options (Настройки  
отображения), 51  
Панель инструментов Gates  
(Сегменты), 46  
Панель инструментов Help  
(Справка), 54  
Панель инструментов Main  
(Основные), 39  
Панель инструментов Markers  
(Маркеры), 45  
Панель инструментов Print  
(Печать), 52  
Панель инструментов  
Store/Recall  
(Сохранить/Восстановить), 53  
Панель инструментов Triggering  
& Delay (Синхронизация и  
задержка), 42  
Панель инструментов Utility  
(Сервис), 53  
Передняя панель (виртуальная)  
Power Meter (Измеритель  
мощности), 19  
Перечень приборов, vi  
Плотность вероятности  
статистика, 17  
Подключение  
к компьютеру, 7  
нескольких приборов, 9  
Потребляемая мощность, 1  
Пределы, 21  
Приборы  
перечень, vi  
Приложение  
запуск, 10  
High Speed Logger  
(Высокочастотный  
регистратор), 58  
Power Meter (Измеритель  
мощности), 19  
Pulse Profiling  
(Профилирование  
импульсов), 33  
Приложение Power Meter  
(Измеритель мощности), 19  
Приложение Pulse Profiling  
(Профилирование  
импульсов), 33  
функции панели  
инструментов, 39  
Пример кода, 2  
Примеры программирования, 2  
Проверка  
работоспособности, 10  
Проверка функций прибора, 10  
Программное обеспечение  
установка, 1

## Р

Расширенное усреднение, 22  
Регистр  
восстановление, 53  
сохранение, 53  
Регистрация данных, 26  
Режим указателя  
Панель инструментов  
для управления  
отображением, 50  
Руководства, vii

## С

Сброс  
Панель инструментов  
для управления  
отображением, 50  
Сброс/Максимальное, 22  
Светоизлучающий диод, 9  
Сглаживание, 15, 23  
Сегменты  
типы измерений, 47  
Синхронизация  
внешняя TTL, 43  
внутренняя с  
автоустановкой  
уровня, 42  
внутренняя с ручным  
уровнем, 42  
выход, 43  
задержка, 43  
источник, 42  
меню, 25  
непрерывная, 43  
однократная развертка, 43  
однократный, 26, 43  
тайм-аут, 43  
фронт, 43  
Смещение, 23, 40  
Сообщения об ошибках, 28  
Сопrotивление  
вход, 25  
Сохранение регистра, 53  
Стабилизация  
температурная, 17

**Статистика**

- Интегральная функция распределения (CDF), комплементарная интегральная функция распределения (CCDF) и плотность вероятности (PDF), 17
- CDF, CCDF и PDF, 36
- субдискретизация, 15
- Субдискретизация, 41

**Т**

- Температурная стабилизация, 17
- Техника безопасности, v
- Типы разъемов, vi
- Требования к USB, 1

**У**

- установка
  - программное обеспечение, 1
  - требования к компьютеру, 1
- Установка
  - драйвер USB, 7
  - требования к аппаратному обеспечению компьютера, 1
  - требования к системе компьютера, 2
- Установка адреса, 54
- Установка драйвера USB, 7
- Установка опорного значения, 22

**Ф**

- Фильтрация полюса, 44
- Функции панели инструментов
  - Приложение Pulse Profiling (Профилирование импульсов), 39

**Х**

- Характеристика, 41

**Ц**

- Центрирование частоты, 17

**Ч**

- Частота, 39
  - центрирование, 17
- Частота обновления, 25
- Частотная характеристика (АЧХ), 23

**А**

- Averaging (Усреднение), 21

**С**

- CCDF
  - статистика, 17, 36
- CDF
  - статистика, 17, 36

**Ф**

- Frequency (Частота), 21

**М**

- Manage Named States (Управление именованными состояниями), 20
- Max/Reset (Максимальное/Сброс), 22

**Р**

- PDF
  - статистика, 36

**R**

- Recall (Восстановить), 20

**S**

- Save (Сохранить), 20
- Set address (Установить адрес), 28

**U**

- Undersampling (Субдискретизация), 23
- USB
  - подключение нескольких приборов, 1
  - USB-кабель, 7