

**Серия TPS2000**  
**Цифровой запоминающий осциллограф**  
**Руководство по эксплуатации**



071-1451-03

**Tektronix**



**Серия TPS2000**  
**Цифровой запоминающий осциллограф**  
**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.

OpenChoice и Wavestar являются зарегистрированными товарными знаками Tektronix, Inc.

Tektronix является полномочным лицензиатом товарного знака CompactFlash®.

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

Tektronix, Inc.  
14200 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, что в течение 3 (трех) лет со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. 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. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производится владельцем изделия. 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.

[W16 – 15AUG04]

## Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в данном продукте не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления в течение 1 (одного) года со дня поставки. 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 своего 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 перестает действовать в том случае, если дефект, отказ в работе или повреждение изделия вызваны неправильным использованием, хранением или обслуживанием изделия. В соответствии с данной гарантией корпорация Tektronix не обязана: а) исправлять повреждения, вызванные действиями каких-либо лиц (кроме сотрудников Tektronix) по установке, ремонту или обслуживанию изделия; б) исправлять повреждения, вызванные неправильной эксплуатацией изделия или его подключением к несовместимому оборудованию; в) исправлять повреждения или неполадки, вызванные использованием расходных материалов, отличных от рекомендованных корпорацией Tektronix; а также г) обслуживать изделие, подвергшееся модификации или интегрированное с иным оборудованием таким образом, что это увеличило время или сложность обслуживания изделия.

**ДАННАЯ ГАРАНТИЯ ПРЕДОСТАВЛЯЕТСЯ ТЕКТРОНИК НА ДАННОЕ ИЗДЕЛИЕ НА УСЛОВИЯХ ЗАМЕНЫ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ГАРАНТИЙ, ДАННЫХ ЯВНО ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАВШИХСЯ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИК И ЕЕ ПОСТАВЩИКИ ОТКАЗЫВАЮТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ДРУГИХ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ДРУГИХ ЦЕЛЕЙ. ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КОРПОРАЦИИ ТЕКТРОНИК ПО ДАННОМУ ГАРАНТИЙНОМУ ОБЯЗАТЕЛЬСТВУ ОГРАНИЧИВАЕТСЯ ТОЛЬКО РЕМОНТОМ ИЛИ ЗАМЕНОЙ ДЕФЕКТНЫХ ИЗДЕЛИЙ ЗАКАЗЧИКАМ. КОРПОРАЦИЯ ТЕКТРОНИК 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.

[W2 – 15AUG04]

## Аккумуляторная батарея TPSEBAT

### Гарантия

Корпорация Tektronix гарантирует, что в течение 3 (трех) месяцев со дня приобретения у полномочного дистрибьютора Tektronix в приборе не будут обнаружены дефекты материалов и изготовления. Если в течение гарантийного срока в изделии будут обнаружены дефекты, корпорация Tektronix по своему усмотрению либо отремонтирует неисправное изделие без дополнительной платы за материалы и потраченное на ремонт рабочее время, либо заменит это изделие на исправное. Данное гарантийное обязательство не распространяется на батарейные источники питания. 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. Упаковка и доставка неисправного изделия в указанный Tektronix центр гарантийного обслуживания, предоплата почтовых расходов и представление копии документа о приобретении производится владельцем изделия. 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.

[W14 – 15AUG04]

# Оглавление

Общие правила техники безопасности .....	v
Информация о соответствии .....	viii
Соответствие требованиям стандартов по электромагнитной совместимости .....	viii
Соответствие нормам безопасности .....	x
Защита окружающей среды .....	xiii
Предисловие .....	xv
Система справки .....	xvi
Правила оформления .....	xviii
Приступая к работе .....	1
Основные функции .....	1
Измерения в режиме изоляции от цепей заземления .....	3
Установка .....	6
Пробники .....	12
Проверка работоспособности .....	12
Безопасность при работе с пробником .....	14
Мастер проверки пробника напряжения .....	15
Выполнение процедуры компенсации пробника вручную .....	16
Установка значения параметра компенсации пробника напряжения .....	18
Установка масштаба пробника тока .....	19
Автокалибровка .....	19
Основы работы .....	21
Область экрана .....	22
Использование системы меню .....	26
Элементы управления отображением по вертикали .....	28
Элементы управления отображением по горизонтали .....	29
Элементы управления синхронизацией .....	30
Кнопки меню и управления .....	31
Входные разъемы .....	35
Другие элементы передней панели .....	36

Описание функций осциллографа .....	37
Настройка осциллографа .....	37
Синхронизация .....	39
Регистрация сигналов .....	41
Задание масштаба и положения осциллограммы .....	43
Выполнение измерений .....	47
Примеры применения .....	51
Выполнение простых измерений .....	52
Применение автоматического выбора пределов измерений для исследования сигналов в нескольких точках замера ..	59
Применение изолированного канала для анализа дифференциального коммуникационного сигнала ....	60
Просмотр расчетной осциллограммы мгновенной мощности .....	62
Выполнение курсорных измерений .....	65
Анализ сигнала .....	70
Регистрация одиночного сигнала .....	73
Измерение задержки распространения сигнала .....	76
Синхронизация по импульсу определенной длительности	77
Синхронизация по видеосигналу .....	79
Просмотр изменений импеданса в сети .....	85
Быстрое преобразование Фурье .....	89
Установка параметров сигнала во временной области .....	90
Отображение спектра БПФ .....	92
Выбор окна БПФ .....	93
Увеличение и изменение положения спектра БПФ .....	97
Измерение спектра БПФ с помощью курсоров .....	98
Обмен данными (RS-232 и Centronics) .....	101
Вывод экранного изображения на внешнее устройство ...	101
Настройка и проверка интерфейса RS-232 .....	104
Ввод команд .....	112
Съемное запоминающее устройство .....	113
Установка и извлечение карты памяти CompactFlash (CF)	113
Правила управления файлами .....	115

Использование функции Save (Сохранение) кнопки PRINT (печать) .....	116
Работа с аккумуляторными батареями TPSBAT .....	119
Обслуживание аккумуляторных батарей .....	120
Общие инструкции по зарядке батарей .....	121
Проверка уровня заряда и калибровки .....	122
Зарядка аккумуляторных батарей TPSBAT .....	123
Калибровка аккумуляторных батарей .....	125
Обращение с аккумуляторными батареями .....	128
Хранение и транспортировка аккумуляторных батарей ..	129
Замена аккумуляторных батарей .....	129
Справочник .....	131
Сбор данных .....	131
Приложение .....	135
Autorange (Автоматический диапазон) .....	135
Автоустановка .....	138
Курсор .....	143
Настройка по умолчанию .....	145
Экран .....	145
Справка .....	149
По горизонтали .....	149
Math (Математика) .....	152
Измерение .....	154
Печать .....	155
Проверка пробников .....	156
Сохранение и восстановление .....	156
Элементы управления синхронизацией .....	164
Сервис .....	174
Элементы управления отображением по вертикали .....	180
Приложение А: Технические характеристики .....	185
Технические характеристики осциллографа .....	185
Технические характеристики пробника P2200 .....	199
Приложение В: Принадлежности .....	205
Приложение С: Чистка .....	211
Общий уход .....	211

Чистка .....	211
Приложение D: Настройка по умолчанию .....	213
Приложение E: Лицензии на использование шрифтов .....	219
Приложение F: Максимальные напряжения для пробников, совместимых с TPS2000 .....	223
Предметный указатель	

# Общие правила техники безопасности

Во избежание травм, а также повреждений данного изделия и подключаемого к нему оборудования необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности.

Используйте изделие в строгом соответствии с инструкциями, чтобы исключить фактор риска.

Процедуры по обслуживанию устройства могут выполняться только квалифицированным персоналом.

## Пожарная безопасность и предотвращение травм

**Используйте соответствующий кабель питания.** Подключение к электросети должно выполняться только кабелем, разрешенным к использованию с данным изделием и сертифицированным для страны, в которой будет производиться его эксплуатация.

**Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения.** Не подсоединяйте и не отсоединяйте пробники и провода, когда они подключены к источнику напряжения.

**Соблюдайте правила подсоединения и отсоединения.** Перед подсоединением пробника к тестируемой системе подсоединяйте его выход к измерительному прибору. Подсоедините опорный вывод пробника к проверяемой цепи перед подсоединением входа пробника. Перед отсоединением пробника от измерительного прибора отсоединяйте его вход и опорный вывод от тестируемой системы.

**Соблюдайте ограничения на параметры разъемов.** Во избежание воспламенения или поражения электрическим током проверьте все допустимые номиналы и маркировку на приборе. Перед подсоединением прибора просмотрите дополнительные сведения по номинальным ограничениям, содержащиеся в руководстве к прибору.

Не подавайте на разъемы, в том числе на разъем общего провода, напряжение, превышающее допустимое для данного прибора номинальное значение.

**Отключение питания.** Отсоедините шнур питания прибора от источника питания. Не следует перекрывать подход к шнуру питания; он должен всегда оставаться доступным для пользователя.

**Не используйте прибор с открытым корпусом.** Использование прибора со снятым кожухом или защитными панелями не допускается.

**Не пользуйтесь неисправным прибором.** Если имеется подозрение, что прибор поврежден, передайте его для осмотра специалисту по техническому обслуживанию.

**Избегайте прикосновений к оголенным участкам проводки.** Не прикасайтесь к неизолированным соединениям и компонентам, находящимся под напряжением.

**Соблюдайте правила замены батарей.** Используйте только батареи, типы и номиналы которых соответствуют требованиям данного прибора.

**Соблюдайте правила перезарядки батарей.** Перезаряжайте батареи только в течение рекомендуемого цикла зарядки.

**Используйте надлежащий адаптер переменного тока.** Для данного прибора следует использовать только предназначенный для него адаптер переменного тока.

**Не пользуйтесь прибором в условиях повышенной влажности.**

**Не пользуйтесь прибором во взрывоопасных средах.**

**Не допускайте попадания влаги и загрязнений на поверхность прибора.**

**Обеспечьте надлежащую вентиляцию.** Дополнительные сведения по обеспечению надлежащей вентиляции при установке изделия содержатся в руководстве.

## Условные обозначения в данном руководстве.

Ниже приводится список условных обозначений, используемых в данном руководстве.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Предупреждения о действиях и условиях, представляющих угрозу для жизни или способных нанести вред здоровью.



**ОСТОРОЖНО.** Предостережения о действиях и условиях, способных привести к повреждению данного прибора или другого оборудования.

## Символы и условные обозначения в данном руководстве

Ниже приводится список возможных обозначений на изделии.

- Обозначение DANGER (Опасно!) указывает на непосредственную опасность получения травмы.
- Обозначение WARNING (Внимание!) указывает на возможность получения травмы при отсутствии непосредственной опасности.
- Обозначение CAUTION (Осторожно!) указывает на возможность повреждения данного изделия и другого имущества.

Ниже приводится список символов на изделии.



ОСТОРОЖНО  
См. руководство



Заземление  
шасси



Режим  
ожидания

## Информация о соответствии

В настоящем разделе приводятся стандарты электромагнитной совместимости, безопасности и природоохранные стандарты, которым удовлетворяет данный прибор.

### Соответствие требованиям стандартов по электромагнитной совместимости

#### Заявление о соответствии стандартам ЕС – электромагнитная совместимость

Отвечает требованиям директивы 2004/108/ЕС по электромагнитной совместимости. Проверено на соответствие перечисленным ниже стандартам (как указано в «Official Journal of the European Communities»):

**EN 61326-1:2006, EN 61326-2-1:2006.** Требования по электромагнитной совместимости электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях. <sup>1 2 3</sup>

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А
- IEC 61000-4-2:2001. Защищенность от электростатических разрядов
- IEC 61000-4-3:2002. Защищенность от электромагнитных радиочастотных полей <sup>4</sup>
- IEC 61000-4-4:2004. Защищенность от перепадов и всплесков напряжения
- IEC 61000-4-5:2001. Защищенность от скачков напряжения в сети питания
- IEC 61000-4-6:2003. Защищенность от наведенных высокочастотных помех <sup>5</sup>
- IEC 61000-4-11:2004. Защищенность от понижения и пропадания напряжения в сети питания <sup>6</sup>

**EN 61000-3-2:2006.** Гармонические излучения сети переменного тока

**EN 61000-3-3:1995.** Изменения напряжения, флуктуации и фликкер-шум

**Контактный адрес в Европе.**

Tektronix UK, Ltd.  
Western Peninsula  
Western Road  
Bracknell, RG12 1RF  
United Kingdom

- 1 Прибор предназначен для использования только в нежилых помещениях. При использовании в жилых помещениях могут возникнуть электромагнитные помехи.
- 2 При подключении оборудования к тестируемому объекту могут появиться излучения, превышающие уровни, установленные данными стандартами.
- 3 Соответствие перечисленным стандартам гарантируется только при использовании высококачественных экранированных кабелей.
- 4 Увеличение шума сигнала, связанное с приложением тестового поля (3 В/м в диапазоне частот от 80 МГц до 1 ГГц, от 1,4 до 2,0 ГГц с амплитудной модуляцией глубиной 80 % при частоте 1 кГц и 1 В/м при частотах от 2,0 до 2,7 ГГц с амплитудной модуляцией глубиной 80 % при частоте 1 кГц) не должно превышать по размаху два основных деления. Внешние наведенные помехи могут вызвать запуск, если порог запуска смещен менее чем на одно основное деление от опорного уровня канала.
- 5 Увеличение уровня шума сигнала, связанное с приложением тестового поля (среднеквадратическое значение 3 В/м при частотах от 150 кГц до 80 МГц с амплитудной модуляцией глубиной 80 % при частоте 1 кГц) не должно превышать по размаху 1 основного деления. Наведенные помехи в проводниках могут вызвать запуск, если порог запуска смещен менее чем на 0,5 основных деления от опорного уровня канала.
- 6 Критерий эффективности C, примененный для тестовых уровней понижения напряжения до 70 %/25 циклов и прерывания напряжения до 0 %/250 циклов (IEC 61000-4-11).

**Заявление о соответствии стандартам для Австралии/Новой Зеландии – электромагнитная совместимость**

Соответствует следующему стандарту электромагнитной совместимости для радиосвязи в соответствии с АСМА:

- CISPR 11:2003. Обычные и наведенные излучения, группа 1, класс А, в соответствии с EN 61326-1:2006 и EN 61326-2-1:2006.

## Соответствие нормам безопасности

### Заявление о соответствии стандартам ЕС – низковольтное оборудование

Проверено на соответствие перечисленным ниже спецификациям (как указано в «Official Journal of the European Communities»):

Директива 2006/95/ЕС по низковольтному оборудованию.

- EN 61010-1: 2001. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.

### Номенклатура разрешенного в США тестового оборудования для применения в лабораториях

- UL61010B-1:2003, первое издание. Требования безопасности для контрольно-измерительных и лабораторных электроприборов.

### Сертификат для Канады

- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92. Требования безопасности для контрольно-измерительных и лабораторных электроприборов.
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1B 97 – изменение 2 для CAN/CSA C22.2 No. 1010.1-92. Требования безопасности для контрольно-измерительных и лабораторных электроприборов.

### Дополнительные стандарты

- IEC 61010-1: 2001. Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях.

### Тип оборудования

Тестовое и измерительное оборудование.

### Описание уровней загрязнения

Степень загрязнения, фиксируемого вблизи прибора и внутри него. Обычно считается, что параметры среды внутри прибора те же, что и снаружи. Прибор должен использоваться только в среде, параметры которой подходят для его эксплуатации.

- Уровень загрязнения 1. Загрязнение отсутствует, или встречается загрязнение только сухими непроводящими материалами. Приборы данной категории обычно эксплуатируются в герметичном опечатанном исполнении или устанавливаются в помещениях с очищенным воздухом.
- Уровень загрязнения 2. Обычно встречается загрязнение только сухими непроводящими материалами. Иногда может наблюдаться временная проводимость, вызванная конденсацией. Такие условия типичны для жилого или рабочего помещения. Временная конденсация наблюдается только в тех случаях, когда прибор не работает.
- Уровень загрязнения 3. Загрязнение проводящими материалами или сухими непроводящими материалами, которые становятся проводящими из-за конденсации. Это характерно для закрытых помещений, в которых не ведется контроль температуры и влажности. Место защищено от прямых солнечных лучей, дождя и ветра.
- Уровень загрязнения 4. Загрязнение, приводящее к дополнительной проводимости из-за проводящей пыли, дождя или снега. Типичные условия вне помещения.

### **Уровень загрязнения**

Уровень загрязнения 2 (в соответствии со стандартом IEC 61010-1).  
Примечание. Прибор предназначен только для использования в помещении.

### **Описание категорий установки (перенапряжения)**

Подключаемые к прибору устройства могут принадлежать к различным категориям установки (перенапряжения). Существуют следующие категории установки:

- Категория измерения IV. Для измерений, выполняемых на низковольтном оборудовании.
- Категория измерений III. Для измерений, выполняемых на оборудовании в зданиях.
- Категория измерений II. Для измерений, выполняемых в цепях, непосредственно подключенных к низковольтному оборудованию.

- Категория измерений I. Для измерений, выполняемых в цепях, не подключенных непосредственно к сети питания.

### **Категория перенапряжения**

Категория перенапряжения II (в соответствии с определением стандарта IEC 61010-1)

## Защита окружающей среды

В этом разделе содержатся сведения о влиянии прибора на окружающую среду.

### Утилизация прибора по окончании срока службы

При утилизации прибора и его компонентов необходимо соблюдать следующие правила:

**Утилизация оборудования.** Для производства этого прибора потребовалось извлечение и использование природных ресурсов. Прибор может содержать вещества, опасные для окружающей среды и здоровья людей в случае неправильной утилизации прибора. Во избежание утечки подобных веществ в окружающую среду и для сокращения расхода природных ресурсов рекомендуется утилизировать данный прибор таким образом, чтобы обеспечить максимально полное повторное использование материалов.



Этот символ означает, что данный прибор соответствует требованиям Европейского Союза согласно Директивам 2002/96/ЕС и 2006/66/ЕС об утилизации электрического и электронного оборудования (WEEE) и элементов питания. Сведения об условиях утилизации см. в разделе технической поддержки на веб-узле Tektronix ([www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)).

**Утилизация аккумуляторов.** В приборе может находиться литиево-ионная аккумуляторная батарея, которую необходимо утилизировать соответствующим образом.

- Утилизация и повторное использование литиево-ионных батарей регулируются нормами, которые значительно различаются в разных странах и регионах. Перед утилизацией любой батареи всегда сверяйтесь с действующими нормами и следуйте им. В США и Канаде обращайтесь в корпорацию Rechargeable Battery Recycling Corporation ([www.rbrc.org](http://www.rbrc.org)), а в других странах – в местную организацию, занимающуюся утилизацией батарейных источников питания.

- Во многих странах запрещается выбрасывать вышедшее из строя электронное оборудование в обычные мусорные контейнеры.
- Отслужившие батареи выбрасывайте только в предназначенный для них контейнер. Используйте изоляционную ленту или другую одобренную обертку для защиты контактов батарей, чтобы предотвратить их закорачивание.

**Уведомление об использовании ртути.** В приборе используется лампа подсветки жидкокристаллического экрана, содержащая ртуть. Утилизация может регламентироваться законами об охране окружающей среды. За сведениями об утилизации и повторном использовании материалов обращайтесь в местные юридические органы; сведения, относящиеся к США, см. на веб-странице «E-cycling» ([www.eiae.org](http://www.eiae.org)).

### **Транспортировка аккумуляторных батарей**

Емкость литиево-ионной аккумуляторной батареи в этом изделии менее 100 Вт·ч. Содержание лития в пересчете на эквивалентное количество, как определено в Руководстве ООН по испытаниям и критериям, часть III, подраздел 38.3, составляет менее 8 г на батарею и менее 1,5 г на один элемент.

- Всегда сверяйтесь со всеми применимыми местными, государственными и международными нормами перед транспортировкой литиево-ионной батареи.
- Транспортировка использованных, разрушенных или отозванных источников питания в некоторых случаях ограничивается или запрещается.

### **Ограничение распространения опасных веществ**

Прибор относится к контрольно-измерительному оборудованию и не подпадает под действие директивы 2002/95/EC RoHS.

# Предисловие

В данном руководстве приведены сведения по эксплуатации цифровых запоминающих осциллографов серии TPS2000. Руководство включает следующие главы.

- Глава *Приступая к работе*, в которой кратко описаны функции осциллографа и приведены инструкции по подготовке к работе.
- Глава *Основы работы*, в которой описаны принципы работы осциллографа.
- Глава *Описание функций осциллографа* содержит описание основных возможностей и функций осциллографа: настройки осциллографа, синхронизации, сбора данных, масштабирования и позиционирования форм сигнала, а также выполнения измерений.
- Глава *Примеры применения* содержит примеры использования осциллографа для различных измерений.
- Глава *Функция БПФ* содержит описание использования функции БПФ (Быстрое преобразование Фурье) для преобразования сигнала временной области в частотные компоненты (спектр).
- Глава *Интерфейсы* содержит сведения по настройке портов RS-232 и Centronics для использования осциллографа с внешними устройствами (например, компьютером или принтером).
- Глава *Съемное запоминающее устройство* содержит описание использования карты памяти CompactFlash и функций осциллографа, которые доступны при использовании карты памяти.
- Глава *Работа с аккумуляторными батареями TPSBAT* содержит сведения по использованию, зарядке, калибровке и замене источников питания.
- Глава *Справочник* содержит сведения о диапазонах возможных значений параметров для каждой функции.

- *Приложение А. Технические характеристики* содержит сведения об электрических характеристиках, условиях эксплуатации и физических характеристиках осциллографа и пробника P2220.
- *Приложение В: Принадлежности* содержит краткое описание стандартных и дополнительных принадлежностей.
- *Приложение С: Чистка* содержит сведения по уходу за осциллографом.
- *Приложение D: Настройка по умолчанию* содержит список пунктов меню и значений параметров по умолчанию, восстанавливаемых при нажатии на передней панели кнопки НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ.
- *Приложение Е. Лицензии на использование шрифтов* содержит тексты лицензий на использование специальных шрифтов для азиатских языков.
- *Приложение F. Максимальные напряжения для пробников, совместимых с TPS2000* содержит сведения о максимальных напряжениях для совместимых пробников.

## Система справки

В осциллографе имеется система справки, содержащая описание всех функций прибора. С ее помощью можно просматривать следующие сведения:

- общие сведения о работе и использовании осциллографа (например, сведения об использовании системы меню);
- сведения об определенных меню и элементах управления, например, об элементах управления вертикальным положением;
- советы по решению проблем, возникающих при работе с осциллографом (например, советы по снижению уровня шума).

В системе справки имеются несколько способов поиска необходимых сведений: контекстно-зависимая справка, гиперссылки и индекс.

## Контекстно-зависимая справка

При нажатии кнопки СПРАВКА, расположенной на передней панели, на экране осциллографа отображаются сведения о последнем вызванном меню. При отображении разделов справки рядом с универсальной ручкой светятся индикаторы, показывающие, что эта ручка используется. Если раздел содержит несколько страниц, для перемещения между страницами используется универсальная ручка.

## Гиперссылки

Большинство разделов справки содержат фразы, заключенные в угловые скобки, такие как <Autoset> (Автоустановка). Такие фразы являются ссылками на другие разделы. Для перемещения курсора между ссылками также используется универсальная ручка. Для отображения раздела, с которым связана гиперссылка, нажмите кнопку Show Topic (Показать раздел). Для возврата к предыдущему разделу нажмите кнопку Back (Назад).

## Указатель

Нажмите на передней панели функциональную кнопку СПРАВКА, а затем – функциональную кнопку Index (Индекс). Для поиска страницы индекса, содержащей необходимую тему, используйте функциональные кнопки Page Up (Страница вверх) и Page Down (Страница вниз). Поверните универсальную ручку, чтобы выделить раздел справки. Для отображения раздела нажмите функциональную кнопку Show Topic (Показать раздел).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для удаления с экрана текста справки и возврата к отображению форм сигнала нажмите функциональную кнопку Exit (Выход) или любую кнопку меню.

---

## Правила оформления

В данном руководстве использованы следующие правила:

- Названия кнопок на передней панели, ручек и разъемов приведены прописными буквами. Например: СПРАВКА, PRINT (печать) .
- При ссылке на команду меню каждое слово начинается с прописной буквы. Например: Peak Detect (Пиковая детекция), Window Zone (Зона окна).



**ПРИМЕЧАНИЕ.** *Функциональные кнопки могут также называться экранными кнопками, кнопками бокового меню, кнопками команд и кнопками параметров.*

---

- Символ ► разделяет названия кнопок при серии нажатий. Например, строка **СЕРВИС ► Options (Параметры) ► RS232 Setup** (Настройка RS232) означает, что необходимо нажать кнопку СЕРВИС, затем – функциональную кнопку Options (Параметры), а затем – функциональную кнопку RS232 Setup (Настройка RS232). Для выбора нужного параметра может потребоваться несколько нажатий функциональной кнопки.



# Приступая к работе

Цифровые запоминающие осциллографы серии TPS2000 представляют собой небольшие легкие настольные устройства, которые могут использоваться при измерениях относительно земли.

В данной главе описаны способы выполнения следующих задач.

- Измерения в режиме изоляции от цепей заземления
- Подготовка устройства к работе
- Зарядка аккумуляторных батарей
- Выполнение быстрой проверки функций
- Выполнение проверки пробников и компенсация пробников
- Выбор коэффициента ослабления пробника
- Использование автокалибровки

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При включении осциллографа имеется возможность выбрать язык экранных сообщений осциллографа. В любой момент можно получить доступ к параметру **СЕРВИС** ► **Language** (Язык) и выбрать язык.

---

## Основные функции

В следующей таблице и списке приведен перечень основных характеристик различных моделей осциллографа.

Модель	Число каналов	Полоса пропускания	Частота выборки
TPS2012	2	100 МГц	1,0 Гвыб/с
TPS2014	4	100 МГц	1,0 Гвыб/с
TPS2024	4	200 МГц	2,0 Гвыб/с

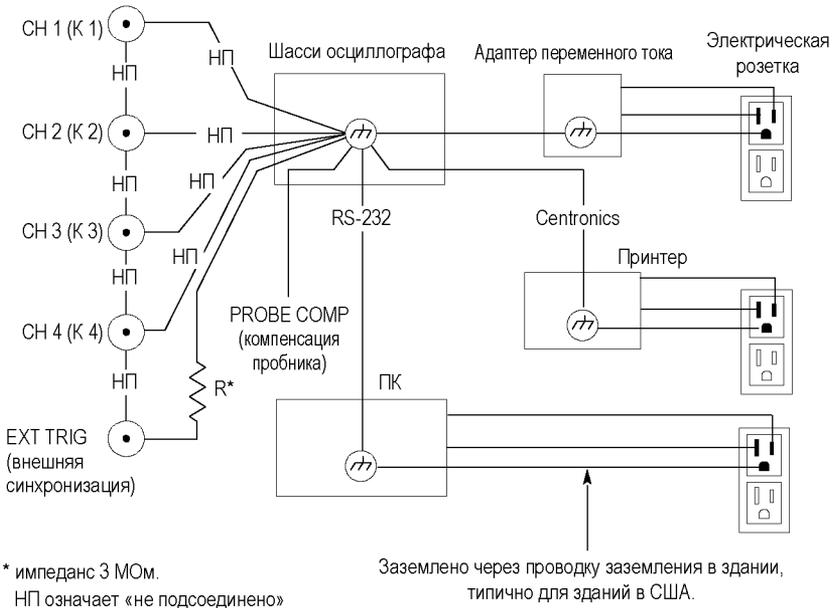
- Питание от батареи или от сети
- Две аккумуляторные батареи (вторая батарея может устанавливаться как дополнительная)
- Независимые изолированные каналы без общего заземления

- Приложение для анализа систем питания TPS2PWR1 (приобретается дополнительно)
- Поддержка совместимых пробников напряжения и тока
- Контекстно-зависимая справочная система
- Цветной жидкокристаллический дисплей
- Настраиваемый предел полосы пропускания 20 МГц
- 2500 отсчетов на каждый канал
- Автоустановка
- Быстрая настройка и повышение удобства в работе за счет автоматической установки пределов измерений
- Мастер проверки пробника
- Курсоры и поля значений
- Поле частоты синхронизации
- Одиннадцать автоматических измерений
- Усреднение сигнала и пиковое детектирование
- Две шкалы времени
- Математические функции: операции сложения, вычитания и умножения
- Математическая функция быстрого преобразования Фурье (БПФ)
- Режим синхронизации по длительности импульса
- Режим синхронизации по видеосигналу с возможностью выбора строки
- Внешняя синхронизация
- Запоминание настроек и осциллограммы
- Сменное запоминающее устройство
- Различные режимы послесвечения экрана
- Порты RS-232 и Centronics

- Программное обеспечение OpenChoice для связи с ПК
- Интерфейс пользователя и справка на десяти языках

## Измерения в режиме изоляции от цепей заземления

При измерениях в режиме изоляции от цепей заземления входы (3 МОм) каналов и EXT TRIG (внешняя синхронизация) изолированы от шасси осциллографа и друг от друга. Это позволяет выполнять независимые измерения по каналу 1, каналу 2 и EXT TRIG (внешняя синхронизация) (а также по каналам 3 и 4 для четырехканальных моделей).



Входы осциллографа изолированы от цепей заземления, даже когда осциллограф подсоединен к заземленному источнику питания или заземленному компьютеру.

В большинстве других осциллографов для входов каналов осциллографа и EXT TRIG (внешняя синхронизация) используется общий вывод опорного сигнала. Обычно этот вывод связан с землей через кабель питания. В осциллографах с общим заземлением при многоканальных измерениях все входные сигналы должны иметь общий вывод опорного сигнала.

Осциллографы с общим выводом опорного сигнала, не имеющие дифференциальных предусилителей или внешних изоляторов сигнала, не подходят для измерений в режиме изоляции от цепей заземления.

### Подсоединение пробников



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Во избежание поражения электрическим током не превышайте допустимые пределы для измеряемого напряжения или плавающего потенциала на входе байонетного разъема осциллографа, наконечнике пробника или опорном выводе пробника.

---

Ознакомьтесь с пределами напряжения для используемых пробников и не превышайте их. При работе важно учитывать следующие пределы напряжения:

- Максимальное измеряемое напряжение между наконечником пробника или байонетным разъемом и опорным выводом пробника
- Максимальное измеряемое напряжение между наконечником пробника или корпусом байонетного разъема и выводом заземления
- Максимальный плавающий потенциал опорного вывода пробника относительно заземления



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Во избежание поражения электрическим током не используйте пробники, для которых требуется соединение с землей, такие как высоковольтный дифференциальный пробник Tektronix P5200, с осциллографами серии TPS2000. Для высоковольтного дифференциального пробника P5200 требуется осциллограф с заземленными входами, а у осциллографов серии TPS2000 плавающие (изолированные) входы.

---



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать  $30 V_{эфф}$ . При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше  $30 V_{эфф}$ , для которых должны использоваться высоковольтные пробники, следует применять пробник P5120 (напряжение до  $600 V_{эфф}$ , категория II или  $300 V_{эфф}$ , категория III), пассивный высоковольтный пробник с аналогичными характеристиками (но не пробник P5100, предназначенный для измерений относительно земли) или высоковольтный дифференциальный пробник с подходящими характеристиками.

Во избежание поражения электрическим током при использовании пробников с открытыми металлическими частями не подсоединяйте опорный вывод к проводникам с напряжением выше  $30 V_{эфф}$ .

Эти пределы напряжений зависят от пробника и приложения. (См. стр. 185, *Технические характеристики*.)

В этом руководстве содержится дополнительная информация о безопасности при работе с пробником. (См. стр. 14, *Безопасность при работе с пробником*.)

### Правильное подсоединение опорных выводов

Опорный вывод пробника для каждого канала должен быть подсоединен непосредственно к исследуемой схеме. Эти подсоединения необходимы потому, что каналы осциллографа электрически изолированы; общее соединение в них не используется. В целях поддержания высокой точности сигнала для каждого пробника следует использовать опорный вывод минимальной длины.

Опорный вывод пробника представляет собой более высокую емкостную нагрузку на проверяемую схему, нежели наконечник пробника. При проведении измерений между двумя узлами схемы в режиме изоляции от цепей заземления опорный вывод пробника следует подсоединять к менее динамичному из двух узлов или к узлу, имеющему самый низкий импеданс.

## Разъемы BNC

Соединение с опорным выводом разъема BNC осциллографа выполнено с внутренней стороны этого разъема. Черный байонет на внешней стороне разъемов BNC не обеспечивает электрический контакт. Чтобы получить хорошее соединение, убедитесь, что разъем пробника или кабеля вставлен и зафиксирован поворотом. Замените кабели или пробники, у которых греются разъемы.

## Незаглушенные входы с разъемами BNC

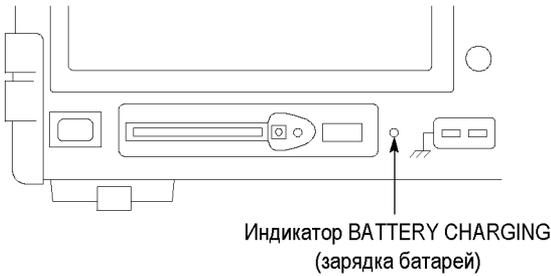
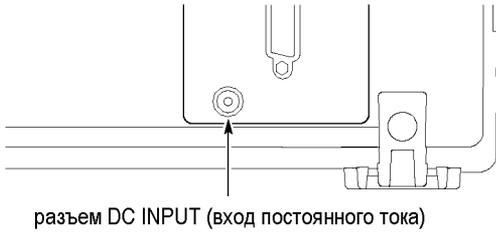
Черный байонет на внешней стороне входных разъемов BNC не экранирует входной разъем от электрических помех, наводимых соседними электрическими контурами. Для установки нулевой линии развертки при отсутствующем сигнале следует подсоединить к входному разъему BNC согласованную нагрузку 50 Ом или закороченную заглушку BNC.

## Установка

Для питания осциллографа или зарядки аккумуляторных батарей (если они установлены) можно использовать адаптер переменного тока. Чтобы использовать в качестве источника питания осциллографа адаптер переменного тока, выполните следующие действия:

1. Вставьте разъем постоянного тока адаптера в разъем DC INPUT (вход постоянного тока) на задней панели осциллографа.
2. С помощью надлежащего кабеля питания подсоедините адаптер переменного тока осциллографа к сетевой розетке.

Если установлены аккумуляторные батареи, светодиодный индикатор на передней панели осциллографа сообщает о зарядке аккумуляторных батарей.



**ПРИМЕЧАНИЕ.** Осциллограф снабжен терморегулируемым вентилятором охлаждения, который прогоняет воздух через вентиляционные отверстия в днище и в боковой панели осциллографа. Не закрывайте эти вентиляционные отверстия, так как воздух должен свободно проходить через осциллограф.

## Аккумуляторные батареи

В осциллограф может быть установлено две аккумуляторные батареи TPSBAT. С данным изделием поставляется одна аккумуляторная батарея, которая при поставке не установлена. Время работы осциллографа при питании от аккумуляторных батарей зависит от модели осциллографа.

Осциллограф	Время работы
Двухканальный	5,5 часа на одной аккумуляторной батарее, 11 часов на двух
Четырехканальный	4,5 часа на одной аккумуляторной батарее, 9 часов на двух

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Когда заряда аккумуляторных батарей остается приблизительно на 10 минут работы осциллографа, на экране появляется предупреждающее сообщение.

В этом руководстве приведены сведения по использованию, зарядке, калибровке и замене аккумуляторных батарей. Например, для точного определения оставшегося времени работы аккумуляторные батареи должны быть правильно откалиброваны. (См. стр. 119, Работа с аккумуляторными батареями TPSBAT.)

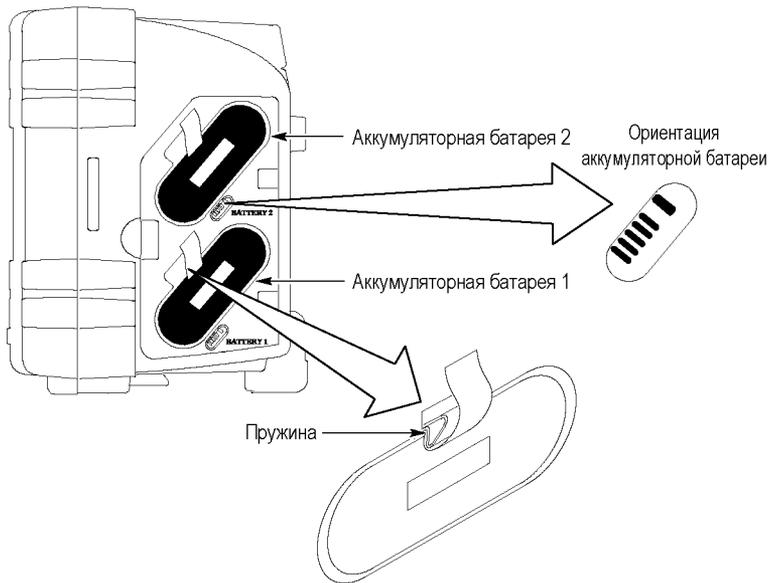
---

Чтобы установить аккумуляторные батареи, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку дверцы батарейного отсека на правой боковой панели осциллографа и откройте батарейный отсек.
2. Сориентируйте аккумуляторную батарею, как показано на осциллографе, и вставьте батарею. Аккумуляторные батареи сконструированы таким образом, что вставить их можно только в одном положении.

Если будет использоваться только одна батарея, установите ее в нижнем гнезде. Центр тяжести устройства при этом будет расположен ниже.

3. Закройте дверцу батарейного отсека.



Чтобы извлечь батарею, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку дверцы батарейного отсека на правой боковой панели осциллографа и откройте батарейный отсек.
2. Возьмитесь за ленту и потяните ее вверх.
3. Нажмите пружинный зажим в направлении от аккумуляторной батареи и потяните за ленту, чтобы удалить аккумуляторную батарею.
4. Закройте дверцу батарейного отсека.

### Зарядка аккумуляторных батарей

Аккумуляторные батареи можно заряжать непосредственно в осциллографе либо с помощью внешнего зарядного устройства TPSCHG. (См. стр. 123, *Зарядка аккумуляторных батарей TPSBAT.*)

## Шнур питания

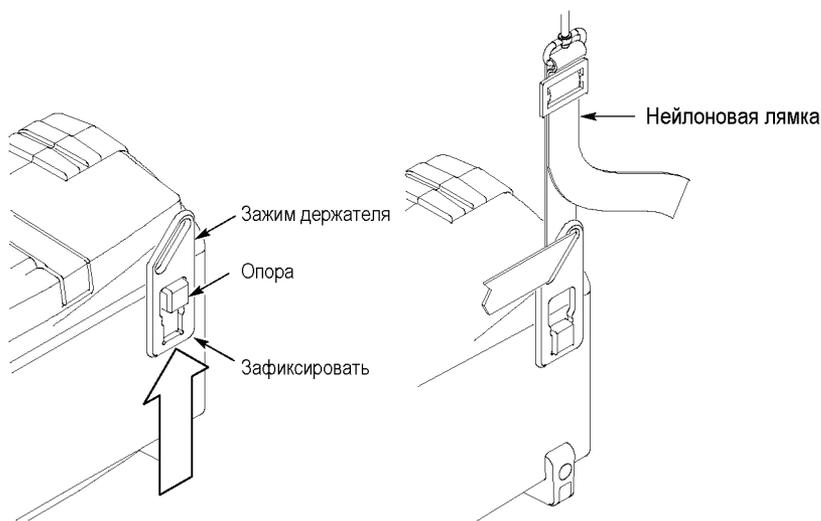
Следует использовать только шнуры питания, предназначенные для адаптера переменного тока осциллографа или внешнего зарядного устройства. Адаптер переменного тока для осциллографа и внешнее зарядное устройство могут работать от сети переменного тока напряжением от 90 до 264 В<sub>эфф</sub> частотой от 45 до 66 Гц. Доступны дополнительные кабели питания. (См. таблицу 12 на странице 206.)

## Универсальный держатель

Универсальный держатель предназначен для надежного крепления осциллографа, когда нет возможности установить его на устойчивой поверхности, например на стеллаже или столе.

Чтобы присоединить держатель, выполните следующие действия:

1. Поместите зажим держателя на уровне одной из опор на задней стороне корпуса так, чтобы зажим был обращен плоской стороной к корпусу. Ориентируйте должным образом щелевое отверстие сверху зажима.
2. Сдвиньте зажим вверх, чтобы зафиксировать его.



3. Повторите действия 1 и 2 для другого зажима.

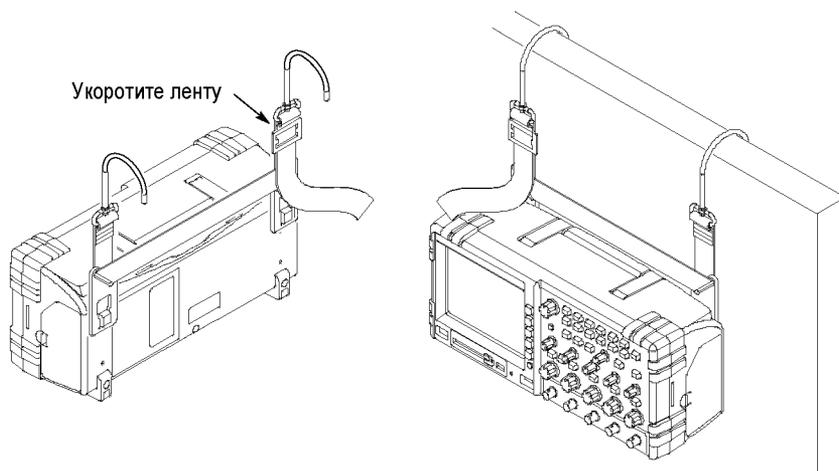
- Отрегулируйте длину нейлоновой лямки. Короткая лямка обеспечивает большую надежность крепления осциллографа при перерывах в работе.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы обеспечить устойчивость, нейлоновую лямку можно пропустить через ручку осциллографа.

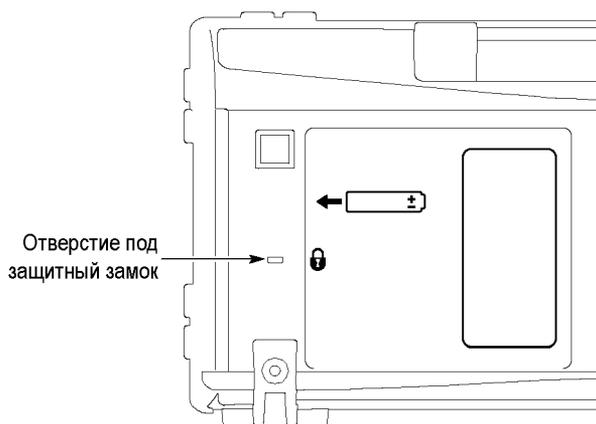
---

- Закрепите крюки на вертикальной поверхности, например на комнатной перегородке или двери инструментального шкафа.



### Замок с тросиком

Для защиты осциллографа служит стандартный замок с тросиком, применяемый для переносных компьютеров.



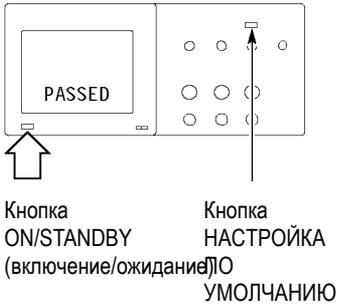
## Пробники

Осциллографы серии TPS2000 поставляются с пассивными пробниками напряжения P2220. (См. стр. 14, *Безопасность при работе с пробником.*) (См. стр. 185, *Технические характеристики.*)

С данными осциллографами могут использоваться многие пробники напряжения и тока Tektronix. Перечень совместимых пробников см. в прил. В или на веб-сайте <http://www.Tektronix.com>.

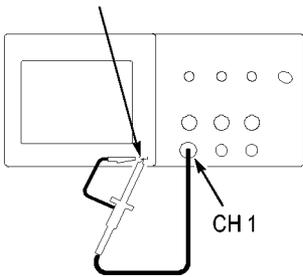
## Проверка работоспособности

Проверка работоспособности позволяет убедиться в правильной работе осциллографа.

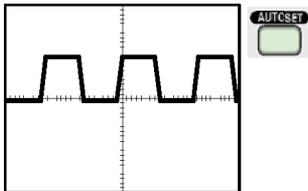


1. Включите осциллограф.  
Нажмите кнопку **НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ**.  
Значение по умолчанию коэффициента ослабления для пробника – 10X.

PROBE COMP



2. Установите переключатель на пробнике P2220 в положение 10X и подключите пробник к каналу 1 осциллографа. Для этого совместите прорезь в разъеме пробника с выступом на байонетном разъеме канала 1, вставьте разъем и поверните его по часовой стрелке для фиксации.  
Подключите наконечник пробника и вывод заземления к контактам PROBE COMP (компенсация пробника).

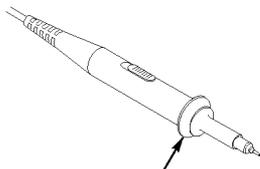


3. Нажмите кнопку **АВТОУСТ**. В течение нескольких секунд на экране отображается меандр с размахом примерно 5 В и частотой 1 кГц.  
Нажмите дважды кнопку МЕНЮ К 1 на передней панели для удаления с экрана сигнала канала 1, затем нажмите кнопку МЕНЮ К 2 для отображения сигнала канала 2 и повторите шаги 2 и 3. Для моделей с 4 каналами выполните данные действия для третьего и четвертого каналов.

## Безопасность при работе с пробником

Перед применением пробников проверьте и соблюдайте пределы измеряемых значений.

На корпусе пробника P2220 имеется предохранительное кольцо для защиты пальцев от поражения электрическим током.



Предохранительное кольцо



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника прикасайтесь к корпусу пробника только выше предохранительного кольца.

Во избежание поражения электрическим током при использовании пробника не касайтесь металлических частей наконечника пробника, подключенного к источнику питания.

---

Перед проведением любых измерений следует подключить пробник к осциллографу и подсоединить заземление.

Любой пробник или кабель, используемый для подачи переменного тока напряжением более  $30 \text{ В}_{\text{эфф}}$  (пиковое значение  $42 \text{ В}$ ) на входной разъем BNC осциллографа, должен быть сертифицирован производителем для работы с подаваемым напряжением, включая номинальное напряжение до  $600 \text{ В}_{\text{эфф}}$  категория II для плавающего потенциала опорного вывода или экрана кабеля.

В этом руководстве содержится важная информация об изолированных каналах, измерениях в режиме изоляции от цепей заземления и высоких напряжениях. (См. стр. 3, *Измерения в режиме изоляции от цепей заземления.*)



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать  $30 V_{эфф}$ . При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе выше  $30 V_{эфф}$ , для которых должны использоваться высоковольтные пробники, следует применять пробник P5120 (напряжение до  $600 V_{эфф}$ , категория II или  $300 V_{эфф}$ , категория III), пассивный высоковольтный пробник с аналогичными характеристиками (но не пробник P5100, предназначенный для измерений относительно земли) или высоковольтный дифференциальный пробник с подходящими характеристиками.

Во избежание поражения электрическим током при использовании пробников с открытыми металлическими частями не подсоединяйте опорный вывод к проводникам с напряжением выше  $30 V_{эфф}$ .

## Мастер проверки пробника напряжения

Мастер проверки пробника служит для проверки правильности работы пробника напряжения, подключенного к осциллографу. Данный мастер не поддерживает пробники тока.

Мастер помогает регулировать компенсацию на пробниках напряжения (обычно с помощью винта на корпусе или разъеме пробника) и устанавливать коэффициент ослабления для каждого канала аналогично выбору параметра **МЕНЮ К 1 ► Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление).

Мастер проверки пробников следует использовать при каждом подсоединении пробника напряжения к входному каналу.

Для вызова мастера проверки пробника нажмите кнопку **PROBE CHECK** (проверка пробника). Если пробник подключен должным образом, процедура компенсации пробника выполнена правильно и в меню ВЕРТИК. указано правильное значение параметра Attenuation (Ослабление), в нижней части экрана осциллографа будет отображено сообщение PASSED (Проверка пройдена). В противном случае на экран выводятся сообщения, помогающие устранить неполадки в настройке пробника.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Мастер проверки пробников можно использовать для пробников с коэффициентом ослабления 1X, 10X, 20X, 50X и 100X. Для проверки пробников 500X и 1000X или пробников, подсоединенных к байонетному разъему ВНЕШ СИНХ, этот мастер не применяется.

---

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** По завершении процедуры мастер проверки пробников восстанавливает настройки осциллографа (кроме параметров Probe (Пробник) и Attenuation (Ослабление)) к состоянию до нажатия кнопки.

---

Чтобы ввести компенсацию для пробника, который должен использоваться с входом ВНЕШ СИНХ, выполните следующие действия:

1. Подключите пробник к разъему любого канала (например, к разъему К 1).
2. Нажмите кнопку **PROBE CHECK** (проверка пробника) и следуйте инструкциям на экране.
3. После проверки работоспособности и правильности компенсации пробника подключите его к разъему ВНЕШ СИНХ на передней панели.

## Выполнение процедуры компенсации пробника вручную

Предусмотрена возможность выполнить настройку пробника для входного канала вручную вместо проверки с помощью мастера.

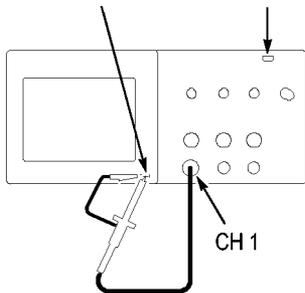
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Убедитесь, что опорный вывод пробника напряжения правильно подсоединен к опорному выводу PROBE COMP (компенсация пробника), поскольку каналы осциллографа изолированы от выводов PROBE COMP (компенсация пробника).

---

PROBE COMP

Кнопка  
АВТОУСТ



1. Нажмите кнопки **МЕНЮ К 1** ► **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление) и выберите **10X**. Установите переключатель на пробнике P2220 в положение 10X и подключите пробник к каналу 1 осциллографа. Если в качестве наконечника пробника используется крючок, необходимо жестко закрепить его в пробнике для обеспечения надежного подключения.
2. Подсоедините наконечник пробника к выводу **ROBE COMP** ~5V@1kHz (компенсация пробника с переменным выходным напряжением 5 В частотой 1 кГц), а опорный вывод пробника – к выводу корпуса **PROBE COMP** (компенсация пробника). Выведите сигнал канала на экран, а затем нажмите кнопку **АВТОУСТ**.



Перекомпенсация

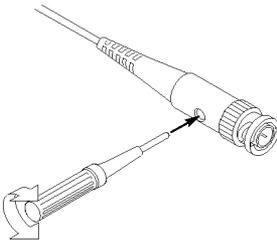


Недостаточная компенсация



Правильная компенсация

3. Проверьте форму отображаемого сигнала.



4. При необходимости настройте пробник. На рисунке изображен пробник P2220. Повторяйте настройку по мере необходимости.

## Установка значения параметра компенсации пробника напряжения

Имеются пробники напряжения с различными значениями ослабления, влияющими на вертикальный масштаб осциллограммы сигнала. Мастер проверки пробника выполняет проверку соответствия пробнику коэффициента ослабления в осциллографе.

Кроме того, для проверки пробника можно выбрать ручную коэффициент, соответствующий ослаблению пробника. Например, чтобы установить коэффициент для пробника с ослаблением 10X, подсоединенного к каналу 1, следует нажать **МЕНЮ К 1** ► **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление), а затем выбрать **10X**.

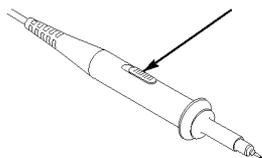
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Значение по умолчанию параметра *Attenuation* (Ослабление) – 10X.

---

При изменении положения переключателя *Attenuation* (Ослабление) на пробнике P2220 следует также соответственно изменить параметр *Attenuation* (Ослабление) осциллографа. Переключатель имеет положения 1X и 10X.

переключатель ослабления



---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При установке переключателя ослабления в положение 1X полоса пропускания осциллографа ограничена пробником P2220 до 6 МГц. Чтобы использовать всю полосу пропускания осциллографа, установите переключатель в положение 10X.

---

## Установка масштаба пробника тока

Пробники тока обеспечивают сигнал напряжения, пропорциональный току. Чтобы установить масштаб пробника тока, требуется настройка осциллографа. По умолчанию применяется масштаб 10 А/В.

Для установки масштаба выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку вертикального канала (например, кнопку **МЕНЮ К 1**).
2. Нажмите функциональную кнопку **Probe** (Пробник).
3. Нажмите функциональную кнопку **Current** (Ток).
4. Нажмите функциональную кнопку **Scale** (Масштаб) и выберите подходящее значение.

## Автокалибровка

Процедура автокалибровки позволяет быстро оптимизировать сигнальный тракт осциллографа для обеспечения максимальной точности измерений. Эта процедура может быть выполнена в любой момент. Однако при изменении температуры окружающей среды более чем на 5 °С ее выполнение обязательно. Процедура автокалибровки занимает приблизительно две минуты.

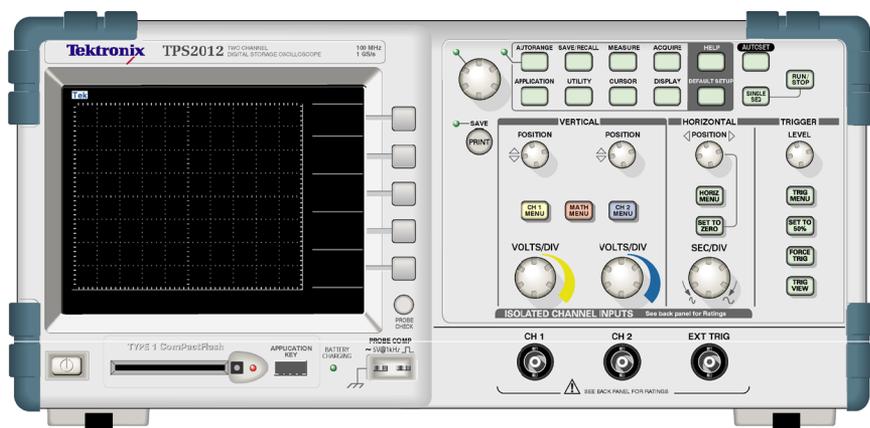
Для обеспечения точной калибровки включите питание осциллографа и подождите двадцать минут, чтобы гарантировать его прогрев.

Для компенсации сигнального тракта осциллографа отсоедините все пробники и кабели от разъемов передней панели. После этого выберите **СЕРВИС ► Do Self Cal** (Автокалибровка) и следуйте инструкциям на экране.

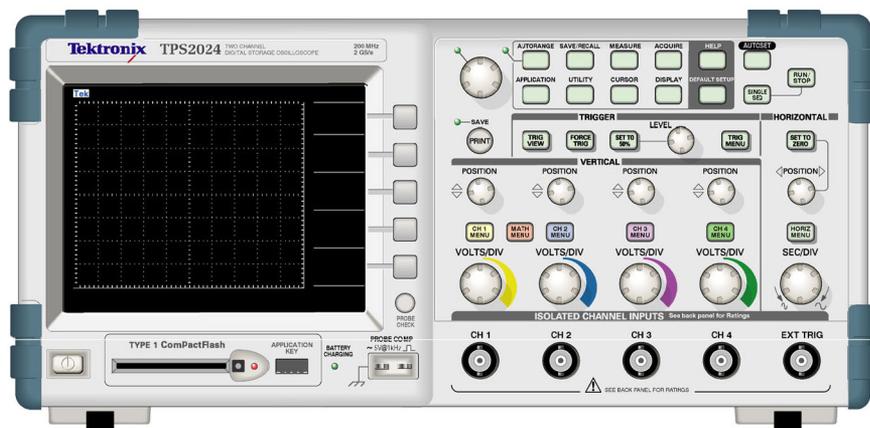


# ОСНОВЫ РАБОТЫ

Передняя панель разделена на функциональные области, облегчающие ее использование. В данной главе приводится краткий перечень элементов управления и сведений, отображаемых на экране.



2-канальная модель



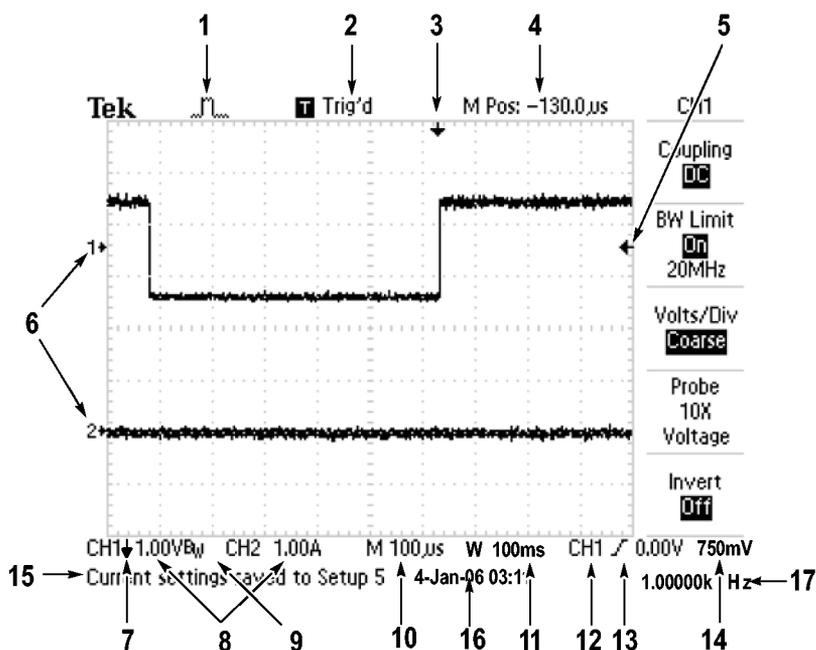
4-канальная модель

На осциллографах можно включать подсветку кнопок передней панели, используя меню СЕРВИС. Такая подсветка не оказывает существенного влияния на продолжительность работы от аккумуляторных батарей, когда осциллограф работает только от батарей.

## Область экрана

Помимо осциллограмм, на экране отображаются подробные сведения о сигналах и настройке управления осциллографом.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Сведения об отображении функции БПФ см. в соответствующем разделе (См. стр. 92, Отображение спектра БПФ.)



1. Значок, показывающий режим сбора данных.



режим выборки



режим пиковой детекции



режим усреднения

2. Состояние синхронизации может иметь следующие значения:



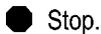
Осциллограф производит регистрацию данных в интервале до запуска синхронизации. Все виды синхронизации в данном состоянии игнорируются.



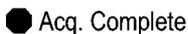
Все данные в интервале до запуска зарегистрированы, осциллограф готов к приему сигнала синхронизации.



Синхронизация запущена и осциллограф регистрирует данные в интервале после запуска синхронизации.



Сбор данных осциллограммы приостанавливается.



Сбор данных в одиночном запуске завершен.



Осциллограф работает в автоматическом режиме, а данные осциллограммы регистрируются в отсутствие синхронизации.



Данные осциллограммы непрерывно регистрируются и отображаются в режиме сканирования.

3. Маркер показывает горизонтальное положение синхронизации.

Чтобы изменить положение маркера, поверните ручку ПОЛОЖЕНИЕ в группе ГОРИЗОНТ.

4. В этом поле отображается положение во времени, соответствующее средней линии координатной сетки. Началом отсчета служит момент синхронизации.

5. Маркер указывает уровень синхронизации по фронту или по длительности импульса.

6. Опорные уровни отображаемых осциллограмм на экране обозначены маркерами. Если маркер отсутствует, канал не отображается.
7. Значок в виде стрелки показывает, что осциллограмма инвертирована.
8. В полях указаны коэффициенты масштабирования по вертикали для каналов.
9. Значок  $V_w$  указывает, что полоса пропускания канала ограничена.
10. В этом поле отображается значение основного масштаба времени.
11. Если используется окно, в этом поле отображается значение масштаба времени в окне.
12. В этом поле указан источник сигнала синхронизации.
13. Значок, указывающий выбранный тип синхронизации, может иметь следующий вид:



Синхронизация по нарастающему фронту.



Синхронизация по ниспадающему фронту.



Синхронизация по видеосигналу с выбором строки.



Синхронизация по видеосигналу с выбором поля.



Синхронизация по длительности импульса, положительная полярность.



Синхронизация по длительности импульса, отрицательная полярность.

14. В этом поле отображается значение уровня запуска по фронту или по длительности импульса.

15. Область экрана, в которой отображаются полезные сообщения; некоторые из них появляются на экране только на три секунды.

При восстановлении сохраненного сигнала в этом поле отображаются сведения о нем, например: RefA 1.00V 500 $\mu$ s (RefA 1,00 В 500 мкс).

16. В этом поле отображается дата и время.  
 17. В этом поле отображается значение частоты синхронизации.

### Область сообщений

В нижней части экрана осциллографа имеется область сообщений (элемент под номером 15 на предыдущем рисунке), в которой выводятся следующие данные.

- Инструкции по переходу в другие меню, например в меню, отображаемые при нажатии кнопки МЕНЮ СИНХ:  
 For TRIGGER HOLDOFF, go to HORIZONTAL MENU
- Предложения о возможных последующих действиях, например указания, отображаемые при нажатии кнопки ИЗМЕРЕНИЯ:  
 Push an option button to change its measurement
- Сведения о выполненных осциллографом действиях, например сведения, отображаемые при нажатии кнопки НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ:  
 default setup recalled
- Сведения о сигнале, например сведения, отображаемые при нажатии кнопки АВТОУСТ:  
 Square wave or pulse detected on CH1

## Использование системы меню

Интерфейс пользователя осциллографов обеспечивает быстрый доступ к специальным функциям через структуру меню.

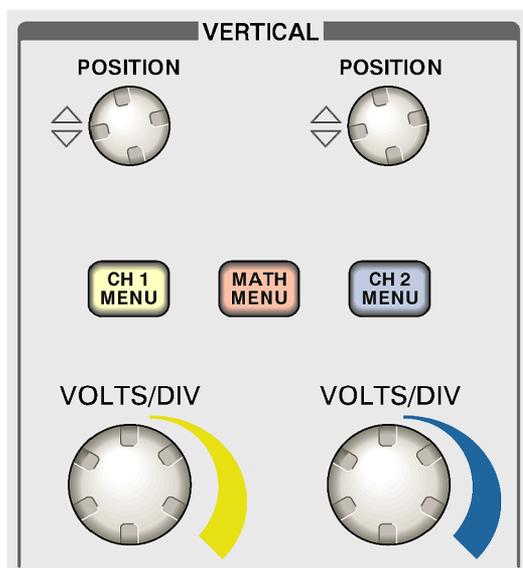
При нажатии кнопки на передней панели в правой части экрана осциллографа появляется соответствующее меню. В меню отображаются параметры, доступ к которым осуществляется с помощью функциональных кнопок без надписей, расположенных непосредственно справа от экрана.

Существует несколько способов отображения функций меню.

- Выбор страницы (подменю). В некоторых меню можно использовать верхнюю функциональную кнопку, чтобы выбрать два или три подменю. При каждом нажатии верхней кнопки выбор изменяется. Например, при нажатии верхней кнопки в меню ЗАПУСК на экране циклически отображаются подменю Edge (По фронту), Video (Видео) и Pulse Width (Длительность импульса).
- Циклический список. Значение параметра осциллографа изменяется при каждом нажатии функциональной кнопки. Например, чтобы просмотреть функции Vertical (По вертикали) Coupling (Тип входа), можно нажать кнопку МЕНЮ К 1, а затем нажать верхнюю функциональную кнопку.
- Действие. На экране осциллографа отображается тип действия, которое будет выполнено сразу после нажатия функциональной кнопки Action (Действие). Например, если на экране отображается указатель справки, то при нажатии функциональной кнопки Page Down (Страница вниз) на экране появится следующая страница указателя.
- Радио. Для каждого параметра используется отдельная кнопка. Выбранная функция выделяется цветом. Например, после нажатия кнопки меню СБОР ДАННЫХ на экране осциллографа отображаются параметры различных режимов регистрации данных. Чтобы выбрать параметр, нажмите соответствующую кнопку.

Выбор страницы	Циклический список	Действие	Радио
TRIGGER Type Edge	CH1 Coupling DC	HELP Page Up	ACQUIRE  Sample
или	или	Page Down	 Peak Detect
TRIGGER Type Video	CH1 Coupling AC		 Average
или	или		
TRIGGER Type Pulse	CH1 Coupling Ground		

## Элементы управления отображением по вертикали



Все модели

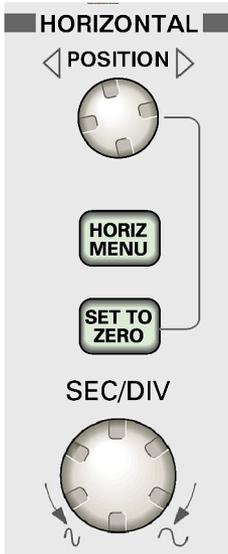
**ПОЛОЖЕНИЕ (К 1, К 2, К 3 и К 4).** Регулировка положения осциллограммы по вертикали.

**Кнопки МЕНЮ (К 1, К 2, К 3 и К 4).** Эти кнопки позволяют вывести на экран значения параметров меню по вертикали и включить или отключить отображение сигнала определенного канала.

**ВОЛЬТ/ДЕЛ (К 1, К 2, К 3 и К 4).** Выбор масштаба по вертикали.

**МЕНЮ МАТЕМАТИКА.** После нажатия кнопки на экране отображается меню математических операций для сигналов. Кнопка также используется для включения и выключения расчетных осциллограмм.

## Элементы управления отображением по горизонтали



2-канальная модель



4-канальная модель

**ПОЛОЖЕНИЕ.** С помощью этой ручки регулируется положение по горизонтали осциллограмм во всех каналах и расчетных осциллограмм. Разрешение данного элемента управления изменяется в зависимости от значения масштаба времени. (См. стр. 151, *Window Zone (Зона окна)*.)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы значительно изменить расположение по горизонтали, поверните ручку *SEC/DIV* (Сек/дел) на большее значение, измените горизонтальное положение, а затем верните ручку *СЕК/ДЕЛ* в исходное положение.

---

**ГОРИЗ МЕНЮ.** Вывод на экран меню горизонтали.

**УСТ НУЛЬ.** Если нажать кнопку, устанавливается нулевое положение по горизонтали.

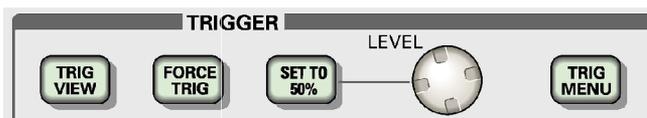
**СЕК/ДЕЛ.** Поворотом этой ручки задается коэффициент масштабирования (время/деление) для основного масштаба времени или масштаба времени окна. При использовании функции Window Zone (Зона окна) с помощью этого элемента можно изменить ширину зоны окна, увеличив или уменьшив масштаб времени окна. (См. стр. 151, *Window Zone (Зона окна)*.)

## Элементы управления синхронизацией

### 4-канальная модель



### 2-канальная модель



**УРОВЕНЬ.** Если используется синхронизация по фронту или импульсная синхронизация, ручка УРОВЕНЬ в группе ЗАПУСК позволяет установить уровень амплитуды, которую должен иметь сигнал, чтобы его можно было зарегистрировать.

**МЕНЮ СИНХ.** При нажатии этой кнопки на экран выводится меню синхронизации.

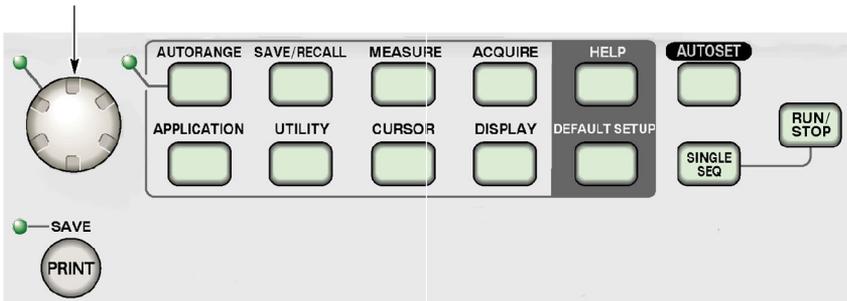
**УСТ 50 %.** Уровень запуска устанавливается по вертикали посередине между пиковыми уровнями сигнала синхронизации.

**ФОРС ЗАПУСК.** При нажатии этой кнопки сбор данных завершается независимо от наличия необходимого сигнала синхронизации. Если регистрация данных уже остановлена, эта кнопка не действует.

**ПРОСМ ИМП СИНХ.** При нажатии и удержании кнопки ПРОСМ ИМП СИНХ на экране вместо сигнала канала отображается сигнал синхронизации. Эту кнопку можно использовать, чтобы посмотреть, как параметры синхронизации, например тип входа синхронизации, влияют на сигнал синхронизации.

## Кнопки меню и управления

Универсальная ручка



Подробные сведения о кнопках меню и управления см. в главе *Справочник*.

**Универсальная ручка.** Конкретная функция ручки определяется отображенным на экране меню или выбранной командой меню. Когда ручка активна, рядом с ней загорается индикатор. В таблице указаны функции ручки.

Активное меню или параметр	Функция ручки	Описание
Cursor (курсор)	Cursor 1 (Курсор 1) или Cursor 2 (Курсор 2)	Устанавливает положение выбранного курсора

<b>Активное меню или параметр</b>	<b>Функция ручки</b>	<b>Описание</b>
Display (Экран)	Adjust Contrast (Регулировка контрастности)	Изменяет уровень контрастности изображения
	Brightness (Яркость)	Изменяет уровень яркости изображения
Help (Справка)	Scroll (Прокрутка)	Используется для выбора элементов указателя справки, выбора ссылок в разделе и отображения следующей или предыдущей страницы раздела
Horizontal (По горизонтали)	Set Trigger Holdoff (Установка задержки синхронизации)	Установка времени до разрешения приема следующего события синхронизации; (См. стр. 173, <i>Выдержка синхронизации.</i> )
Math (Математика)	Position (Положение)	Установка положения расчетной осциллограммы
	Vertical Scale (Масштаб по вертикали)	Изменение масштаба расчетной осциллограммы по вертикали
Measure (Измерения)	Type (Тип)	Выбор типа автоматического измерения для каждого источника
Save/Recall (Сохранение и загрузка данных)	Action (Действие)	Установка сохранения и загрузки файлов настройки, файлов осциллограмм и снимков экрана. Используется также для отображения и удаления с экрана опорных осциллограмм
	File selection (Выбор файла)	Выбор файла настройки или файла осциллограммы, который требуется сохранить или загрузить

Активное меню или параметр	Функция ручки	Описание
Trigger (Синхронизация)	Video line number (Номер строки видеосигнала)	Устанавливает конкретный номер строки, если параметр Trigger Type (Тип синхронизации) имеет значение Video (Видеосинхронизация), а параметр Sync (Синхронизация) – значение Line Number (Номер строки)
	Pulse width (Длительность импульса)	Устанавливает длительность импульса, если параметр Trigger Type (Тип синхронизации) имеет значение Pulse (По длительности импульса)
СЕРВИС ► File Utilities (Управление файлами)	File selection (Выбор файла)	Выбор файла для переименования или удаления; (См. стр. 178, <i>Управление файлами.</i> )
	Name entry (Ввод имени)	Переименование файла или папки; (См. стр. 179, <i>Переименование файла или папки.</i> )
СЕРВИС ► Options (Параметры) ► Set Date and Time (Установка даты и времени)	Value entry (Ввод значения)	Установка значения даты и времени; (См. стр. 177, <i>Установка даты и времени.</i> )

**АВТОДИАПАЗОН.** При нажатии кнопки на экране появляется меню автодиапазона и включается или выключается функция автоматического выбора диапазона. При включенном режиме автоматического выбора диапазона рядом с ручкой загорается индикатор.

**СОХР/ВЫЗОВ.** При нажатии кнопки на экране появляется меню сохранения и загрузки данных для параметров настройки и осциллограмм.

**ИЗМЕРЕНИЯ.** При нажатии данной кнопки на экране отображается меню автоматических измерений.

**СБОР ДАННЫХ.** При нажатии этой кнопки отображается меню сбора данных.

**ПРИЛОЖЕНИЕ.** При нажатии этой кнопки отображается меню, если на передней панели осциллографа вставлен ключ приложения, например приложения анализа питания.

**СЕРВИС.** При нажатии данной кнопки на экран выводится меню сервиса.

**КУРСОР.** Вывод на экран меню курсора. Курсоры отображаются на экране после выхода из меню курсора (если только для параметра Туре (Тип) не установлено значение Off (Выкл)), но изменить их положение невозможно.

**ЭКРАН.** Отображение меню экрана.

**СПРАВКА.** Вывод на экран меню справки.

**НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ.** Восстановление заводской настройки.

**АВТОУСТ.** Автоматическая установка значений параметров управления сигналом, обеспечивающих приемлемое изображение входящих сигналов.

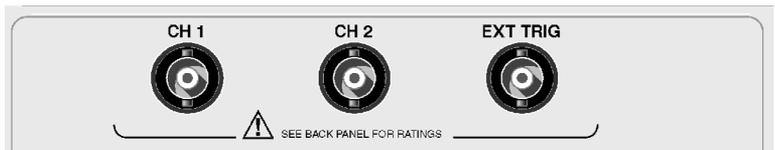
**ОДИНОЧН ЗАПУСК.** Регистрируется одиночный сигнал, после чего сбор данных прекращается.

**ПУСК/СТОП.** Сигналы регистрируются непрерывно или сбор данных приостанавливается.

**PRINT (печать).** Запускаются операции печати через порт Centronics или RS-232 или выполняется функция сохранения для записи на съемное запоминающее устройство.

**СОХРАНЕНИЕ.** Горящий индикатор указывает, что кнопка PRINT (печать) настроена для сохранения данных на карте памяти CompactFlash.

## Входные разъемы



2-канальная модель

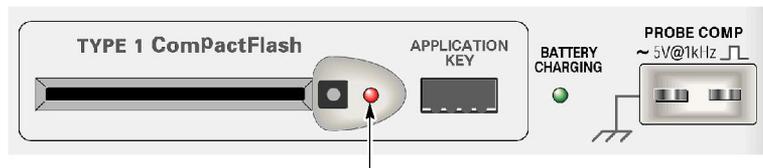


4-канальная модель

**К 1, К 2, К 3 и К 4.** Входные разъемы для отображения сигналов.

**EXT TRIG (внеш синх).** Разъем входа для подключения внешнего источника синхронизации. Источник синхронизации Ext (Внешний) или Ext/5 (Внешний/5) выбирается в меню синхронизации. Нажмите и удерживайте кнопку ПРОСМ ИМП СИНХ, чтобы просмотреть влияние параметров синхронизации, например типа входа синхронизации, на сигнал синхронизации.

## Другие элементы передней панели



Загорается при сохранении данных на карте памяти CF или при извлечении данных с нее

**TYPE 1 CompactFlash (тип 1, CompactFlash).** Вставьте карту памяти CompactFlash (CF) для использования в качестве съемного запоминающего устройства. При сохранении данных на карте CF или извлечении данных с карты рядом загорается индикатор. Прежде чем вынимать карту памяти, дождитесь, пока индикатор погаснет.

**APPLICATION KEY (ключ приложения).** Вставьте ключ приложения для доступа к дополнительному приложению, например к приложению анализа питания.

**BATTERY CHARGING (зарядка батарей).** Этот индикатор загорается, когда в осциллографе идет процесс зарядки установленных аккумуляторных батарей.

**PROBE COMP (компенсация пробника).** Выход сигнала компенсации пробника и опорный уровень корпуса. Используется для электрического согласования пробника напряжения с входной цепью осциллографа. (См. стр. 16, *Выполнение процедуры компенсации пробника вручную.*)

Опорный вывод компенсации пробника заземляется и при использовании с осциллографом адаптера переменного тока считается заземленным контактом. (См. стр. 3, *Измерения в режиме изоляции от цепей заземления.*)



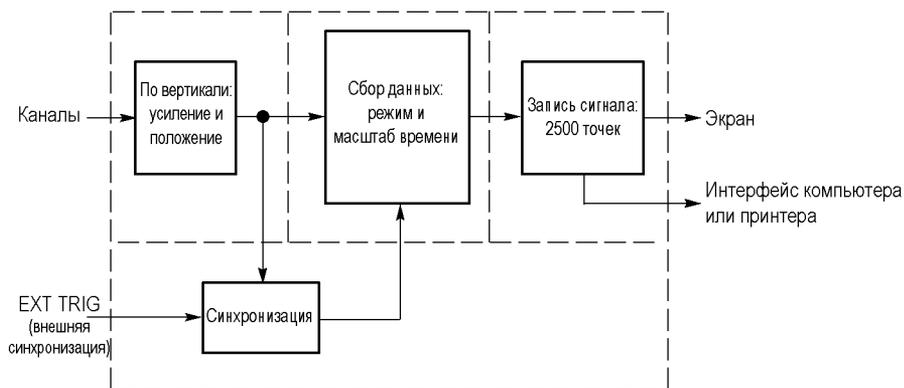
**ОСТОРОЖНО.** При использовании адаптера переменного тока не следует подсоединять источники напряжения к открытым металлическим частям, поскольку при этом может быть поврежден осциллограф или исследуемая схема.

# Описание функций осциллографа

В данной главе содержатся сведения, с которыми необходимо ознакомиться до начала работы с осциллографом. Для успешной работы с осциллографом необходимо изучить следующие его функции.

- Настройка осциллографа.
- Синхронизация.
- Запись сигналов (осциллограмм).
- Выбор масштаба и положения отображения сигнала.
- Измерение параметров сигнала.

На следующем рисунке приведена блок-схема различных функций осциллографа и их связей друг с другом.



## Настройка осциллографа

Следует внимательно изучить следующие три функции, которые могут часто использоваться при работе с осциллографом: Autoset (Автоустановка), Autorange (Автодиапазон), сохранение настроек и восстановление настроек.

### Использование функции Autoset (Автоустановка)

При каждом нажатии кнопки АВТОУСТ функция автоустановки обеспечивает стабильное отображение осциллограммы. В этом режиме производится автоматическая настройка вертикального и горизонтального масштаба отображения, а также параметров синхронизации. Кроме того, в данном режиме на экране отображаются результаты ряда автоматических измерений, зависящих от типа сигнала.

### Использование функции Autorange (Автодиапазон)

Автоматический диапазон – непрерывно действующая функция, которую можно включать и отключать. Установка настроек с помощью этой функции позволяет отслеживать сигнал при быстрых его изменениях или при переносе пробника в другую точку исследуемой схемы.

### Сохранение настройки

Текущие настройки осциллографа сохраняются через пять секунд после ввода последнего изменения настроек до отключения питания осциллографа. При следующем включении осциллографа происходит восстановление этих настроек.

С помощью меню СОХР/ВЫЗОВ можно сохранить до десяти различных настроек.

Кроме того, можно сохранять настройки на карте памяти CompactFlash. Осциллограф снабжен картой памяти CompactFlash типа 1, используемой в качестве съемного запоминающего устройства. (См. стр. 113, *Съемное запоминающее устройство.*)

### Восстановление настройки

Осциллограф позволяет восстановить последнюю настройку, использовавшуюся до отключения питания, а также любую из сохраненных настроек или настройку по умолчанию. (См. стр. 156, *Сохранение и восстановление.*)

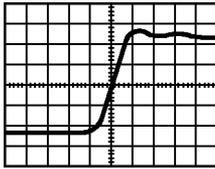
### Настройка по умолчанию

Завод поставляет осциллограф с настройкой для обычного режима работы. Кнопка НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ служит для возврата большинству параметров и настроек осциллографа

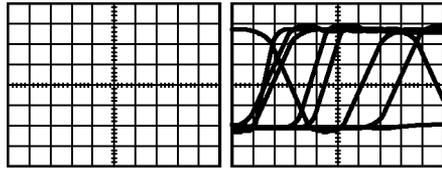
значений по умолчанию. Однако значения по умолчанию восстанавливаются не для всех параметров. В прил. D содержится перечень восстанавливаемых настроек по умолчанию.

## Синхронизация

Параметры синхронизации определяют момент начала сбора данных и отображения сигнала осциллографом. Правильный выбор параметров синхронизации позволяет устранить нестабильность изображения или его пропадание на экране и добиться отображения сигнала, удобного для восприятия.



Сигнал с  
синхронизацией



Сигнал без синхронизации

Сведения, касающиеся конкретных осциллографов см. в главе *Основы работы*. (См. стр. 30, *Элементы управления синхронизацией*.) См. также главу *Справочник*. (См. стр. 164, *Элементы управления синхронизацией*.)

При нажатии кнопок ПУСК/СТОП или ОДИНОЧН ЗАПУСК для начала сбора отсчетов осциллограф выполняет следующие действия.

1. Сбор достаточного количества данных для отображения части сигнала слева от точки запуска синхронизации. Это называется также интервалом до запуска.
2. Продолжение сбора данных в ожидании возникновения условия запуска.
3. Обнаружение условия запуска.
4. Продолжение сбора данных до заполнения всей записи сигнала.
5. Отображение записанного сигнала.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При синхронизации по фронтам или импульсной синхронизации осциллограф вычисляет частоту возникновения событий синхронизации. Значение этой частоты отображается в правом нижнем углу экрана.

---

### Источник

Параметры источника синхронизации позволяют выбрать сигнал, используемый осциллографом для синхронизации. Источником синхронизации может быть любой сигнал, подключенный к разъему BNC канала или EXT TRIG (внешняя синхронизация).

### Типы

В осциллографе имеется три типа синхронизации: синхронизация по фронту, видеосинхронизация и синхронизация по длительности импульса.

### Режимы

Выбор режима синхронизации Auto (Автоматический запуск) или Normal (Обычный) позволяет определить способ сбора данных осциллографом в отсутствие условий запуска. (См. стр. 166, *Режимы.*)

Для одиночного запуска сбора данных следует нажать кнопку ОДИНОЧН ЗАПУСК.

### Тип входа

Тип входа синхронизации позволяет указать, какая часть сигнала будет поступать на вход схемы синхронизации. Это помогает добиться устойчивого изображения сигнала.

Для установки типа входа синхронизации нажмите кнопку МЕНЮ СИНХ и выберите тип синхронизации Edge trigger (Синхронизация по фронту) или Pulse trigger (Импульсная синхронизация), а затем выберите параметр Coupling (Тип входа).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Тип входа синхронизации влияет только на сигнал, подаваемый на систему синхронизации. Этот параметр не влияет на ширину полосы пропускания и тип входа для сигнала, отображаемого на экране.

---

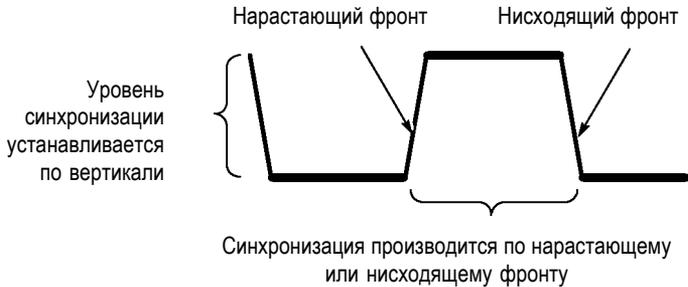
Для просмотра формы сигнала, подаваемого на вход системы синхронизации, нажмите и удерживайте кнопку ПРОСМ ИМП СИНХ.

### Положение

Регулятор положения по горизонтали задает время между точкой запуска синхронизации и центром экрана. Дополнительные сведения по использованию этого регулятора для установки положения точки запуска синхронизации содержатся в разделе *Масштаб и положение по горизонтали; интервал до запуска*. (См. стр. 43, *Масштаб и положение по горизонтали; интервал до запуска*.)

### Наклон и уровень

Элементы управления Slope (Наклон) и Level (Уровень) помогают задать параметры синхронизации. Параметр Slope (Наклон) (только для синхронизации по фронту) определяет, будет ли поиск точки синхронизации производиться осциллографом на нарастающем или нисходящем фронте сигнала. Регулятор УРОВЕНЬ в группе ЗАПУСК задает место точки синхронизации на нарастающем или нисходящем фронте сигнала.



## Регистрация сигналов

При записи сигнала (сборе данных) осциллограф преобразует его в цифровую форму и отображает на экране. Режим сбора данных определяет способ преобразования сигнала в цифровую форму, а параметр масштаба времени влияет на временной интервал и уровень детализации записываемого сигнала.

### Режимы сбора данных

Имеется три режима сбора данных: выборка, пиковая детекция и усреднение.

**Выборка.** В этом режиме для воссоздания сигнала осциллограф производит выборку отсчетов по равномерно распределенным интервалам. Данный режим в большинстве случаев позволяет точно отобразить сигнал.

Однако режим выборки не позволяет отследить быстрые флуктуации сигнала, которые могут попадать в интервалы между точками регистрации отсчетов. Это может привести к искажениям, а также к потере коротких импульсных составляющих сигнала. (См. стр. 44, *Искажения во временной области.*) В подобных случаях рекомендуется использовать режим пиковой детекции.

**Пиковая детекция.** В этом режиме осциллограф производит поиск максимальных и минимальных значений входного сигнала по каждому интервалу между точками регистрации, и эти значения используются для отображения сигнала. Такой режим позволяет регистрировать и отображать короткие импульсы, которые могут быть утеряны в режиме выборки. Уровень шума в этом режиме повышается.

**Усреднение.** В режиме усреднения осциллограф производит регистрацию сигнала по нескольким периодам с последующим усреднением полученных данных и отображением усредненных результатов. Данный режим можно использовать для снижения уровня случайного шума.

### масштаб времени

Осциллограф преобразует сигналы в цифровую форму, регистрируя уровень входного сигнала в определенные моменты. Изменяя масштаб времени, можно изменять частоту преобразования в цифровую форму.

Для установки нужного значения масштаба времени по горизонтальной оси используется регулятор СЕК/ДЕЛ.

## Задание масштаба и положения осциллограммы

Для изменения вида осциллограммы можно установить масштаб и положение осциллограммы. При изменении масштаба размер осциллограммы увеличивается или уменьшается. При изменении положения осциллограмма сдвигается вверх, вниз, вправо или влево.

Для каждого сигнала на экране отображается соответствующий индикатор канала, расположенный слева от масштабной сетки. Индикатор указывает опорный уровень осциллограммы.

На экране имеется область отображения и поля отсчетов. (См. стр. 22, *Область экрана.*)

### Положение и масштаб по вертикали

Для изменения положения осциллограммы по вертикали можно переместить ее на экране вверх или вниз. Для сравнения сигналов их изображения можно выровнять друг относительно друга или разместить одно под другим.

Кроме того, можно изменять масштаб осциллограммы по вертикали. При этом осциллограмма сжимается или расширяется относительно опорного уровня.

Сведения, касающиеся конкретных осциллографов см. в главе *Основы работы*. (См. стр. 28, *Элементы управления отображением по вертикали.*) См. также главу *Справочник*. (См. стр. 180, *Элементы управления отображением по вертикали.*)

### Масштаб и положение по горизонтали; интервал до запуска

Регулятор ГОРИЗОНТ. ПОЛОЖЕНИЕ позволяет просматривать осциллограмму до точки запуска, после нее или в определенной области до и после этой точки. При изменении положения горизонтали фактически изменяется время между моментом запуска и точкой центра экрана. (Это выглядит на экране как перемещение осциллограммы вправо или влево.)

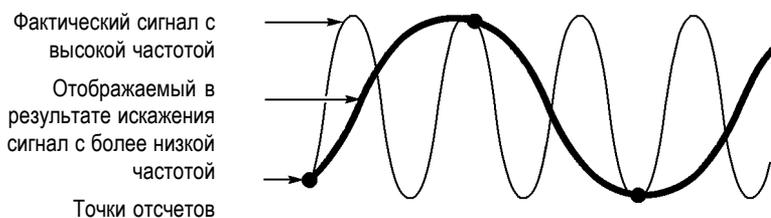
Например, для определения причины всплеска сигнала в проверяемой цепи можно установить запуск синхронизации по пику всплеска и выбрать интервал до запуска, достаточный для получения данных до всплеска. Результаты анализа этих данных могут помочь определить причину всплеска.

Для изменения горизонтального масштаба всех осциллограмм служит регулятор СЕК/ДЕЛ. Например, для измерения уровня выброса на нарастающем фронте сигнала может потребоваться отобразить только один период сигнала.

Масштаб по горизонтали отображается на экране осциллографа в виде значения время/деление в области экранных надписей. Поскольку для всех активных сигналов используется общая шкала времени, на экране отображается только одно значение масштаба для всех активных каналов, за исключением случая использования функции Window Zone (Зона окна). Сведения об использовании функции окна см. в разделе *Зона окна*. (См. стр. 151, *Window Zone (Зона окна)*.)

Сведения, касающиеся конкретных осциллографов см. в главе *Основы работы*. (См. стр. 29, *ПОЛОЖЕНИЕ*.) См. также главу *Справочник*. (См. стр. 149, *По горизонтали*.)

**Искажения во временной области.** Искажения возникают при скорости дискретизации сигнала, недостаточной для его точного отображения. При этом либо на экране отображается сигнал, частота которого меньше фактической частоты входного сигнала, либо осциллограмма неустойчива.



Точность отображения сигналов осциллографом ограничена полосой пропускания пробника и самого осциллографа, а также частотой дискретизации. Во избежание искажений при отображении сигнала необходимо, чтобы частота дискретизации осциллографа по крайней мере вдвое превышала частоту наиболее высокочастотных составляющих сигнала.

Максимальная частота сигнала, теоретически доступная для отображения осциллографом при имеющейся частоте дискретизации, называется предельной частотой сигнала

(частотой Найквиста). Соответствующая частота дискретизации называется частотой дискретизации Найквиста и равна удвоенной максимальной частоте сигнала.

В моделях осциллографов с полосой пропускания 100 МГц дискретизация сигнала производится со скоростью до 1 Гвыб/с. В моделях с полосой пропускания 200 МГц дискретизация производится со скоростью до 2 Гвыб/с. В обоих случаях значение максимальной частоты дискретизации превышает значение полосы пропускания не менее чем в десять раз. Такое высокое значение частоты дискретизации позволяет снизить вероятность возникновения искажений при отображении сигнала.

Имеется несколько способов проверки осциллограммы на наличие искажений.

- Измените горизонтальный масштаб с помощью регулятора СЕК/ДЕЛ. Резкое изменение вида осциллограммы свидетельствует о возможном наличии искажения сигнала.
- Выберите режим регистрации Peak Detect (Пиковая детекция) (См. стр. 42, *Пиковая детекция*.) В этом режиме фиксируются максимальные и минимальные значения сигнала, что позволяет регистрировать более быстрые изменения осциллограммы. Резкое изменение вида осциллограммы свидетельствует о возможном наличии искажения сигнала.
- Если частота синхронизации превышает частоту отображения данных, то возможны искажения или ситуация, при которой сигнал многократно пересекает уровень запуска синхронизации. При анализе сигнала можно определить, позволяет ли его форма добиться однократного запуска синхронизации при выбранном уровне запуска.

Если имеется несколько вероятных точек запуска, то следует выбрать такой уровень запуска, при котором существует только одна точка запуска синхронизации за период сигнала. Если же частота синхронизации по-прежнему превышает частоту отображения данных, то все еще имеется вероятность искажений.

Если частота синхронизации ниже, данная проверка неэффективна.

- Если отображаемый сигнал является также источником синхронизации, для оценки его частоты следует воспользоваться координатной сеткой или курсорами. Сравните полученное значение со значением частоты синхронизации, отображаемым в правом нижнем углу экрана. Если эти значения существенно различаются, возможно наличие искажений сигнала.

В следующей таблице приведены значения масштаба времени, которые следует использовать во избежание искажений при различных частотах сигналов и соответствующих частотах дискретизации. При значениях параметра СЕК/ДЕЛ, отвечающих максимальной частоте развертки, искажения маловероятны вследствие ограничения полосы пропускания входных усилителей осциллографа.

#### Настройки для устранения искажений в режиме выборки

Масштаб времени	Выборка в секунду	Максимум
2,5 нс	2 Гвыб/с	200,0 МГц †
5,0–250,0 нс	1–2 Гвыб/с *	200,0 МГц †
500,0 нс	500,0 Мвыб/с	200,0 МГц †
1,0 мкс	250,0 Мвыб/с	125,0 МГц †
2,5 мкс	100,0 Мвыб/с	50,0 МГц †
5,0 мкс	50,0 Мвыб/с	25,0 МГц †
10,0 мкс	25,0 Мвыб/с	12,5 МГц †
25,0 мкс	10,0 Мвыб/с	5,0 МГц
50,0 мкс	5,0 Мвыб/с	2,5 МГц
100,0 мкс	2,5 Мвыб/с	1,25 МГц
250,0 мкс	1,0 Мвыб/с	500,0 кГц
500,0 мкс	500,0 квыб/с	250,0 кГц
1,0 мс	250,0 квыб/с	125,0 кГц
2,5 мс	100,0 квыб/с	50,0 кГц

Масштаб времени	Выборка в секунду	Максимум
5,0 мс	50,0 квыб/с	25,0 кГц
10,0 мс	25,0 квыб/с	12,5 кГц
25,0 мс	10,0 квыб/с	5,0 кГц
50,0 мс	5,0 квыб/с	2,5 кГц
100,0 мс	2,5 квыб/с	1,25 кГц
250,0 мс	1,0 квыб/с	500,0 Гц
500,0 мс	500,0 выб/с	250,0 Гц
1,0 с	250,0 выб/с	125,0 Гц
2,5 с	100,0 выб/с	50,0 Гц
5,0 с	50,0 выб/с	25,0 Гц
10,0 с	25,0 выб/с	12,5 Гц
25,0 с	10,0 выб/с	5,0 Гц
50,0 с	5,0 выб/с	2,5 Гц

\* ДеВ зависимости от модели осциллографа.

† С пробником 1X полоса пропускания ограничена частотой 6 МГц.

## Выполнение измерений

Осциллограф отображает графики напряжения по времени и позволяет выполнять различные измерения отображаемой осциллограммы.

Имеется несколько способов выполнения измерений. Можно использовать координатную сетку, курсоры или результаты автоматических измерений.

### Масштабная сетка

Данный метод позволяет быстро выполнить визуальную оценку параметров сигнала. Например, можно визуально оценить амплитуду сигнала и определить, что она несколько превышает 100 мВ.

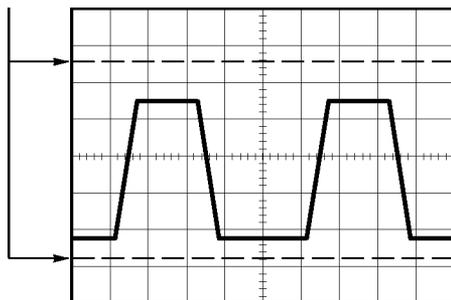
Для простых измерений можно воспользоваться подсчетом количества основных и промежуточных делений координатной

сетки с последующим умножением результата на коэффициент масштабирования.

Например, если между максимальным и минимальным значениями сигнала имеется пять основных вертикальных делений сетки и известно, что коэффициент масштабирования равен 100 мВ/деление, то значение амплитуды можно легко вычислить по формуле:

$$5 \text{ делений} \times 100 \text{ мВ/деление} = 500 \text{ мВ.}$$

курсор



### Курсоры

Данный метод заключается в перемещении курсоров (которые всегда отображаются парами) и считывании в области экранных сообщений значений, соответствующих их местоположению. Имеется два типа курсоров: по амплитуде и по времени.

При использовании курсоров необходимо убедиться, что в качестве источника выбран именно тот сигнал, который требуется измерить.

Для использования курсоров нажмите кнопку КУРСОР.

**Курсоры амплитуды.** Курсоры амплитуды отображаются на экране в виде горизонтальных линий. С их помощью измеряются параметры сигнала по вертикали. Амплитуды отсчитываются от опорного уровня. При использовании функции Math FFT (Быстрое преобразование Фурье) с помощью этих курсоров измеряется амплитуда спектра.

**Курсоры времени.** Курсоры времени отображаются на экране в виде вертикальных линий и позволяют измерить параметры сигнала как по горизонтали, так и по вертикали. Время измеряется по отношению к точке синхронизации развертки. При использовании функции Math FFT (Быстрое преобразование Фурье) с помощью этих курсоров измеряется частота.

Курсоры времени дают также значение амплитуды осциллограммы в точке, где ее пересекает курсор.

### **Автоматические**

С помощью меню ИЗМЕРЕНИЯ можно выполнять до пяти автоматических измерений. При автоматических измерениях все необходимые вычисления производятся осциллографом автоматически. Поскольку для измерений используются данные в точках дискретизации сигнала, точность этого метода выше, чем при использовании координатной сетки или курсоров.

Результаты автоматических измерений отображаются в полях области экранных сообщений. Значения этих полей обновляются при регистрации осциллографом новых данных.

Описания измерений приведены в главе *Справочник*. (См. стр. 154, *Выполнение измерений*.)



## Примеры применения

В этом разделе дан ряд примеров применения данного прибора. На упрощенных примерах демонстрируются функции осциллографа и приводятся советы по использованию данного прибора для измерений.

- Выполнение простых измерений

Использование функции Autoset (Автоустановка)

Использование меню измерений для выполнения автоматических измерений.

Измерение двух сигналов и расчет усиления.

- Применение автоматического выбора пределов измерений для исследования нескольких точек замера.
- Применение изолированного канала для анализа дифференциального коммуникационного сигнала.
- Просмотр мгновенной формы сигнала мощности.
- Выполнение курсорных измерений.

Измерение частоты и амплитуды колебательного переходного процесса.

Измерение длительности импульса.

Измерение времени нарастания.

- Анализ сигнала

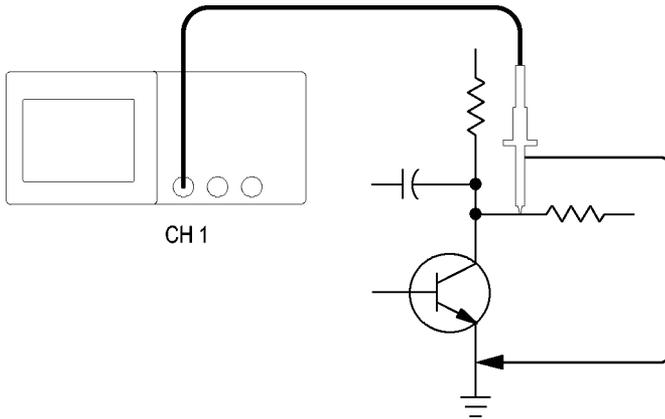
Просмотр сигнала с высоким уровнем шума.

Использование функции усреднения для отделения сигнала от шума.

- Регистрация одиночного сигнала.  
Оптимизация сбора данных.
- Измерение задержки распространения сигнала.
- Синхронизация по длительности импульса.
- Синхронизация по видеосигналу.  
Синхронизация по полям и строкам видеосигнала.  
Использование функции окна для просмотра характеристик сигнала.
- Просмотр изменений импеданса в сети с использованием режима XY и послесвечения.

## Выполнение простых измерений

Предположим, требуется просмотреть сигнал в цепи, причем амплитуда или частота сигнала неизвестны. Необходимо быстро получить изображение сигнала и измерить его частоту, период и размах.



### Использование функции Autoset (Автоустановка)

Чтобы быстро получить изображение сигнала, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 1**.
2. Нажмите кнопки **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление) ► **10X**.
3. Установите переключатель на пробнике P2220 в положение **10X**.
4. Подсоедините к источнику сигнала наконечник пробника канала 1. Подсоедините опорный вывод к опорной точке исследуемой схемы.
5. Нажмите кнопку **АВТОУСТ**.

Параметры управления сигналом (вертикальные, горизонтальные и синхронизация) будут установлены осциллографом автоматически. При необходимости получить удобное для работы изображение сигнала эти параметры можно изменить вручную.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** На экране в области сигнала отображаются результаты автоматических измерений, зависящие от конкретного типа сигнала.

---

Сведения, касающиеся конкретных осциллографов см. в главе *Справочник*. (См. стр. 138, *Автоустановка*.)

### Выполнение автоматических измерений

Осциллограф позволяет выполнять автоматические измерения большинства отображаемых сигналов.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если в поле значения отображается вопросительный знак (?), сигнал находится вне пределов измерения. Уменьшите чувствительность с помощью ручки **ВОЛЬТ/ДЕЛ** соответствующего канала или измените настройку **СЕК/ДЕЛ**.

---

Для измерения частоты сигнала, периода, размаха, времени нарастания и длительности положительного импульса выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **ИЗМЕРЕНИЯ**, чтобы отобразить меню измерений.
2. Нажмите верхнюю функциональную кнопку. Появится меню **Measure 1 Menu** (Меню измерений 1).
3. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Freq** (Частота).

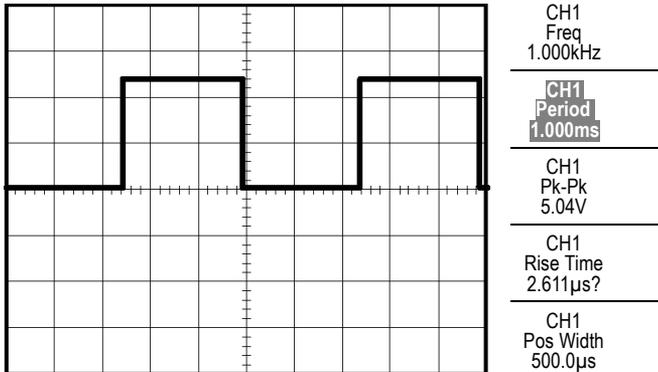
В поле **Value** (Значение) появится постоянно обновляемый результат измерения.

4. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).
5. Нажмите вторую сверху функциональную кнопку. Появится меню **Measure 2 Menu** (Меню измерений 2).
6. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Period** (Период).

В поле **Value** (Значение) появится постоянно обновляемый результат измерения.

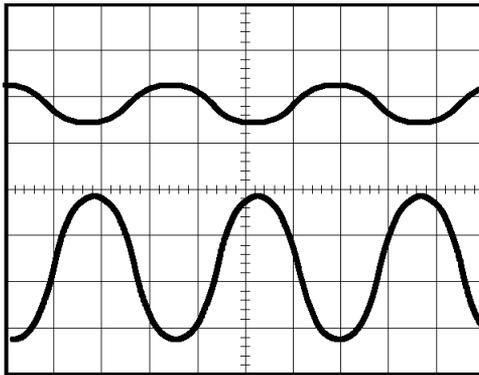
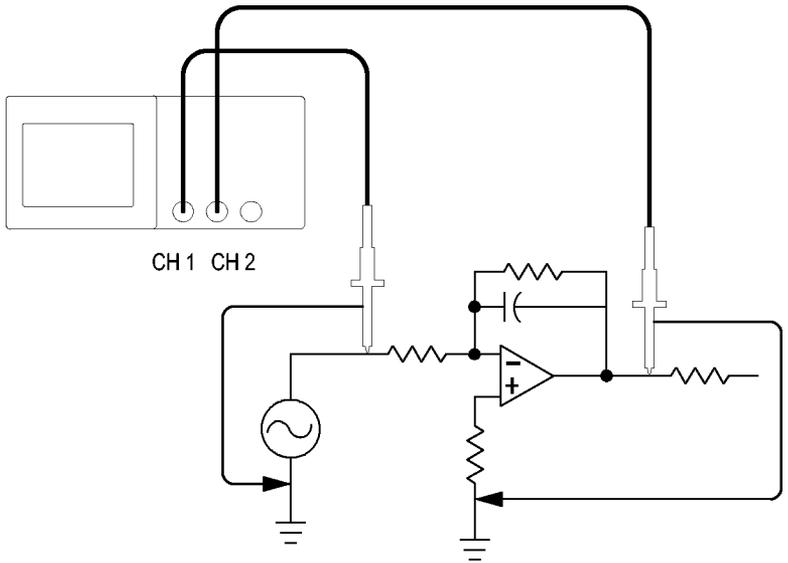
7. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).
8. Нажмите среднюю функциональную кнопку. Появится меню **Measure 3 Menu** (Меню измерений 3).

9. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Pk-Pk** (Размах).  
В поле **Value** (Значение) появится постоянно обновляемый результат измерения.
10. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).
11. Нажмите вторую снизу функциональную кнопку. Появится меню Measure 4 Menu (Меню измерений 4)
12. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Rise Time** (Время нарастания).  
В поле **Value** (Значение) появится постоянно обновляемый результат измерения.
13. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).
14. Нажмите нижнюю функциональную кнопку. Появится меню Measure 5 Menu (Меню измерений 5)
15. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Pos Width** (Длительность положительного импульса).  
В поле **Value** (Значение) появится постоянно обновляемый результат измерения.
16. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).



### **Измерение двух сигналов**

Предположим, при проверке аппаратуры нужно измерить коэффициент усиления усилителя звуковых частот. В этом случае потребуется генератор звукового сигнала, который бы подавал тестовый сигнал на вход усилителя. Подключите два канала осциллографа к входу и выходу усилителя, как показано ниже. Измерьте уровни обоих сигналов и воспользуйтесь полученными значениями для расчета усиления.



CH1  
Pk-Pk  
2.04V

CH2  
Pk-Pk  
206mV

CH1  
None

CH1  
None

CH1  
None

Чтобы активировать и вывести на экран сигналы, поступающие по каналу 1 и каналу 2 и получить результаты измерений по обоим каналам, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **АВТОУСТ.**
2. Нажмите кнопку **ИЗМЕРЕНИЯ**, чтобы отобразить меню измерений.
3. Нажмите верхнюю функциональную кнопку. Появится меню Measure 1 Menu (Меню измерений 1).
4. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
5. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Pk-Pk** (Размах).
6. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).
7. Нажмите вторую сверху функциональную кнопку. Появится меню Measure 2 Menu (Меню измерений 2).
8. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH2** (K2).
9. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Pk-Pk** (Размах).
10. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).

Просмотрите отображаемые значения размаха сигнала в обоих каналах.

11. Коэффициент усиления по напряжению для усилителя рассчитывается следующим образом.

*Усиление по напряжению = выходная амплитуда/входная амплитуда*

*Усиление по напряжению (дБ) =  $20 \times \lg$  (Усиление по напряжению)*

## Применение автоматического выбора пределов измерений для исследования сигналов в нескольких точках замера

При поиске неисправностей в аппаратуре часто приходится определять частоту и среднеквадратическое значение напряжения в нескольких точках замера и сравнивать эти значения с эталонными значениями. При этом невозможно пользоваться органами управления на лицевой панели, так как при замере в труднодоступных точках заняты обе руки.

1. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 1**.
2. Нажмите кнопки **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление) и настройте ослабление для пробника, подсоединенного к каналу 1.
3. Нажмите кнопку **АВТОДИАПАЗОН**, чтобы включить автоматическую установку пределов изменений.
4. Нажмите кнопку **ИЗМЕРЕНИЯ**, чтобы отобразить меню измерений.
5. Нажмите верхнюю функциональную кнопку. Появится меню **Measure 1 Menu** (Меню измерений 1).
6. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
7. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Freq** (Частота).
8. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).
9. Нажмите вторую сверху функциональную кнопку. Появится меню **Measure 2 Menu** (Меню измерений 2).
10. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
11. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Cyc RMS** (Среднеквадратическое значение периода).
12. Нажмите функциональную кнопку **Back** (Назад).

13. Подсоедините опорный вывод и наконечник пробника к первой точке замера. Считайте с экрана осциллографа значения частоты и среднеквадратического напряжения периода и сравните их с эталонными значениями.
14. Повторяйте шаг для каждой точки замера до тех пор, пока не будет найден неисправный компонент.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если режим автоматического выбора пределов измерений включен, при каждом переходе к новой точке замера осциллограф для наилучшего отображения результатов подстраивает масштаб по горизонтали, масштаб по вертикали и уровень синхронизации.

---

## Применение изолированного канала для анализа дифференциального коммуникационного сигнала

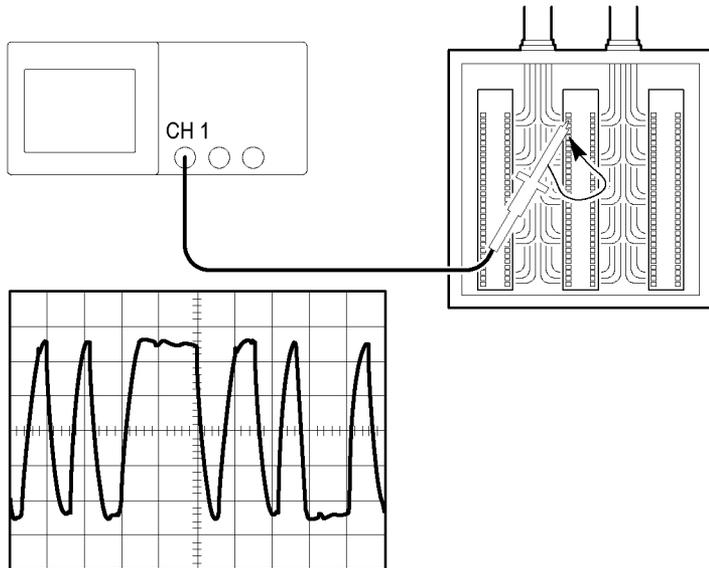
Предположим, в линии последовательной передачи данных периодически возникают неполадки и их причина предположительно заключается в низком качестве сигнала. Чтобы проверить уровни и время перехода сигнала передачи данных, настройте осциллограф для отображения снимка потока последовательных данных.

Имеется дифференциальный сигнал. Поскольку каналы осциллографа изолированы, возможен просмотр сигнала с помощью одного пробника.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать  $30\text{ В}_{\text{эфф}}$ . При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше  $30\text{ В}_{\text{эфф}}$ , для которых должны использоваться высоковольтные пробники, следует применять пробник P5120 (напряжение до  $600\text{ В}_{\text{эфф}}$ , категория II или  $300\text{ В}_{\text{эфф}}$ , категория III), пассивный высоковольтный пробник с аналогичными характеристиками (но не пробник P5100, предназначенный для измерений относительно земли) или высоковольтный дифференциальный пробник с подходящими характеристиками.

Во избежание поражения электрическим током при использовании пробников с открытыми металлическими частями не подсоединяйте опорный вывод к проводникам с напряжением выше  $30\text{ В}_{\text{эфф}}$ .



Чтобы просмотреть дифференциальный сигнал, выполните следующие действия:

1. Подсоедините наконечник пробника к одной точке измерения сигнала.
2. Подсоедините опорный вывод пробника к другой точке измерения сигнала.
3. Нажмите кнопку **АВТОУСТ.**

Чтобы получить более стабильное отображение, нажмите кнопку **ОДИНОЧН ЗАПУСК** для управления регистрацией сигнала. При каждом нажатии кнопки **ОДИНОЧН ЗАПУСК** осциллограф производит снимок потока цифровых данных. Для анализа сигнала можно использовать курсоры или автоматические измерения либо сохранить осциллограмму для последующего анализа.

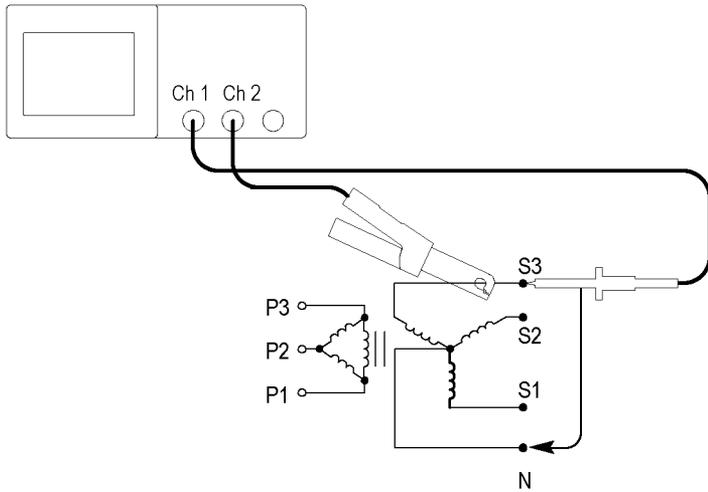
## Просмотр расчетной осциллограммы мгновенной мощности

Для просмотра осциллограммы мгновенной мощности применяется пробник напряжения, пробник тока и используется математическая функция умножения в осциллографе.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Убедитесь в том, что для пробников напряжения и тока выбраны допустимые пределы измерений. Не превышайте допустимые пределы для пробников! (См. стр. 4, Подсоединение пробников.)

---



Чтобы просмотреть расчетную осциллограмму мгновенной мощности, выполните следующие действия:

1. Подсоедините пробник напряжения к каналу 1, а пробник тока к каналу 2.



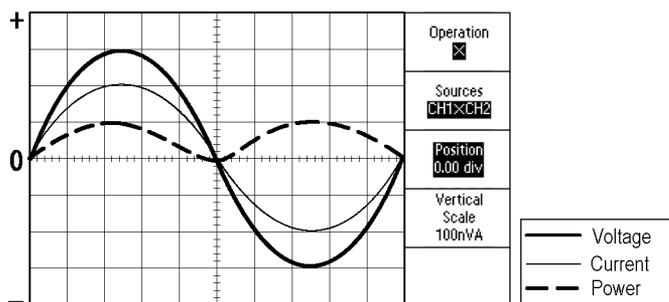
**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать  $30\text{ В}_{\text{эфф}}$ . При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе свыше  $30\text{ В}_{\text{эфф}}$ , для которых должны использоваться высоковольтные пробники, следует применять пробник P5120 (напряжение до  $600\text{ В}_{\text{эфф}}$  категория II или  $300\text{ В}_{\text{эфф}}$  категория III), пассивный высоковольтный пробник с аналогичными характеристиками (но не пробник P5100, предназначенный для измерений относительно земли) или высоковольтный дифференциальный пробник с подходящими характеристиками.

Во избежание поражения электрическим током при использовании пробников с открытыми металлическими частями не подсоединяйте опорный вывод к проводникам с напряжением выше  $30\text{ В}_{\text{эфф}}$ .

2. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 1**.

3. Нажмите кнопку **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление) и настройте ослабление в соответствии с ослаблением пробника напряжения.
4. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 2**.
5. Нажмите кнопки **Probe** (Пробник) ► **Current** (Ток) ► **Scale** (Масштаб) и настройте масштаб отображения пробника тока.
6. Нажмите кнопку **АВТОУСТ**.
7. Нажмите кнопки **МЕНЮ МАТЕМАТИКА** ► **Operation** (Операция) ► × (умножение).
8. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1 × CH2** ( $K1 \times K2$ ).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Единица вертикальной шкалы для осциллограммы мгновенной мощности – (ВА).



9. Для настройки отображения расчетной осциллограммы мгновенной мощности можно использовать следующие функции осциллографа.
  - В меню математических операций нажмите функциональную кнопку **Position** (Положение) и с помощью универсальной ручки настройте положение по вертикали.
  - В меню математических операций нажмите функциональную кнопку **Vertical Scale** (Масштаб по вертикали) и с помощью универсальной ручки настройте масштаб по вертикали

- Измените масштаб по горизонтали с помощью ручки **СЕК/ДЕЛ**.
- Нажмите кнопки **МЕНЮ К 1** и **МЕНЮ К 2**, чтобы удалить сигналы каналов с экрана.

## Выполнение курсорных измерений

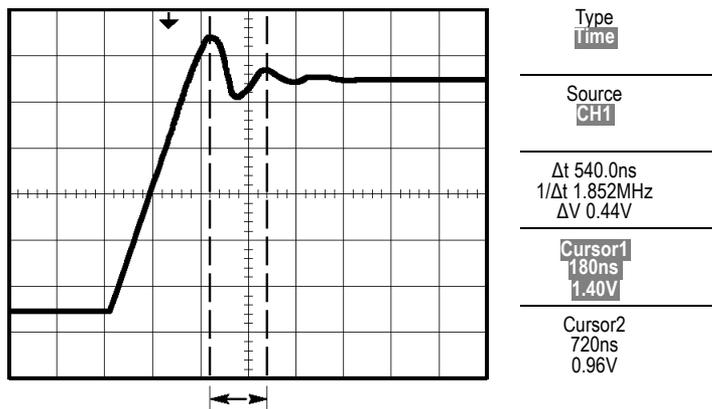
Для быстрого измерения характеристик сигнала по времени и амплитуде можно использовать курсоры.

### Измерение частоты и амплитуды колебательного переходного процесса

Чтобы измерить частоту переходного колебательного процесса на нарастающем фронте сигнала, выполните следующие действия.

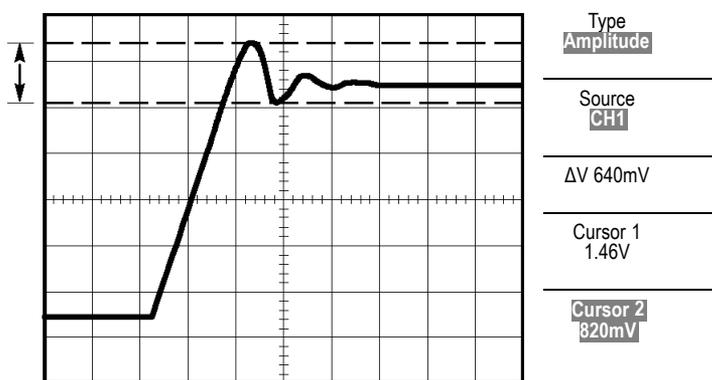
1. Нажмите кнопку **КУРСОР**, чтобы отобразить меню курсора.
2. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Time** (Время).
3. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
4. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 1** (Курсор 1).
5. С помощью универсальной ручки поместите курсор на первый пик колебательного переходного процесса.
6. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 2** (Курсор 2).
7. С помощью универсальной ручки поместите курсор на второй пик колебательного переходного процесса.

В меню Cursor Menu (Меню курсора) просмотрите интервал  $\Delta$  и частоту (измеренную частоту колебательного переходного процесса).



8. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Amplitude** (Амплитуда).
9. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 1** (Курсор 1).
10. С помощью универсальной ручки поместите курсор на первый пик колебательного переходного процесса.
11. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 2** (Курсор 2).
12. С помощью универсальной ручки поместите курсор 2 на нижнюю часть сигнала колебательного переходного процесса.

В меню курсора появится значение амплитуды колебательного переходного процесса.



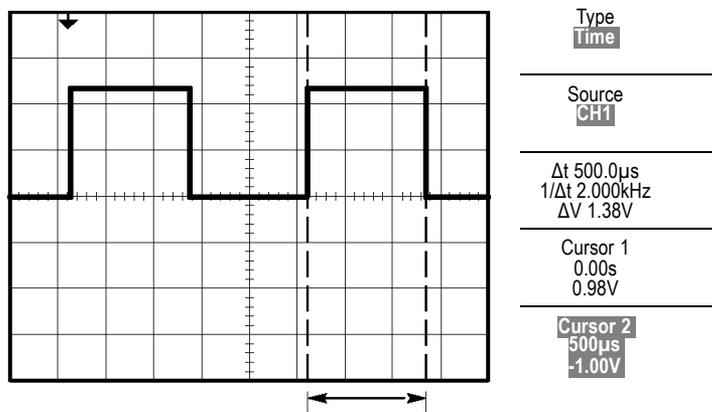
## Измерение длительности импульса

Предположим, при анализе формы импульса необходимо определить его длительность. Для этого выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **КУРСОР**, чтобы отобразить меню курсора.
2. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Time** (Время).
3. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
4. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 1** (Курсор 1).
5. С помощью универсальной ручки поместите курсор на нарастающий фронт импульса.
6. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 2** (Курсор 2).
7. С помощью универсальной ручки поместите курсор на задний фронт импульса.

В меню Cursor Menu (Меню курсора) будут отображены результаты следующих измерений.

- Положение во времени курсора 1 относительно момента синхронизации.
- Положение во времени курсора 2 относительно момента синхронизации.
- Интервал  $\Delta$ , равный измеренной длительности импульса.



**ПРИМЕЧАНИЕ.** В меню Measure Menu (Меню измерений) в числе автоматических измерений доступно измерение величины Positive Width (Длительность положительного импульса). (См. стр. 154, Выполнение измерений.)

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данное измерение также отображается при выборе пункта Single Cycle Square (Один период меандра) в меню АВТОУСТ. (См. стр. 142, Прямоугольные и импульсные сигналы.)

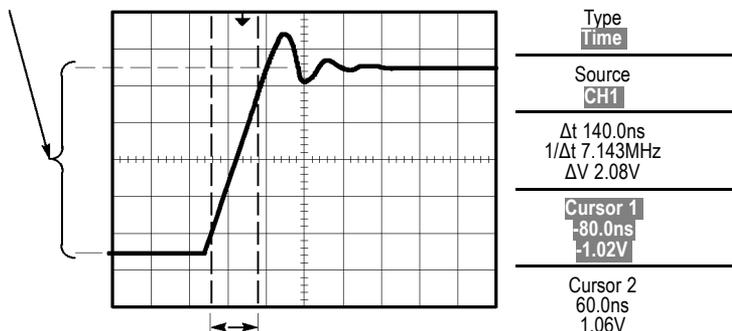
## Измерение времени нарастания

После измерения длительности импульса может возникнуть необходимость определить время его нарастания. Время нарастания обычно измеряется между уровнями сигнала 10 % и 90 %. Чтобы измерить время нарастания, выполните следующие действия.

1. Поверните ручку **СЕК/ДЕЛ** так, чтобы отобразить нарастающий фронт сигнала.
2. С помощью ручек **ВОЛЬТ/ДЕЛ** и **ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ** добейтесь, чтобы сигнал занимал около пяти делений по вертикали.
3. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 1**.
4. Нажмите кнопки **Volts/Div** (Вольт/деление) ► **Fine** (Точно).
5. С помощью ручки **ВОЛЬТ/ДЕЛ** добейтесь, чтобы сигнал занимал ровно пять делений по вертикали.
6. С помощью ручки **ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ** установите осциллограмму по центру экрана; поместите линию развертки сигнала на 2,5 деления ниже центра координатной сетки.
7. Нажмите кнопку **КУРСОР**, чтобы отобразить меню курсора.
8. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Time** (Время).
9. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
10. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 1** (Курсор 1).
11. С помощью универсальной ручки поместите курсор на точку, в которой осциллограмма сигнала пересекает вторую от центра линию сетки в нижней половине экрана. Этот уровень соответствует 10 % от уровня сигнала.
12. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 2** (Курсор 2).
13. С помощью универсальной ручки поместите курсор на точку, в которой осциллограмма сигнала пересекает вторую от центра линию сетки в верхней половине экрана. Этот уровень соответствует 90 % от уровня сигнала.

Значение  $\Delta t$  в меню курсора и есть время нарастания сигнала.

5 делений

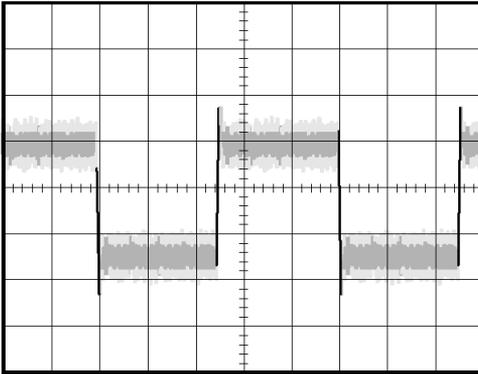


**ПРИМЕЧАНИЕ.** В меню *Measure Menu* (Меню измерений) в числе автоматических измерений доступно измерение времени нарастания. (См. стр. 154, Выполнение измерений.)

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данное измерение также отображается при выборе пункта *Rising Edge* (Нарастающий фронт) в меню *ABTOУСТ.* (См. стр. 142, Прямоугольные и импульсные сигналы.)

## Анализ сигнала

Предположим, требуется подробно проанализировать сигнал с высоким уровнем шума, отображаемый на осциллографе. Ожидается, что сигнал содержит гораздо больше данных, чем его текущее отображение на экране.

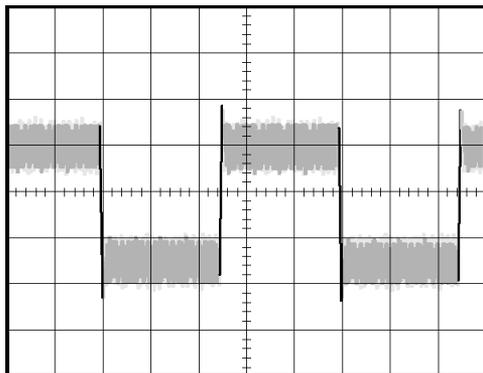


### Просмотр сигнала с высоким уровнем шума

По внешнему виду сигнала можно заключить, что в схеме слишком высокий уровень шума. Чтобы глубже проанализировать этот шум, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **СБОР ДАННЫХ**, чтобы отобразить меню сбора данных.
2. Нажмите функциональную кнопку **Peak Detect** (Пиковая детекция).
3. При необходимости воспользуйтесь кнопкой **ЭКРАН**, чтобы отобразить меню экрана. Для регулировки отображения уровня шума можно использовать функциональные кнопки **Contrast** (Контрастность) и **Brightness** (Яркость), а также универсальную ручку.

В режиме пикового детектирования более резко выделяются острые выбросы шума в сигнале, особенно если установлено большое значение временной развертки.

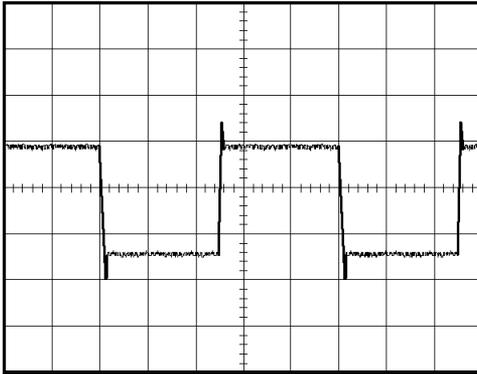


### Отделение сигнала от шума

Теперь требуется проанализировать форму сигнала, игнорируя шум. Чтобы снизить уровень случайного шума на экране осциллографа, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **СБОР ДАННЫХ**, чтобы отобразить меню сбора данных.
2. Нажмите функциональную кнопку **Average** (Усреднение).
3. Используйте функциональную кнопку **Averages** (Количество усреднений) для просмотра влияния количества усреднений на вид осциллограммы сигнала.

При усреднении уровень случайного шума снижается, что облегчает просмотр сигнала. В приведенном ниже примере после удаления шума проявились переходные колебательные процессы на нарастающем и нисходящем фронтах сигнала.



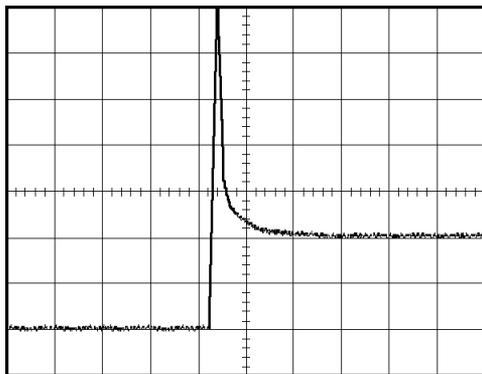
## Регистрация одиночного сигнала

Предположим, в устройстве снизилась надежность работы герконового реле и требуется изучить эту проблему. Возможно, дело в том, что при размыкании реле на его контактах возникает искра. Реле может замыкаться и размыкаться не чаще, чем примерно один раз в минуту, поэтому напряжение на реле необходимо регистрировать как одиночный сигнал.

Для настройки регистрации одиночного сигнала выполните следующие действия.

1. Поверните ручки **ВОЛЬТ/ДЕЛ** (по вертикали) и **СЕК/ДЕЛ** (по горизонтали) в соответствии с ожидаемыми диапазонами для сигнала.
2. Нажмите кнопку **СБОР ДАННЫХ**, чтобы отобразить меню сбора данных.
3. Нажмите функциональную кнопку **Peak Detect** (Пиковая детекция).
4. Нажмите кнопку **МЕНЮ СИНХ** для вывода меню синхронизации.
5. Нажмите кнопки **Slope** (Наклон) ► **Rising** (Нарастающий).
6. С помощью ручки **ЗАПУСК УРОВЕНЬ** установите для уровня синхронизации напряжение, среднее между напряжением замкнутого и разомкнутого реле.
7. Чтобы начать регистрацию, нажмите кнопку **ОДИНОЧН ЗАПУСК**.

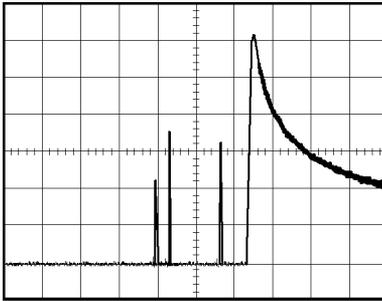
При размыкании реле будет выполнен запуск и регистрация события.



## Оптимизация регистрации данных

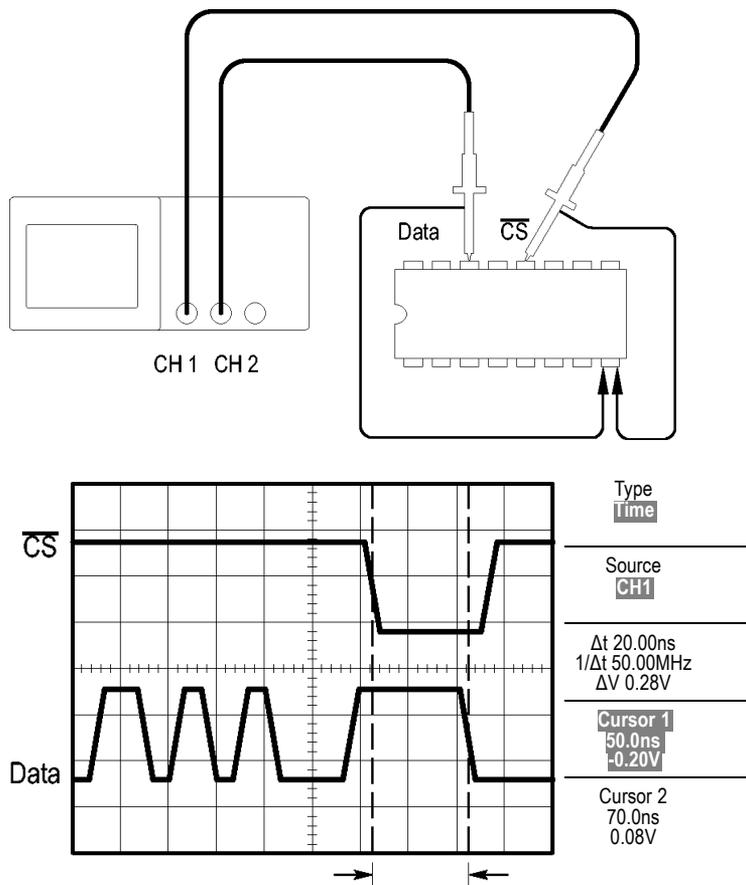
Первая осциллограмма показывает начало размыкания контакта реле в точке запуска. Это событие сопровождается сильным острым выбросом, указывающим на дребезг контактов и наличие индуктивности в схеме. Индуктивность может вызвать искрение контактов и преждевременный отказ реле.

Для оптимизации настройки перед снятием следующего отсчета можно изменить параметры управления сигналом (по вертикали, по горизонтали и параметры синхронизации). При следующей регистрации сигнала с новыми настройками (при повторном нажатии кнопки ОДИНОЧН ЗАПУСК) отображается более детальная картина момента размыкания реле.



## Измерение задержки распространения сигнала

Предположим, имеется подозрение, что в микропроцессорной системе временной параметр тактовых импульсов памяти находится на краю допустимого диапазона. Настройте осциллограф для измерения времени задержки между сигналом выбора микросхемы CS и выходным сигналом микросхемы памяти.



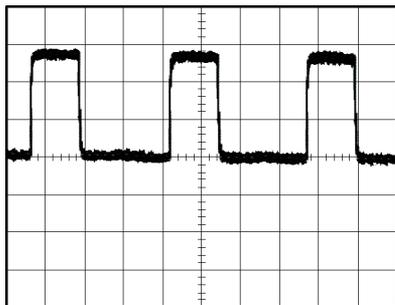
Для измерения времени задержки сигнала выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **АВТОУСТ** для синхронизации устойчивого отображения.
2. С помощью органов управления (по вертикали и по горизонтали) установите удобное для работы изображение.
3. Нажмите кнопку **КУРСОР**, чтобы отобразить меню курсора.
4. Нажмите кнопки **Type** (Тип) ► **Time** (Время).
5. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
6. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 1** (Курсор 1).
7. С помощью универсальной ручки поместите курсор на активный фронт сигнала CS.
8. Нажмите функциональную кнопку **Cursor 2** (Курсор 2).
9. С помощью универсальной ручки поместите второй курсор на фронт вывода данных.

Значение  $\Delta t$  в меню курсора и есть задержка распространения между осциллограммами сигналов. Это значение достоверно, так как для осциллограмм обоих сигналов задана одна установка СЕК/ДЕЛ.

## Синхронизация по импульсу определенной длительности

Предположим, что измеряются длительности импульсов в цепи. Крайне важно, чтобы все импульсы имели определенную длительность. В этом необходимо убедиться. Синхронизация по фронту показывает, что сигнал имеет правильную форму, а результаты измерения длительности импульсов не отличаются от спецификаций. Тем не менее, остаются некоторые подозрения.

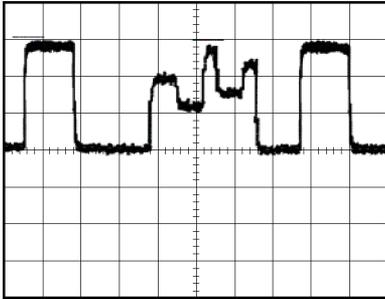


Для настройки на проверку искажений длительности импульсов выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **АВТОУСТ** для синхронизации устойчивого отображения.
2. В меню АВТОУСТ нажмите функциональную кнопку **Single Cycle** (Один цикл) для просмотра одного цикла сигнала с быстрым измерением длительности импульса.
3. Нажмите кнопку **МЕНЮ СИНХ** для вывода меню синхронизации.
4. Нажмите кнопку **Type** (Тип) ► **Pulse** (Импульсная синхронизация).
5. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
6. С помощью ручки **ЗАПУСК УРОВЕНЬ** установите уровень вблизи нижней части сигнала.
7. Нажмите кнопки **When** (Когда) ► **=** (равно).
8. С помощью универсальной ручки установите длительность импульса, полученную при измерении на шаге 2.
9. Нажмите кнопку **More** (Разное) ► **Mode** (Режим) ► **Normal** (Обычный).

Появится стабильное изображение с синхронизацией по стандартным импульсам.

10. Нажмите функциональную кнопку **When** (Когда) и выберите  $\neq$ ,  $<$  или  $>$ . При наличии искаженных импульсов, соответствующих указанным условиям, выполняется запуск синхронизации.



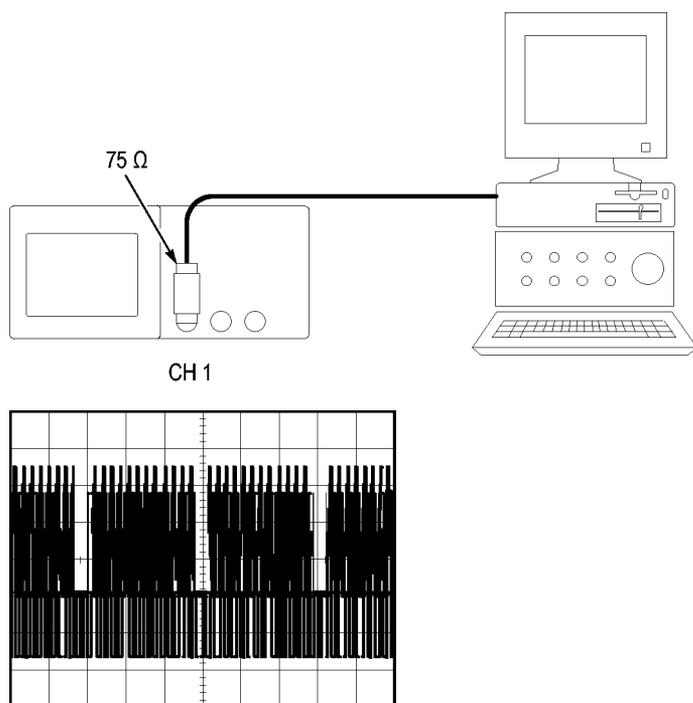
---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Значение частоты синхронизации показывает частоту событий запуска синхронизации. Она может быть меньше частоты входного сигнала, измеренной в режиме синхронизации по длительности импульса.

---

## Синхронизация по видеосигналу

Предположим, выполняется проверка видеосхемы медицинского прибора и требуется отобразить выходной видеосигнал. На выход подается видеосигнал стандарта NTSC. Для получения стабильного изображения используется синхронизация по видеосигналу.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В большинстве видеосистем используется кабель с сопротивлением 75 Ом. Входы осциллографа не позволяют обеспечить согласованную низкоомную нагрузку. Для устранения амплитудной погрешности, вызванной несогласованной нагрузкой и отражениями, подключите между коаксиальным кабелем с сопротивлением 75 Ом от источника сигнала и входным разъемом осциллографа согласующий переходник 75 Ом (Tektronix 011-0055-02 или аналогичный).

---

### Синхронизация по полям видеосигнала

**Автоматическая.** Чтобы включить синхронизацию по полям видеосигнала, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **АВТОУСТ**. После завершения автоустановки на экране осциллографа будет отображен видеосигнал, синхронизированный по всем полям (параметр **All Fields** (Все поля)).

При включенной функции автоустановки осциллограф устанавливает параметр **Standard** (Стандарт).

2. В меню **АВТОУСТ** нажмите функциональную кнопку **Odd Field** (Нечетное поле) или **Even Field** (Четное поле), чтобы выполнить синхронизацию только по нечетным или четным полям.

**Вручную.** Этот альтернативный метод синхронизации требует выполнения большего количества действий. Однако для некоторых типов видеосигнала следует использовать именно его. Для синхронизации вручную выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 1**.
2. Нажмите кнопку **Coupling** (Тип входа) ► **AC** (По переменному току).
3. Нажмите кнопку **МЕНЮ СИНХ** для вывода меню синхронизации.
4. Нажмите верхнюю функциональную кнопку и выберите значение **Video** (Видео).
5. Нажмите кнопку **Source** (Источник) ► **CH1** (K1).
6. Нажмите функциональную кнопку **Sync** (Синхронизация) и выберите значение **All Fields** (Все поля), **Odd Field** (Нечетное поле) или **Even Field** (Четное поле).
7. Нажмите кнопки **Standard** (Стандарт) ► **NTSC**.
8. С помощью ручки **СЕК/ДЕЛ** отрегулируйте масштаб по горизонтали таким образом, чтобы поле отображалось на экране полностью.
9. С помощью ручки **ВОЛЬТ/ДЕЛ** отрегулируйте вертикальный размер изображения таким образом, чтобы на экране отображался весь видеосигнал.

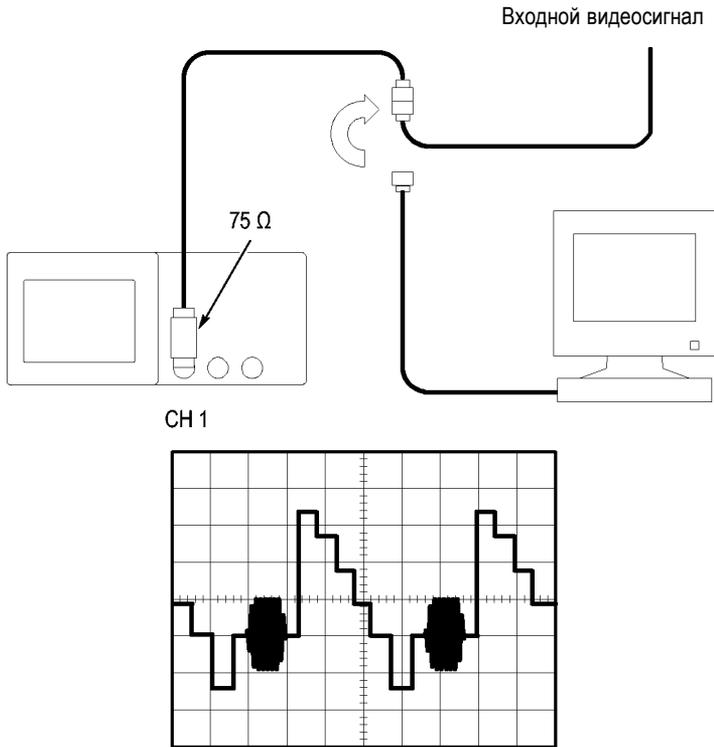
## Синхронизация по строкам видеосигнала

**Автоматическая.** Также можно просматривать строки видеосигнала в пределах поля. Чтобы включить синхронизацию по строкам видеосигнала, выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **АВТОУСТ**.
2. Нажмите верхнюю функциональную кнопку и выберите значение **Line** (Строка) для синхронизации по всем строкам. (Меню **АВТОУСТ** включает значения **All Lines** (Все строки) и **Line Number** (Номер строки).)

**Вручную.** Этот альтернативный метод синхронизации требует выполнения большего количества действий. Однако для некоторых типов видеосигнала следует использовать именно его. Для синхронизации вручную выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **МЕНЮ СИНХ** для вывода меню синхронизации.
2. Нажмите верхнюю функциональную кнопку и выберите значение **Video** (Видео).
3. Нажмите функциональную кнопку **Sync** (Синхронизация) и выберите значение **All Lines** (Все строки). Либо выберите значение **Line Number** (Номер строки) и с помощью универсальной ручки задайте номер строки.
4. Нажмите кнопки **Standard** (Стандарт) ► **NTSC**.
5. С помощью ручки **СЕК/ДЕЛ** отрегулируйте изображение таким образом, чтобы строка видео отображалась на экране полностью.
6. С помощью ручки **ВОЛЬТ/ДЕЛ** отрегулируйте изображение так, чтобы на экране отображался весь видеосигнал.

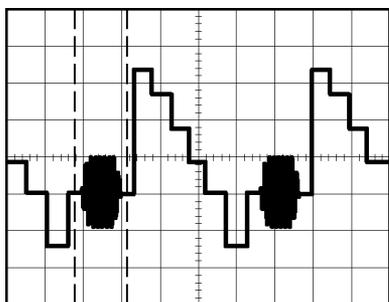


### Использование функции окна для просмотра осциллограммы

Функция окна (масштабирование) позволяет изучать определенную область сигнала без изменения изображения на основном экране.

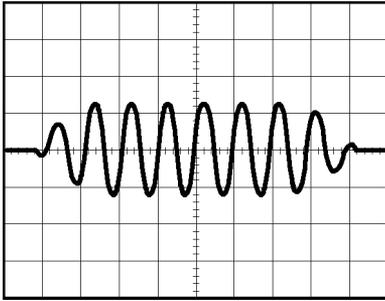
Для детального просмотра сигнала цветовой синхронизации в предыдущем примере без изменения основного изображения выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **ГОРИЗ МЕНЮ** для вывода меню по горизонтали и выберите значение **Main** (Основной).
2. Нажмите функциональную кнопку **Window Zone** (Зона окна).
3. С помощью ручки **СЕК/ДЕЛ** выберите значение 500 нс. Это значение будет использоваться для области расширенного просмотра.
4. С помощью ручки **ГОРИЗОНТ. ПОЛОЖЕНИЕ** разместите окно так, чтобы оно охватывало область сигнала, которую необходимо просмотреть более подробно.



1. Нажмите функциональную кнопку **Window** (Окно), чтобы отобразить выбранную область сигнала в области расширенного просмотра.
2. С помощью ручки **СЕК/ДЕЛ** настройте расширенный просмотр части сигнала.

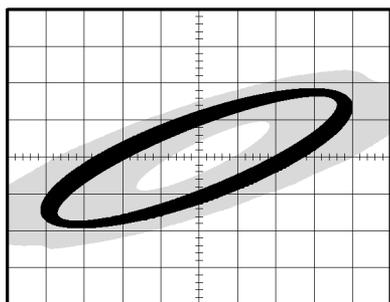
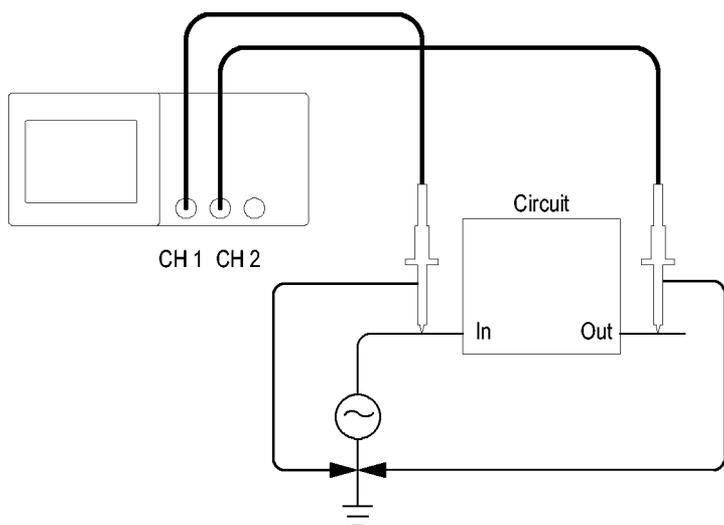
Для переключения между основным режимом просмотра и режимом окна служат функциональные кнопки **Main** (Основной) и **Window** (Окно) в меню по горизонтали.



## Просмотр изменений импеданса в сети

Предположим, что разрабатываемая схема будет эксплуатироваться в широком диапазоне температур. Требуется оценить влияние внешней температуры на импеданс цепи.

Подключите осциллограф к входу и выходу схемы и измерьте изменения характеристик, обусловленные изменениями температуры.



Для просмотра сигналов на входе и выходе схемы в формате вывода XY выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 1**.
2. Нажмите кнопки **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление) ► **10X**.
3. Нажмите кнопку **МЕНЮ К 2**.
4. Нажмите кнопки **Probe** (Пробник) ► **Voltage** (Напряжение) ► **Attenuation** (Ослабление) ► **10X**.

5. На пробниках P2200 установите переключатели в положение **10X**.
6. Подключите пробник канала 1 к входу схемы, а пробник канала 2 – к выходу.
7. Нажмите кнопку **АВТОУСТ**.
8. С помощью ручек **ВОЛЬТ/ДЕЛ** добейтесь примерного равенства амплитуд отображаемых сигналов со всех каналов.
9. Нажмите кнопку **ЭКРАН**, чтобы отобразить меню экрана.
10. Нажмите кнопку **Format** (Формат) ► **XY**.  
 На экране осциллографа появятся фигуры Лиссажу, представляющие входные и выходные характеристики схемы.
11. С помощью ручек **ВОЛЬТ/ДЕЛ** и **ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ** установите изображение, удобное для работы.
12. Нажмите кнопку **Persist** (Послесвечение) ► **Infinite** (Бесконечность).
13. Нажмите функциональную кнопку **Contrast** (Контрастность) или **Brightness** (Яркость) и с помощью многофункциональной ручки отрегулируйте изображение на экране.

При изменении температуры послесвечение на экране будет отражать изменения исследуемых характеристик схемы.



## Быстрое преобразование Фурье

Эта глава содержит подробное описание способов использования режима Math FFT (Быстрое преобразование Фурье). Режим БПФ позволяет найти частотные компоненты (спектр) сигнала во временной области (YT). Режим БПФ используется для просмотра следующих типов сигналов:

- анализ гармонических составляющих в сетях питания;
- измерение гармонических составляющих и искажений в системах;
- определение характеристик шумов в источниках постоянного напряжения;
- тестирование импульсного отклика фильтров и систем;
- анализ вибрации.

Для использования режима БПФ необходимо выполнить следующие действия:

- задать источник сигнала (во временной области);
- отобразить спектр БПФ;
- выбрать тип окна БПФ;
- настроить частоту выборки для отображения основной частоты и гармоник без наложения спектров;
- использовать элементы управления масштабом для увеличения спектра;
- провести измерения спектра с использованием курсоров.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для просмотра гармоник в системах электропитания можно использовать дополнительное приложение TPS2PWR1 для анализа систем питания, оптимизированное именно для таких измерений.

---

## Установка параметров сигнала во временной области

Перед использованием режима БПФ необходимо установить параметры сигнала во временной области (УТ). Для этого выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **АВТОУСТ** для отображения сигнала УТ.
2. С помощью ручки **ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ** поместите изображение сигнала УТ в центр по вертикали (на нулевое деление).

Это обеспечит правильное отображение постоянной составляющей при БПФ.

3. С помощью ручки **ГОРИЗОНТ. ПОЛОЖЕНИЕ** поместите анализируемую часть сигнала УТ в средние восемь делений на экране.

Для расчета спектра БПФ в осциллографе используются 2048 точек средней части сигнала во временной области.

4. С помощью ручки **ВОЛЬТ/ДЕЛ** отрегулируйте изображение таким образом, чтобы на экране отображался весь сигнал. Если отображается не весь сигнал, осциллограф может дать ошибочные результаты БПФ (за счет добавления высокочастотных составляющих).
5. С помощью ручки **СЕК/ДЕЛ** подберите требуемое разрешение для спектра БПФ.
6. Если возможно, настройте осциллограф на отображение нескольких периодов сигнала.

При повороте ручки **СЕК/ДЕЛ** для выбора более быстрой развертки (отображение меньшего количества периодов) в спектре БПФ отображается более широкий диапазон частот и снижается вероятность искажений БПФ. (См. стр. 96, *Искажения БПФ*.) Однако при этом частотное разрешение осциллографа снижается.

Для настройки отображения БПФ выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **МЕНЮ МАТЕМАТИКА** для вывода меню математических операций.
2. Нажмите кнопки **Operation** (Операция) ► **FFT** (БПФ).
3. Выберите канал **Source** (Источник) для математической операции БПФ.

Во многих случаях осциллограф позволяет получать спектр БПФ даже без синхронизации временного сигнала. В особенности это справедливо для периодических и случайных сигналов (шумов).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** *Нестационарные сигналы и пакеты импульсов необходимо синхронизировать таким образом, чтобы они размещались как можно ближе к центру экрана.*

---

### Частота Найквиста

Максимальная частота, которую без ошибок может измерить цифровой осциллограф в режиме оцифровки в реальном времени, равняется половине частоты дискретизации. Эту частоту называют частотой Найквиста. Для частот выше частоты Найквиста скорость регистрации отсчетов является недостаточной, что приводит к искажениям БПФ. (См. стр. 96, *Искажения БПФ.*)

При математической обработке в спектр БПФ сигнала преобразуются значения 2048 центральных точек сигнала во временной области. Результирующий спектр БПФ содержит 1024 точки от 0 Гц до частоты Найквиста.

Обычно спектр БПФ на экране сжимается по горизонтали до 250 точек, но с помощью функции масштабирования БПФ можно развернуть спектр, чтобы более подробно отобразить его компоненты в каждой из 1024 точек данных.

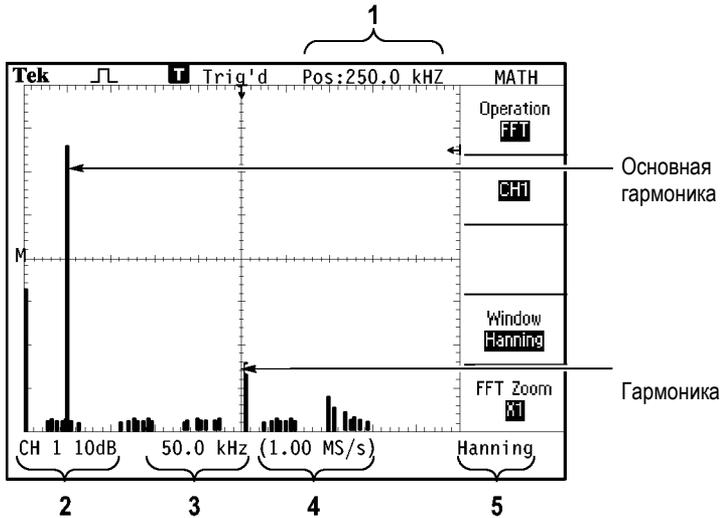
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Частотная характеристика осциллографа по вертикальному каналу имеет пологий спад выше полосы пропускания (100 МГц или 200 МГц в зависимости от модели или 20 МГц при включенном ограничении полосы пропускания). Таким образом, спектр БПФ может содержать достоверную информацию о частотах выше полосы пропускания осциллографа. Однако амплитудные значения вблизи или выше верхней частоты полосы пропускания не могут считаться точными.

## Отображение спектра БПФ

Нажмите кнопку **МЕНЮ МАТЕМАТИКА** для вывода меню математических функций. Выберите канал-источник, алгоритм окна и коэффициент увеличения БПФ. Одновременно на экран можно вывести только один спектр БПФ.

Параметр БПФ	Настройки	Описание
Source (Источник)	CH1 (K1), CH2 (K2), CH3 (K3) <sup>1</sup> , CH4 (K4) <sup>1</sup>	Выбор канала, являющегося источником БПФ.
Window (Окно)	Hanning (Хеннинг), Flattop (Плоское), Rectangular (Прямоугольное)	Выбор типа окна БПФ; (См. стр. 93, <i>Выбор окна БПФ.</i> )
FFT Zoom (Масштаб БПФ)	X1, X2, X5, X10	Изменение масштаба БПФ по горизонтали; (См. стр. 97, <i>Увеличение и изменение положения спектра БПФ.</i> )

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

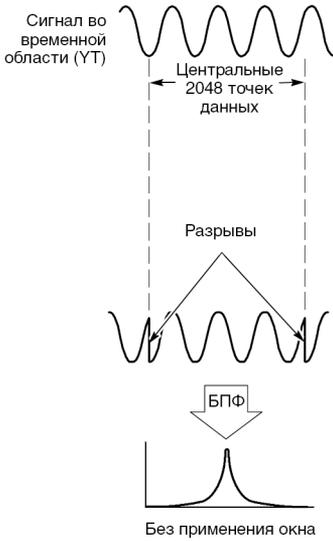


1. Частота на центральной линии сетки.
2. Масштаб по вертикали, дБ на деление ( $0 \text{ дБ} = 1 \text{ В}_{\text{эфф}}$ ).
3. Масштаб по горизонтали, частота на деление.
4. Частота дискретизации, выборок в секунду.
5. Тип окна БПФ.

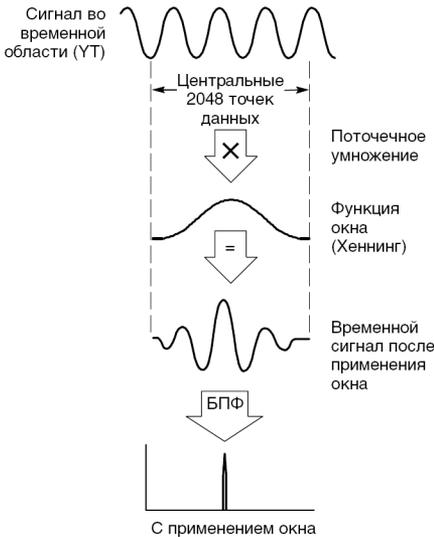
## Выбор окна БПФ

Окно снижает просачивание спектральных частот в спектр БПФ. При выполнении быстрого преобразования Фурье предполагается, что временной сигнал повторяется бесконечно. Для целого числа циклов (1, 2, 3, ...) временной сигнал начинается и заканчивается на одном и том же уровне и в форме сигнала отсутствуют разрывы.

При нецелом числе циклов сигнала во временной области начальная и конечная точки имеют разные уровни. Переход от начальной к конечной точке приводит к разрыву в форме сигнала, что в свою очередь вызывает появление высокочастотных составляющих переходного процесса.



Применение окна к сигналу во временной области изменяет форму сигнала таким образом, что начальное и конечное значение сближаются, в результате чего уменьшается величина разрыва.

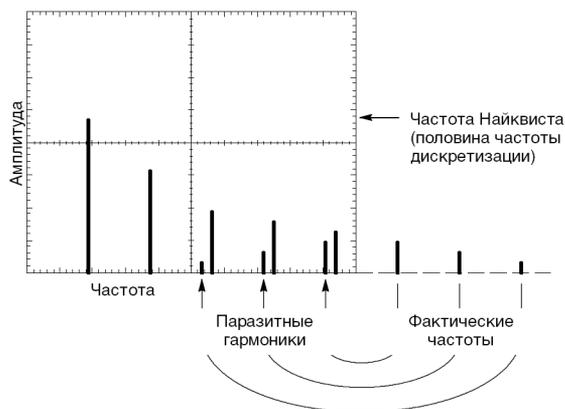


Функция Math FFT включает три параметра окна БПФ. Каждое окно представляет собой компромисс между разрешением по частоте и точностью амплитудных измерений. Выбор окна определяется необходимостью измерения конкретных величин и характеристиками исходного сигнала.

Окно	Измерение	Параметр
Hanning (Хеннинг)	Периодические осциллограммы	Большая точность по частоте, но меньшая точность по амплитуде по сравнению с плоским окном
Flattop (Плоское)	Периодические осциллограммы	Большая точность по амплитуде, но меньшая точность по частоте по сравнению с окном Хеннинга
Rectangular (Прямоугольное)	Импульсы и переходные процессы	Специальное окно для сигналов, которые не имеют разрывов. Оно фактически эквивалентно отсутствию окна

## Искажения БПФ

Когда осциллограф регистрирует сигнал во временной области, содержащий гармоники с частотами выше частоты Найквиста, могут возникать некоторые проблемы. (См. стр. 91, *Частота Найквиста*.) Скорость регистрации отсчетов недостаточна для частот, превышающих частоту Найквиста. Это приводит к появлению низкочастотных гармоник, зеркальных относительно частоты Найквиста. Такие паразитные гармоники называют паразитными составляющими.



## Устранение паразитных гармоник

Для устранения паразитных гармоник попробуйте применить следующие меры.

- С помощью ручки **СЕК/ДЕЛ** задайте более высокое значение частоты дискретизации. Поскольку с увеличением частоты дискретизации увеличится частота Найквиста, паразитные гармоники будут отображаться на правильных частотах. Если на экране отображается слишком много гармоник, можно увеличить разрешение спектра БПФ с помощью параметра **FFT Zoom (Масштаб БПФ)**.
- Если нет необходимости просматривать гармоники выше 20 МГц, задайте для параметра **Bandwidth Limit (Ограничение полосы пропускания)** значение **On (Вкл)**.
- Примените внешний фильтр к исходному сигналу, чтобы ограничить диапазон его гармоник значением ниже частоты Найквиста.
- Определите паразитные гармоники и игнорируйте их.
- Используйте средства управления масштабом и курсоры для увеличения и выполнения измерений в спектре БПФ.

## Увеличение и изменение положения спектра БПФ

Для выполнения измерений в спектре БПФ можно использовать увеличение масштаба и курсоры. Для увеличения масштаба по горизонтали служит параметр осциллографа **FFT Zoom (Масштаб БПФ)**. Для увеличения по вертикали используют элементы управления вертикальной разверткой.

### Положение и масштаб по горизонтали

Параметр **FFT Zoom (Масштаб БПФ)** позволяет растянуть спектр БПФ по горизонтали без изменения частоты дискретизации. Доступны следующие коэффициенты масштабирования: **X1** (по умолчанию), **X2**, **X5** и **X10**. Когда используется коэффициент **X1** и сигнал размещен по центру координатной сетки, левой границей является частота 0 Гц, а правой границей – частота Найквиста.

После применения масштабирования спектр БПФ растягивается относительно центральной линии сетки. Другими словами, центральная линия сетки является осью для увеличения по горизонтали.

Для сдвига спектра БПФ вправо поверните ручку **ГОРИЗОНТ. ПОЛОЖЕНИЕ** по часовой стрелке. Для совмещения центра спектра с центральной линией сетки нажмите кнопку **УСТ НУЛЬ**.

### Положение и масштаб по вертикали

Ручки управления вертикальной разверткой позволяют регулировать масштаб и положение отображаемого спектра БПФ для соответствующего канала. Ручкой **ВОЛЬТ/ДЕЛ** устанавливаются коэффициенты масштабирования X0.5, X1 (по умолчанию), X2, X5 и X10. Спектр БПФ растягивается по вертикали относительно маркера М (расположенной на левом краю экрана расчетной опорной метки кривой).

Чтобы переместить спектр для данного канала вверх, поверните ручку **ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ** по часовой стрелке.

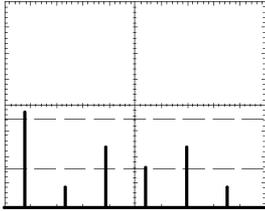
## Измерение спектра БПФ с помощью курсоров

Для спектра можно выполнить следующие два измерения: амплитуды спектра (в дБ) и частоты (в Гц). Амплитуда измеряется относительно уровня 0 дБ, где 0 дБ равняется 1 В<sub>эфф</sub>.

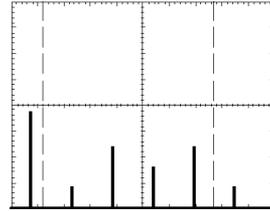
Курсоры можно использовать для измерений при любом увеличении. Для этого выполните следующие действия.

1. Нажмите кнопку **КУРСОР**, чтобы отобразить меню курсора.
2. Нажмите кнопки **Source** (Источник) ► **Math** (Математика).
3. Нажмите функциональную кнопку **Type** (Тип) и выберите параметр **Magnitude** (Амплитуда) или **Frequency** (Частота).
4. Для перемещения курсора 1 и курсора 2 используются универсальные ручки

Горизонтальные курсоры служат для измерения амплитуды, а вертикальные курсоры – для измерения частоты. На экране отображается приращение между двумя курсорами, т. е. значением в положении курсора 1 и значением в положении курсора 2. Приращение равняется абсолютной величине разности значений курсора 1 минус курсор 2.



курсоры амплитуды



курсоры частоты

Измерения частоты можно проводить, не используя курсоры. Для этого с помощью ручки Horizontal Position (Положение по горизонтали) поместите гармонику на центральную линию координатной сетки и определите значение в правом верхнем углу экрана.



## Обмен данными (RS-232 и Centronics)

В этой главе описан способ обмена данными с осциллографом и содержатся сведения о решении следующих задач:

- Вывод экранного изображения на внешнее устройство (принтер или компьютер).
- Настройка и проверка интерфейса RS-232.

Описание программного обеспечения OpenChoice Desktop, используемого для передачи данных с осциллографа на персональный компьютер, см. в руководстве по эксплуатации программного обеспечения TDSPCS1.



---

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Плавающий потенциал на опорном выводе пробника P2220 не должен превышать  $30 V_{эфф}$ . При измерении в незаземленных цепях с плавающим потенциалом на опорном выводе выше  $30 V_{эфф}$ , для которых должны использоваться высоковольтные пробники, следует применять пробник P5120 (напряжение до  $600 V_{эфф}$ , категория II или  $300 V_{эфф}$ , категория III), пассивный высоковольтный пробник с аналогичными характеристиками (но не пробник P5100, предназначенный для измерений относительно земли) или высоковольтный дифференциальный пробник с подходящими характеристиками.

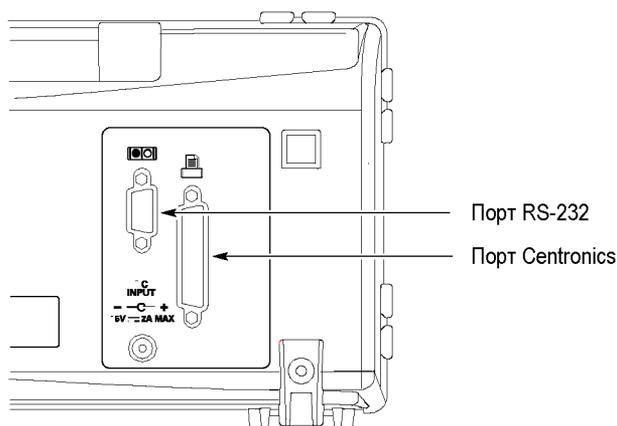
Во избежание поражения электрическим током при использовании пробников с открытыми металлическими частями не подсоединяйте опорный вывод к проводникам с напряжением выше  $30 V_{эфф}$ .

---

В окне включения осциллографа отображается предупреждение, аналогичное приведенному выше. При получении осциллографом первой команды по RS-232 это предупреждение стирается.

## Вывод экранного изображения на внешнее устройство

Осциллограф позволяет передавать изображение с экрана на внешнее устройство (например, принтер или компьютер).



## Настройка принтера

Чтобы настроить принтер, выполните следующие действия:

1. Включите осциллограф.
2. Нажмите кнопки **СЕРВИС** ► **Options** (Параметры) ► **Printer Setup** (Настройка принтера).
3. С помощью функциональных кнопок задайте значения, соответствующие параметрам принтера. В приведенной ниже таблице указаны параметры, которые можно изменить.

Параметр	Значения	Описание
PRINT Button (Кнопка печать)	Prints (Число копий)	Кнопку PRINT (печать) можно настроить для выполнения других функций. (См. стр. 116, <i>Использование функции Save (Сохранение) кнопки PRINT (печать).</i> )
Printer Port (Порт принтера)	Centronics, RS-232	Порт обмена данными, используемый для подключения осциллографа к принтеру или компьютеру

Параметр	Значения	Описание
Printer Format (Формат принтера) 1	DPU411, DPU412, DPU3445, Thinkjet, Deskjet, Laser Jet, Bubble Jet, Epson Dot, Epson C60, Epson C80, BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE	Тип устройства, подключенного к порту обмена данными, или формат файла
Layout (Макет)	Portrait (Книжная), Landscape (Альбомная)	Ориентация изображения при печати
Ink Saver (Экономия чернил)	On (Вкл), Off (Выкл)	Печать изображения экрана на белом фоне
Abort printing (Отмена печати)		Прекращение отправки снимка экрана на принтер

1 Перечень совместимых принтеров см. на веб-странице  
[www.Tektronix.com/printer\\_setup](http://www.Tektronix.com/printer_setup).

В приведенной ниже таблице перечислены форматы файлов.

Формат файла	Расширение	Описание
BMP	BMP	Используется по умолчанию. В основе этого формата лежит алгоритм сжатия без потерь. Формат совместим с большинством текстовых редакторов и электронных таблиц
PCX	PCX	Формат, используемый в графическом редакторе Paintbrush (DOS)
TIFF	TIF	Формат Tagged Image File Format
RLE	RLE	Формат с кодированием Run-Length Encoding. В основе формата лежит алгоритм сжатия без потерь
EPSIMAGE	EPS	Формат Postscript

**ПРИМЕЧАНИЕ.** До тех пор, пока эти настройки не будут изменены, они сохраняются даже при нажатии кнопки **НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ**.

При использовании порта RS-232 также следует настроить параметры порта в соответствии с применяемым принтером.

---

## Проверка порта принтера

Для проверки порта принтера выполните следующие действия:

1. Если осциллограф уже подключен к принтеру, перейдите к пункту 4.
2. Выключите осциллограф и принтер.
3. Подсоедините осциллограф к принтеру с помощью соответствующего кабеля.
4. Включите осциллограф и принтер.
5. Определите соответствующие параметры для принтера, если они еще не были заданы. (См. стр. 102, *Настройка принтера*.)
6. Нажмите кнопку **PRINT** (печать). Печать экранного изображения начинается не позднее, чем через двадцать секунд (время зависит от выбранного принтера).

## Печать изображения экрана осциллографа

Чтобы напечатать изображение экрана, нажмите кнопку **PRINT** (печать). Обработка изображения экрана осциллографа занимает несколько секунд. Продолжительность печати изображения определяется параметрами принтера и скоростью печати. В зависимости от выбранного формата может потребоваться дополнительное время.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Осциллографом можно пользоваться во время печати.

---

## Настройка и проверка интерфейса RS-232

Возможна ситуация, когда пользователю требуется настроить и проверить интерфейс RS-232. RS-232 – это 8-разрядный последовательный стандарт передачи данных, позволяющий

подключать осциллограф к внешним устройствам с интерфейсом RS-232, например к компьютеру, терминалу или принтеру. Этот стандарт определяет два типа устройств: DTE и DCE. Осциллограф – это устройство DTE.

На рисунке *Схема контактов разъема RS-232* указаны номера и назначение контактов 9-контактного разъема RS-232. (См. стр. 111, *Схема контактов разъема RS-232*.)

## Выбор кабеля RS-232

Кабель RS-232 требуется для того, чтобы подсоединить осциллограф к внешнему устройству. Для выбора нужного кабеля пользуйтесь следующей таблицей.

Подключаемое устройство	Тип кабеля	Номер по каталогу Tektronix
Компьютеры с 9-контактным разъемом последовательного порта	Две 9-контактных розетки, нуль-модемный кабель	012-1379-00
Компьютеры с 25-контактным разъемом последовательного порта	Одна 9-контактная розетка, одна 25-контактная розетка, нуль-модемный кабель	012-1380-00
Рабочие станции Sun и принтеры с последовательным интерфейсом, например HP Deskjet	Одна 9-контактная розетка, одна 25-контактная вилка, нуль-модемный кабель	012-1298-00
Модемы	Одна 9-контактная розетка, одна 25-контактная вилка, модем	012-1241-00

## Подсоединение внешнего устройства

При подсоединении осциллографа к внешнему устройству по RS-232 следуйте приведенным ниже инструкциям.

- Используйте соответствующий кабель (см. предыдущую таблицу).
- Используйте кабель длиной не более 15 метров.
- Перед подсоединением осциллографа кабелем к внешнему устройству отключите оба устройства.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В этом руководстве приведены сведения по подключению внешних устройств для измерений в режиме изоляции от цепей заземления. (См. стр. 3, Измерения в режиме изоляции от цепей заземления.)

---

## Настройка RS-232

Чтобы настроить интерфейс RS-232 осциллографа, выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **СЕРВИС**, чтобы отобразить меню сервиса.
2. Нажмите кнопки **Options** (Параметры) ► **RS232 Setup** (Настройка RS232).
3. С помощью функциональных кнопок установите значения параметров, соответствующие имеющемуся внешнему устройству. В приведенной ниже таблице указаны параметры, которые можно изменить.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** До тех пор, пока эти настройки не будут изменены, они сохраняются даже при нажатии кнопки **НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ**.

---

Параметр	Значения	Описание
Set to Defaults (Установки по умолчанию)		Для интерфейса RS-232 устанавливаются заводские настройки по умолчанию (Baud (Скорость передачи (бод))=9600, Flow (Поток)=hardflagging (аппаратная сигнализация), EOL String (Конец строки)=LF, Parity (Четность)=None (Отсутствует))
Baud (Скорость передачи (бод))	300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200	Задаёт скорость передачи данных
Flow Control (Управление потоком)	Hardflagging (Аппаратная сигнализация), Softflagging (Программная сигнализация), None (Отсутствует)	Определяет управление потоком данных (Softflagging (Программная сигнализация) = Xon/Xoff, Hardflagging (Аппаратная сигнализация) = RTS/CTS). Для передачи двоичных данных используйте аппаратную сигнализацию
EOL String (Конец строки)	CR, LF, CR/LF, LF/CR	Задаёт признак конца строки данных, отправляемых осциллографом. Осциллографу можно передать любой символ конца строки
Parity (Четность)	None (Отсутствует), Even (Четные), Odd (Нечетные)	Добавляет к каждому символу контрольный (девятый) бит

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если параметр Parity (Четность) установить равным None (Отсутствует), в осциллографе используются 8 битов данных и один стоповый бит. Если параметр Parity (Четность) установить равным Even (Четные) или Odd (Нечетные), в осциллографе используются 7 битов данных и 1 стоповый бит.

Для передачи данных с осциллографа на компьютер применяется приложение OpenChoice Desktop, поставляемое вместе с

осциллографом. Если приложение не работает должным образом, проверьте интерфейс RS-232.

Для проверки интерфейса RS-232 осциллографа выполните следующие действия:

1. Подсоедините осциллограф к компьютеру с помощью соответствующего кабеля RS-232. (См. стр. 105, *Выбор кабеля RS-232.*)
2. Включите ПК.
3. Запустите на компьютере программу эмуляции терминала, например Microsoft Windows Hyperterminal. Убедитесь, что последовательный порт ПК настроен следующим образом.

Функция	Настройка
Baud rate (Скорость передачи (бод))	9600
Data flow control (Управление потоком данных)	Hardflagging (Аппаратная сигнализация)
Parity (Четность)	None (Отсутствует)

Может потребоваться также программа эмуляции терминала, позволяющая пользователю просматривать передаваемые символы. Чтобы строки не перекрывались, следует включить режим повтора (echo) и разрешить использование символа возврата каретки (CRLF).

4. Включите осциллограф.
5. Нажмите кнопку **СЕРВИС**, чтобы отобразить меню сервиса.
6. Нажмите кнопки **Options** (Параметры) ► **RS232 Setup** (Настройка RS232).
7. Убедитесь, что значения параметров меню соответствуют значениям, указанным в предыдущей таблице.
8. На компьютере в программе терминала введите команду ID? и нажмите клавишу ВВОД для отправки команды. Осциллограф возвращает строку идентификации примерно следующего вида:

ID ТЕК/TPS 2024,CF:91.1СТ, FV:V10.00

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В данном руководстве содержатся краткие сведения о вводе команд. (См. стр. 112, Ввод команд.)

Полные сведения о командах см. в руководстве «TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, and TPS2000 Series Digital Oscilloscopes Programmer Manual» (Руководство программиста цифровых осциллографов серий TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B и TPS2000).

---

## Устранение неполадок порта RS-232

При наличии неполадок соединения осциллографа с внешним устройством (компьютером или принтером) выполните следующие действия.

1. Убедитесь, что используется подходящий кабель RS-232. Определите, какое подключение необходимо для внешнего устройства: нуль-модемное или прямое. (См. стр. 105, *Выбор кабеля RS-232.*)
2. Убедитесь, что кабель RS-232 надежно подсоединен к осциллографу и к соответствующему порту внешнего устройства.
3. Убедитесь, что принтер или программа компьютера используют тот порт, к которому подсоединен кабель RS-232. Снова запустите программу или принтер.
4. Убедитесь, что параметры настройки порта RS-232 осциллографа соответствуют параметрам настройки внешнего устройства.
  - a. Определите значения параметров RS-232 для внешнего устройства.
  - b. Нажмите кнопку **СЕРВИС**, чтобы отобразить меню сервиса.
  - c. Нажмите кнопки **Options** (Параметры) ► **RS232 Setup** (Настройка RS232).
  - d. Настройте осциллограф в соответствии с параметрами внешнего устройства.

- e. Попробуйте снова воспользоваться приложением Open Choice Desktop.
  - f. Снова запустите программу эмуляции терминала или принтер.
5. Установите для осциллографа и внешнего устройства меньшую скорость передачи данных (бод).
  6. Если получена только часть печатаемого файла, попробуйте выполнить следующие действия:
    - a. Увеличьте время ожидания для внешнего устройства.
    - b. Убедитесь, что принтер настроен для получения двоичного, а не текстового файла.

### **Передача двоичных данных**

Чтобы использовать порт RS-232 для передачи двоичных данных на осциллограф, установите следующие параметры интерфейса:

- По возможности используйте аппаратную сигнализацию (RTS/CTS). При аппаратной сигнализации нет потери данных.
- Все восемь бит двоичных данных содержат значимую информацию. Чтобы убедиться, что все восемь бит получены или переданы, настройте внешнее устройство RS-232 для получения и передачи восьмибитовых символов (установите длину слова для RS-232, равную восьми битам).

### **Отчет об ошибках ввода-вывода RS-232**

Сообщения об ошибках выдаются при возникновении ошибок четности, кадрирования или переполнения буфера ввода-вывода. Сообщения об ошибках осциллограф выдает в форме кодов событий. При возникновении ошибки осциллограф отменяет ввод и вывод данных и ожидает новую команду.

### **Проверка состояния команды**

Если требуется проверить состояние каждой отправленной команды, вводите после каждой команды запрос \*STB? и просматривайте строку ответа.

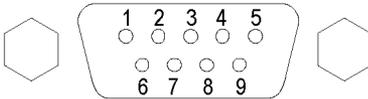
## Обработка сигналов прерывания

Когда осциллограф фиксирует сигнал прерывания, проходящий через порт RS-232, на экране появляется команда DCL (длиной в три знака), за которой следует символ конца строки. Фактически действия осциллографа совпадают с действиями при получении команды <DCL> (очистить устройство) протокола GPIB, при исполнении которой очищается содержимое буферов ввода и вывода и ожидается следующая команда. Сигналы прерывания не изменяют настройку параметров осциллографа или хранящиеся данные и не прерывают функционирование передней панели или выполнение функций, не связанных с программированием.

Если сигнал прерывания отправляется в потоке символов, то некоторые из символов, передаваемые непосредственно до или после этого сигнала, могут быть утеряны. Перед передачей следующих символов контроллер находится в ожидании до получения команды DCL длиной три знака и символа конца строки.

## Схема контактов разъема RS-232

На следующем рисунке приведена нумерация контактов разъема RS-232 и описано их назначение.



- |   |                           |          |
|---|---------------------------|----------|
| 1 | No connection             |          |
| 2 | Receive data (RxD)        | (input)  |
| 3 | Transmit data (TxD)       | (output) |
| 4 | Data terminal ready (DTR) | (output) |
| 5 | Signal ground (GND)       |          |
| 6 | Data set ready (DSR)      | (input)  |
| 7 | Request to send (RTS)     | (output) |
| 8 | Clear to send (CTS)       | (input)  |
| 9 | No connection             |          |

## Ввод команд

При вводе команд для осциллографа по шине RS-232 необходимо соблюдать следующие общие правила:

- Команды могут содержать прописные и строчные буквы.
- Многие команды осциллографа допускают сокращенную форму. Эти сокращения указаны прописными буквами. Например, команду ACQuire:NUMAVg можно ввести как ACQ:NUMAV или как acq:numav.
- Перед любой командой можно ввести символы, отображаемые пробелом. Символом, отображаемым пробелом, считается любое сочетание шестнадцатеричных управляющих символов ASCII от 00 до 09 и от 0B до 20 (или десятичных символов от 0 до 9 и от 11 до 32).
- Команды, содержащие только символы, отображаемые пробелом, и символы конца строки, осциллограф игнорирует.

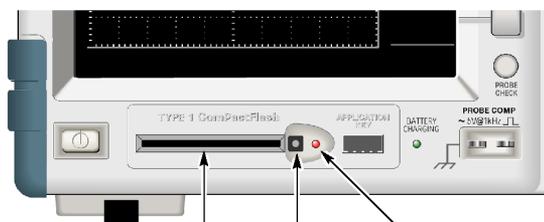
Дополнительные сведения о командах см. в руководстве *TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, and TPS2000 Series Digital Oscilloscopes Programmer Manual* (Руководство программиста цифровых осциллографов серий TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B и TPS2000) (071-1075-XX).

## Съемное запоминающее устройство

Осциллограф снабжен картой памяти CompactFlash типа 1, используемой в качестве съемного запоминающего устройства. Осциллограф может сохранять данные на карте памяти CF и загружать с нее данные.

### Установка и извлечение карты памяти CompactFlash (CF)

На передней панели осциллографа имеется гнездо для карты памяти CF типа 1.



Гнездо карты памяти  
CompactFlash

Кнопка  
извлечения

Если карта активна,  
индикатор светится

Чтобы установить карту памяти CF, выполните следующие действия:

1. Совместите карту памяти с гнездом на осциллографе. Карты памяти типа 1 могут быть установлены только в одном положении.
2. Задвиньте карту памяти в гнездо на один уровень с лицевой панелью. Если карта памяти не входит в гнездо без усилия, выньте ее и вставьте правильно.

Чтобы извлечь карту памяти CF, выполните следующие действия:

1. Нажмите и отпустите кнопку извлечения так, чтобы кнопка полностью выдвинулась.
2. Снова нажмите и отпустите кнопку извлечения, чтобы выдвинуть карту памяти из гнезда.
3. Выньте карту памяти CF из гнезда на передней панели.

### Время начального считывания с карты памяти CF

Каждый раз, когда вставляется карта памяти, осциллограф считывает ее внутреннюю структуру. Время полного считывания зависит от размера карты памяти CF и способа ее форматирования.

Форматирование в осциллографе карт памяти CF емкостью 64 МБ и более позволяет значительно сократить время их начального считывания.

### Форматирование карты памяти CF

При форматировании карты памяти CF с нее удаляются все данные. Чтобы отформатировать карту памяти CF, выполните следующие действия:

1. Вставьте карту памяти CF в гнездо карт памяти CF.
2. Нажмите кнопку **СЕРВИС**, чтобы отобразить меню сервиса.
3. Нажмите кнопку **File Utilities** (Управление файлами) ► **More** (Дополнительно) ► **Format** (Формат).
4. Выберите **Yes** (Да), чтобы отформатировать карту памяти CF.

## Емкость карт памяти CF

В 1 МБ карты памяти CF осциллограф может хранить файлы перечисленных далее типов в следующих количествах:

- Результаты 5 операций Save All (Сохранить все). (См. стр. 157, *Save All (Сохранить все)*.)
- 16 файлов снимков экрана (количество файлов зависит от формата снимка). (См. стр. 158, *Save Image (Сохранить изображение)*.)
- 250 файлов параметров настройки осциллографа (.set). (См. стр. 159, *Save Setup (Сохранить настройку)*.)
- 18 файлов осциллограмм (.csv). (См. стр. 160, *Save Waveform (Сохранить осциллограмму)*.)

## Правила управления файлами

При работе осциллографа с запоминающим устройством применяются следующие правила управления файлами:

- Перед записью файла осциллограф проверяет наличие свободного места на карте памяти CF и при отсутствии достаточного объема памяти выводит предупреждение.
- Термин «папка» означает расположение каталога на карте памяти CF.
- По умолчанию в качестве места расположения для сохранения и считывания файла принимается текущая папка.
- Корневой папкой является папка A:\.
- При включении питания осциллографа и при вставке карты памяти CF во включенный осциллограф устанавливается текущей папка A:\.

- Имя файла может содержать от одного до восьми знаков, за которыми следуют точка и расширение, имеющее от одного до трех знаков.
- Длинные имена файлов, созданные в операционных системах персональных компьютеров, отображаются в сокращенном виде по правилам соответствующей операционной системы.
- Имена файлов состоят из прописных букв.

Меню File Utilities (Управление файлами) можно использовать для выполнения следующих задач:

- Отображение содержимого текущей папки.
- Выбор файла или папки.
- Переход в другие папки.
- Создание, переименование и удаление файлов и папок.
- Форматирование карты памяти CF.

В данном руководстве приведены дополнительные сведения по меню СЕРВИС ► File Utilities (Управление файлами). (См. стр. 178, *Управление файлами.*)

## Использование функции Save (Сохранение) кнопки PRINT (печать)

Изменить функцию кнопки PRINT (печать) можно одним из следующих способов:

- **СОХР/ВЫЗОВ ► Save All (Сохранить все) ► PRINT Button** (Кнопка печать).
- **СЕРВИС ► Options (Параметры) ► Printer Setup** (Настройка принтера).

Функция PRINT Button (Кнопка печать)	Описание
Saves All to Files (Сохранение всех данных в виде файлов)	Настройка кнопки для сохранения всех данных осциллографа (осциллограмм, снимков экрана, настроек) в файлы, размещенные в новой вложенной папке текущей папки карты памяти CF
Saves Image to File (Сохранение снимка в виде файла)	Настройка кнопки печати для отправки снимков экрана в файл, сохраняемый на карте памяти CF
Prints (печать)	(См. стр. 102, <i>Настройка принтера.</i> )

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Светодиодный индикатор рядом с кнопкой PRINT (печать) указывает альтернативную функцию СОХРАНЕНИЕ, посредством которой можно записать данные на карту памяти CF

### Saves All to Files (Сохранение всех данных в виде файлов)

Эта функция позволяет сохранить все текущие данные осциллографа в файл на карте памяти CF. Прежде, чем сохранить данные на карте памяти CF, необходимо настроить кнопку PRINT (печать) для выполнения альтернативной функции СОХРАНЕНИЕ. Для этого выберите **СОХР/ВЫЗОВ ► Save All (Сохранить все) ► PRINT Button (Кнопка печать) ► Saves All to Files (Сохранение всех данных в виде файлов).**

При нажатии кнопки **СОХРАНЕНИЕ** осциллограф создает на карте памяти CF новую папку и сохраняет данные в этой новой папке в отдельных файлах с применением текущих настроек осциллографа и форматов файлов. Папке присваивается имя вида ALLnnnn.

Источник	Имя файла
CH(x)	FnnnnCHx.CSV, где nnnn – автоматически генерируемый номер, а x – номер канала
Математика	FnnnnMTH.CSV
Ref(x) (Опорный(x))	FnnnnRFx.CSV, где x – соответствующая буква памяти

Источник	Имя файла
Снимок экрана	FnnnnTEK.???, где ??? – текущий формат, в котором сохраняются графические файлы
Настройки	FnnnnTEK.SET

Тип файла	Содержимое и применение
.CSV	Содержит текстовые строки ASCII, в которых перечисляются значения времени (относительно момента синхронизации) и амплитуды для каждых из 2500 точек данных осциллограммы сигнала. CSV-файлы можно импортировать для анализа в электронные таблицы многих типов и математические приложения
Снимки экрана	Файлы импорта в приложения электронных таблиц и приложения для обработки текстов; тип файла зависит от приложения
.SET	Содержит текстовые строки в формате ASCII, в которых перечисляются значения настроек осциллографа; расшифровку строк см. в руководстве <i>TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, and TPS2000 Series Digital Oscilloscopes Programmer Manual</i> (Руководстве по программированию цифровых осциллографов серий TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B и TPS2000)

### Saves Image To File (Сохранение снимка в виде файла)

Этот параметр позволяет сохранить изображение экрана осциллографа в файле с именем TEKnnnn.???, где ??? – заданный формат графического файла. (См. стр. 158, *Save Image (Сохранить изображение)*.)

Прежде, чем сохранить данные карте памяти CF, необходимо настроить кнопку PRINT (печать) для выполнения альтернативной функции СОХРАНЕНИЕ. Для этого выберите **СОХР/ВЫЗОВ** ► **Save All** (Сохранить все) ► **PRINT Button** (Кнопка печать) ► **Saves Image to File** (Сохранение снимка в виде файла).

# Работа с аккумуляторными батареями TPSEBAT

Литиево-ионные аккумуляторные батареи TPSEBAT нуждаются в регулярном обслуживании и требуют бережного отношения. Чтобы обеспечить безопасную работу с литиево-ионными батареями TPSEBAT и достичь максимального срока эксплуатации батарей, выполняйте рекомендации, приведенные в данном разделе.

В этом разделе содержится информация по следующим вопросам:

- Обслуживание аккумуляторных батарей
- Зарядка аккумуляторных батарей
- Обращение с аккумуляторными батареями
- Хранение и транспортировка аккумуляторных батарей
- Замена первоначально установленных аккумуляторных батарей

## Общие сведения об аккумуляторных батареях TPSEBAT

Не оставляйте батарею, не используемую в течение длительного периода времени, ни в приборе, ни на хранении. Если батарея не используется в течение шести месяцев, проверьте уровень заряда батареи и зарядите или утилизируйте ее.

Обычно литиево-ионная батарея выходит из строя по истечении двух-трех лет или после 300 циклов заряда, в зависимости от того, что произойдет раньше. Один цикл заряда – это период использования от полностью заряженного состояния до полностью разряженного и вновь полностью заряженного. Для батарей, у которых максимальное количество циклов заряда не достигается, ожидаемый срок службы составляет два-три года.

У литиево-ионных аккумуляторных батарей ограниченный срок службы, и у них постепенно снижается емкость. Этот процесс является необратимым. При снижении емкости батареи сокращается время, в течении которого прибор может работать от батареи.

Литиево-ионные батареи постепенно разряжаются, когда они не используются или находятся на хранении. Необходимо периодически проверять уровень заряда батареи.

Когда проводится устранение неполадок для конфигураций с двумя батареями, должна быть установлена только одна батарея. Одновременно следует проверять только одну аккумуляторную батарею и одно батарейное гнездо.

В осциллографе серии TPS2000 используйте только аккумуляторные батареи TPSBAT.

## Обслуживание аккумуляторных батарей

- Отследите и запишите время, в течение которого прибор может работать от новой полностью заряженной батареи. Это время работы от новой батареи можно использовать как основу для сравнения времени работы от старых батарей. Время работы от батареи сильно зависит от конфигурации прибора и выполняемых приложений.
- Регулярно проверяйте уровень заряда аккумуляторной батареи.
- Тщательно следите за батареями, у которых приближается к концу ожидаемый срок службы.
- Рекомендуется заменять новой батареею, время работы от которой сократилось приблизительно на 80 % по сравнению со временем работы от новой батареи или у которой значительно увеличилось время заряда.
- Выполняйте требования по хранению, если батарея хранится или не используется в течение продолжительного периода времени. Если требования по хранению не были выполнены и при проверке батареи обнаруживается отсутствие заряда, можно считать, что батарея повреждена. Не пытайтесь зарядить или использовать такую батарею. Замените ее новой батареей.

## Общие инструкции по зарядке батарей

### Непрерывная зарядка

Пользователю не обязательно прибегать к методу непрерывной зарядки (компенсационной подзарядки), обеспечивающему поддержку максимального уровня заряда литиево-ионной батареи между сеансами работы с осциллографом. Однако, когда литиево-ионная аккумуляторная батарея не используется, происходит процесс ее саморазряда. Чтобы достичь наиболее продолжительного времени работы, зарядите аккумуляторную батарею перед использованием. Если планируется хранить аккумуляторные батареи, прочтите соответствующую инструкцию. (См. стр. 129, *Хранение*.)

### Температура зарядки

Зарядку следует производить при температуре окружающей среды в диапазоне от 0 до +40 °C. Несоблюдение температурного режима во время зарядки может привести к повреждению элементов аккумуляторной батареи и появлению утечки. Эффективность зарядки максимальна в диапазоне температур от 0 до +30 °C при относительной влажности менее 80 %.

### Температура разрядки

Аккумуляторные батареи рассчитаны на работу в диапазоне температур от -10 до +50 °C при относительной влажности менее 80 %. Несоблюдение указанного температурного режима может привести к повреждению батареи. Емкость батареи значительно снижается при температуре ниже 0 °C или выше +40 °C.

Низкая температура неблагоприятно сказывается на нормальном течении электрохимических реакций в батарее, что снижает ее емкость. Хотя литиево-ионные аккумуляторные батареи могут разряжаться при температуре до -10 °C без повреждения, их емкость значительно снижается при температуре ниже 0 °C. Потерю емкости можно уменьшить, если перед работой и во время нее держать батареи при температуре выше 0 °C.

## Проверка уровня заряда и калибровки

Выполнив команды СЕРВИС ► **System Status** (Состояние системы) ► **Misc.** (Дополнительные сведения), можно узнать время, в течение которого осциллограф будет продолжать работать от батарей, а также выяснить уровень заряда батареи. Если осциллограф работает от адаптера переменного тока, отображается только уровень заряда.

При расчете времени, в течение которого батарея будет поддерживать работу осциллографа, за основу берется средний расход заряда батареи за минуту работы. Поэтому, чтобы получить точные сведения о времени работы, необходимо после включения осциллографа подождать по крайней мере одну минуту.

Калибровка обеспечивает передачу батареей данных о текущем уровне заряда; эти данные используются в осциллографе для вычисления времени, в течение которого батарея сможет поддерживать работу осциллографа при текущем уровне потребления питания.

Если постоянно подзаряжать батарею, не давая ей разрядиться до конца, калибровка нарушается. Это происходит, например, если регулярно использовать батарею в течение одного часа (или менее часа), а затем сразу же подзаряжать ее.

Неоткалиброванная батарея не позволяет точно определить время, оставшееся до истечения ее зарядки. (См. стр. 125, *Калибровка аккумуляторных батарей.*)

## Зарядка аккумуляторных батарей TPSBAT

Аккумуляторную батарею можно заряжать в осциллографе или во внешнем зарядном устройстве.

Способ зарядки	Время зарядки батареи
Осциллограф (внутренний с адаптером переменного тока)	7 часов при включенном осциллографе 4,5 часа в режиме осциллографа STANDBY (ожидание)
Внешний (TPSCHG)	3 часа



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ.** Не пытайтесь заряжать аккумулятор при температуре ниже 0 °C или выше +40 °C. Несоблюдение указанного температурного режима при зарядке может вызвать повреждение батареи или стать причиной того, что батарея зарядится не полностью.

### Внутренняя зарядка в осциллографе

Встроенная система зарядки осциллографа позволяет заряжать внутреннюю аккумуляторную батарею при подсоединенном адаптере переменного тока. При выключенном осциллографе на зарядку полностью разряженной батареи требуется примерно 4,5 часа. При работающем осциллографе время полной зарядки увеличивается до 7 часов.

Если в осциллографе установлены две батареи, первой полностью зарядится та, у которой выше уровень заряда. Затем начнет заряжаться другая батарея.

Аналогичным образом, при наличии в осциллографе двух батарей вначале действует та, у которой уровень заряда ниже; она используется до тех пор, пока не разрядится полностью. После этого осциллограф переключается на работу с другой батареей и использует ее до тех пор, пока она также не разрядится полностью.

Чтобы зарядить батарею в осциллографе, следует выполнить следующие действия:

1. Поместить батарею в батарейный отсек. (См. стр. 7, *Аккумуляторные батареи.*)
2. Подайте внешнее питание через адаптер переменного тока осциллографа. Зеленый индикатор BATTERY CHARGING (зарядка батареи), расположенный на передней панели, загорится, и батарея начнет заряжаться.

### **Зарядка с помощью внешнего зарядного устройства**

Для внешней зарядки аккумуляторных батарей можно использовать дополнительное зарядное устройство TPSCHG. Приложение В содержит сведения о дополнительных принадлежностях. (См. таблицу 12 на странице 206.)

Чтобы воспользоваться внешним зарядным устройством, выполните следующие действия:

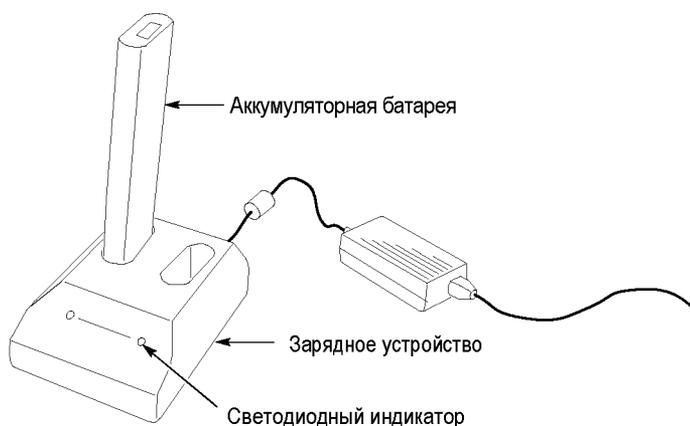
1. Поместите одну или две батареи в гнезда зарядного устройства. Аккумуляторные батареи сконструированы таким образом, что вставить их можно только в одном положении.
2. Батареи немедленно начнут заряжаться.

Светодиодные индикаторы будут показывать, какая батарея заряжается, состояние зарядки, а также время, оставшееся до полной зарядки.

<b>Цвет светодиодного индикатора</b>	<b>Состояние</b>
Отсутствует	В зарядном устройстве нет батарей
Мигающий зеленый	Заряжается первая батарея
Непрерывный зеленый	Заряжено полностью
Мигающий желтый	Происходит перекалибровка
Мигающий желтый и непрерывный зеленый	Перекалибровка закончена
Непрерывный желтый	Режим ожидания
Мигающий красный	Ошибка

Если мигает красный светодиодный индикатор, выполните следующие действия:

1. Проверьте, что зарядное устройство не перегревается. Убедитесь, что вентилятор зарядного устройства работает, и воздушному потоку ничто не препятствует. Если зарядное устройство продолжает перегреваться, замените устройство TPSCHG.
2. Если зарядное устройство не перегревается, значит аккумуляторная батарея TPSBAT дефектна. Следует заменить аккумуляторную батарею, а дефектную батарею утилизировать. Сведения об утилизации и повторном использовании содержатся в разделе «Защита окружающей среды». (См. стр. xiii, *Защита окружающей среды*.)



## Калибровка аккумуляторных батарей

Неоткалиброванная батарея не позволяет точно определить время, оставшееся до завершения ее зарядки. Идеальным для сохранения калибровки является такой режим эксплуатации, при котором полностью заряженная батарея полностью разряжается, а затем опять заряжается до максимального уровня. При использовании внешнего зарядного устройства эти операции осуществляются в рамках выполняемой процедуры; при использовании внутренней системы зарядки они выполняются поочередно.

## Калибровка с использованием внешнего зарядного устройства

Для калибровки аккумуляторных батарей можно использовать дополнительное зарядное устройство TPSCHG. Приложение В содержит сведения о дополнительных принадлежностях. (См. таблицу 12 на странице 206.) Подробные сведения см. в руководстве по работе с зарядным устройством.

Для калибровки аккумуляторной батареи выполните следующие действия:

1. Установите батарею в левое гнездо зарядного устройства.
2. Нажмите синий с голубым символ между надписями **Push to Recalibrate Battery in Left Bay** (Нажмите для перекалибровки батареи в левом отсеке) и **Energy Access Incorporated**.
3. По истечении по крайней мере трех минут проверьте состояние светодиодных индикаторов зарядного устройства на наличие ошибок.

Зарядное устройство проведет зарядку, разрядку, а затем полную перезарядку батареи, в результате чего батарея будет полностью откалибрована. Процесс калибровки может занять до десяти часов. Ввиду того, что цикл разрядки-зарядки осуществляется медленно, рекомендуется запускать процесс калибровки на ночь.

## Калибровка в осциллографе

Если у вас нет зарядного устройства TPSCHG, можно откалибровать аккумуляторную батарею в осциллографе. Для этого выполните следующие действия:

1. Выключите осциллограф (в выключенном состоянии скорость зарядки выше).
2. Подсоедините осциллограф к внешнему источнику питания через адаптер переменного тока (на каждую аккумуляторную потребуется примерно 5 часов).
3. Отсоедините адаптер переменного тока осциллографа.
4. Включите осциллограф выключателем питания на передней панели.
5. Работайте с осциллографом до тех пор, пока батарея полностью не разрядится, и осциллограф не отключится (для разрядки каждой батареи потребуется примерно 5,5 часов, если используется 2-канальная модель, и 4,5 часа, если используется 4-канальная модель).
6. Снова подсоедините внешний источник питания через адаптер переменного тока осциллографа (потребуется примерно 5 часов для каждой батареи). В течение этого времени не включайте осциллограф.

Если батарея не будет полностью заряженной и откалиброванной, попробуйте откалибровать ее снова. Если повторная попытка также окажется неудачной, замените аккумуляторную батарею.

## Обращение с аккумуляторными батареями

- Не разбирайте, не прокалывайте аккумуляторную батарею и не надавливайте на нее.
- Не замыкайте внешние контакты батареи.
- Не уничтожайте батарею в огне или в воде.
- Не допускайте нагревания батареи до температуры, превышающей +60 °С.
- Держите батарею в месте, недоступном для детей.
- Не подвергайте батарею сильным ударам или чрезмерной вибрации.
- Не используйте поврежденную батарею.
- Если батарея течет, не трогайте вытекающую жидкость. Утилизируйте протекшую батарею. Сведения об утилизации и повторном использовании содержатся в разделе «Защита окружающей среды». (См. стр. хііі, *Защита окружающей среды*.)
- Если жидкость попала в глаза, не трите их. Сразу тщательно промойте глаза водой. Промывать их следует не менее 15 минут, оттягивая верхнее и нижнее веки, пока не убедитесь, что не осталось следов попавшей в глаза жидкости. Обратитесь к врачу.

## Хранение и транспортировка аккумуляторных батарей

### Хранение

- Батареи следует хранить в помещениях с низкой влажностью (с относительной влажностью менее 80 %) и в отсутствие коррозионно-активных газов. Несоблюдение указанных требований к влажности и температуре может привести к окислению металлических частей и протечке.
- Перед хранением зарядите или разрядите батарею до уровня, составляющего приблизительно 50 % ее емкости.
- Заряжайте батарею до уровня, составляющего приблизительно 50 % ее емкости, не реже одного раза в 6 месяцев.
- Извлеките аккумуляторную батарею из осциллографа и храните ее отдельно.
- Храните батарею при температуре от +5 до +20 °С.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При хранении батареи происходит процесс ее саморазряда. Повышенные температуры (выше +20 °С) снижают время хранения батареи.

---

### Перевозка

Сведения о перевозке батарей содержатся в разделе «Защита окружающей среды». (См. стр. xiv, *Транспортировка аккумуляторных батарей.*)

## Замена аккумуляторных батарей

Используйте инструкции по извлечению и замене аккумуляторных батарей. (См. стр. 7, *Аккумуляторные батареи.*)

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Заменяйте литиево-ионные аккумуляторные батареи только батареями TPSBAT.

Сведения о правильной утилизации литиево-ионных аккумуляторных батарей содержатся в разделе «Защита окружающей среды». (См. стр. xiii, *Защита окружающей среды.*)

---

Чтобы добиться максимальных эксплуатационных характеристик новой батареи, ее следует полностью зарядить. (См. стр. 123, *Зарядка аккумуляторных батарей TPSBAT.*)

# Справочник

В этой главе описаны меню и даны подробные сведения о всех кнопках и элементах управления меню передней панели.

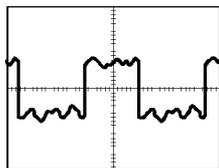
## Сбор данных

Для установки параметров регистрации нажмите кнопку СБОР ДАННЫХ.

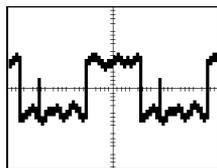
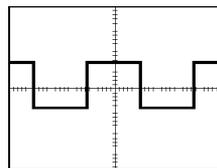
Параметры	Настройки	Описание
Sample (Выборка)		Используется для регистрации и правильного отображения большинства сигналов; режим по умолчанию
Peak Detect (Пиковая детекция)		Служит для обнаружения всплесков и снижения вероятности возникновения искажений при отображении сигнала
Average (Усреднение)		Используется для снижения уровня случайных или некоррелированных шумов в отображаемом сигнале. Количество периодов усреднения задается пользователем
Averages (Количество усреднений)	4, 16, 64, 128	Выбор количества периодов усреднения

## Основные понятия

При анализе прямоугольного сигнала, содержащего скачкообразные узкие всплески, форма отображаемого сигнала будет изменяться в зависимости от выбранного режима регистрации данных.

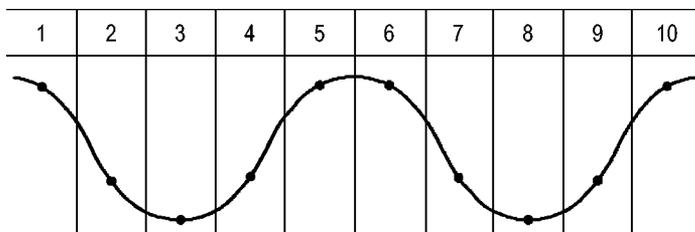


Sample (Выборка)

Peak Detect (Пиковая  
детекция)Average  
(Усреднение)

**Sample (Выборка).** В режиме сбора данных Sample (Выборка) выполняется сбор 2500 отсчетов и их отображение в соответствии с настройкой СЕК/ДЕЛ. Режим выборки используется по умолчанию.

Интервалы сбора отсчетов (2500)



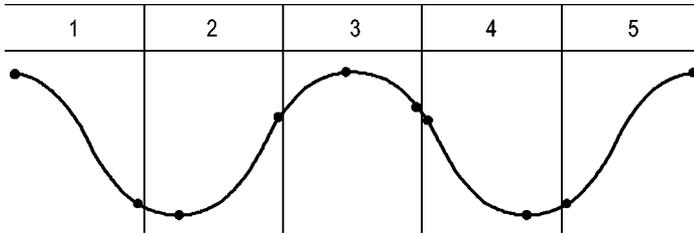
• Точки отсчетов

В режиме выборки регистрируется один отсчет в каждом интервале.

Максимальная частота дискретизации 1 Гвыб/с – для моделей осциллографов с полосой пропускания 100 МГц и 2 Гвыб/с – для модели с полосой пропускания 200 МГц. При настройке 100 нс и менее осциллограф не регистрирует 2500 отсчетов. В этом случае цифровой процессор сигналов интерполирует точки, лежащие между точками выборки, так, чтобы обеспечить запись осциллограммы длиной 2500 точек.

**Peak Detect (Пиковая детекция).** Режим сбора данных Peak Detect (Пиковая детекция) используется для обнаружения узких всплесков длительностью до 10 нс и снижения вероятности возникновения искажений при отображении сигнала. Данный режим может эффективно использоваться при значении настройки СЕК/ДЕЛ, равной 5 мкс/дел или более.

## Интервалы пиковой детекции (1250)

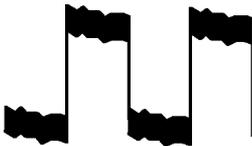


- Отображаемые точки отсчетов

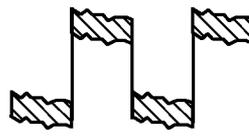
В режиме пиковой детекции в каждом интервале регистрируются максимальные и минимальные значения сигнала.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При выборе для настройки СЕК/ДЕЛ значения 2,5 мкс/дел или менее режим регистрации данных изменяется на *Sample* (Выборка), поскольку частота дискретизации достаточно высокая и использовать пиковую детекцию нет необходимости. При переходе в режим сбора данных *Sample* (Выборка) сообщение об этом не отображается.

При наличии в сигнале высокого уровня шумов его осциллограмма при пиковой детекции содержит большие черные области. Для улучшения качества изображения данные области отображаются заштрихованными диагональными линиями



Обычное изображение сигнала в режиме пиковой детекции



Отображение сигнала в режиме пиковой детекции в осциллографе TPS2000

**Average (Усреднение).** Сбор данных в режиме «усреднение» используется для снижения случайных или некоррелированных шумов в сигнале, который требуется отобразить. Данные регистрируются в режиме выборки, а затем производится усреднение полученных сигналов.

При использовании данного режима необходимо выбрать количество периодов для усреднения (4, 16, 64 или 128).

**Кнопка ПУСК/СТОП.** Для запуска непрерывной регистрации сигнала нажмите кнопку ПУСК/СТОП. Для прекращения регистрации повторно нажмите данную кнопку.

**Кнопка ОДИНОЧН ЗАПУСК.** Для однократного запуска регистрации сигнала нажмите кнопку ОДИНОЧН ЗАПУСК. При каждом нажатии кнопки ОДИНОЧН ЗАПУСК осциллограф заново начинает регистрацию сигнала. После обнаружения осциллографом события запуска производится регистрация сигнала с последующей остановкой.

Режим регистрации	Кнопка ОДИНОЧН ЗАПУСК
Sample (Выборка), Peak Detect (Пиковая детекция)	Регистрация отсчетов завершается после сбора одного цикла отсчетов
Average (Усреднение)	Регистрация завершается после сбора заданного числа циклов отсчетов; (См. стр. 131, <i>Сбор данных.</i> )

**Отображение в режиме сканирования.** Для непрерывного просмотра медленно изменяющегося сигнала можно использовать режим регистрации Horizontal Scan (Горизонтальное сканирование), называемый также режимом прокрутки. На экране слева направо будут отображаться изменения осциллограммы сигнала, удаляя с экрана старые точки осциллограммы и отображая на их месте новые. Движущаяся по экрану пустая область шириной в одно деление разделяет новую и старую части осциллограммы.

Осциллограф переходит в режим сканирования при выборе с помощью ручки СЕК/ДЕЛ значения 100 мс/дел. или более и выборе команды Auto Mode (Автоматический режим) в меню синхронизации.

Для отключения режима сканирования нажмите кнопку МЕНЮ СИНХ и выберите для параметра Mode (Режим) значение Normal (Обычный).

**Остановка регистрации.** При выполнении регистрации данных изменения сигнала отображаются на экране. Прекращение регистрации (при нажатии кнопки ПУСК/СТОП) останавливает обновление осциллограммы. В любом режиме имеется возможность изменять масштаб и положение осциллограммы на экране с помощью органов управления.

## Приложение

Кнопку Application (Приложение) можно использовать при вставленном в переднюю панель ключе приложения, например, для анализа напряжения питания. Дополнительные сведения см. в руководстве пользователя по данному приложению.

## Autorange (Автоматический диапазон)

При нажатии кнопки на экране появляется меню Autorange Menu (Меню автодиапазона) и включается или выключается функция автоматического выбора диапазона. Рядом с кнопкой АВТОДИАПАЗОН загорается светодиодный индикатор, указывающий на выполнение функции.

Установка настроек с помощью этой функции позволяет отслеживать сигнал. При изменении сигнала настройка продолжает отслеживать его. При включении осциллографа функция автоматического диапазона всегда выключена.

Параметры	Описание
Autoranging (Автоматическая установка пределов измерений)	Включение и выключение функции Autorange (Автодиапазон). Когда функция действует, рядом с кнопкой светится светодиодный индикатор
Vertical and Horizontal (По вертикали и горизонтали)	Отслеживание и регулировка по обеим осям

Параметры	Описание
Vertical Only (Только по вертикали)	Отслеживание и регулировка масштаба по вертикали. Настройки по горизонтали не изменяются
Horizontal Only (Только по горизонтали)	Отслеживание и регулировка масштаба по горизонтали. Настройки по вертикали не изменяются

Изменение настроек в режиме автоматического выбора диапазона происходит при следующих условиях.

- Слишком много или слишком мало периодов сигнала для ясного отображения источника запуска (не в режиме Vertical Only (Только по вертикали)).
- Амплитуда сигнала слишком большая или слишком маленькая (не в режиме Horizontal Only (Только по горизонтали))
- Изменение идеального уровня запуска

При нажатии кнопки АВТОДИАПАЗОН осциллограф настраивает параметры для отображения на экране достоверной осциллограммы.

Функция	Настройка
Режим регистрации	Sample (Выборка)
Display format (Формат отображения)	YT
Display persist (Послесвечение экрана)	Off (Выкл)
Horizontal position (Положение по горизонтали)	Изменяется
Horizontal view (Представление по горизонтали)	Main (Основное)
ПУСК/СТОП	RUN (Пуск)
СЕК/ДЕЛ	Изменяется
Trigger coupling (Тип входа синхронизации)	DC (Постоянный ток)

<b>Функция</b>	<b>Настройка</b>
Trigger holdoff (Задержка запуска)	Minimum (Минимальная)
Trigger level (Уровень синхронизации)	Изменяется
Trigger mode (Режим синхронизации)	Edge (По фронту)
Vertical bandwidth (Полоса пропускания по вертикали)	Full (Полная)
Vertical BW limit (Ограничение полосы по вертикали)	Off (Выкл)
Vertical coupling (Тип входа по вертикали)	DC (Постоянный ток)
Vertical invert (Инвертирование по вертикали)	Off (Выкл)
ВОЛЬТ/ДЕЛ	Изменяется

Автоматический выбор диапазона отключается при следующих изменениях.

- Ручка ВОЛЬТ/ДЕЛ отключает автоматический выбор диапазона по вертикали.
- Ручка СЕК/ДЕЛ отключает автоматический выбор диапазона по горизонтали.
- Вывод на экран или удаление с экрана осциллограммы канала.
- Настройка синхронизации.
- Выборка в режиме Single Seq (Одиночный запуск).
- Восстановление настройки.
- Отображение в формате XY.
- Послесвечение.

Функция автоматической установки обычно полезнее функции автоматического выбора диапазона в следующих ситуациях.

- Анализ динамически изменяющегося сигнала.
- Быстрое сравнение последовательности из нескольких сигналов без регулировки осциллографа. Эта функция очень полезна, если требуется одновременно использовать два щупа или если нужно удерживать щуп в одной руке, в то время как вторая занята чем-то еще.
- Управление составом автоматически регулируемых настроек осциллографа.

Если сигналы изменяются по частоте, но имеют близкие амплитуды, достаточно использовать автоматический выбор диапазона по горизонтали. Параметры горизонтальной развертки осциллографа будут регулироваться, а параметры развертки по вертикали не будут изменяться. Таким образом, можно визуально оценивать амплитуду сигнала, не беспокоясь об изменении масштаба по вертикали. Автоматический выбор диапазона только по вертикали действует аналогично; регулируются параметры развертки по вертикали, а параметры развертки по горизонтали остаются неизменными.

## Автоустановка

При нажатии кнопки АВТОУСТ осциллограф определяет тип сигнала и настраивает параметры для отображения на экране достоверной осциллограммы.

Функция	Настройка
Режим регистрации	Устанавливается режим выборки или пиковой детекции
Cursors (Курсоры)	Off (Выкл)
Display format (Формат отображения)	Устанавливается формат YТ

<b>Функция</b>	<b>Настройка</b>
Display type (Тип экрана)	Для видеосигнала устанавливается значение Dots (Точки), для спектра БПФ – значение Vectors (Векторы), в других случаях значение не изменяется
Horizontal position (Положение по горизонтали)	Изменяется
СЕК/ДЕЛ.	Изменяется
Trigger coupling (Тип входа синхронизации)	Изменяется на DC (Постоянный ток), Noise Reject (Подавление шума) или HF Reject (Подавление ВЧ)
Trigger holdoff (Задержка запуска)	Minimum (Минимальная)
Trigger level (Уровень синхронизации)	Set to 50% (Установка на 50 %)
Trigger mode (Режим синхронизации)	Auto (Авто)
Trigger source (Источник синхронизации)	Изменяется, см. сведения, приведенные после этой таблицы. Для сигнала внешней синхронизации автоустановка не используется
Trigger slope (Крутизна синхронизации)	Изменяется
Trigger type (Тип синхронизации)	Edge (Фронт) или Video (Видео)
Trigger Video Polarity (Полярность видеосинхронизации)	Обычная
Trigger Video Sync (Синхронизация по видеосигналу)	Изменяется
Trigger Video Standard (Стандарт видеосигнала синхронизации)	Изменяется

Функция	Настройка
Vertical bandwidth (Полоса пропускания по вертикали)	Full (Полная)
Vertical coupling (Тип входа по вертикали)	DC (Постоянный ток) (если ранее было выбрано значение Ground (Заземление)); AC (Переменный ток) для видеосигнала. В других случаях установленное значение не изменяется
ВОЛЬТ/ДЕЛ	Изменяется

При работе функции автоустановки проверяется наличие сигнала на всех каналах и обнаруженные сигналы отображаются на экране. Функция автоустановки определяет источник синхронизации на основании следующих критериев.

- Если сигналы присутствуют на нескольких каналах, выбирается сигнал с наименьшей частотой
- Если сигналы не обнаружены, при вызове функции автоустановки отображается канал с наименьшим номером
- Если сигналы не обнаружены, каналы не отображаются. Осциллограф отображает и использует первый канал

В случае, когда при использовании функции автоустановки не удастся определить тип сигнала, выполняется регулировка вертикальной и горизонтальной шкал и затем осуществляются автоматические измерения среднего значения и размаха.

Функция автоматической установки обычно полезнее функции автоматического выбора диапазона в следующих ситуациях.

- Работа с одним стабильным сигналом.
- Автоматический просмотр измерений сигнала.
- Быстрое изменение типа представления сигнала. Например, просматривается только один период сигнала или нарастающий фронт сигнала.
- Просмотр видеосигналов или БПФ-сигналов.

## Синусоидальный сигнал

Когда используется функция автоустановки и осциллограф обнаруживает, что форма сигнала близка к синусоиде, отображаются следующие команды:

Варианты синусоиды	Дополнительные сведения
 Несколько периодов синусоиды	Отображение нескольких периодов с соответствующим вертикальным и горизонтальным масштабам. На экране осциллографа отображаются результаты следующих автоматических измерений: Cycle RMS (Среднеквадратическое за период), Frequency (Частота), Period (Период) и Peak-to-Peak (Размах)
 Один период синусоиды	Установка горизонтального масштаба для отображения одного или нескольких периодов сигнала. На экране осциллографа отображаются результаты следующих автоматических измерений: Mean (Среднее) и Peak-to-Peak (Размах)
 БПФ	Преобразование сигнала во временной области в частотные составляющие и отображение результата в виде графика зависимости амплитуды от частоты (спектра). Дополнительные сведения об этом математическом преобразовании см. в главе <i>Функция БПФ</i> . (См. стр. 89, <i>Быстрое преобразование Фурье</i> .)
Undo Autoset (Отмена автоустановки)	Возврат к предыдущей настройке осциллографа

## Прямоугольные и импульсные сигналы

Когда используется функция автоустановки и осциллограф обнаруживает, что форма сигнала близка к прямоугольной или импульсной, отображаются следующие команды:

Варианты меандра	Дополнительные сведения
 <p>Несколько периодов меандра</p>	Отображение нескольких периодов с соответствующим вертикальным и горизонтальным масштабам. На экране осциллографа отображаются результаты следующих автоматических измерений: Peak-to-Peak (Размах), Mean (Среднее), Period (Период) и Frequency (Частота).
 <p>Один период меандра</p>	Установка горизонтального масштаба для отображения одного или нескольких периодов сигнала. На экране осциллографа отображаются результаты следующих автоматических измерений: Min (Минимум), Max (Максимум), Mean (Среднее) и Positive Width (Длительность положительного импульса)
 <p>Нарастающий фронт</p>	Отображение фронта и результатов автоматических измерений Rise Time (Время нарастания) и Peak-to-Peak (Размах)
 <p>Нисходящий фронт</p>	Отображение фронта и результатов автоматических измерений Fall Time (Время спада) и Peak-to-Peak (Размах)
Undo Autoset (Отмена автоустановки)	Возврат к предыдущей настройке осциллографа

## Видеосигнал

Когда используется функция автоустановки, и осциллограф обнаруживает видеосигнал, отображаются следующие команды:

Варианты видеосигнала	Дополнительные сведения
 <p>Fields (Поля) ► All Fields (Все поля)</p>	Отображение нескольких полей, синхронизация по любому полю

Варианты видеосигнала	Дополнительные сведения
 Lines (Строки) ► All Lines (Все строки)	Отображение одной полной строки с частью предыдущей и следующей строки, синхронизация по любой строке
 Lines (Строки) ► Number (Номер)	Отображение одной полной строки с частью предыдущей и следующей строки. Выбор строки, используемой для синхронизации, осуществляется с помощью универсальной ручки
 Odd Fields (Нечетные поля)	Отображение нескольких полей, синхронизация только по нечетным полям
 Even Fields (Четные поля)	Отображение нескольких полей, синхронизация только по четным полям
Undo Autoset (Отмена автоустановки)	Возврат к предыдущей настройке осциллографа

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При автоустановке для видеосигнала выбирается режим отображения точек.

## Курсор

Чтобы вывести на экран измерительные курсоры и меню курсоров, нажмите кнопку КУРСОР. Для изменения положения курсоров служит универсальная ручка.

Параметры	Настройки	Описание
Type (Тип) <sup>1</sup>	Time (Время), Amplitude (Амплитуда), Off (Выкл)	Выбор и отображение курсоров измерения. Курсоры времени служат – для измерения времени, частоты и амплитуд, курсоры амплитуды – для измерения амплитуд, например тока и напряжения

Параметры	Настройки	Описание
Source (Источник)	CH1 (К 1), CH2 (К 2), CH3 (К 3) <sup>2</sup> , CH4 (К 4) <sup>2</sup> , MATH (Математика), REFA (Опорн. А), REFB (Опорн. В), REFC (Опорн. С) <sup>2</sup> , REFD (Опорн. D), <sup>2</sup>	Выбор сигнала, для которого необходимо провести курсорные измерения. Результаты измерений отображаются в полях курсоров
$\Delta$		Отображение разности (приращения) между положением курсоров
Cursor 1 (Курсор 1)		Отображение местоположения курсора 1 (время – относительно момента синхронизации, напряжение – относительно опорного вывода)
Cursor 2 (Курсор 2)		

<sup>1</sup> Для измерения амплитуды и частоты при работе с функцией Math FFT (Быстрое преобразование Фурье).

<sup>2</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

В зависимости от типа курсора отображаемые значения разности ( $\Delta$ ) изменяются.

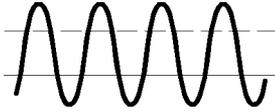
- При использовании курсоров времени отображаются значения  $\Delta t$ ,  $1/\Delta t$  и  $\Delta V$  (или  $\Delta I$ ,  $\Delta VV$  и т. д.)
- При использовании курсоров амплитуды или амплитудных курсоров БПФ отображаются значения  $\Delta V$ ,  $\Delta I$ ,  $\Delta VV$  и т. д.
- При использовании частотных курсоров БПФ отображаются значения  $1/\Delta \text{Hz}$  ( $1/\Delta \text{Гц}$ ) и  $\Delta \text{dB}$  ( $\Delta \text{дБ}$ ).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для отображения курсоров и соответствующих полей значений необходимо, чтобы на экране осциллографа отображался сигнал.

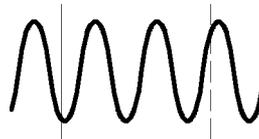
**ПРИМЕЧАНИЕ.** При использовании курсоров времени отображаются значения времени и амплитуды для каждой осциллограммы.

## Основные понятия

**Перемещение курсора.** Для перемещения курсоров 1 и 2 используется универсальная ручка. Перемещение курсоров возможно только в то время, когда отображается меню курсоров. Активный курсор отображается в виде сплошной линии.



Курсоры амплитуды



Курсоры времени

## Настройка по умолчанию

Кнопка НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ служит для возврата большинству параметров и настроек осциллографа значений по умолчанию. Однако значения по умолчанию восстанавливаются не для всех параметров. Список восстанавливаемых настроек по умолчанию приведен в разделе «Приложение D».

## Экран

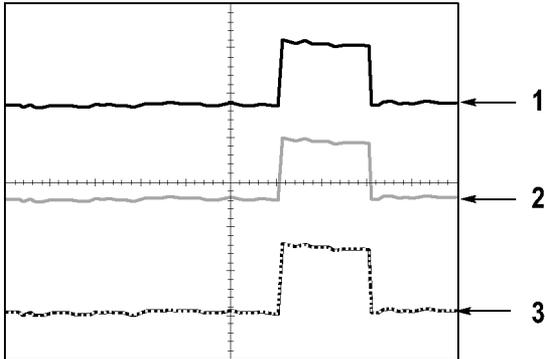
Кнопка ЭКРАН служит для изменения способа отображения сигнала и выбора способа отображения данных.

Параметры	Настройки	Описание
Type (Тип)	Vectors (Векторы), Dots (Точки)	При выборе значения Vectors (Векторы) соседние точки отсчетов на экране соединяются линиями При выборе значения Dots (Точки) отображаются только точки отсчетов

Параметры	Настройки	Описание
Persist (Послесвечение)	OFF (Выкл), 1 sec (1 с), 2 sec (2 с), 5 sec (5с), Infinite (Бесконечность)	Установка времени, в течение которого каждый отсчет отображается на экране
Format (Формат)	YТ, XY	Формат YТ – отображение напряжения (по вертикали) по отношению к времени (по горизонтали). Формат XY – отображение точки каждый раз при регистрации отсчетов в канале 1 и канале 2. Напряжение сигнала канала 1 определяет координату точки на оси X (горизонтальная ось), а напряжение на канале 2 – координату Y (вертикальная ось)
Contrast (Контраст) <sup>1</sup> Brightness (Яркость) <sup>1</sup>		Помогает отличать осциллограмму в канале от следа послесвечения. Органы управления контрастом устанавливают контраст отображения на жидкокристаллическом дисплее, а органы управления яркостью регулируют интенсивность подсветки дисплея

<sup>1</sup> Регулируется универсальной ручкой.

В зависимости от типа сигнала используются три различных стиля вывода осциллограммы: сплошная линия, светлая линия и пунктирная линия.



1. Сплошная линия указывает на отображение сигнала, получаемого по одному из каналов. После остановки сбора отсчетов линия остается сплошной, если не выполнялись изменения параметров, приводящие к искажению отображаемой осциллограммы.

Изменение параметров вертикального и горизонтального вывода осциллограммы допускается, когда регистрация отсчетов остановлена.

2. Опорный сигнал отображается белой линией, а сигналы с послесвечением отображаются тем же цветом, что и основной сигнал, но с меньшей насыщенностью.
3. Пунктирная линия указывает на то, что отображаемая осциллограмма больше не соответствует настройкам параметров. Это происходит при остановке регистрации отсчетов и таком изменении настроек, которое осциллограф не может применить к отображаемому сигналу. Например, изменение настроек синхронизации при остановленном сборе отсчетов приводит к отображению сигнала пунктирной линией.

## Основные понятия

**Послесвечение.** Осциллограф отображает данные в режиме послесвечения с меньшей интенсивностью, чем «живые» данные. Когда для параметра Persistence (Послесвечение) задано значение Infinite (Бесконечность), отсчеты накапливаются до момента изменения настройки.

Параметр	Описание
Off (Выкл)	При отображении новой осциллограммы старые осциллограммы и осциллограммы по умолчанию удаляются с экрана.
Time limit (Ограничение времени)	Новые сигналы отображаются с нормальной интенсивностью, а старые – с пониженной; старые сигналы стираются по достижении предельного значения временного интервала.
Infinite (Бесконечность)	Яркость более старых сигналов уменьшается, но они всегда остаются видимыми. Этот режим используется для наблюдения редко повторяющихся событий или для долговременных измерений размаха шумов.

**Формат XY.** Формат XY используется для анализа разности фаз, например при просмотре фигур Лиссажу. В этом формате напряжение сигнала на канале 1 отображается относительно напряжения сигнала на канале 2, где напряжение канала 1 – горизонтальная ось, а напряжение канала 2 – вертикальная. Осциллограф использует несинхронизированный сбор данных в режиме Sample (Выборка) и отображает полученные данные в виде точек. Значение частоты отсчетов фиксировано – 1 Мвыб/сек.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** В нормальном режиме YT осциллограф может регистрировать сигнал при любой частоте отсчетов. Данный сигнал может быть просмотрен и в формате XY. Для этого необходимо остановить сбор отсчетов и изменить формат отображения на XY.

В формате XY органы управления выполняют следующие функции.

- С помощью ручек ВОЛЬТ/ДЕЛ и ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ канала 1 регулируется горизонтальный масштаб и положение осциллограммы.
- С помощью ручек ВОЛЬТ/ДЕЛ и ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ канала 2 регулируется вертикальный масштаб и положение осциллограммы.

В формате вывода XY не работают следующие функции.

- Автоустановка (возвращает формат вывода YT)
- Autorange (Автоматический диапазон)
- Автоматические измерения
- Курсоры
- Опорный сигнал и расчетные осциллограммы
- СОХР/ВЫЗОВ ► Save All (Сохранить все)
- Настройки масштаба времени
- Настройки синхронизации

## Справка

Чтобы вывести на экран меню справки, нажмите кнопку СПРАВКА. В справке описаны все команды меню и настройки осциллографа. (См. стр. xvi, *Система справки.*)

## По горизонтали

Органы управления по горизонтали позволяют настроить два представления осциллограммы, каждое со своим положением и масштабом по горизонтали. В поле положения по горизонтали отображается время, соответствующее положению в центре экрана, (момент синхронизации соответствует нулю). При изменении масштаба по горизонтали осциллограмма растягивается или сжимается относительно центра экрана.

Параметры	Описание
Main (Основной)	Основной масштаб времени, используемый для отображения сигнала
Window Zone (Зона окна)	Зона окна задается двумя курсорами. Зона окна настраивается с помощью параметра Horizontal Position (Горизонтальное положение) и ручки СЕК/ДЕЛ

Параметры	Описание
Window (Окно)	Отображение части осциллограммы, выделенной с помощью зоны окна, во всю ширину экрана.
Set Trigger Holdoff (Установка задержки синхронизации)	Отображение величины задержки. Для настройки нажмите функциональную кнопку и измените значение с помощью универсальной ручки.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Для переключения между отображением всего сигнала и увеличенной части осциллограммы используются функциональные кнопки параметров отображения по горизонтали.

В поле рядом с правым верхним углом экрана отображается текущее положение по горизонтали в секундах. Значок **M** обозначает основной временной масштаб, а значок **W** – временной масштаб окна. Кроме того, положение по горизонтали отображается с помощью значка стрелки в верхней части координатной сетки.

### Ручки и кнопки

**Ручка ГОРИЗОНТ. ПОЛОЖЕНИЕ.** Служит для изменения положения момента синхронизации относительно центра экрана.

Положение точки синхронизации можно установить слева или справа от центра экрана. Максимальное число делений слева зависит от значения масштаба по горизонтали (временной базы). Для большинства масштабов максимальное значение составляет по крайней мере 100 делений. Помещение точки запуска слева вне поля экрана называется задержанной разверткой.

**Кнопка УСТ НУЛЬ.** Служит для установки нулевого положения по горизонтали.

**Ручка СЕК/ДЕЛ (масштаб по горизонтали).** Служит для изменения горизонтального масштаба (растяжение или сжатие осциллограммы сигнала).

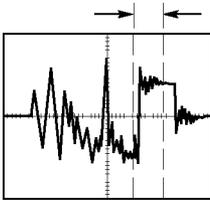
## Основные понятия

**СЕК/ДЕЛ.** Если сбор отсчетов сигнала остановлен (кнопкой ПУСК/СТОП или ОДИНОЧН ЗАПУСК), с помощью ручки СЕК/ДЕЛ выполняется растяжение или сжатие осциллограммы. Используется для увеличения деталей осциллограммы.

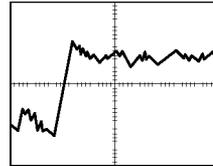
**Экран в режиме сканирования (режим прокрутки).** Когда посредством ручки СЕК/ДЕЛ задано значение 100 мс/дел. или более и выбран режим синхронизации Auto (Авто), осциллограф переходит в режим сканирования. В этом режиме осциллограмма обновляется справа налево. В режиме сканирования сигнала синхронизация и управление положением по горизонтали отсутствуют. (См. стр. 134, *Отображение в режиме сканирования.*)

**Window Zone (Зона окна).** Функция Window Zone (Зона окна) служит для указания фрагмента осциллограммы сигнала, который требуется просмотреть более детально. Для зоны окна нельзя указать большее значение масштаба времени, чем значение основного масштаба времени.

Зоны окна заданы вертикальными линиями



Отображение в основном масштабе времени



Отображение зоны окна

**Window (Окно).** Отображает выделенную зону окна на весь экран. Используется для перехода от одного временного масштаба к другому.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При переключении между режимами просмотра Main (Основной), Window Zone (Зона окна) и Window (Окно) послесвечение сигнала, отображаемое на экране, удаляется. Стирание послесвечения происходит при изменении значений в меню настроек горизонтальной развертки.

**Set Trigger Holdoff (Установка задержки синхронизации).** Выдержка используется для стабилизации изображения сложных осциллограмм. (См. стр. 173, *Выдержка синхронизации.*)

## Math (Математика)

Кнопка МЕНЮ МАТЕМАТИКА предназначена для вывода меню математических функций. При повторном нажатии кнопки МЕНЮ МАТЕМАТИКА расчетные осциллограммы удаляются с экрана. (См. стр. 180, *Элементы управления отображением по вертикали.*)

Параметры	Описание
+, -, ?, FFT (БПФ)	Математические операции, см. следующую таблицу.
Sources (Источники)	Источники сигналов для операций, см. следующую таблицу.
Position (Положение)	Для изменения положения полученной расчетной осциллограммы по вертикали используется универсальная ручка.
Vertical Scale (Масштаб по вертикали)	Для изменения масштаба полученной расчетной осциллограммы по вертикали используется универсальная ручка.

Меню математических функций включает выбор источников для каждой операции.

Операция	Возможные источники	Описание
+ (сложение)	CH1 + CH2	Сложение сигналов каналов 1 и 2
	CH3 + CH4 <sup>1</sup>	Сложение сигналов каналов 3 и 4

Операция	Возможные источники	Описание
- (вычитание)	CH1 - CH2	Сигнал канала 2 вычитается из сигнала канала 1
	CH2 - CH1	Сигнал канала 1 вычитается из сигнала канала 2
	CH3 - CH4 <sup>1</sup>	Сигнал канала 4 вычитается из сигнала канала 3
	CH4 - CH3 <sup>1</sup>	Сигнал канала 3 вычитается из сигнала канала 4
× (перемножение)	CH1×CH2	Перемножаются сигналы в каналах 1 и 2
	CH3×CH4 <sup>1</sup>	Перемножаются сигналы в каналах 3 и 4
FFT (БПФ)	(См. стр. 89.)	

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

## Основные понятия

**Единицы измерения осциллограммы.** Единица измерения расчетной осциллограммы определяется сочетанием единиц измерения исходных осциллограмм.

Единица измерения осциллограммы	Единица измерения осциллограммы	Операция	Единица измерения расчетной осциллограммы
V	V	+ или -	V
A	A	+ или -	A
V	A	+ или -	?
V	V	×	VV
A	A	×	AA
V	A	×	VA

## Измерение

Нажмите кнопку ИЗМЕРЕНИЯ, чтобы вывести на экран меню автоматических измерений. В меню доступно одиннадцать измерений. Одновременно на экране может быть отображено до пяти измерений.

Нажмите верхнюю функциональную кнопку, отобразится меню Measure 1 Menu (Меню измерений 1). С помощью параметра Source (Источник) выбирается канал, сигнал которого необходимо измерить. С помощью параметра Type (Тип) выбирается тип выполняемого измерения. Для возврата к меню измерений и отображения результатов выбранных измерений нажмите кнопку Back (Назад).

### Основные понятия

**Выполнение измерений.** Одновременно на экране может быть отображено до пяти автоматических измерений. Для выполнения измерения необходимо, чтобы измеряемый сигнал отображался на экране.

автоматические измерения не могут выполняться для опорной осциллограммы, расчетной осциллограммы, а также при использовании режима XY или режима сканирования. Результаты измерений обновляются приблизительно два раза в секунду.

Тип измерения	Описание
Freq (Частота)	Измерение частоты сигнала по первому периоду
Period (Период)	Измерение длительности первого периода сигнала
Mean (Среднее)	Измерение среднеарифметического значения амплитуды по всей осциллограмме
Pk-Pk (Размах)	Измерение абсолютного значения разности между максимумом и минимумом амплитуды (напряжения)
Сус RMS (Среднеквадратическое значение периода)	Измерение среднеквадратического напряжения первого завершенного периода сигнала
Min (Минимум)	Проверка записи сигнала из 2500 отсчетов и отображение минимального значения

Тип измерения	Описание
Max (Максимум)	Проверка записи сигнала из 2500 отсчетов и отображение максимального значения
Rise Time (Время нарастания)	Измерение времени между уровнями напряжения 10 % и 90 % первого нарастающего фронта сигнала.
Fall Time (Время спада)	Измерение времени между уровнями напряжения 90 % и 10 % первого ниспадающего фронта сигнала.
Pos Width (Длительность положительного импульса)	Измерение длительности между первым нарастающим фронтом и следующим нисходящим фронтом на уровне 50 % высоты осциллограммы.
Neg Width (Длительность отрицательного импульса)	Измерение длительности между первым нисходящим фронтом и следующим нарастающим фронтом на уровне 50 % высоты осциллограммы.
None (Нет)	Измерения не выполняются

## Печать

Если для параметра **Save/Recall** (Сохранение/загрузка) ► **Save All** (Сохранить все) ► **PRINT Button** (Кнопка печать) установлено значение Prints (печать) можно отправлять снимок экрана на принтер одним нажатие кнопки PRINT (печать).

Настройка осциллографа для отправки снимка экрана на принтер выполняется в меню **СЕРВИС** ► **Options** (Параметры) ► **Printer Setup** (Настройка принтера). (См. стр. 102, *Настройка принтера*.)

Кроме того, можно использовать кнопку PRINT (печать) для сохранения данных на съемном ЗУ CompactFlash. (См. стр. 113, *Съемное запоминающее устройство*.)

## Проверка пробников

Функция проверки пробника служит для быстрой проверки работоспособности пробника напряжения, подключенного к осциллографу. (См. стр. 15, *Мастер проверки пробника напряжения.*)

## Сохранение и восстановление

Кнопка СОХР/ВЫЗОВ служит для сохранения или восстановления сохраненных ранее настроек осциллографа, снимков экрана или осциллограмм.

Меню Save/Recall (Сохранение и восстановление) состоит из нескольких подменю, доступ к которым можно получить из пункта Action (Действие). Каждое из действий в пункте Action (Действие) выводит на экран меню, позволяющее дополнительно определить функции сохранения или считывания.

Действия	Описание
Save All (Сохранить все)	Содержит параметры, позволяющие сконфигурировать кнопку PRINT (печать) для передачи данных на принтер или для сохранения их на карте памяти CF
Save Image (Сохранить изображение)	Сохранение снимка экрана в файле заданного формата.
Save Setup (Сохранить настройку)	Сохранение текущей настройки осциллографа в файле в заданной папке либо в энергонезависимой памяти настроек
Save Waveform (Сохранить осциллограмму)	Сохранение указанной осциллограммы в виде файла или в опорной памяти.
Recall Setup (Восстановить настройку)	Считывание в осциллограф файла настроек с карты памяти CF или из области настроек энергонезависимой памяти

Действия	Описание
Recall Waveform (Восстановить осциллограмму)	Считывание файла осциллограммы с карты памяти CF в область опорной памяти.
Display Refs. (Отображение опорных сигналов)	Вывод на экран или удаление с экрана осциллограмм из опорной памяти

## Save All (Сохранить все)

Операция Save All (Сохранить все) настраивает кнопку PRINT (печать) таким образом, чтобы данные сохранялись на карте памяти CF или передавались на принтер.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
PRINT Button (Кнопка печать)	Saves All To Files (Сохранение всех данных в виде файлов) <sup>1</sup>	(См. стр. 117.)
	Saves Image To File (Сохранение снимка в виде файла) <sup>1</sup>	(См. стр. 118.)
	Prints (печать)	(См. стр. 102.)
Select Folder (Выбор папки)		Отображение содержимого текущей папки карты памяти CF.
	Change Folder (Сменить папку)	(См. стр. 115, <i>Правила управления файлами.</i> ) (См. стр. 178, <i>Управление файлами.</i> )
	New Folder (Новая папка)	
	Back (Назад)	Возврат к меню Save All (Сохранить все).
About Save All (Сведения о меню Save All)		Вывод на экран раздела справки.

<sup>1</sup> Для указания на альтернативную функцию сохранения, при которой данные передаются на карту памяти CF, рядом с кнопкой PRINT (печать) загорается светодиод.

## Save Image (Сохранить изображение)

Действие Save Image (Сохранить изображение) позволяет сохранить снимок экрана в файле заданного формата.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
File Format (Формат файла)	BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE, JPEG	Настройка формата графического файла для снимка экрана.
Select Folder (Выбор папки)		Вывод содержимого текущей папки карты памяти CF и отображение пунктов меню для папки.
	Change Folder (Сменить папку)	(См. стр. 115, <i>Правила управления файлами.</i> )
	New Folder (Новая папка)	(См. стр. 178, <i>Управление файлами.</i> )
	Layout (Макет) <sup>1</sup> , Portrait, Landscape (Книжная, Альбомная)	Выбор книжной или альбомной ориентации изображения.
	Ink Saver (Экономичный режим) <sup>1</sup> , On (Вкл.), Off (Выкл.)	Включение и выключение экономичного режима
Save (Сохранить)	имя файла (например, ТЕК0000.TIF)	Сохранение изображения экрана в виде файла с автоматически генерируемым именем в текущей папке на карте памяти CF.
About Saving Images (О меню сохранения изображения)		Вывод на экран раздела справки.

<sup>1</sup> (См. стр. 155, *Печать.*)

При установке для PRINT Button (Кнопка печать) параметра Saves Image to File (Сохранить изображение в файл) осциллограф после нажатия кнопки СОХРАНЕНИЕ сохраняет изображение экрана в файле на карте памяти CF. (См. стр. 118, *Saves Image To File (Сохранение снимка в виде файла)*.)

### Save Setup (Сохранить настройку)

Действие Save Setup (Сохранить настройку) позволяет сохранить текущую настройку осциллографа в файле ТЕКnnnn.SET в заданной папке либо в энергонезависимой памяти настроек. Файл настроек содержит текстовую строку ASCII, в которой перечисляются параметры настройки осциллографа.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
Save To (Сохранить в виде)	Setup (Настройка)	Сохранение текущей настройки осциллографа в энергонезависимой памяти настроек.
	File (Файл)	Сохранение текущих параметров настройки осциллографа в файле на карте памяти CF.
Setup (Настройка)	От 1 до 10	Указание номера ячейки памяти для сохранения.
Select Folder (Выбор папки)		Отображение содержимого текущей папки карты памяти CF
	Change Folder (Сменить папку)	(См. стр. 115, <i>Правила управления файлами</i> .)
	New Folder (Новая папка)	(См. стр. 178, <i>Управление файлами</i> .)
Save (Сохранить)	имя файла (например, ТЕК0000.SET)	Сохранение параметров настройки в файле с автоматически генерируемым именем в текущей папке на карте памяти CF.

При установке для PRINT Button (Кнопка печать) параметра Saves All to File (Сохранить все данные в файлах) осциллограф после

нажатия кнопки СОХРАНЕНИЕ сохраняет файлы настройки на карте памяти CF. (См. стр. 117, *Saves All to Files (Сохранение всех данных в виде файлов).*)

### Save Waveform (Сохранить осциллограмму)

Действие Save Waveform (Сохранить осциллограмму) позволяет сохранить выбранную осциллограмму в виде файла с именем ТЕКnnnn.CSV или в опорной памяти. Осциллограф сохраняет данные осциллограмм в виде файла с разделением запятыми (формат CSV), который представляет собой текстовую строку ASCII, состоящую из значений времени (относительно события запуска) и амплитуды для каждой из 2500 точек данных осциллограммы. Файлы CSV можно импортировать во многие электронные таблицы и программы математического анализа.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
Save To (Сохранить в виде)	File (Файл)	Задаёт сохранение исходных данных осциллограммы в виде файла на карте памяти CF.
	Ref (Опорн.)	Задаёт сохранение исходных данных осциллограммы в опорной памяти.
Source (Источник) <sup>1</sup>	CH(x) (Канал), Ref(x) (Опорн. (x)), MATH (Математика)	Указывает, какой исходный сигнал должен быть сохранен.
To (В виде)	Ref(x) (Опорный (x))	Задаёт номер ячейки опорной памяти для сохранения исходного сигнала.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
Select Folder (Выбор папки)		Отображение содержимого текущей папки карты памяти CF
	Change Folder (Сменить папку)	(См. стр. 115, <i>Правила управления файлами.</i> )
	New Folder (Новая папка)	(См. стр. 178, <i>Управление файлами.</i> )
Save (Сохранить)	имя файла (например, TEK0000.CSV)	Сохранение параметров настройки в файле с автоматически генерируемым именем в текущей папке на карте памяти CF.

<sup>1</sup> При сохранении необходимо, чтобы осциллограмма отображалась на экране.

### Recall Setup (Восстановить настройку)

Операция Recall Setup (Загрузка настроек) выполняет считывание в осциллограф файла настроек с карты памяти CF или из области энергонезависимой памяти.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
Recall From (Вызов из)	Setup (Настройка)	Задаёт восстановление настройки осциллографа из энергонезависимой памяти.
	File (Файл)	Задаёт считывание параметров в осциллограф из файла настройки с карты памяти CF.
Setup (Настройка)	От 1 до 10	Указание номера ячейки памяти, из которой будут вызваны настройки.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
Select File (Выбор файла)		Отображение содержимого текущей папки карты памяти CF, из которой выбирается файл.
	Change Folder (Сменить папку)	(См. стр. 115, <i>Правила управления файлами.</i> ) (См. стр. 178, <i>Управление файлами.</i> )
Recall (Восстановить)		Восстановление параметров настройки из указанной ячейки энергонезависимой памяти.
	имя файла (например, TEK0000.SET)	Считывание и восстановление параметров настройки из указанного файла на карте памяти CF.

### Recall Waveform (Восстановить осциллограмму)

Операция Recall Waveform (Загрузка осциллограммы) осуществляет считывание файла осциллограммы с карты памяти CF в область опорной памяти.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
To (В виде)	Ref(x) (Опорный (x))	Задаёт ячейку опорной памяти для загрузки в неё осциллограммы.

Параметры	Настройки или подменю	Описание
Select File (Выбор файла)		Перечень содержимого текущей папки карты памяти CF и отображение следующих пунктов меню.
	Change Folder (Сменить папку)	(См. стр. 115, <i>Правила управления файлами.</i> ) (См. стр. 178, <i>Управление файлами.</i> )
	To (В виде)	Задаёт ячейку опорной памяти для вызова в нее осциллограммы.
Recall (Восстановить)	имя файла (например, TEK0000.CSV)	Загрузка осциллограммы из выбранного файла в заданную ячейку опорной памяти и отображение осциллограммы.

### Display Refs. (Отображение опорных сигналов)

Операция Display Refs (Отображение опорных сигналов) осуществляет вывод на экран осциллограмм из опорной памяти и удаление их с экрана.

Параметры	Настройки	Описание
RefA (Опорн. A), RefB (Опорн. B), RefC (Опорн. C) <sup>1</sup> , RefD (Опорн. D) <sup>1</sup> .	On (Вкл), Off (Выкл)	Вывод на экран или удаление с экрана осциллограмм из опорной памяти

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

### Основные понятия

**Сохранение и восстановление настроек.** Полный набор настроек сохраняется в энергонезависимой памяти. При вызове настроек осциллограф перейдет в тот режим, в котором сохранялся данный набор настроек.

Текущие настройки осциллографа сохраняются через три секунды после ввода последнего изменения настроек перед отключением

питания осциллографа. При следующем включении осциллографа происходит вызов этих настроек.

**Вызов настроек по умолчанию.** Для возврата к заводским настройкам осциллографа по умолчанию служит кнопка НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ. Для просмотра настроек, вызываемых при нажатии данной кнопки, обратитесь к *Приложению D: Настройка по умолчанию*.

**Сохранение и вызов осциллограмм.** Сохраняемый сигнал должен отображаться на экране осциллографа. В энергонезависимой памяти двухканальных осциллографов можно сохранить два сигнала. В четырехканальных осциллографах имеется возможность сохранить четыре сигнала, однако одновременно могут отображаться только два.

На экране осциллографа одновременно могут отображаться опорные сигналы и отсчеты сигнала, получаемого с канала. Изменение параметров отображения опорного сигнала невозможно, однако в нижней части экрана осциллографа отображаются значения горизонтального и вертикального масштаба.

## Элементы управления синхронизацией

Параметры синхронизации задаются с помощью меню синхронизации и органов управления на передней панели.

### Типы синхронизации

Доступны три следующих типа синхронизации: синхронизация по фронту, видеосинхронизация и синхронизация по длительности импульса. Для каждого типа синхронизации на экране отображается различный набор параметров.

Параметр	Дополнительные сведения
Edge (Фронт) (по умолчанию)	Синхронизация происходит при достижении нарастающим или нисходящим фронтом сигнала уровня синхронизации (порогового значения).

Параметр	Дополнительные сведения
Video	Отображение композитного видеосигнала стандарта NTSC или PAL/SECAM; синхронизация выполняется по полям или строкам видеосигнала. (См. стр. 168, <i>Синхронизация видеосигналом.</i> )
Pulse (Импульс)	Синхронизация по импульсам, выделяющимся по форме. (См. стр. 170, <i>Синхронизация по длительности импульса.</i> )

## Синхронизация по фронту

Синхронизация по фронту осуществляется при достижении порогового значения нарастающим или нисходящим фронтом сигнала.

Параметры	Настройки	Описание
Edge (По фронту)		При выборе данного параметра для синхронизации используется нарастающий или нисходящий фронт входного сигнала.
Source (Источник)	CH1 (K1), CH2 (K2), CH3 (K3) <sup>1</sup> , CH4 (K4) <sup>1</sup> , Ext (Внешний), Ext/5 (Внешний/5), Ext/10 (Внешний/10)	Выбор источника сигнала синхронизации (См. стр. 167.)
Slope (Наклон)	Rising (Нарастающий), Falling (Нисходящий)	Выбор типа фронта (нарастающий или нисходящий), по которому будет происходить синхронизация

Параметры	Настройки	Описание
Режим	Auto (Авто), Normal (Нормальный)	Выбор типа синхронизации (См. стр. 166.)
Coupling (Тип входа)	AC (По переменному току), DC (По постоянному току), Noise Reject (Подавление шума), HF Reject (Подавление ВЧ), LF Reject (Подавление НЧ)	Выбор компонентов сигнала, подаваемых на схему синхронизации (См. стр. 167.)

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

## Поле частоты синхронизации

Осциллограф вычисляет частоту возникновения событий синхронизации, и в правом нижнем углу экрана отображается значение этой частоты.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Значение частоты синхронизации показывает частоту событий запуска синхронизации. Она может быть меньше частоты входного сигнала, измеренной в режиме синхронизации по длительности импульса.

## Основные понятия

**Режимы.** В режиме Auto (Авто), установленном по умолчанию, осциллограф синхронизируется принудительно, если в течение заданного времени, определяемого положением ручки СЕК/ДЕЛ не обнаружено событие запуска. Этот режим можно использовать во многих ситуациях, например для просмотра уровня постоянного напряжения на выходе источника питания.

Режим Auto (Авто) используется для свободной регистрации данных в отсутствие фактической синхронизации. В этом режиме можно просматривать несинхронизированный сигнал при настройке масштаба времени 100 мс/дел или более.

В режиме Normal (Обычный) обновление осциллограммы осуществляется только при обнаружении фактического события

синхронизации. Предыдущий сигнал отображается на экране до тех пор, пока он не будет заменен новым сигналом.

Режим Normal (Обычный) используется для синхронизации только по определенным событиям. В этом режиме сигнал на экране осциллографа не отображается до первого события запуска.

Для одиночного запуска сбора данных следует нажать кнопку **ОДИНОЧН ЗАПУСК**.

#### Источники.

Источник	Дополнительные сведения
CH1 (К 1), CH2 (К 2), CH3 (К 3) <sup>1</sup> , CH4 (К 4) <sup>1</sup>	Синхронизация по каналу независимо от отображения его сигнала на экране
Ext (Внешний)	Сигнал синхронизации не отображается. Для параметра Ext (Внешний) используется сигнал, полученный с разъема EXT TRIG (внешняя синхронизация) на передней панели. Допустимый диапазон уровня синхронизации: от -4 до +4 В
Ext/5 (Внешний/5)	Такой же, как режим Ext (Внешний), но сигнал ослабляется в пять раз, а диапазон уровней синхронизации расширяется от +20 до -20 В
Ext/10 (Внешний/5)	Такой же, как режим Ext (Внешний), но сигнал ослабляется в десять раз, а диапазон уровней синхронизации расширяется от +40 до -40 В

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы просмотреть сигнал синхронизации режимов Ext (Внешний), Ext (Внешний/5) или Ext/10 (Внешний/10), нажмите и удерживайте кнопку **ПРОСМ ИМП СИНХ**.

**Coupling (Тип входа).** Различные типы входа позволяют отфильтровать сигнал синхронизации, используемый для регистрации данных.

Параметр	Дополнительные сведения
DC (Постоянный ток)	Передаются все компоненты сигнала

Параметр	Дополнительные сведения
Noise Reject (Подавление шума)	Для уменьшения чувствительности и снижения вероятности ложного запуска от шума в схему синхронизации добавляется гистерезис
HF Reject (подавление ВЧ)	Ослабляются высокочастотные компоненты, частота которых превышает 80 кГц
LF Reject (Подавление НЧ)	Блокируется компонент постоянного тока и ослабляются компоненты с частотой ниже 300 кГц
АС (Переменный ток)	Блокируются компоненты постоянного тока и ослабляются сигналы с частотой ниже 10 Гц

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Тип входа синхронизации влияет только на сигнал, подаваемый на систему синхронизации. Этот параметр не влияет на ширину полосы пропускания и тип входа для сигнала, отображаемого на экране.

**Интервал до запуска.** Положение запуска обычно устанавливается в центре экрана по горизонтали. В этом случае можно просмотреть пять делений данных в интервале до события синхронизации. Регулируя горизонтальное положение изображения, можно просмотреть большее или меньшее количество данных до события синхронизации.

## Синхронизация видеосигналом

Параметры	Настройки	Описание
Video (Видео)		Если выбирается параметр Video (Видео), синхронизация осуществляется видеосигналом стандарта NTSC, PAL или SECAM  Для типа входа синхронизации предварительно установлено значение АС (Переменный ток)

Параметры	Настройки	Описание
Source (источник)	CH1 (K1), CH2 (K2), CH3 (K3) <sup>1</sup> , CH4 (K4) <sup>1</sup> , Ext (Внешний), Ext/5 (Внешний/5), Ext/10 (Внешний/10)	Выбор источника сигнала синхронизации. Для значений Ext (Внешний), Ext/5 (Внешний/5) и Ext/10 (Внешний/10) используется сигнал, полученный с разъема EXT TRIG (внешняя синхронизация)
Polarity (Полярность)	Normal (Обычная), Inverted (Инвертированная)	Для значения Normal (Обычная) запуск осуществляется по отрицательному фронту синхроимпульса, а для значения Inverted (Инвертированная) – по положительному фронту.
Sync (Синхроимпульс)	All Lines (Все строки), Line Number (Номер строки), Odd Field (Нечетное поле), Even Field (Четное поле), All Fields (Все поля)	Выбор нужного способа видеосинхронизации Если для параметра Sync (Синхронизация) задано значение Line Number (Номер строки), номер строки задается с помощью универсальной ручки.
Standard (Стандарт)	NTSC, PAL/SECAM	Выбор видеостандарта для синхронизации и для отсчета номера строки

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

## Основные понятия

**Синхроимпульсы.** При выборе для параметра Polarity (Полярность) значения Normal (Обычная) синхронизация всегда производится по отрицательным синхроимпульсам. Если импульсы видеосигнала положительные, используйте для параметра Polarity (Полярность) значение Inverted (Инвертированная).

## Синхронизация по длительности импульса

Функция Pulse Width (Синхронизация по длительности сигнала) используется для синхронизации по нормальным и аномальным импульсам.

Параметры	Настройки	Описание
Pulse (Импульс)		При выборе параметра Pulse (Импульс) синхронизация выполняется по импульсам, которые соответствуют условиям, заданным параметрами Source (Источник), When (Условие) и Set Pulse Width (Установка длительности импульса).
Source (Источник)	CH1 (K1), CH2 (K2), CH3 (K3) <sup>1</sup> , CH4 (K4) <sup>1</sup> , Ext (Внешний), Ext/5 (Внешний/5), Ext/10 (Внешний/10)	Задается входной источник, используемый в качестве сигнала синхронизации
When (Условие)	=, ≠, <, >	Указывается способ сравнения импульса синхронизации со значением, указанным для параметра Pulse Width (Длительность импульса).
Pulse Width (Длительность импульса)	от 33 нс до 10,0 с	Длительность импульса регулируется универсальной ручкой.
Polarity (Полярность)	Positive (Положительная), Negative (Отрицательная)	Задается синхронизация по положительным или отрицательным импульсам

Параметры	Настройки	Описание
Mode (Режим)	Auto (Авто), Normal (Обычная)	Выбирается тип синхронизации. Для синхронизации по длительности сигнала наиболее подходящим является режим Normal (Обычная)
Coupling (Тип входа)	AC (По переменному току), DC (По постоянному току), Noise Reject (Подавление шума), HF Reject (Подавление ВЧ), LF Reject (Подавление НЧ)	Выбор компонентов сигнала, подаваемых на схему синхронизации; (См. стр. 165, <i>Синхронизация по фронту.</i> )
More (Дополнительно)		Используется для перехода между страницами подменю

<sup>1</sup> Только для четырехканальных осциллографов.

## Поле частоты синхронизации

Осциллограф вычисляет частоту возникновения событий синхронизации, и в правом нижнем углу экрана отображается значение этой частоты.

## Основные понятия

**Условие запуска.** Чтобы осциллограф мог зафиксировать импульс, длительность этого импульса должна быть не менее 5 нс.

**Значения параметра When (Условие)**

Значения параметра When (Условие)	Дополнительные сведения
=	Синхронизация при длительности импульса сигнала, которая равна или не равна конкретному значению с допуском +5 %
≠	

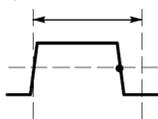
## Значения параметра When

(Условие)

## Дополнительные сведения

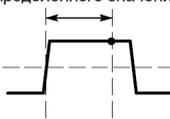
<	Синхронизация при длительности импульса сигнала источника, меньшей или большей конкретного значения
>	

Запуск при длительности импульса меньше определенного значения

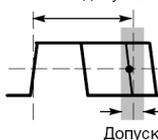


Уровень порога

Запуск при длительности импульса больше определенного значения



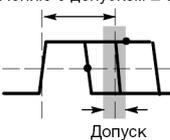
Запуск, когда длительность импульса равна заданному значению с допуском  $\pm 5\%$



Уровень порога

Допуск

Запуск, когда длительность импульса не равна заданному значению с допуском  $\pm 5\%$



Допуск

- = Момент синхронизации

Пример синхронизации по искаженным импульсам приведен в главе *Примеры применения*. (См. стр. 77, *Синхронизация по импульсу определенной длительности*.)

## Ручки и кнопки

**Ручка УРОВЕНЬ.** Предназначена для установки уровня синхронизации.

**Кнопка УСТ 50 %.** Кнопка УСТ 50 % используется для быстрого получения устойчивого изображения. Для параметра Trigger Level (Уровень запуска) устанавливается среднее значение между максимальным и минимальным уровнями напряжения. Эту кнопку полезно использовать, когда сигнал поступает на разъем EXT TRIG (внешняя синхронизация) и установлен источник синхронизации Ext (Внешний), Ext/5 (Внешний/5) или Ext/10 (Внешний/10).

**Кнопка ФОРС ЗАПУСК.** Кнопка ФОРС ЗАПУСК используется для регистрации текущего сигнала независимо от того, обнаружено ли осциллографом событие синхронизации. Эта кнопка полезна для одиночного запуска сбора данных и в режиме синхронизации Normal (Обычная). (В режиме синхронизации Auto (Авто) осциллограф периодически осуществляет принудительную синхронизацию, если сигнал синхронизации не обнаруживается.)

**Кнопка ПРОСМ ИМП СИНХ.** Режим Trigger View (Просмотр сигнала синхронизации) позволяет вывести на экран осциллограмму сигнала синхронизации. Можно также использовать данный режим для просмотра следующих видов данных:

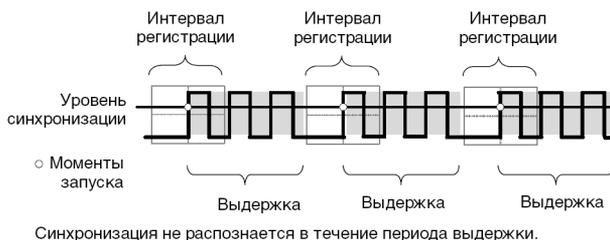
- влияние выбора параметра Trigger Coupling (Тип входа синхронизации);
- сигнал, поступающий на разъем входа ВНЕШ СИНХ.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Это единственная кнопка, которую при использовании следует удерживать. Когда кнопка ПРОСМ ИМП СИНХ нажата, единственная доступная кнопка – кнопка PRINT (печать). Все остальные кнопки на передней панели осциллографа отключаются. Ручки остаются действующими.

---

**Выдержка синхронизации.** Функцию Trigger Holdoff (Выдержка синхронизации) можно использовать для получения устойчивого отображения сложных сигналов, например пакетов импульсов. Выдержка – интервал времени между моментом обнаружения сигнала синхронизации и моментом готовности осциллографа зафиксировать следующий сигнал. В течение этого интервала синхронизация не осуществляется. Для пакета импульсов можно отрегулировать время выдержки таким образом, чтобы синхронизация выполнялась только по первому импульсу пакета.



Чтобы воспользоваться функцией Trigger Holdoff (Выдержка синхронизации), нажмите кнопку **ГОРИЗ МЕНЮ ► Set Trigger Holdoff** (Установка выдержки) и установите нужное значение выдержки с помощью универсальной ручки. Разрешение выдержки синхронизации изменяется в зависимости от настройки по горизонтали СЕК/ДЕЛ.

## Сервис

Чтобы вывести на экран меню Utility Menu (Меню сервиса), нажмите кнопку СЕРВИС.

Параметры	Настройки	Описание
System Status (Состояние системы)		На экране отображаются общие параметры осциллографа

Параметры	Настройки	Описание
Options (Параметры)	Front Panel Backlight (Подсветка передней панели)	Включение подсветки передней панели
	Printer Setup (Настройка принтера)	Отображение параметров настройки принтера (См. стр. 102, <i>Настройка принтера.</i> )
	RS232 Setup (Настройка RS232)	Отображение параметров настройки порта RS-232 (См. стр. 104.)
	Set Date and Time (Установка даты и времени)	Установка даты и времени (См. стр. 177.)
	Error Log (журнал ошибок)	Вывод на экран списка зарегистрированных ошибок и показаний Power Cycle (Счетчик включений)  Этот список полезен при обращении за помощью в центр обслуживания Tektronix
Do Self Cal (Выполнение автокалибровки)	Выполняется автоматическая калибровка	

Параметры	Настройки	Описание
File Utilities (Управление файлами)		Отображение папки, файла и параметров карты памяти CF (См. стр. 178.)
Language (Язык)	English (Английский), French (Французский), German (Немецкий), Italian (Итальянский), Spanish (Испанский), Japanese (Японский), Portuguese (Португальский), Simplified Chinese (Китайский, упрощенное письмо), Traditional Chinese (Китайский, традиционное письмо), Korean (Корейский)	Определяется язык осциллографа

## Основные понятия

**Состояние системы.** Если выбрать в меню Utility Menu (Меню сервиса) параметр System Status (Состояние системы), на экране появятся меню, с помощью которых можно получить список параметров управления для каждой группы элементов управления осциллографа.

Для удаления с экрана сведений о состоянии нажмите любую кнопку на передней панели.

Параметры	Описание
Horizontal (По горизонтали)	Отображается список параметров по горизонтали
Vertical (По вертикали)	Отображается список параметров управления по вертикали для каналов

Параметры	Описание
Trigger (Синхронизация)	Отображается список параметров синхронизации
Misc. (Дополнительные сведения)	На экране появляются сведения о модели осциллографа, номер версии программного обеспечения и серийный номер Вывод сведений о состоянии аккумуляторной батареи Вывод на экран значений коммуникационных параметров

**Установка даты и времени.** Функция Set Date and Time (Установка даты и времени) обеспечивает установку даты и времени на часах. Эти сведения отображаются на экране осциллографа и используются для создания файлов временных меток, записываемых на карту памяти CF. Для обеспечения работы часов в осциллографе имеется встроенная несменная батарея.

Часы не могут автоматически перестраиваться на летнее или зимнее время. Имеется возможность настройки календаря для високосных годов.

Параметры	Описание
↑ ↓	Перемещение подсветки выбора поля вверх и вниз по списку. Для изменения значения в выделенном поле используется универсальная ручка.
Set Date and Time (Установка даты и времени)	Обновление заданных в осциллографе параметров даты и времени.
Cancel (Отмена)	Закрытие меню и возврат к предыдущему меню без сохранения изменений.

**Автокалибровка.** Процедура Do Self Cal (Автокалибровка) позволяет добиться оптимальной точности измерений осциллографа при данной температуре окружающей среды. Если температура окружающей среды изменилась более чем на 5 °C, для обеспечения максимальной точности измерений необходимо

выполнить автокалибровку. Для обеспечения точной калибровки включите питание осциллографа и подождите двадцать минут, чтобы гарантировать его прогрев. Следуйте инструкциям на экране.

Для калибровке в заводских условиях используются внешние источники напряжения и специализированное оборудование. Рекомендуемый интервал калибровки составляет один год. Сведения о проведении компанией Tektronix калибровки осциллографа в заводских условиях см. в разделе *Как связаться с компанией Tektronix* на странице с извещением об авторских правах.

## Управление файлами

Меню File Utilities (Управление файлами) можно использовать для выполнения следующих задач.

- Отображение содержимого текущей папки.
- Выбор файла или папки.
- Перемещение в другие папки.
- Создание, переименование и удаление файлов и папок.
- Форматирование карты памяти CF.

Параметры	Описание
Change Folder (Сменить папку)	Переход в выбранную папку карты памяти CF. С помощью универсальной ручки выберите файл или папку, затем выберите пункт меню Change Folder (Сменить папку) для перехода в выбранную папку.  Для возврата в предыдущую папку выберите пункт UP folder (Папка выше) и выделите пункт меню Change Folder (Сменить папку).
New Folder (Новая папка)	Создание новой папки с именем NEW_FOL на месте текущей папки и вывод на экран меню переименования файла для изменения имени по умолчанию.
Rename (Переименовать) (имя файла или папки)	Отображается описанное далее окно переименования папки или файла.

Параметры	Описание
Delete (Удалить) (имя файла или папки)	Удаление выбранного файла или папки. Удаляемая папка должна быть пустой.
Confirm Delete (Подтверждение удаления)	Отображается после нажатия кнопки Delete (Удалить) для подтверждения удаления. Нажатие любой кнопки или ручки кроме Confirm Delete (Подтверд. удаление) отменяет удаление.
Format (Формат)	Форматирование карты памяти CF. Приводит к удалению с карты памяти CF всех данных.
Update Firmware (Обновление микропрограммного обеспечения)	Следуйте инструкциям на экране и нажмите кнопку Update Firmware (Обновление микропрограммного обеспечения), чтобы начать обновление микропрограммного обеспечения.
Rename (Переименовать файл или папку)	Отображается экран Rename (Переименовать) для изменения имени папки или файла; см. следующий раздел.

**Переименование файла или папки.** Предусмотрена возможность переименования файлов и папок на карте памяти CF.

Параметр	Настройки	Описание
Enter Character (Ввод символа)	A - Z, 0 - 9, _ , .	Ввод выделенных алфавитно-цифровых символов в текущей позиции курсора в поле Name (Имя).
		Для выделения алфавитно-цифрового символа используется универсальная ручка или функции Backspace (Удаление слева), Delete Character (Удаление символа) и Clear Name (Удаление имени).
	Backspace (Удаление слева)	Замена параметра кнопки меню 1 на функцию Backspace (Удаление слева). Удаление символа, расположенного слева от символа, выделенного в поле Name (Имя).
	Delete Character (Удаление символа)	Замена параметра кнопки меню 1 на функцию Delete Character (Удаление символа). Удаление выделенного символа в поле Name (Имя).
	Clear Name (Удаление имени)	Замена функции кнопки 1 на функцию Clear Name (Удаление имени). Удаление всех символов из поля Name (Имя).

## Элементы управления отображением по вертикали

Элементы управления отображением по вертикали можно использовать для выбора и удаления осциллограмм, регулирования масштаба осциллограммы и ее положения по вертикали, для установки параметров входа, а также для математических операций по вертикали. (См. стр. 152, *Math (Математика)*.)

### Меню настройки по вертикали для каналов

Для каждого канала существует отдельное меню настройки масштаба по вертикали. Значение любого параметра устанавливается для каждого канала отдельно.

Параметры	Настройки	Описание
Coupling (Тип входа)	DC (Постоянный ток), AC (Переменный ток) или Ground (Заземление)	При значении DC (Постоянный ток) пропускаются постоянная и переменные компоненты входящего сигнала  Если указано значение AC (Переменный ток), компонента постоянного тока входящего сигнала блокируется и сигналы с частотой меньше 10 Гц ослабляются  При выборе значения Ground (Заземление) входящий сигнал отключается

Параметры	Настройки	Описание
BW Limit (Ограничение полосы пропускания)	20 МГц <sup>1</sup> , Off (Выкл)	Полоса пропускания ограничивается для снижения уровня шумов при отображении. Сигнал фильтруется для уменьшения шумов и других нежелательных высокочастотных гармоник
Volts/Div (Вольт/деление)	Coarse (Грубо), Fine (Точно)	Разрешение для ручки Volts/Div (Вольт/дел)  Если указано значение Coarse (Грубо), разрешение для ручки задается в последовательности 1–2–5. При значении Fine (Точно) разрешение можно плавно изменять в диапазоне, определяемом грубой настройкой
Probe (Пробник)	См. следующую таблицу	Нажать для настройки параметров пробника
Invert (Инверсия)	On, Off (Вкл, Выкл)	Инверсия (перевертывание) осциллограммы относительно опорного уровня

<sup>1</sup> С пробником P2220 при настройке 1X полоса пропускания ограничена частотой 6 МГц.

Пробники, регистрирующие напряжение и ток, характеризуются разными параметрами: ослаблением и масштабом.

Параметры пробника	Настройки	Описание
Voltage (Напряжение) ► Attenuation (Ослабление)	1X, 10X, 20X, 50X, 100X, 500X, 1000X	Устанавливается соответствие между коэффициентом ослабления используемого пробника напряжения и правильными значениями отсчетов по вертикали
Current (Ток) ► Scale (Масштаб)	5 В/А, 1 В/А, 200 мВ/А, 100 мВ/А, 50 мВ/А, 20 мВ/А, 10 мВ/А, 1 мВ/А	Устанавливается соответствие между масштабом используемого пробника тока и правильными значениями отсчетов по вертикали
Back (Назад)		Возврат в предыдущее меню

## Ручки

**Ручки ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ.** Ручки ВЕРТИК. ПОЛОЖЕНИЕ используются для перемещения осциллограммы вверх и вниз по экрану.

**Ручки ВОЛЬТ/ДЕЛ.** Ручки ВОЛЬТ/ДЕЛ используются для управления усилением или ослаблением входного сигнала в канале. При вращении ручки ВОЛЬТ/ДЕЛ амплитуда сигнала на экране увеличивается или уменьшается.

**Выход за пределы измерения по вертикали (ограничение).** Выход осциллограммы за пределы экрана и значок ? в поле измерения указывают на недостоверное значение. Настройте вертикальный масштаб так, чтобы получить достоверное измерение.

## Основные понятия

**Заземленный вход.** Заземленный вход используется для получения осциллограммы нулевого напряжения. Вход канала подключен к уровню опорного нулевого напряжения.

**Разрешение «Точно».** Для разрешения «Точно» в поле масштабирования по вертикали отображается фактическое значение параметра Volts/Div (Вольт/дел). При изменении разрешения на значение «Грубо» масштаб по вертикали остается неизменным, пока не будет изменено значение ВОЛЬТ/ДЕЛ

**Удаление осциллограммы.** Чтобы удалить с экрана осциллограмму, нажмите на передней панели кнопку меню канала. Например, чтобы вывести на экран или удалить осциллограмму в 1 канале, нажмите кнопку МЕНЮ К 1.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При использовании какого-либо сигнала канала в качестве источника синхронизации или для выполнения математических операций отображать на экране данный сигнал необязательно.

---

---

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Отображение осциллограммы на экране необходимо для проведения на ней измерений, использования курсоров или сохранения ее в файле в виде опорной осциллограммы.

---



# Приложение А: Технические характеристики

Все характеристики относятся к осциллографам серии TPS2000. Спецификации пробника P2200 приводятся в конце данной главы. Чтобы обеспечить соответствие осциллографа спецификациям, необходимо выполнение следующих условий.

- Осциллограф должен проработать непрерывно в течение двадцати минут в указанном диапазоне температур.
- При изменении окружающей рабочей температуры более чем на 5 °С необходимо выполнить операцию самокалибровки с помощью сервисного меню.
- Параметры осциллографа должны находиться в заводском интервале калибровки.

Все характеристики гарантируются, если они не помечены как «типичные».

## Технические характеристики осциллографа

Таблица 1: Характеристики сбора данных

Характеристики	Описание
Режимы сбора данных	Выборка, пиковое детектирование и усреднение
Скорость сбора данных, типичное значение	До 180 осциллограмм в секунду на канал (сбор данных в режиме выборки, без измерений)

**Таблица 1: Характеристики сбора данных (прод.)**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>	
Одиночный сигнал	<i>Режим сбора осциллограмм</i>	<i>Условие прекращения сбора данных</i>
	Sample (Выборка), Peak Detect (Пиковая детекция)	Однократная регистрация, все каналы одновременно
	Average (Усреднение)	N циклов сбора данных, все каналы одновременно. Возможные значения N: 4, 16, 64 или 128

**Таблица 2: Технические характеристики входного сигнала**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>	
Тип входа	DC (Постоянный ток), AC (Переменный ток) или Ground (Заземление)	
Входной импеданс, связь по постоянному току	1 Мом $\pm 2$ % параллельно с 20 пФ $\pm 3$ пФ	
Максимальное напряжение между сигнальным и опорным контактами входного разъема <sup>1</sup>	<i>Категория перенапряжения</i>	<i>Максимальное напряжение</i>
	Категория II	300 В <sub>эфф</sub>
	Категория III	150 В <sub>эфф</sub>
	Снижение на 20 дБ/декада при частотах выше 100 кГц до пикового значения напряжения переменного тока 13 В на частоте 3 МГц и выше. Для несинусоидальных сигналов пиковое значение не должно превышать 450 В. Длительность выбросов выше уровня 300 В не должна превышать 100 мс. Среднеквадратичное (эффективное) значение уровня сигнала, включая любую постоянную составляющую, устраняемую за счет связи по переменному току, должно быть ограничено величиной 300 В. При превышении этих значений возможно повреждение прибора. См. описание категории перенапряжения.	

**Таблица 2: Технические характеристики входного сигнала (прод.)**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>				
Максимальное напряжение между опорным контактом высокочастотного разъема и контуром заземления <sup>1</sup>	600 В <sub>эфф</sub> категория II или 300 В <sub>эфф</sub> категория III при использовании сертифицированных разъемов и приспособлений				
Ослабление синфазного сигнала в канале, типичное значение	<p>Больше чем 1000:1 до 50 МГц, уменьшение до 400:1 при 200 МГц, синусоидальный сигнал, с параметром В/дел, равным 5 мВ</p> <p>При подаче сигнала между каналом (сигнальный и опорный выводы) и корпусом – отношение амплитуды записанного сигнала к амплитуде входного сигнала.</p>				
Перекрестные помехи между каналами	<table border="1"> <tr> <td><i>TPS2012 и TPS2014</i></td> <td><i>TPS2024</i></td> </tr> <tr> <td>≥ 100:1 при 50 МГц</td> <td>≥ 100:1 при 100 МГц</td> </tr> </table> <p>Измеряется в одном канале, при подаче тестового сигнала на сигнальный и опорный выводы другого канала, при одинаковых значениях чувствительности и типе входа в каждом канале.</p>	<i>TPS2012 и TPS2014</i>	<i>TPS2024</i>	≥ 100:1 при 50 МГц	≥ 100:1 при 100 МГц
<i>TPS2012 и TPS2014</i>	<i>TPS2024</i>				
≥ 100:1 при 50 МГц	≥ 100:1 при 100 МГц				

<sup>1</sup> Максимальный размах напряжения, который может быть отображен, составляет 40 В<sub>размах</sub> с уровнем ослабления 1X. Технические характеристики для отклонения по вертикали включают доступные значения настройки ВОЛЬТ/ДЕЛ и ослабления пробника. (См. таблицу 3.)

**Таблица 3: Технические характеристики для отклонения по вертикали**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>
Аналого-цифровые преобразователи	8-разрядное разрешение (за исключением установки чувствительности 2 мВ/дел), выборка одновременно на всех каналах
Диапазон ВОЛЬТ/ДЕЛ	От 2 мВ/дел до 5 В/дел на входном разъеме
Диапазон положений	От 2 до 200 мВ/дел, ±1,8 В От > 200 мВ/дел до 5 В/дел, ±45 В
Ослабление пробника P2220	1X, 10X

**Таблица 3: Технические характеристики для отклонения по вертикали (прод.)**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>	
Поддерживаемые коэффициенты ослабления пробников напряжения	1X, 10X, 20X, 50X, 100X, 500X, 1000X	
Поддерживаемые коэффициенты преобразования пробников тока	5 В/А, 1 В/А, 200 мВ/А, 100 мВ/А, 50 мВ/А, 20 мВ/А, 10 мВ/А, 1 мВ/А	
Полоса пропускания аналогового канала в режимах Sample (Выборка) и Average (Усреднение) на разъеме или с пробником P2220, установленным на ослабление 10X при связи по постоянному току	<i>TPS2012 и TPS2014</i>	<i>TPS2012 и TPS2014</i>
	100 МГц <sup>1</sup>	200 МГц <sup>1</sup> от 0 до +40 °C
		180 МГц от +40 до +50 °C
		20 МГц (при установленном масштабе по вертикали < 5 мВ)
Полоса пропускания аналогового сигнала в режиме пиковой детекции (от 50 с/дел до 5 мс/дел <sup>2</sup> ), типичное значение	75 МГц <sup>1</sup> 20 МГц (при установленном масштабе по вертикали < 5 мВ)	

Таблица 3: Технические характеристики для отклонения по вертикали (прод.)

Характеристики	Описание	
Выбираемое ограничение аналоговой полосы пропускания, типичное значение	20 МГц	
Нижний предел частоты, связь по переменному току	$\leq 10$ Гц на входе $\leq 1$ Гц при использовании пассивного пробника с ослаблением 10X	
Время нарастания на входном разъеме, типичное значение	<i>TPS2012 и TPS2014</i>	<i>TPS2024</i>
	< 3,5 нс	< 2,1 нс
Характеристика в режиме Peak Detect (Пиковая детекция) <sup>2</sup>	В типичном случае регистрируется не менее 50 % амплитуды импульсов длительностью $\geq 12$ нс (от 50 с/дел до 5 мкс/дел) в центральной области экрана шириной 8 вертикальных делений	
Точность усиления по постоянному току	$\pm 3$ % для режима Sample (Выборка) или Average (Усреднение), от 5 В/дел до 10 мВ/дел	
	$\pm 4$ % для Sample (Выборка) или Average (Усреднение), 5 мВ/дел и 2 мВ/дел	

**Таблица 3: Технические характеристики для отклонения по вертикали (прод.)**

Характеристики	Описание	
Погрешность измерения по постоянному току, режим сбора данных с усреднением	<i>Тип измерения</i>	<i>Погрешность</i>
	Усреднение по $\geq 16$ осциллограммам, установленным в положение 0 по вертикали	$\pm(3 \% \times \text{показание} + 0,1 \text{ дел} + 1 \text{ мВ})$ при выбранном масштабе 10 мВ/дел и больше
Воспроизводимость измерения напряжения, режим сбора данных с усреднением	Усреднение по $\geq 16$ осциллограммам, <u>не</u> установленным в положение 0 по вертикали	$+ [3 \% \times (\text{показание} + \text{положение по вертикали}) + 1 \% \text{ положения по вертикали} + 0,2 \text{ деления}]$ Добавляется 2 мВ при масштабе от 2 до 200 мВ/дел Добавляется 50 мВ при масштабе от $>200$ мВ/дел до 5 В/дел
	Измерение разности напряжений между любыми двумя усредненными значениями из $\geq 16$ осциллограмм, записанных при одинаковых настройках и условиях окружающей среды	$\pm(3 \% \times \text{показание} + 0,05 \text{ дел})$

- 1 Когда для вертикальной шкалы установлено значение  $> 5$  мВ/дел. Когда для вертикальной шкалы установлено значение 5 мВ/дел, технические характеристики полосы пропускания являются типичными.
- 2 Осциллограф возвращается в режим Sample (Выборка) при задании скорости развертки СЕК/ДЕЛ (по горизонтали) от 2,5 мкс/дел до 5 нс/дел в моделях с полосой пропускания 100 МГц или от 2,5 мкс/дел до 2,5 нс/дел в модели TPS2024. В режиме выборки возможна регистрация выбросов длительностью 12 нс.

**Таблица 4: Технические характеристики для горизонтальной развертки**

Характеристики	Описание	
Диапазон частот выборки	<i>TPS2012 и TPS2014</i>	<i>TPS2024</i>
	От 5 выб/с до 1 Гвыб/с	От 5 выб/с до 2 Гвыб/с

Таблица 4: Технические характеристики для горизонтальной развертки (прод.)

Характеристики	Описание	
Интерполяция сигналов	$(\sin x)/x$	
Длина записи	2500 выборок на каждый канал	
Диапазон СЕК/ДЕЛ	<i>TPS2012 и TPS2014</i>	<i>TPS2024</i>
	От 5 нс/дел до 50 с/дел в последовательности 1; 2,5; 5	От 2,5 нс/дел до 50 с/дел в последовательности 1; 2,5; 5
Погрешность скорости выборки и времени задержки	$\pm 50$ имп/мин на любой временной интервал $\geq 1$ мс.	
Погрешность измерения времени задержки (при полной полосе пропускания)	<i>Условия</i>	<i>Погрешность</i>
	Запись одиночного сигнала, режим выборки	$\pm(1$ интервал дискретизации + 100 имп/мин $\times$ показание +0,6 нс)
	> 16 усреднений	$\pm(1$ интервал дискретизации + 100 имп/мин $\times$ показание +0,4 нс)
	Интервал дискретизации от с/дел до 250	
Диапазон положений	От 2,5 до 10 нс/дел	От (-4 деления $\times$ с/дел) до 20 мс
	От 25 нс/дел до 100 мкс/дел	От (-4 деления $\times$ с/дел) до 50 мс
	От 250 мкс/дел до 10 с/дел	От (-4 деления $\times$ с/дел) до 50 с
	От 25 до 50 с/дел	От (-4 деления $\times$ с/дел) до 250 с

Таблица 5: Технические характеристики синхронизации

Характеристики	Описание	
Чувствительность синхронизации по фронту	<i>Тип входа</i>	<i>Чувствительность</i>
	DC (По постоянному току)	СН1 (К1), СН2 (К2), СН3 (К3) <sup>1</sup> , СН4 (К4) <sup>1</sup>
		1 деление, от 0 до 10 МГц
		1,5 деления от 10 до 100 МГц
		2 деления, от 100 до 200 МГц <sup>2</sup>
	EXT	1 $V_{\text{размах}}$ , от 50 Гц до 100 МГц
		2 $V_{\text{размах}}$ , от 100 до 200 МГц <sup>2</sup>
	EXT/5	5X значения EXT
	EXT/10	10X значения EXT
Чувствительность синхронизации по фронту, типичное значение	<i>Тип входа</i>	<i>Чувствительность</i>
	AC (По переменному току)	Такая же как и при связи по постоянному току на частоте 50 Гц и выше
	NOISE REJ (Подавление шума)	Чувствительность при связи по постоянному току уменьшается в 2 раза для диапазона от > 10 мВ/дел до 5 В/дел
	HF REJ (Подавление ВЧ)	Такая же как и при связи по постоянному току в диапазоне от 0 до 7 кГц, ослабление сигналов с частотой выше 80 кГц
	LF REJ (Подавление НЧ)	Такая же как и при связи по постоянному току для частот выше 300 кГц, ослабление сигналов с частотой ниже 300 кГц

Таблица 5: Технические характеристики синхронизации (прод.)

Характеристики	Описание	
Диапазон уровней синхронизации	<i>Источник</i>	<i>Диапазон</i>
	CH1 (K1), CH2 (K2), CH3 (K3) <sup>1</sup> , CH4 (K4) <sup>1</sup>	±8 делений от центра экрана
	EXT	±4 В
	EXT/5	±20 В
	EXT/10	±35 В
Погрешность уровня запуска, типичное значение	Погрешность для сигналов с длительностью переднего и заднего фронтов ≥ 20 нс	
	<i>Источник</i>	<i>Погрешность</i>
	Внутренняя	±(0,2 дел + 5 мВ) в пределах ±4 делений от центра экрана
	EXT	+(6 % от установленного значения +250 мВ) для сигналов < ±2 В
	EXT/5	+(6 % от установленного значения +500 мВ) для сигналов < ±10 В
	EXT/10	+(6 % от установленного значения +1В) для сигналов < ±20 В
УСТАНОВКА УРОВНЯ НА 50 %, типичные параметры	Поддерживается для сигналов с частотой ≥ 50 Гц	
Настройка по умолчанию, синхронизация видеосигналом	Связь по переменному току и автоматический режим, за исключением сбора данных в режиме одиночного запуска	
Чувствительность, синхронизация видеосигналом, типичное значение	Композитный видеосигнал	
	<i>Источник</i>	<i>Диапазон</i>
	Внутренняя	Размах 2 деления
	EXT	±1 В
	EXT/5	±5 В
	EXT/10	±10 В

**Таблица 5: Технические характеристики синхронизации (прод.)**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>
Форматы сигналов и частоты полей, синхронизация видеосигналом	Поддерживаются системы вещания NTSC, PAL и SECAM для любых полей и строк
Диапазон задержки запуска	От 500 нс до 10 с

1 Только для четырехканальных осциллографов.

2 Только для TPS2024.

**Таблица 6: Технические характеристики синхронизации по длительности импульса**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>
Режимы синхронизации по длительности импульса	Синхронизация по условиям < (меньше), > (больше), = (равно) или $\neq$ (не равно); положительные или отрицательные импульсы
Точка синхронизации по длительности импульса	<p>Равно: осциллограф синхронизируется, когда задний фронт импульса пересекает уровень синхронизации.</p> <p>Не равно: если длительность импульса меньше указанной величины, точкой синхронизации является задний фронт. В противном случае осциллограф синхронизируется, когда фактическая длительность импульса превышает указанное значение.</p> <p>Меньше: точкой синхронизации является задний фронт.</p> <p>Больше (также называется синхронизацией по тайм-ауту): осциллограф синхронизируется, когда фактическая длительность импульса превышает указанное значение.</p>
Диапазон длительностей импульса	Выбирается в диапазоне 33 нс до 10 с
Разрешение по длительности импульса	16,5 нс или 1/1000, большее из двух значений

**Таблица 6: Технические характеристики синхронизации по длительности импульса (прод.)**

Характеристики	Описание
Зона запрета при равенстве	$t > 330$ нс: $\pm 5\% \leq$ зона запрета $< \pm(5,1\% + 16,5$ нс) $t \leq 330$ нс: зона запрета $= \pm 16,5$ нс
Зона запрета при неравенстве	$t > 330$ нс: $\pm 5\% \leq$ зона запрета $< \pm(5,1\% + 16,5$ нс) $165$ нс $< t \leq 330$ нс: зона запрета от $-16,5$ нс до $+33$ нс $t \leq 165$ нс: зона запрета $= \pm 16,5$ нс

**Таблица 7: Технические характеристики счетчика частоты синхронизации**

Характеристики	Описание
Разрешение показаний	6 разрядов
Погрешность (типичное значение)	$\pm(51 / 1\ 000\ 000)$ , включая все ошибки опорной частоты и $\pm 1$ ошибочный отсчет
Диапазон частот	Связь по переменному току, от минимум 10 Гц до номинальной полосы пропускания
Источник сигналов	Режимы синхронизации по длительности импульса или по фронту: все доступные источники синхронизации. Счетчик частоты постоянно регистрирует сигнал от источника синхронизации, в том числе при остановленном сборе отсчетов, при изменении режима работы или при завершении регистрации одиночного сигнала. Режим синхронизации по длительности сигнала. Осциллограф подсчитывает в течение интервала измерений длительностью 250 мс импульсы соответствующей величины, которые удовлетворяют условию событий синхронизации, например узкие импульсы в последовательности импульсов ШИМ, если установлен режим $<$ и задано относительно небольшое значение длительности импульса. Режим синхронизации по фронту. Осциллограф подсчитывает все фронты соответствующей величины и полярности. Режим синхронизации видеосигналом. Счетчик частоты отключен.

**Таблица 8: Технические характеристики при измерении**

<b>Характеристики</b>	<b>Описание</b>
Курсоры	Разность амплитуд, соответствующих положению курсоров ( $\Delta V$ , $\Delta A$ или $\Delta VA$ ) Разность значений времени, соответствующих положению двух курсоров ( $\Delta t$ ) Обратное значение $\Delta t$ в герцах ( $1/\Delta t$ )
Автоматические измерения	Частота, период, среднее, размах, среднеквадратическое значение за цикл, мин., макс., время нарастания, время спада, длительность положительного участка импульса, длительность отрицательного участка импульса

**Таблица 9: Общие характеристики осциллографа**

<b>Характеристика</b>	<b>Описание</b>
<b>Экран</b>	
Тип экрана	Жидкокристаллический дисплей с диагональю 145 мм (5,7 дюймов)
Разрешение экрана	320 пикселей по горизонтали на 240 по вертикали
Контраст экрана	Настраиваемый, с температурной компенсацией
Яркость подсветки, типичное значение <sup>1</sup>	От 60 до 100 кд/м <sup>2</sup>
<b>Выход компенсатора пробника</b>	
Выходное напряжение, типичное значение	5 В на нагрузке $\geq 1$ МОм
Частота, типичное значение	1 кГц

Таблица 9: Общие характеристики осциллографа (прод.)

Характеристика	Описание	
<b>Источник питания</b>		
Входное напряжение сетевого адаптера осциллографа	От 90 до 264 В <sub>эфф</sub> , переменный ток от 45 до 66 Гц	
Потребляемая мощность	Менее 30 Вт	
<b>Требования к окружающей среде</b>		
Класс корпуса	IP 30 <sup>2</sup> , за исключением случая установки карты памяти CompactFlash и дополнительного ключа приложения, когда классом является IP 40 <sup>2</sup> .	
Температура <sup>3</sup>	Рабочая	От 0 до +50 °C
	Хранение	От -40 до +71 °C
Способ охлаждения	Принудительное охлаждение с управлением по температуре	
Влажность <sup>3</sup>	При эксплуатации	Верхнее значение: +50 °C, 60 % отн. влажность Нижнее значение: +30 °C, 90 % отн. влажность
	При хранении	Верхнее значение: от +55 до +71 °C, 60 % отн. влажность Нижнее значение: от 0 до +30 °C, ≤90 % отн. влажность
Высота над уровнем моря	3 000 м	

**Таблица 9: Общие характеристики осциллографа (прод.)**

<b>Характеристика</b>	<b>Описание</b>	
Случайная вибрация с одной аккумуляторной батареей	Рабочая	0,31 г <sub>ср. кв.</sub> от 5 до 500 Гц, в течение 10 минут по каждой оси
	Хранение	2,46 г <sub>ср. кв.</sub> от 5 до 500 Гц, в течение 10 минут по каждой оси
Механический удар, с одной аккумуляторной батареей	Рабочая	50 г, 11 мс, полупериод синусоиды
<b>Механические параметры</b>		
Размеры, без передней защитной крышки	Высота	160,0 мм
	Ширина	336,3 мм
	Толщина	129,5 мм
Вес (приблизительно)	Только осциллограф	2,7 кг
	С 1 аккумуляторной батареей	3,2 кг
	С 2 аккумуляторными батареями	2,7 кг

**Интервал периодической регулировки (заводская калибровка)**

Рекомендуемый интервал калибровки составляет один год

- 1 Регулируется в меню Display (Экран).
- 2 В соответствии со стандартом IEC 60529: 2001.
- 3 Когда аккумуляторная батарея установлена, см. раздел *Работа с аккумуляторными батареями TPSCBAT* для получения информации о зарядке, разрядке и температурах хранения, а также о влажности. (См. стр. 119.)

## Технические характеристики пробника P2200

Таблица 10: Электрические характеристики пробника P2200

Характеристики	Описание	
	<i>Положение 10X</i>	<i>Положение 1X</i>
Полоса пропускания	0 – 200 МГц	От 0 до 6 МГц
Коэффициент ослабления	10:1 ± 2 %	1:1 ± 2 %
Диапазон компенсации	15 – 25 пФ	Компенсация фиксированная, настроена для всех осциллографов с импедансом входа 1 МОм
Сопrotивление на входе	10 МОм ± 3 % для постоянного тока	1 МОм ± 3 % (по постоянному току)
Входная емкость	13,0 – 17,0 пФ	От 80 до 110 пФ
Время нарастания, типичное значение	< 2,2 нс	< 50,0 нс

Таблица 10: Электрические характеристики пробника P2220 (прод.)

Характеристики	Описание	
Максимальное входное напряжение <sup>1</sup> между кончиком (сигнальный провод) и опорным выводом	<i>Положение 10X</i>	<i>Положение 1X</i>
	300 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 300 В, постоянный ток, категория II	150 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 150 В, постоянный ток, категория II
	150 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 150 В, постоянный ток, категория III	100 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 100 В, постоянный ток, категория III
	420 В пиковое значение, скважность < 50 %, длительность импульса < 1 с	210 В пиковое значение, скважность < 50 %, длительность импульса < 1 с
	670 В пиковое значение, скважность < 20 %, длительность импульса < 1 с	330 В пиковое значение, скважность < 20 %, длительность импульса < 1 с
300 В <sub>эфф.</sub> Снижение на 20 дБ/декада после 900 кГц до пикового значения переменного напряжения 13 В на частоте 3 МГц и выше. Для несинусоидальных сигналов пиковое значение не должно превышать 450 В. Длительность выбросов выше уровня 300 В не должна превышать 100 мс. Среднеквадратичное значение уровня, включая любую постоянную составляющую, устраняемую за счет связи по переменному току, должно быть ограничено величиной 300 В. При превышении этих значений возможно повреждение устройства. См. ниже в таблице описание <i>категории перенапряжения</i> .		

Таблица 10: Электрические характеристики пробника P2220 (прод.)

Характеристики	Описание	
	<i>Положение 10X</i>	<i>Положение 1X</i>
Максимальное входное напряжение <sup>1</sup> между наконечником (сигнальный провод) и контуром заземления	300 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 300 В постоянного напряжения, категория II  150 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 150 В постоянного напряжения, категория II  420 В пиковое значение, скважность < 50 %, длительность импульса < 1 с  670 В пиковое значение, скважность < 20 %, длительность импульса < 1 с	150 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 150 В постоянного напряжения, категория II  100 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 100 В постоянного напряжения, категория III  210 В пиковое значение, скважность < 50 %, длительность импульса < 1 с  330 В пиковое значение, скважность < 20 %, длительность импульса < 1 с
Максимальное напряжение между опорным выводом и контуром заземления	30 В <sub>эфф.</sub> <sup>2</sup>	

<sup>1</sup> В соответствии со стандартом IEC61010-1: 2001.

<sup>2</sup> Плавающий потенциал вычитается из напряжения между наконечником пробника и контуром заземления. Например, если плавающий потенциал на опорном выводе равен 30 В<sub>эфф.</sub>, напряжение между наконечником пробника и опорным выводом ограничено величиной 270 В<sub>эфф.</sub>.

### Сертификация и соответствие стандартам пробника P2220

Соответствие стандартам по электромагнитной совместимости для Евросоюза

Проверено на соответствие перечисленным ниже спецификациям (как указано в Official Journal of the European Communities):

Директива 2006/95/ЕС по низковольтному оборудованию:

EN 61010-1 2001	Требования по безопасности электрооборудования для измерений, контроля и использования в лабораториях
EN 61010-2-031 2003	Частные требования к ручным пробникам для измерительного и проверочного электрического оборудования

Категория перенапряжения	Категория	Примеры продуктов, относящихся к категории.
	Категория III	Линии электропередач, фиксированная установка
	Категория II	Линии питания в помещениях, бытовые электроприборы, портативное оборудование
	Категория I	Сигналы в специальном оборудовании или компонентах, телекоммуникационное оборудование, электроника

Уровень загрязнения 2

Не пользуйтесь прибором в средах с возможным наличием проводящих загрязнений.

Безопасность

UL61010B-1, 2003 и UL61010B-2-031, 2003  
 CSA C22.2 No. 1010.1-92 и CAN/CSA C22.2 No. 1010.2.031-94  
 IEC61010-031: 2001  
 EN61010-031: 2001

### Условия эксплуатации

Уровень загрязнения

Уровень защиты от загрязнения 2<sup>1</sup>. Не пользуйтесь прибором в средах с возможным наличием проводящих загрязнений.

Температура <sup>2</sup>	Рабочая	От 0 до +50 °С
	Хранение	От -40 до +71 °С
Способ охлаждения	Конвекция	
Влажность <sup>2</sup>	+40 °С и ниже	Относительная влажность ≤ 90 %
	От +41 до +50 °С	Относительная влажность ≤ 60 %
Высота над уровнем моря	Рабочая	3 000 м
	Хранение	15 000 м

<sup>1</sup> В соответствии со стандартом IEC 61010-1:2001.

<sup>2</sup> Когда аккумуляторная батарея установлена, см. раздел *Работа с аккумуляторными батареями TPSCAT* для получения информации о зарядке, разрядке и температурах хранения, а также о влажности. (См. стр. 119.)



## Приложение В: Принадлежности

По вопросам приобретения принадлежностей (стандартных и дополнительных) следует обращаться в местное представительство Tektronix.

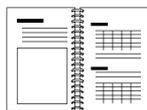
Таблица 11: Стандартные принадлежности



### Пассивные пробники напряжения P2220 1X, 10X.

Пассивные пробники P2220 имеют полосу пропускания 6 МГц при уровне 150 В<sub>эфф</sub> категории II, когда переключатель установлен в положение 1X, и полосу пропускания 200 МГц при уровне 300 В<sub>эфф</sub> категории II, когда переключатель установлен в положение 10X.

В комплект включено руководство по эксплуатации пробника только на английском языке.

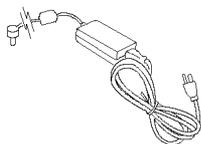


### TPS2000 Series Oscilloscope User Manual (Руководство

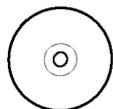
по эксплуатации цифрового осциллографа серии TPS2000). В комплект поставки включено одно руководство по эксплуатации. Полный список доступных руководств на разных языках см. в разделе «Дополнительные принадлежности».



**Аккумуляторная батарея TPSBAT.** Питание от батарей позволяет использовать осциллограф в качестве переносного прибора. Продолжительность работы осциллографа от батарей зависит от его модели. (См. стр. 7, *Аккумуляторные батареи.*)



**Адаптер переменного тока со шнуром.** Перечень шнуров питания, используемых в разных странах, см. в разделе «Дополнительные принадлежности». Адаптеры переменного тока не предназначены для использования при температурах ниже 0 °C и вне помещений. (См. таблицу 12.)



### Компакт диск PC Communications (связь с ПК).

Программное обеспечение PC Communications обеспечивает передачу данных с осциллографа на компьютер.

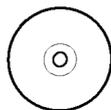
**Таблица 12: Дополнительные принадлежности**

---



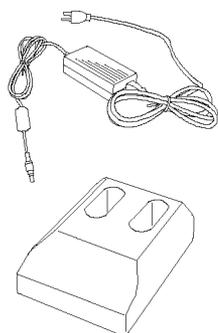
**Приложение TPS2PWR1.** Приложение TPS2PWR1 предоставляет расширенные возможности по измерению параметров систем питания.

---



**Компакт-диск WST-RO.** Программное обеспечение WST-RO WaveStar обеспечивает управление осциллографом с персонального компьютера.

---



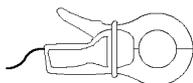
**Зарядное устройство TPSCHG.** Внешнее зарядное устройство TPSCHG позволяет одновременно заряжать две аккумуляторные батареи. Список поставляемых шнуров питания см. в разделе «Шнуры питания, используемые в разных странах». Зарядные устройства не предназначены для использования при температурах ниже 0 °С и вне помещений.

---



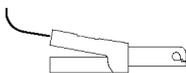
**Пассивный высоковольтный пробник P5120.\***  
Характеристики: 200 МГц, 20X, 1000 В<sub>эфф</sub>; длина кабеля: 3 м.

---



**Токовый пробник A621 (только для переменного тока).\***  
Характеристики: от 5 Гц до 50 кГц при настройках 1/10/100 мВ/А, импульсный ток 2000 А.

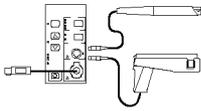
---



**Токовый пробник A622 (для переменного и постоянного тока).\*** Характеристики: от 0 до 100 кГц при настройках 10/100 мВ/А, импульсный ток 100 А.

---

Таблица 12: Дополнительные принадлежности (прод.)



**Токовый пробник TSP303 (для переменного и постоянного тока, необходим усилитель TSPA300).\***

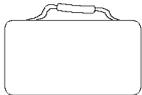
Характеристики: от 0 до 15 МГц при настройках 5/50 мВ/А, 150 А<sub>эфф</sub>, импульсный ток 500 А.

**Токовый пробник TSP305 (для переменного и постоянного тока, необходим усилитель TSPA300).\***

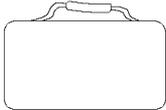
Характеристики: от 0 до 50 МГц при настройках 5/10 мВ/А, постоянный ток 50 А, импульсный ток 500 А.

**Токовый пробник TSP312 (для переменного и постоянного тока, необходим усилитель TSPA300).\***

Характеристики: от 0 до 100 МГц при настройках 1/10 А/В, постоянный ток 30 А, импульсный ток 500 А.



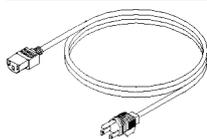
**Мягкий футляр.** Мягкий футляр (AC2100) защищает осциллограф от повреждений и имеет отсек для пробников, батарей, зарядного устройства, шнура питания и документации.



**Транспортный контейнер.** Транспортный контейнер (HSTEK4321) защищает осциллограф от ударов, вибрации, сдавливания и влаги при транспортировке. Обязательно используемый мягкий футляр помещается внутри транспортного контейнера.

\* Другие модели совместимых высоковольтных и токовых пробников представлены на веб-узле [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com).

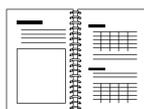
Таблица 13: Дополнительные шнуры питания и документация



**Шнуры питания, используемые в разных странах.**

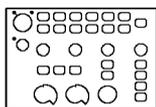
В дополнение к шнуру питания, поставляемому с осциллографом, можно заказать следующие шнуры питания:

- Вариант A0, Северная Америка 120 В, 60 Гц 161-0066-00
- Вариант A1, Европа 230 В, 50 Гц 161-0066-09
- Вариант A2, Великобритания 230 В, 50 Гц, 161-0066-10
- Вариант A3, Австралия 240 В, 50 Гц, 161-0066-11
- Вариант A5, Швейцария 230 В, 50 Гц, 161-0154-00
- Вариант A10, Китай 220 В, 50 Гц, 161-0304-00

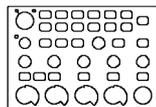


**TPS2000 Series Digital Storage Oscilloscope User Manuals**

(Руководство по эксплуатации цифрового осциллографа серии TPS2000). Это руководство выпускается на следующих языках:



2-channel overlay



4-channel overlay

Английский, 071-1441-XX

Французский, 071-1442-XX

Итальянский 071-1443-XX

Немецкий, 071-1444-XX

Испанский, 071-1445-XX

Японский, 071-1446-XX

Португальский, 071-1447-XX

Китайский, упрощенное письмо, 071-1448-XX

Китайский, традиционное письмо, 071-1449-XX

Корейский, 071-1450-XX

Русский, 071-1451-XX



**P2220 1X, 10X Probe Instructions** (Инструкции для пробников P2220 1X, 10X). Руководство по эксплуатации пробника (071-1464-XX, на английском языке) содержит сведения о самом пробнике и его дополнительных принадлежностях.



**P5120 20X Passive Hi-Voltage Probe Instructions.**

(Инструкции для высоковольтного пассивного пробника P5120 20X). Руководство по эксплуатации пробника (071-1463-XX, на английском языке) содержит сведения о самом пробнике и его дополнительных принадлежностях.

**Таблица 13: Дополнительные шнуры питания и документация (прод.)**



**TPS2PWR1 Power Analysis Application User Manuals**

(Руководства по эксплуатации приложения для анализа питания TPS2PWR1). Эти руководства выпускаются на следующих языках:

Английский, 071-1452-XX

Французский, 071-1453-XX

Итальянский, 071-1454-XX

Немецкий, 071-1455-XX

Испанский, 071-1456-XX

Японский, 071-1457-XX

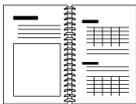
Португальский, 071-1458-XX

Китайский, упрощенное письмо, 071-1459-XX

Китайский, традиционное письмо, 071-1460-XX

Корейский, 071-1461-XX

Русский, 071-1462-XX



**TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B, and TPS2000 Series Digital Oscilloscope Programmer Manual**

(Руководство по программированию цифровых осциллографов серий TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B и TPS2000). Руководство по программированию (071-1075-XX, на английском языке) содержит сведения о командах и синтаксисе.

**TPS2000 Series Digital Storage Oscilloscope Service Manual**

(Руководство по обслуживанию цифровых запоминающих осциллографов серии TPS2000). Руководство по обслуживанию (077-0306-XX, на английском языке) содержит сведения по ремонту на уровне модулей. Его можно загрузить с веб-сайта [www.tektronix.com/manuals](http://www.tektronix.com/manuals).



# Приложение С: Чистка

## Общий уход

Не храните и не оставляйте на длительное время жидкокристаллическую панель осциллографа под прямым воздействием солнечных лучей.



---

**ОСТОРОЖНО.** Чтобы не повредить осциллограф или пробники, не подвергайте их воздействию аэрозолей, жидкостей или растворителей.

---

## Чистка

Периодичность проверки осциллографа и пробников определяется условиями эксплуатации. Чтобы очистить поверхность осциллографа, выполните следующие действия.

1. Удалите пыль с поверхности осциллографа и пробников с помощью ткани без ворса. Будьте осторожны, чтобы не поцарапать прозрачный стеклянный фильтр экрана.
2. Для чистки осциллографа пользуйтесь мягкой влажной тканью. Для более эффективной очистки подходит 75 % водный раствор изопропилового спирта.



---

**ОСТОРОЖНО.** Во избежание повреждения поверхности осциллографа или пробников не следует использовать для очистки абразивные материалы или химические чистящие вещества.

---



## Приложение D: Настройка по умолчанию

В данном приложении описаны параметры, кнопки и элементы управления, настройки которых изменяются при нажатии кнопки НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ. Список параметров, которые остаются неизменными, см. на последней странице этого приложения.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При нажатии кнопки НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ на осциллографе отображается сигнал К 1 и удаляются все другие сигналы.

Меню или система	Параметр, кнопка или ручка	Настройка по умолчанию
СБОР ДАННЫХ	(параметры трех режимов)	Sample (Выборка)
	Averages (Количество усреднений)	16
	ПУСК/СТОП	RUN (Пуск)
АВТОДИАПАЗОН	Autorange (Автоматический диапазон)	Off (Выкл)
	Mode (Режим)	Vertical and Horizontal (По вертикали и горизонтали)
КУРСОР	Type (Тип)	Off (Выкл)
	Source (Источник)	CH1 (К 1)
	Horizontal (По горизонтали, амплитуда)	+/- 3,2 дел
	Vertical (По вертикали, время)	+/- 4 дел
ЭКРАН	Type (Тип)	Vectors (Векторы)
	Persist (Послесвечение)	Off (Выкл)
	Format (Формат)	YТ

Меню или система	Параметр, кнопка или ручка	Настройка по умолчанию
HORIZONTAL (По горизонтали)	Window (Окно)	Main (Основной)
	Ручка синхронизации	уровень
	ПОЛОЖЕНИЕ	0,00 с
	СЕК/ДЕЛ	500 мкс
	Window Zone (Зона окна)	50 мкс
MATH (Математика)	Операция	-
	Sources (Источники)	CH1 - CH2
	Position (Положение)	0 делений
	Vertical Scale (Масштаб по вертикали)	2 В
	Операция FFT (БПФ):	
	Source (Источник)	CH1
	Window (Окно)	Hanning (Хеннинг)
	FFT Zoom (Масштаб БПФ)	X1
ИЗМЕРЕНИЯ (все)	Source (Источник)	CH1
	Type (Тип)	None (Нет)
ЗАПУСК (общий)	Type (Тип)	Edge (По фронту)
	Source (Источник)	CH1
ЗАПУСК (по фронту)	Slope (Наклон)	Rising (Нарастающий)
	Mode (Режим)	Auto (Авто)
	Coupling (Тип входа)	DC (Постоянный ток)
	УРОВЕНЬ	0,00 В

<b>Меню или система</b>	<b>Параметр, кнопка или ручка</b>	<b>Настройка по умолчанию</b>
ЗАПУСК (видеосигналом)	Polarity (Полярность)	Normal (Нормальная)
	Sync (Синхроимпульс)	All Lines (все строки)
	Standard (Стандарт)	NTSC
ЗАПУСК (импульсный)	When (Условие)	=
	Set Pulse Width (Установка длительности импульса)	1,00 мс
	Polarity (Полярность)	Positive (Положительная)
	Mode (Режим)	Auto (Авто)
	Coupling (Тип входа)	DC (Постоянный ток)

Меню или система	Параметр, кнопка или ручка	Настройка по умолчанию
Система отклонения по вертикали, все каналы	Coupling (Тип входа)	DC (Постоянный ток)
	BW Limit (Ограничение полосы пропускания)	Off (Выкл)
	Volts/Div (Вольт/деление)	Coarse (грубо)
	Probe (Пробник)	Voltage (Напряжение)
	Voltage Probe Attenuation (Ослабление пробника напряжения)	10X
	Current Probe Scale (Масштаб пробника тока)	10 A/V
	Invert (Инверсия)	Off (Выкл)
	ПОЛОЖЕНИЕ	0,00 дел. (0,00 В)
	ВОЛЬТ/ДЕЛ	1,00 В

Кнопка НАСТРОЙКА ПО УМОЛЧАНИЮ не влияет на следующие настройки:

- Выбор языка
- Сохраненные настройки
- Сохраненные файлы опорных сигналов
- Подсветка передней панели
- Контрастность и яркость экрана
- Данные калибровки
- Настройка принтера
- Настройка RS-232
- Дата и время
- Текущая папка на карте памяти CompactFlash



## Приложение Е: Лицензии на использование шрифтов

Следующие лицензионные соглашения относятся к использованию шрифтов азиатских языков в осциллографах серии TPS2000.

© The Institute of Software, Academia Sinica, 1988.

Адрес: P.O.Box 8718, Beijing, China 100080.

Настоящим предоставляется разрешение бесплатно использовать, копировать, изменять и распространять данное программное обеспечение и документацию к нему для любых целей при условии, что во всех экземплярах будет содержаться приведенное выше сообщение об авторских правах, а в сопроводительной документации будет приведено настоящее разрешение, и что без отдельного предварительного разрешения в письменной форме название «The Institute of Software, Academia Sinica» не будет использовано в целях рекламы в отношении распространения данного программного обеспечения. The Institute of Software, Academia Sinica не делает каких-либо заявлений о пригодности данного программного обеспечения для какой-либо цели. Программное обеспечение предоставляется «как есть», без явных или подразумеваемых гарантий.

THE INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, ОТКАЗЫВАЕТСЯ ОТ ЛЮБЫХ ГАРАНТИЙ В ОТНОШЕНИИ ДАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ВКЛЮЧАЯ ЛЮБЫЕ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ. THE INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КАКОЙ-ЛИБО КОСВЕННЫЙ, СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИЛИ ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ ИЛИ ЗА КАКИЕ-ЛИБО УБЫТКИ, ВЫЗВАННЫЕ УТРАТОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, РАЗРУШЕНИЕМ ДАННЫХ ИЛИ ПОТЕРЕЙ ПРИБЫЛИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА, ПО НЕБРЕЖНОСТИ ИЛИ ИЗ-ЗА ДРУГИХ ПРОТИВОПРАВНЫХ ДЕЙСТВИЙ, ВЫТЕКАЮЩИЕ ИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЛИ СВЯЗАННЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛИБО С ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.

© Hwan Design Inc., 1986-2000

Настоящим вам дается разрешение, в соответствии со всеми правами собственности Hwan Design, использовать, копировать, изменять, сублицензировать, продавать и распространять шрифты «4 Baekmuk truetype» для любых целей без ограничений при условии, что во все копии шрифтов будет включено данное заявление без изменений, и что на всех экземплярах шрифтов «4 Baekmuk truetype» будет указан товарный знак Hwan Design Int., как показано ниже.

БАЕКМУК БАТАНГ является зарегистрированным товарным знаком Hwan Design Inc. БАЕКМУК ГУЛИМ является зарегистрированным товарным знаком Hwan Design Inc. БАЕКМУК ДОТУМ является зарегистрированным товарным знаком Hwan Design Inc. БАЕКМУК ХЕДЛАЙН является зарегистрированным товарным знаком Hwan Design Inc.

© The Electronic Font Open Laboratory /efont/, 2000-2001. Все права защищены.

Распространение и использование в виде исходного текста и в двоичном виде, с изменениями и без изменений, разрешается при выполнении следующих условий.

- При распространении в виде исходного кода сохранять указанное выше заявление об авторских правах, данный список условий и приведенный ниже отказ от гарантий.
- При распространении в двоичной форме воспроизводить указанное выше заявление об авторских правах, данный список условий и приведенный ниже отказ от гарантий в документации и других материалах, предоставляемых при распространении.
- Ни имя группы, ни имена ее участников не могут быть использованы для рекомендации и продвижения продуктов, созданных с применением этого шрифта, без отдельного предварительного письменного разрешения.

**ЭТОТ ШРИФТ ПРЕДОСТАВЛЕН ГРУППОЙ И ЕЕ УЧАСТНИКАМИ «КАК ЕСТЬ», С ОТКАЗОМ ОТ КАКИХ-ЛИБО ЯВНЫХ ИЛИ ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ ГАРАНТИЙ, ВКЛЮЧАЯ, ВСЕ ВОЗМОЖНЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОСТИ**

ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕННЫХ ЦЕЛЕЙ. ГРУППА НИ ПРИ КАКИХ ОБСТОЯТЕЛЬСТВАХ НЕ НЕСЕТ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА КАКОЙ-ЛИБО ПРЯМОЙ, КОСВЕННЫЙ, СЛУЧАЙНЫЙ, СПЕЦИАЛЬНЫЙ, ШТРАФНОЙ ИЛИ ОПОСРЕДОВАННЫЙ УЩЕРБ (ВКЛЮЧАЯ, БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЯ, ПОСТАВКУ ТОВАРОВ ИЛИ УСЛУГ ДЛЯ ЗАМЕНЫ, ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ, УТРАТУ ДАННЫХ ИЛИ ПОТЕРИ ПРИБЫЛИ ЛИБО НАРУШЕНИЕ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ), КАКОВА БЫ НИ БЫЛА ЕГО ПРИЧИНА, И ПО ЛЮБЫМ ВИДАМ ОТВЕТСТВЕННОСТИ, КАК ТО ПО ДОГОВОРУ, В ВИДЕ ВОЗМЕЩЕНИЯ УЩЕРБА ИЛИ ПРОТИВОПРАВНЫХ ДЕЙСТВИЙ (ВКЛЮЧАЯ НЕБРЕЖНОСТЬ И ДРУГИЕ ПРИЧИНЫ), ВОЗНИКАЮЩИЙ ПРИ ЛЮБОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДАННОГО ШРИФТА, ДАЖЕ ЕСЛИ ГРУППА БЫЛА УВЕДОМЛЕНА О ВОЗМОЖНОСТИ ТАКОГО УЩЕРБА.



# Приложение F: Максимальные напряжения для пробников, совместимых с TPS2000

## Пассивные пробники

	P2220	10X	P5120
Настройка коэффициента ослабления	1X	10X	20X
Максимальное входное напряжение <sup>1</sup> между наконечником (сигнальный провод) и опорным выводом	150 В <sub>эфф</sub> , категория II или 150 В, постоянный ток, категория II	300 В <sub>эфф</sub> , категория II или 300 В, постоянный ток, категория II	1 000 В <sub>эфф</sub> , категория II или 1 000 В, постоянный ток, категория II
Максимальное входное напряжение <sup>1</sup> между наконечником (сигнальный провод) и контуром заземления	150 В <sub>эфф</sub> , категория II или 150 В, постоянный ток, категория II	300 В <sub>эфф</sub> , категория II или 300 В, постоянный ток, категория II	1 000 В <sub>эфф</sub> , категория II или 1 000 В, постоянный ток, категория II
Максимальное напряжение между опорным выводом и контуром заземления при использовании с приборами серии TPS2000	30 В <sub>эфф</sub> (42,4 В, пиковое значение)	30 В <sub>эфф</sub> (42,4 В, пиковое значение)	600 В <sub>эфф</sub> , категория II или 600 В, постоянный ток, категория II

<sup>1</sup> В соответствии со стандартом IEC 61010-1: 2001.

### Дифференциальные пробники

<b>P5205 с 1103</b>		
Настройка коэффициента ослабления	50X	500X
Максимальное линейное дифференциальное входное напряжение <sup>1</sup> (между наконечниками пробников)	130 В (постоянный ток + пиковое значение переменного), категория I, 100 В <sub>эфф</sub> , категория II или 100 В, постоянный ток, категория II  600 В <sub>эфф</sub> , категория III или 600 В, постоянный ток, категория III	1 300 В (постоянный ток + пиковое значение переменного), категория I, 1 000 В <sub>эфф</sub> , категория II или 1 000 В, постоянный ток, категория II
Максимальное линейное синфазное входное напряжение <sup>1</sup> (между любым из наконечников пробника (+ или –) и контуром заземления)	1 000 В <sub>эфф</sub> , категория II или 1 000 В, постоянный ток, категория II  600 В <sub>эфф</sub> , категория III или 600 В, постоянный ток, категория III	1 000 В <sub>эфф</sub> , категория II или 1 000 В, постоянный ток, категория II  600 В <sub>эфф</sub> , категория III или 600 В, постоянный ток, категория III

<sup>1</sup> Плавающий потенциал вычитается из напряжения между наконечником пробника и контуром заземления. Например, если плавающий потенциал на опорном выводе равен 30 В<sub>эфф</sub>, напряжение между наконечником пробника и опорным выводом ограничено величиной 270 В<sub>эфф</sub>.

### Дифференциальные пробники

<b>P5210 с 1103</b>		
Настройка коэффициента ослабления	100X	1000X

### Дифференциальные пробники

	P5210 с 1103	
Максимальное линейное дифференциальное входное напряжение <sup>1</sup> (между наконечниками пробника)	560 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)	5 600 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)
	440 В <sub>эфф.</sub> , категория I или 440 В, постоянный ток, категория I	4 400 В <sub>эфф.</sub> , категория I или 4 400 В, постоянный ток, категория I
	440 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 440 В, постоянный ток, категория II	4 400 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 4 400 В, постоянный ток, категория II
	100 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 100 В, постоянный ток, категория III	1 000 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 1 000 В, постоянный ток, категория III
Максимальное линейное синфазное входное напряжение <sup>1</sup> (между любым из наконечников пробника (+ или –) и контуром заземления)	2 200 В <sub>эфф.</sub> , категория I или 2 200 В, постоянный ток, категория I	2 200 В <sub>эфф.</sub> , категория I или 2 200 В, постоянный ток, категория I
	2 200 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 2 200 В, постоянный ток, категория II	2 200 В <sub>эфф.</sub> , категория II или 2 200 В, постоянный ток, категория II
	1 000 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 1 000 В, постоянный ток, категория III	1 000 В <sub>эфф.</sub> , категория III или 1 000 В, постоянный ток, категория III

<sup>1</sup> Плавающий потенциал вычитается из напряжения между наконечником пробника и контуром заземления. Например, если плавающий потенциал на опорном выводе равен 30 В<sub>эфф.</sub>, напряжение между наконечником пробника и опорным выводом ограничено величиной 270 В<sub>эфф.</sub>.

### Дифференциальный предусилитель

	ADA400A с 1103	
Настройка коэффициента ослабления	0,1X	1X

### Дифференциальный предусилитель

<b>ADA400A с 1103</b>		
Максимальное линейное дифференциальное входное напряжение <sup>1</sup> (между наконечниками пробника)	±80 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)	±10 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)
Максимальное линейное синфазное входное напряжение <sup>1</sup> (между любым из наконечников пробника (+ или –) и контуром заземления)	±40 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)	±40 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)
<b>ADA400A с 1103</b>		
Настройка коэффициента ослабления	10X	100X
Максимальное линейное дифференциальное входное напряжение <sup>1</sup> (между наконечниками пробника)	±1 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)	±100 мВ (постоянный ток + пиковое значение переменного)
Максимальное линейное синфазное входное напряжение <sup>1</sup> (между любым из наконечников пробника (+ или –) и контуром заземления)	±10 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)	±10 В (постоянный ток + пиковое значение переменного)

<sup>1</sup> Плавающий потенциал вычитается из напряжения между наконечником пробника и контуром заземления. Например, если плавающий потенциал на опорном выводе равен 30 В<sub>эфф</sub>, напряжение между наконечником пробника и опорным выводом ограничено величиной 270 В<sub>эфф</sub>.

# Предметный указатель

## А

Автокалибровка, 19  
автоматические измерения, 154  
    основные сведения, 49  
АВТОУСТ,  
    кнопка, 34  
Адаптер переменного тока,  
    зарядное устройство, 124, 206  
    осциллограф, 6, 205

Аккумуляторные батареи,  
    внешнее зарядное  
        устройство, 206  
    внутренняя зарядка,  
        индикатор, 36  
    время работы, 122  
    встроенное зарядное  
        устройство, 205  
    замена, 129  
    зарядка, 123  
        внешняя, 124  
        внутренняя, 123  
        время, 123  
        проверка уровня, 122  
        температура, 121, 123  
    зарядное устройство, 124  
    калибровка, 125  
        проверка, 122  
    литиево-ионные, 119  
    меры предосторожности, 120  
    непрерывная зарядка, 121  
    обслуживание, 120  
    саморазряд, 121  
    температура,  
        рекомендуемая  
        рабочая, 121  
    удаление, 9  
    управление питанием, 119  
    условия зарядки, 121  
    установка, 8  
    хранение, 121, 129  
    TPSBAT, 7, 205  
Анализ питания, приложение,  
    заказ, 206

## В

- Ввод-вывод, ошибки, отчет RS-232, 110
- векторы, 145
- Взаимодействие с ПК и принтерами, 101
- видеосигнал, функция Autoset (Автоустановка), 142
- видеосинхронизация, 168
  - пример применения, 79
- восстановление, заводской настройки (настройки по умолчанию), 38
  - настройки, 38, 163
  - осциллограммы, 164
- временная область, осциллограмма, 90
- Время работы, аккумуляторных батарей, 7
  - оставшееся, 125
- выбор масштаба отображения сигнала, основные сведения, 43
- выборка, режим регистрации, 42, 131–132
- Выдержка, 173
- Высокое напряжение, предупреждение, 4
- вычитание осциллограмм, меню математических функций, 152

## Г

- Гиперссылки в разделах справки, xvii
- графические файлы, форматы, 103

## Д

- Данные, передача, интерфейс RS-232, 104
- дата, 177
- двойная шкала времени, 29, 150
- Двоичные данные, передача RS-232, 110
- действие PRINT Button (Кнопка печать), 157
- Держатель, 10
  - присоединение, 10
- диагональные линии в осциллограмме, пиковая детекция, 133

## З

- заводская настройка, 213
  - восстановление, 164
- задержанная развертка, 150
- заземленный вход, 181
- Замена аккумуляторных батарей, 129
- Замок с тросиком, 11
- ЗАПУСК, УРОВЕНЬ, элемент управления, 30
- Зарядка, аккумуляторных батарей, 123
  - время зарядки, 123
  - проверка уровня, 122
  - температура, 123
- Зарядное устройство, внешнее, 206
- значения разности в меню курсора, 144
- значки,
  - маркер опорного значения, 24
  - маркер положения по горизонтали, 23
  - маркер положения синхронизации, 23

- масштаб канала, 24
  - масштаб по вертикали, 24
  - поле даты и времени, 25
  - поле масштаба времени
    - окна, 24
  - поле масштаба времени, 24
  - поле эталонных
    - осциллограмм, 25
  - режимы регистрации,
    - Выборка, 23
  - режимы регистрации, Пиковая
    - детекция, 23
  - режимы регистрации,
    - Усреднение, 23
  - синхронизация, источник, 24
  - синхронизация, маркер
    - уровня, 23
  - синхронизация, поле
    - положения, 23
  - синхронизация, поле
    - уровня, 24
  - синхронизация, поле
    - частоты, 25
  - состояние синхронизации,
    - Автоматический
      - режим, 23
  - состояние синхронизации,
    - Готовность, 23
  - состояние синхронизации,
    - Остановка, 23
  - состояние синхронизации,
    - Подготовка, 23
  - состояние синхронизации,
    - Режим сканирования, 23
  - состояние синхронизации,
    - Сбор данных
      - завершен, 23
  - состояние синхронизации,
    - Синхронизация, 23
    - тип синхронизации,
      - Видеосигнал, 24
    - тип синхронизации,
      - По длительности
        - импульса, 24
    - тип синхронизации, По
      - фронту, 24
    - указатель инвертированной
      - осциллограммы, 24
    - указатель ограничения полосы
      - пропускания, 24
  - Значки,
    - маркер расчетной
      - осциллограммы, 64
  - зона окна, 149, 151
- И**
- измерение времени спада, 155
  - измерение длительности
    - импульса,
      - использование курсоров, 67
  - измерение длительности
    - отрицательного импульса, 155
  - измерение длительности
    - положительного
      - импульса, 155
  - измерение максимума, 155
  - измерение минимума, 154
  - измерение периода, 154
  - измерение размаха, 154
  - измерение среднеквадратичного
    - значения за период, 154
  - измерение среднеквадратичного
    - значения, 154
  - измерения амплитуды,
    - использование курсоров, 65
  - Измерения в режиме изоляции от
    - цепей заземления, 3

- измерения времени нарастания,
    - автоматические, 155
    - использование курсоров, 69
  - измерения частоты, 154
    - использование курсоров, 65
    - курсоры БПФ, 98
  - измерения,
    - автоматические, 49, 154
    - время нарастания, 155
    - время спада, 155
    - длительность отрицательного импульса, 155
    - длительность положительного импульса, 155
    - курсорные, 48, 65
    - максимум, 155
    - Масштабная сетка, 47
    - минимум, 154
    - основные сведения, 47
    - период, 154
    - размах, 154
    - спектр БПФ, 98
    - среднее, 154
    - среднеквадратическое значение периода, 154
    - типы, 154
    - частота, 154
  - Измерения,
    - в режиме изоляции от цепей заземления, 3
  - Изолированные каналы,
    - описание, 3
  - импульс,
    - функция Autotest (Автоустановка), 142
  - инвертированная осциллограмма,
    - поле, 24
  - Индекс разделов справки, xvii
  - Индикатор Help scroll LED (Прокрутка справки), xvii
  - индикатор M для обозначения основного временного масштаба, 150
  - индикатор W для обозначения временного масштаба окна, 150
  - Интервалы, 23
  - интервал до запуска, 39
  - интерполяция, 132
  - искажения БПФ, 96
    - способы устранения, 97
  - искажения,
    - БПФ, 96
    - временная область, 44
    - проверка наличия, 45
  - источник,
    - синхронизация, 40
  - Источник,
    - Ext/10 (Внешний/5), 167
    - Ext/5 (Внешний/5), 167
- К**
- К 1, К 2, К 3 и К 4,
    - кнопки МЕНЮ, 28
    - разъемы, 35
  - календарь, 177
  - калибровка в заводских условиях, 178
  - калибровка, 175
  - Калибровка,
    - автоматическая, 19
    - аккумуляторных батарей, 125
    - в осциллографе, 127
    - внешнее зарядное устройство, 126
    - проверка уровня заряда, 122
    - продолжительность, 126

- канал,  
 масштаб, 24  
 меню, 180  
 тип входа, 181
- каталоги,  
 удаление, 172, 179
- Ключ приложения, 36
- кнопка АВТОДИАПАЗОН, 33
- кнопка ГОРИЗ МЕНЮ, 29
- кнопка ИЗМЕРЕНИЯ, 34
- кнопка КУРСОР, 34, 143
- кнопка МЕНЮ  
 МАТЕМАТИКА, 28
- кнопка МЕНЮ СИНХ, 30
- Кнопка НАСТРОЙКА ПО  
 УМОЛЧАНИЮ,  
 настройка параметров  
 и элементов  
 управления, 213  
 сохраняющиеся  
 настройки, 217
- кнопка ОДИНОЧН ЗАПУСК, 134  
 действия, выполняемые  
 осциллографом при  
 нажатии кнопки, 39
- кнопка ПРОСМ ИМП СИНХ, 31
- кнопка ПУСК/СТОП, 34, 134  
 действия, выполняемые  
 осциллографом при  
 нажатии кнопки, 39
- кнопка СБОР ДАННЫХ, 34, 131
- кнопка СЕРВИС, 34
- кнопка СОХР/ВЫЗОВ, 33
- кнопка УСТ 50 %, 30
- кнопка УСТ НУЛЬ, 29
- кнопка ФОРС ЗАПУСК, 30
- кнопка ЭКРАН, 34, 145
- кнопка PRINT (печать), 34, 155
- Кнопка PROBE CHECK (проверка  
 пробн), 15
- Кнопки бокового меню, xviii
- Кнопки команд, xviii
- Кнопки параметров, xviii
- Команда,  
 сокращение, 112
- Компенсационная подзарядка,  
 аккумуляторных батарей, 121
- компенсация,  
 разъем PROBE COMP  
 (компенсация  
 пробника), 35
- Компенсация,  
 мастер проверки пробников  
 напряжения, 15  
 пробника напряжения  
 вручную, 16
- контраст, 146
- курсоры амплитуды, 48, 143  
 спектр БПФ, 99
- Курсоры амплитуды, 48
- курсоры времени, 143
- Курсоры времени, 48
- курсоры частоты, 48  
 спектр БПФ, 99
- курсоры,  
 амплитуда для БПФ, 143  
 амплитуда, 143  
 амплитудные, 48  
 временные, 48  
 время, 143  
 измерения в спектре БПФ, 98  
 использование, 143  
 основные сведения, 48  
 примеры измерения, 65  
 регулировка, 143  
 частота для БПФ, 143
- Л**
- Литиево-ионные аккумуляторные  
 батареи, 119

- лупа, 83
  - БПФ, 97
  - зона окна, 149, 151
  - меню HORIZ (По горизонтали), 149
- М**
- М-маркер для расчетной осциллограммы, 64
- Мастер проверки пробника, пробники напряжения, 15
- масштаб БПФ,
  - по вертикали, 91
  - по горизонтали, 92
- масштаб времени окна, 29
  - поле, 24
- Масштаб времени окна, 150
- масштаб времени,
  - окно, 29
  - основной, 29
  - Main (Основной), 149
- Масштаб времени, 42
  - окно, 150
  - поле, 24
- масштаб,
  - по вертикали, 43
  - по горизонтали, 43
  - пробник тока, 182
- Масштаб,
  - пробник тока, 19
- масштабная сетка, 145
- Масштабная сетка, 47
- математика,
  - БПФ, 89, 92
- меандр,
  - функция Autoset (Автоустановка), 142
- меню Acquire (Сбор данных), 131
- меню Autorange (Автодиапазон), 135
- меню Autoset (Автоустановка), 138
- меню Cursor (Курсор), 143
- меню Measure (Измерения), 154
- меню Recall Setup (Восстановить настройку), 161
- меню Recall Waveform (Восстановить осциллограмму), 162
- меню Save All (Сохранить все), 157
- меню Save Image (Сохранить изображение), 158
- меню Save Setup (Сохранить настройку), 159
- меню Save Waveform (Сохранить осциллограмму), 160
- меню Save/Recall (Сохранение и восстановление), 156
- Меню Utility (Сервис), 174
- меню,
  - быстрое преобразование Фурье, 92
  - измерения, 154
  - курсор, 143
  - печать, 155
  - по вертикали, 180
  - по горизонтали, 149
  - синхронизация, 164
  - сохранение и восстановление, 156
  - справка, 149
  - экран, 145
  - Acquire (Сбор данных), 131
  - Autorange (Автоматический диапазон), 135
  - Autoset (Автоустановка), 138
  - Math (Математика), 152
  - Utility (Сервис), 174
- Мягкий футляр, заказ, 207

**Н**

Названия кнопок, xviii

Найквиста,

    частота, 91

наклон, 41

настройка по умолчанию,

    видеосинхронизация, 215

    восстановление, 164

    запуск по импульсу, 215

    синхронизация по фронту, 214

настройки,

    основные сведения, 37

    сохранение и

        восстановление, 156

Непрерывная зарядка

    аккумуляторных батарей, 121

**О**

обновление микропрограммного  
    обеспечения, 179

Обслуживание,

    аккумуляторных батарей, 120

Общие положения о

    безопасности, v

обычный режим

    синхронизации, 166

обычный режим,

    восстановление настройки по  
        умолчанию, 38

ограничение полосы пропускания  
    по вертикали, 181

ограничение полосы пропускания,  
    по вертикали, 181

    поле, 24

    синхронизация, 166

    одиночный сигнал,

        пример применения, 73

окна,

    спектр БПФ, 93

окно БПФ,

    Flattop (Плоское), 95

    Hanning (Хеннинг), 95

    Rectangular

        (Прямоугольное), 95

Описание,

    общие, 1

опорные осциллограммы,

    сохранение и

        восстановление, 164

Опорные осциллограммы,

    удаление, 163

Опорный вывод,

    подсоединения

        изолированных каналов, 5

опорный уровень,

    маркер, 24

Опорный уровень,

    контакт, 36

ослабление,

    пробник для измерения  
        напряжения, 182

Ослабление,

    пробник для измерения  
        напряжения, 15, 18

основной масштаб времени, 29,  
    149

- осциллограммы,
  - временная область, 90
  - выполнение измерений, 47
  - значение стиля
    - отображения, 146
  - масштаб, 43
  - положение, 43
  - преобразование в цифровую форму, 41
  - растяжение, 151
  - сбор данных, 41
  - сжатие, 151
  - сканирование, 134
  - удаление с экрана, 183
- Осциллограммы,
  - расчетная мгновенная мощность, 62
- осциллограф,
  - описание функций, 37
  - технические характеристики, 185
  - установка даты и времени, 177
- Осциллограф,
  - передние панели, 21
  - питание через адаптер переменного тока, 6
- Отмена печати, 103
- отображение осциллограмм, 180
- Отображение осциллограмм,
  - опорные, 163
- отображение точками, 145
- П**
- память,
  - настройки, 156
  - осциллограммы, 156
  - снимки экрана, 156
- Память,
  - съемное запоминающее устройство, 113
- папки,
  - переименование, 179
  - создание, 178
  - удаление, 172, 179
- Параметр пробника,
  - соответствие настройке ослабления пробника напряжения, 18
  - установка масштаба пробника тока, 19
- Передняя панель, подсветка, 175
- переименование файлов или папок, 179
- Переключатель ослабления, 18
- перемещение,
  - по вертикали, 43
  - по горизонтали, 43
  - файловая система, 178
- перемножение осциллограмм,
  - меню математических функций, 152
- печать,
  - экранное изображение, 155
- Печать,
  - отмена, 103
  - проверка порта, 104
  - экранного изображения, 104
- пиковая детекция, режим регистрации, 42, 132
- Питание,
  - адаптера переменного тока осциллографа, 6
  - работа с аккумуляторными батареями, 119
- ПК,
  - программное обеспечение для связи с, 205

- по вертикали,
  - масштаб, 43
  - меню, 180
  - положение, 43
  - ручка регулировки
    - положения, 28
  - состояние, 176
- по горизонтали,
  - искажения, временная область, 44
  - маркер положения, 23
  - масштаб, 44
  - меню, 149
  - положение, 43
  - режим сканирования, 134, 151
  - состояние, 176
- подавление шумов,
  - вычитание, 152
  - ограничение полосы пропускания по вертикали, 181
  - режим усреднения, 131
  - тип входа синхронизации, 166
- Подсветка,
  - модели с цветными экранами, 175
- подсчет числа включений осциллографа, 175
- поле даты и времени, 25
- полезные сообщения, 25
- положение,
  - по вертикали, 180
  - по горизонтали, 43, 149
- поля,
  - БПФ (Математика), 93
- Поля,
  - общие сведения, 22
- Порты обмена данными, 101
- Порты,
  - обмена данными, 101
  - послесвечение, 146
- Послесвечение, 147
- Правила, используемые в данном руководстве, xviii
- Предельные значения напряжения, для пробников, 4
- Приложение,
  - анализ питания, 206
- ПРИЛОЖЕНИЕ, кнопка, 34
- примеры применения,
  - автоматическая установка пределов измерений при исследовании сигналов в точках замера, 59
  - автоматическая установка, использование, 53
  - анализ сигнала, 70
  - выполнение автоматических измерений, 54
  - выполнение курсорных измерений, 65
  - измерение амплитуды колебательного переходного процесса, 65
  - измерение времени нарастания, 69
  - измерение двух сигналов, 56
  - измерение длительности импульса, 67
  - измерение задержки распространения сигнала, 76
  - измерение частоты колебательного переходного процесса, 65
  - использование послесвечения, 87
  - использование режима XY, 87
  - использование функции окна, 83

курсоры, использование, 65  
оптимизация регистрации  
данных, 75  
пиковая детекция,  
использование, 71  
применение автоматического  
выбора пределов  
измерений для  
исследования сигналов в  
точках замера, 59  
просмотр изменений  
импеданса в сети, 85  
просмотр сигнала с высоким  
уровнем шума, 71  
расчет коэффициента  
усиления, 58  
регистрация одиночного  
сигнала, 73  
синхронизация по  
видеосигналу, 79  
синхронизация по  
импульсу определенной  
длительности, 77  
синхронизация по полям  
видеосигнала, 80  
синхронизация по строкам  
видеосигнала, 82  
снижение уровня шума, 72  
усреднение,  
использование, 72

Примеры применения,  
автоматические измерения, 52  
анализ дифференциального  
коммуникационного  
сигнала, 60  
анализ мощности с помощью  
математических  
функций, 62  
изолированные каналы  
для анализа  
дифференциального  
сигнала, 60  
просмотр расчетной  
осциллограммы  
мгновенной мощности, 62  
Принадлежности, 205  
Принтер,  
интерфейс RS-232, 104  
настройка, 102  
Пробник, заказ руководств по  
эксплуатации,  
P2220 1X/10X,  
пассивный, 208  
P5120 20X,  
высоковольтный, 208  
пробники тока,  
установка масштаба, 182  
Пробники тока,  
установка масштаба, 19  
пробники,  
напряжение и ослабление, 182  
технические  
характеристики, 199

- Пробники,  
    безопасность, 14  
    дополнительные  
        принадлежности, 206  
    компенсация пробника  
        напряжения вручную, 16  
    компенсация, 36  
    мастер проверки пробников  
        напряжения, 15  
    опорный вывод,  
        подсоединения  
            изолированных  
            каналов, 5  
    переключатель ослабления, 18  
    предельные значения  
        напряжения, 4  
    стандарт P2220, 12  
    ток и масштаб, 19
- Проверка работоспособности, 12
- Программирование, заказ  
    руководства, 209
- Программное обеспечение,  
    OpenChoice, 205  
    TPS2PWR1, анализ  
        питания, 206  
    WaveStar, 206
- просмотр в интервале до  
    синхронизации, 168
- Р**
- Работа с,  
    аккумуляторными  
        батареями, 119
- Рабочая температура,  
    аккумуляторных батарей, 121
- развертка,  
    задержка, 150  
    масштаб по горизонтали, 150
- Разделы контекстно-зависимой  
    справки, xvii
- размах шумов, 148  
    разность фаз, 148  
    разрешение «Грубо», 181  
    разрешение «Точно», 181  
    разрешение,  
        точно, 183
- разъем EXT TRIG (внеш синх), 35
- Разъем EXT TRIG (внеш синх),  
    компенсация пробника, 16
- Разъемы BNC, 6
- разъемы,  
    ВНЕШ СИНХ, 35  
    К 1, К 2, К 3 и К 4, 35  
    PROBE COMP, 35
- Разъемы,  
    вход постоянного тока, 6  
    порт Centronics, 101  
    порт RS-232, 101  
    пробника, 4  
    BNC, 6
- расчетная осциллограмма,  
    допустимые единицы  
        измерения, 153
- регистрация данных,  
    обновление изображения, 134  
    остановка, 134  
    пример одиночного  
        сигнала, 73
- регистрация сигналов,  
    основные сведения, 41
- редко повторяющиеся события,  
    бесконечное  
        послесвечение, 148
- режим автоматической  
    синхронизации, 166
- Режим выборки,  
    значок, 23
- режим пиковой детекции, 131  
    значок, 23

- режим прокрутки, *См.* режим сканирования
- режим сканирования, 134, 151
- режим усреднения, значок, 23
- Режимы регистрации, индикаторы, 23
- режимы сбора данных, 42, 131
  - выборка, 42
  - пиковая детекция, 42
  - усреднение, 42
  - Average (Усреднение), 133
  - Peak Detect (Пиковая детекция), 132
  - Sample (Выборка), 132
- Руководства пользователя, заказ, 208
- Руководство по обслуживанию, 209
- С**
- связь по переменному току, по вертикали, 181
  - синхронизация, 166
- связь по постоянному току, по вертикали, 181
  - синхронизация, 166
- сервисная служба, список ошибок как справочный материал, 175
- Сигналы прерывания, протокол RS-232, 111
- синусоидальные сигналы, функция Autoset (Автоустановка), 141
- синхронизация по длительности импульса, 170
- синхронизация по полям видеосигнала, 169
- синхронизация по фронту, 165
- синхронизация строками видеосигнала, 168
- синхронизация, видео, 168, 170
  - выдержка, 30, 152, 173
  - данные в интервале до синхронизации, 168
  - индикаторы состояния, 23
  - источник, 24, 40, 165, 170
  - маркер положения, 23
  - маркер уровня, 23
  - меню, 164
  - наклон, 41, 165
  - определение, 39
  - по фронту, 165
  - поле положения, 23
  - поле уровня, 24
  - поле частоты, 25, 166, 171
  - положение, 41
  - полярность, 170
  - принудительная, 172
  - просмотр, 31, 173
  - режимы, 40
  - режимы: авто, 166
  - режимы: нормальный, 166
  - синхроимпульс, 169
  - состояние, 176
  - тип входа, 40, 166–167
  - типы, 40
  - указатель типа, 24
  - уровень, 30, 41, 164
- синхронизирующие импульсы, 169
- система меню, использование, 26
- Система справки, хvi
- сканирование сигнала, 151

сложение осциллограмм,  
     меню математических  
     функций, 152  
 Сокращение,  
     команд, 112  
 сообщения, 25  
 состояние,  
     дополнительные  
     сведения, 176  
     система, 174  
 сохранение,  
     настройки, 163  
     осциллограммы, 164  
 Сохранение,  
     всех файлов в карте памяти  
     CF, 116  
     файлов изображений на карте  
     памяти CF, 118  
 сохранить,  
     настройки, 38  
 спектр БПФ,  
     измерения амплитуд и частот с  
     помощью курсоров, 98  
     окно, 93  
     отображение, 92  
     поля, 93  
     приложения, 89  
     процесс, 89  
     увеличение, 97  
     частота Найквиста, 91  
 Справочник,  
     вывод для пробника, 14  
     разъем пробника, 14  
 Съёмное запоминающее  
     устройство, 113

## Т

текущая папка, 178  
 Текущая папка, 115

технические характеристики  
     пробника P2200, 199  
 технические характеристики,  
     пробник P2200, 199  
 Технические характеристики,  
     осциллограф, 185  
 тип входа,  
     синхронизация, 40  
 типы параметров,  
     выбор страницы, 26  
     Действие, 26  
     радио, 26  
     циклический список, 26  
 Транспортный контейнер,  
     заказ, 207

## У

увеличение по горизонтали,  
     окно, 149  
 удаление осциллограмм, 180  
 удаление файлов или папок, 172  
 удаление,  
     файлов или папок, 179  
 Удаление,  
     опорных осциллограмм, 163  
 удаленное управление через  
     интерфейс RS-232, 104  
 универсальная ручка, 31  
 управление файлами, 178  
     выбор файлов или папок, 178  
     переименование файлов или  
     папок, 179  
     перемещение по структуре  
     каталогов, 178  
     создание файлов или  
     папок, 178  
     удаление файлов или  
     папок, 172, 179

Управление файлами,  
содержимое карты памяти  
CompactFlash, 178  
уровень, 30, 41  
усреднение,  
измерение среднего  
значения, 154  
усреднение, режим  
регистрации, 42, 133

## Ф

фигуры Лиссажу,  
формат XY, 148  
формат файлов CSV, 160  
Формат,  
графических файлов, 103  
карты памяти  
CompactFlash, 114  
принтер, 103  
Форматы графических  
файлов, 103  
функции Autorange  
(Автодиапазон), 38  
выключение, 137  
обзор, 135  
функции Autoset  
(Автоустановка), 38  
БПФ, 141  
видеосигнал, 142  
импульс, 142  
когда используется, 140  
меандр, 142  
обзор, 138  
синусоидальные сигналы, 141  
уровень по постоянному  
току, 139  
шумы, 140  
Undo (Отмена), 141  
функции,  
обзор, 1

Функциональные кнопки, xviii  
Функция автокалибровки, 19

## Х

Хранение аккумуляторных  
батарей, 129

## Ч

Частота выборки,  
максимум, 132  
частота,  
поле синхронизации, 25, 166  
часы,  
установка даты и времени, 177  
Чистка, 211

## Ш

Шнуры питания, 10  
заказ, 208

## Э

экран,  
контрастность, 145  
меню, 145  
послесвечение, 146  
стиль (Инверсия), 181  
стиль осциллограмм, 146  
тип: векторы или точки, 145  
формат XY, 146  
формат YT, 146  
яркость, 145  
Экран,  
поля, 22  
Экранное изображение,  
вывод на внешнее  
устройство, 104  
отправка на принтер, 104  
сохранение в файле, 118

Экранные кнопки, xviii  
 электропитание,  
     технические  
         характеристики, 197  
 элемент управления  
     ВОЛЬТ/ДЕЛ, 28  
 элемент управления  
     ПОЛОЖЕНИЕ,  
     по вертикали, 28  
     по горизонтали, 29  
 элемент управления СЕК/ДЕЛ, 29,  
     151  
 элемент управления УРОВЕНЬ, 30  
 энергозависимая память,  
     файлы настройки, 156  
     файлы опорных  
         осциллограмм, 156  
 эталонные осциллограммы,  
     поле, 25

## Я

языки, 176  
 яркость, 145

## А

ASCII, интерфейс, 112  
 Average (Усреднение),  
     режим регистрации, 131

## В

ВМР, формат файла, 103

## С

Centronics, порт, 101

CF, карта памяти, 113  
 CompactFlash, карта памяти,  
     кнопка PRINT (печать), 116  
     объем хранения, 115  
     расположение гнезда и  
         индикатора, 36  
     сохранение файлов,  
         всех данных, 117  
         изображений, 118  
         настроек, 117  
         осциллограмм, 117  
     управление файлами, 115, 178  
     установка, 113  
     форматирование, 114  
 Coupling (Тип входа),  
     по вертикали, 181, 183  
     синхронизация, 167

## D

Display Refs (Отображение  
 опорных сигналов), меню, 163

## E

EPSIMAGE, формат файла, 103  
 Error Log (журнал ошибок), 175

## F

Flattop (Плоское), окно, 95  
 Format (Формат),  
     экран, 146

## H

Hanning (Хеннинг), окно, 95  
 Holdoff (Выдержка), 152

## **M**

Math (Математика),  
меню, 152  
функции, 152

## **N**

NTSC, стандарт, 168

## **O**

OpenChoice, программное  
обеспечение, 205  
RS-232, интерфейс, 107

## **P**

PAL, стандарт, 168  
PCX, формат файла, 103  
Polarity (Полярность),  
синхронизации по  
видеосигналу, 169  
синхронизация по  
длительности  
импульса, 170  
Position (Положение),  
синхронизация, 168  
PRINT Button (Кнопка печать),  
действие кнопки,  
сохранение на карте памяти  
CF, 116  
PROBE COMP (компенсация  
пробника), разъемы, 36

## **R**

Rectangular (Прямоугольное),  
окно, 95  
RLE, формат файла, 103

RS-232, порт, 101  
контакты разъема, 111  
настройка, 104  
подсоединение кабеля, 106  
серийные номера кабелей, 105  
RS-232, протокол,  
ошибки ввода-вывода, 110  
параметры настройки, 106  
проверка, 108  
сигналы прерывания, 111  
устранение неполадок, 109

## **S**

SECAM, стандарт, 168  
Set Date and Time (Установка даты  
и времени), 177  
Source (источник),  
синхронизация, 169  
Ext (Внешний), 167  
Source (Источник),  
синхронизация, 165, 170  
AC Line (сеть), 169  
Sync (Синхроимпульс),  
полярность видеосигнала, 169  
синхронизация по строке или  
полю видеосигнала, 169

## **T**

TIFF, формат файла, 103  
TPS2PWR1, заказ  
приложения, 206  
TPS2PWR1, заказ  
руководства, 209  
TPSBAT, аккумуляторная батарея,  
заказ, 205  
управление питанием, 119  
TPSCHG, заказ зарядного  
устройства, 206

## V

Volts/Div (Вольт/деление),  
точно, 181  
Coarse (грубо), 181

## W

WaveStar, программное  
обеспечение,  
заказ, 206  
WST-RO WaveStar, программное  
обеспечение,  
заказ, 206

## X

XY,  
пример применения, 86  
формат отображения, 146, 148

## Y

YT,  
формат отображения, 146