

**Осциллограф серии Tektronix 4000  
руководство по демонстрации возможностей**

© 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.

Wave Inspector является товарным знаком Tektronix, Inc.

Сведения по технике безопасности при работе с осциллографами DPO4000 и MSO4000 см. в *Руководстве пользователя осциллографа с цифровым люминофором серии Tektronix 4000*.

## **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).

# Оглавление

Приступая к работе с осциллографом серии Tektronix 4000 .....	1
Демонстрация I. Регистрация сигнала .....	1
Демонстрация II. Использование элементов управления отображением по вертикали .....	3
Демонстрация III. Использование элементов управления отображением по горизонтали .....	4
Демонстрация IV. Использование элементов управления «Пуск/стоп» .....	4
Демонстрация V. Использование элементов управления синхронизацией .....	5
Демонстрация VI. Использование курсоров .....	6
Демонстрация VII. Выполнение измерений .....	7
Демонстрация VIII. Сохранение снимка экрана .....	8
Демонстрация дополнительных возможностей осциллографа Tektronix 4000 .....	10
Полный комплект .....	10
Эксплуатационные характеристики .....	10
Демонстрация возможностей Wave Inspector .....	12
Демонстрация IX. Настройка сигналов I2C .....	12
Демонстрация X. Использование функциональных возможностей увеличения и панорамирования Wave Inspector .....	15
Демонстрация XI. Использование функциональных возможностей поиска Wave Inspector .....	19
Демонстрация XII. Использование возможностей модуля последовательной синхронизации и анализа .....	21
Демонстрация XIII. Поиск в последовательных сигналах .....	27
Демонстрация XIV. Мониторинг и декодирование сигналов шины RS-232 .....	29
Демонстрация XV. Запуск по последовательной модели данных (например, RS-232) .....	32
Демонстрация возможностей осциллографа MSO4000 .....	34
Удобство применения .....	34
Эксплуатационные характеристики .....	34
Демонстрации MSO4000 .....	36
Демонстрация XVI. Настройка цифровых каналов .....	36
Демонстрация XVII. Установка различающихся пороговых уровней каналов .....	39
Демонстрация XVIII. Установка меток каналов .....	40
Демонстрация XIX. Исследование параллельных шин .....	41
Демонстрация XX. Запуск по значениям данных параллельной шины .....	44
Демонстрация XXI. Поиск значений в данных параллельной шины .....	45
Демонстрация XXII. Многоканальная установка и удержание .....	46
Демонстрация XXIII. Увеличение белых фронтов .....	50
Работа с демонстрационной платой .....	53
Работа с платой .....	53
Устранение неполадок демонстрационной платы .....	54



# Приступая к работе с осциллографом серии Tektronix 4000

Следующие инструкции помогут быстро освоить основные элементы управления и возможности осциллографов серий DPO4000 и MSO4000. Сведения о специализированных функциях см. в «Руководстве пользователя осциллографа серии Tektronix 4000» (071-2121-XX).

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Это руководство предназначено для работы с осциллографами серий DPO4000 и MSO4000 с микропрограммным обеспечением версии 2.XX. Если в осциллографе используется микропрограммное обеспечение версии 1.XX, загрузите новую версию и выполните обновление микропрограммного обеспечения на своем осциллографе с помощью процедур, описанных в руководстве пользователя осциллографа.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Данное руководство входит в состав демонстрационного набора Tektronix 020-2694-XX. В этом наборе содержится демонстрационная плата, данное руководство и USB-кабель.

## Демонстрация I. Регистрация сигнала

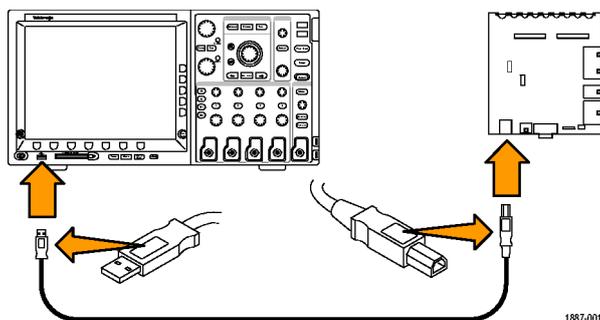
1. Подсоедините хост-разъем USB-кабеля к USB-порту в левом нижнем углу передней панели осциллографа или к одному из двух хост-портов USB на задней панели.

2. Подключите другой конец кабеля к порту устройства на демонстрационной плате. (См. стр. 53, Работа с демонстрационной платой.)

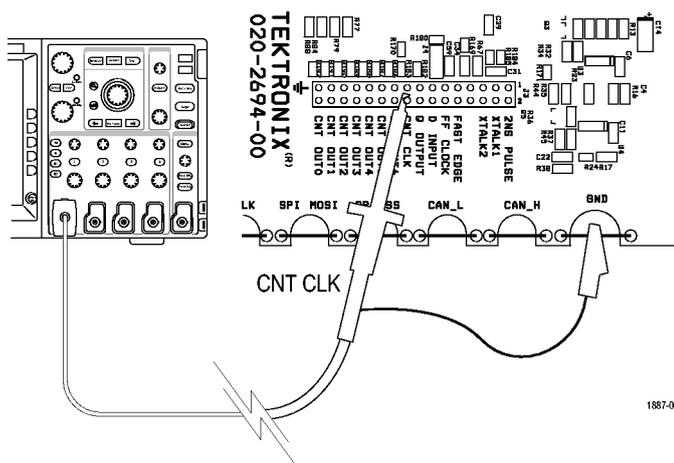
3. Убедитесь, что на демонстрационной плате светится индикатор **USB POWER**.

4. Подключите пробник P6139A к каналу 1. Затем подсоедините провод заземления пробника P6139A к точке с отметкой **GND** на демонстрационной панели. Подсоедините наконечник пробника к квадратному контакту на демонстрационной панели с отметкой **CNT CLK**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** CNT CLK — это источник тактового сигнала, используемый для работы синхронного счетчика.

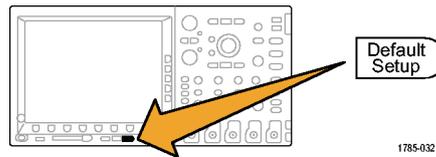


1887-001

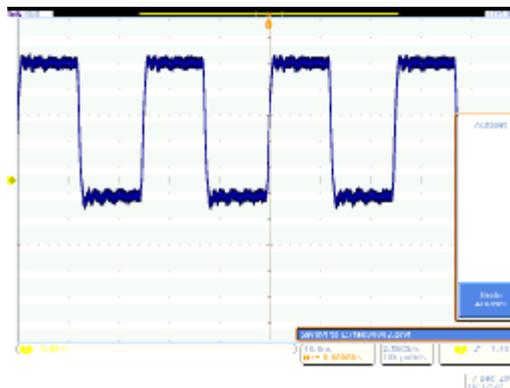
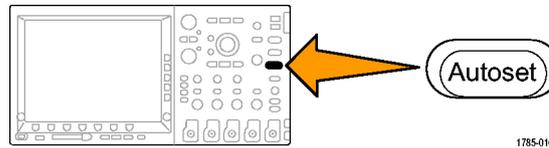


1887-002

5. Нажмите кнопку **Default Setup** (настройка по умолчанию), чтобы вернуть осциллограф к известной начальной точке. Обычно это следует делать каждый раз перед началом выполнения новой задачи.

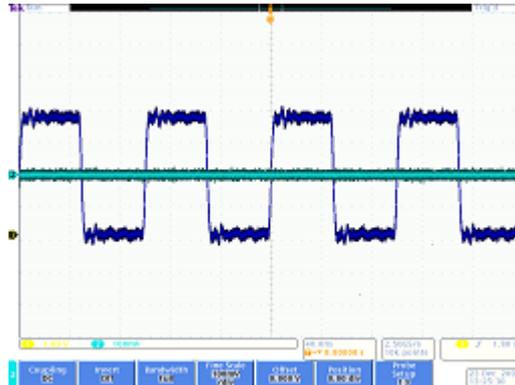
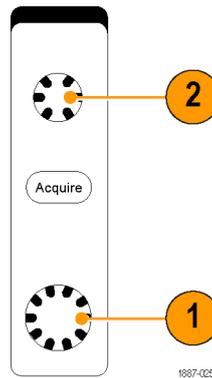


6. Нажмите кнопку **Автоустановка**. С помощью функции автоустановки выполняется автоматическая настройка горизонтальной и вертикальной шкал и параметров синхронизации, обеспечивающая оптимальное отображение исследуемого сигнала. Теперь должны отображаться несколько циклов тактового сигнала.



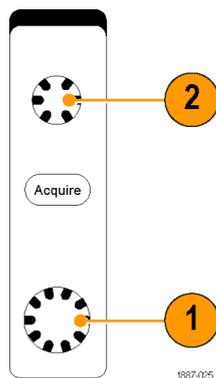
## Демонстрация II. Использование элементов управления отображением по вертикали

1. Поверните на передней панели ручку **масштаба** по вертикали для канала 1 в обоих направлениях, наблюдая за изменениями на экране. Кроме того, обратите внимание, что в надписи для канала 1 в левой нижней части экрана отображается текущее значение параметра В/дел. Установите для вертикальной шкалы значение 1 В/дел.
2. Поверните на передней панели ручку **Положение** по вертикали для канала 1 в обоих направлениях, наблюдая за изменениями на экране. Поместите кривую сигнала в центр экрана.
3. Нажмите на передней панели кнопку канала 2, чтобы включить канал 2. Нажмите ее еще раз, чтобы отключить канал 2.



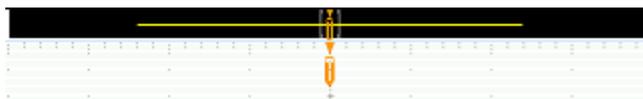
### Демонстрация III. Использование элементов управления отображением по горизонтали

1. Поверните на передней панели ручку **масштаба** по горизонтали в обоих направлениях, наблюдая за изменениями на экране. Кроме того, обратите внимание, что в надписи параметров по горизонтали отображается текущее значение параметра время/дел. Установите для горизонтальной шкалы значение 20 нс/дел.



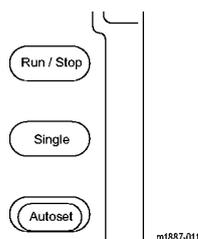
2. Поверните на передней панели ручку **Положение** по горизонтали в обоих направлениях, наблюдая за изменениями на экране. Обратите внимание на значок положения синхронизации (большая буква Т на оранжевом фоне). Верните значок положения синхронизации в центр экрана.

3. Посмотрите на график, расположенный над координатной сеткой. Длинная желтая полоса соответствует всей записи, а скобками серого цвета отмечена часть записи, отображаемая на экране.



### Демонстрация IV. Использование элементов управления «Пуск/стоп»

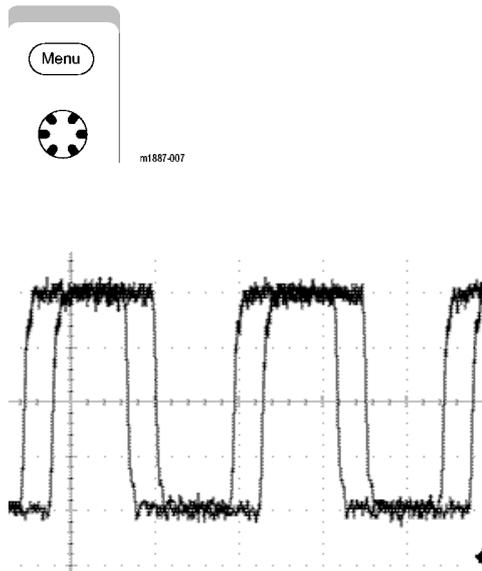
1. Нажмите кнопку **Пуск/стоп**. При этом регистрация сигналов прекращается, и на экране отображается последний зарегистрированный сигнал.
2. Нажмите кнопку **Однократный**, чтобы зарегистрировать одиночный сигнал, а затем прекратить сбор данных.
3. Повторно нажмите кнопку **Пуск/стоп**, чтобы возобновить регистрацию сигналов.



## Демонстрация V. Использование элементов управления синхронизацией

1. Поверните ручку **Уровень** синхронизации в обоих направлениях, наблюдая за изменениями на экране. Поверните ее достаточно сильно, чтобы убрать уровень синхронизации с осциллограммы.

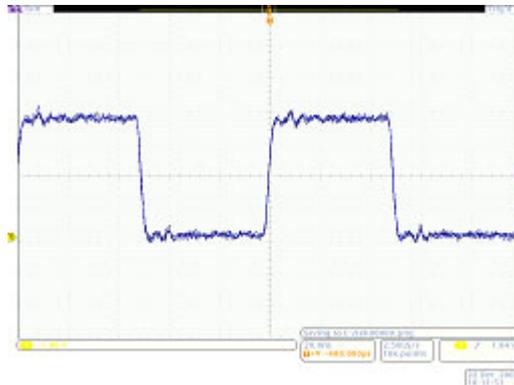
Обратите внимание, что при этом устойчивая синхронизация осциллографа пропадает, и осциллограмма прокручивается случайным образом.



2. Нажмите кнопку **Принудительно** и обратите внимание, что некоторое время на экране осциллографа отображается одиночный сигнал. Это позволяет рассмотреть осциллограмму и задать подходящие параметры для устойчивой синхронизации.



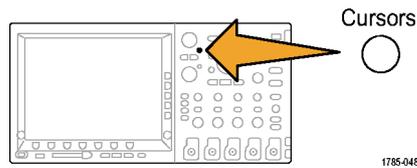
3. Нажмите кнопку **Уст. на 50%**. При этом уровень синхронизации будет автоматически установлен равным половине амплитуды сигнала для обеспечения устойчивой синхронизации.



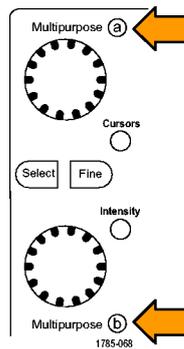
## Демонстрация VI. Использование курсоров

1. Нажмите на передней панели кнопку **Курсоры**.

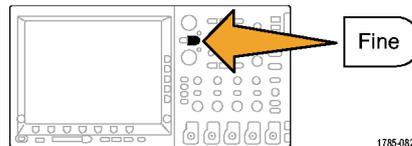
На графике, расположенном над координатной сеткой, появляются два курсора в виде вертикальных полос. В надписях, относящихся к курсорам, отображается время относительно момента синхронизации и амплитуда, а также разности значений между курсорами.



2. С помощью универсальных ручек **а** и **б** переместите курсоры на экране.



Совет. Чтобы курсоры перемещались быстрее, отключите режим точной настройки, нажав кнопку **Точно** (если она подсвечена), расположенную на передней панели между двумя универсальными ручками.

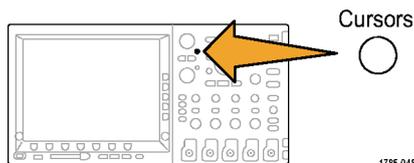


3. Поместите один курсор в середину первого ниспадающего фронта сигнала, а другой курсор — в середину второго ниспадающего фронта сигнала, чтобы измерить период сигнала. В надписи курсора должна отображаться разность по времени между курсорами около 100 нс.

Совет. Чтобы курсоры перемещались медленнее, включите режим точной настройки, нажав кнопку **Точно** (если она не подсвечена), расположенную на передней панели между двумя универсальными ручками.

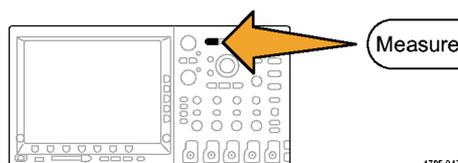


- Нажмите кнопку **Курсоры** еще два раза, чтобы отключить курсоры.



## Демонстрация VII. Выполнение измерений

- Нажмите на передней панели кнопку **Измерения**.



- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Выберите измерение**.



- В боковом экранном меню нажмите кнопку **Период**.



- В боковом экранном меню нажмите кнопку **Частота**.

- Обратите внимание на надпись измерения.

<b>1</b> <b>1</b>	Период	<b>Значение</b>	<b>Среднее</b>	<b>Миним.</b>	<b>Макс.</b>	<b>Ст. откл.</b>
	Частота	99.96ns 10.0M	99.99n 10.00M	99.85n 9.987M	100.1n 10.01M	62.89p 6.754k

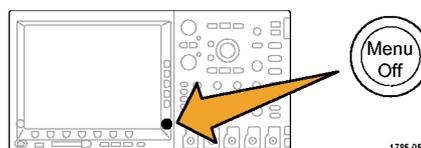
В надписи отображаются значения частоты и периода, а также среднее, максимальное и минимальное значения и стандартное отклонение для измеренных значений.

- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Удаление измерения**.

- В боковом экранном меню нажмите кнопку **Удалить все измерения**.



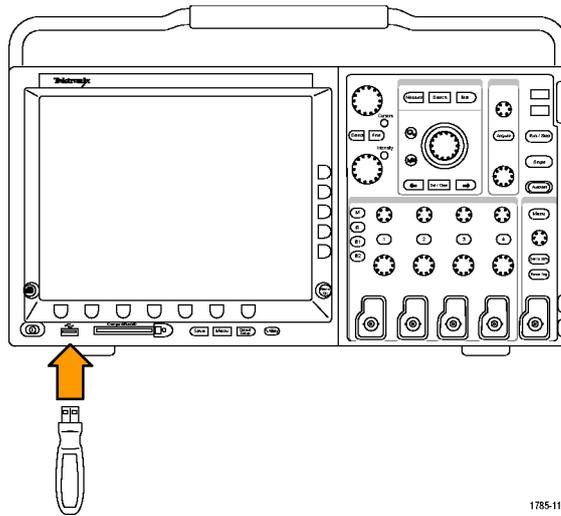
- Нажмите кнопку **Menu Off** (выключение меню) в правом нижнем углу экрана, чтобы убрать боковое меню. Нажмите ее еще раз, чтобы убрать нижнее экранное меню.



## Демонстрация VIII. Сохранение снимка экрана

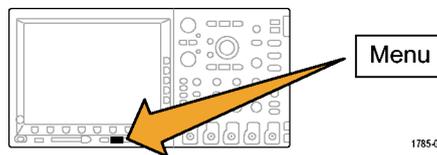
1. Вставьте запоминающее устройство USB или карту CompactFlash.

На передней панели осциллографа имеется хост-порт USB 2.0, еще два таких порта расположены на задней панели.



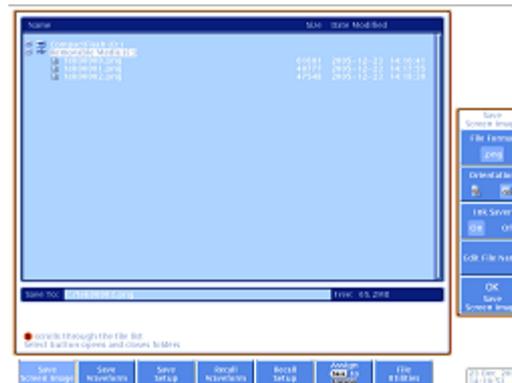
1785-113

2. Нажмите на передней панели кнопку Save/Recall **Menu** (меню сохранения и загрузки данных).

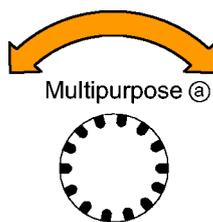


1785-056

3. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Сохранить снимок экр.**



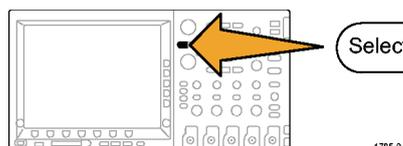
4. При необходимости с помощью универсальной ручки **a** выберите используемый диск.



1785-039

5. Нажмите на передней панели кнопку **Выбор**.

Это позволит просмотреть содержимое используемого диска.



1785-049



Развернутый список



Свернутый список

6. Выберите формат файла с помощью кнопки бокового экранного меню.



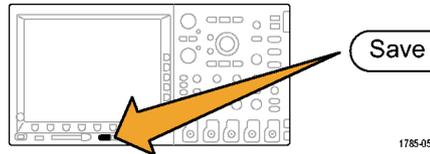
7. Нажмите кнопку **OK Сохран. снимок**.



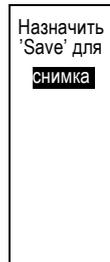
8. Чтобы сохранить несколько снимков, нажмите кнопку **Save** на передней панели.

По умолчанию кнопка **Назначить 'Save' для** нижнего экранного меню настроена для **снимка**.

Теперь при нажатии кнопки **Save** на передней панели снимок экрана с автоматической нумерацией в имени файла сохраняется в указанном месте.



Чтобы изменить то, что будет каждый раз сохраняться при нажатии кнопки **Save**, нажмите кнопку **Назначить 'Save' для** на нижнем экранном меню, а затем нажмите одну из кнопок бокового экранного меню: **снимка экрана, осциллограммы** или **настройки**.



## Демонстрация дополнительных возможностей осциллографа Tektronix 4000

В этом разделе описываются новые функции, отличающие осциллограф серии Tektronix 4000 от других осциллографов, представленных на рынке.

### Полный комплект

- **Большой 10,4-дюймовый XGA-дисплей.** Осциллографы относятся к приборам визуализации, поэтому удобнее работать с большими, яркими дисплеями.
- **Регуляторы отображения по вертикали для каждого канала.** Во многих осциллографах регуляторы отображения по вертикали объединены, и перед изменением масштаба или положения по вертикали приходится выбирать канал. Благодаря наличию отдельного регулятора для каждого канала работа с осциллографом становится интуитивно понятной и более эффективной.
- **Порты USB и CompactFlash на передней панели.** Эти порты упрощают перенос снимков экрана, параметров настройки осциллографа и данных осциллограмм с осциллографа на рабочую станцию.
- **Глубина — всего 13,5 см.** Осциллографы серии Tektronix 4000 занимают мало места, особенно учитывая их уровень точности, что позволяет поместить тестируемое устройство перед осциллографом.
- **Переносной прибор.** Благодаря небольшой массе (всего 5 кг) и прочной ручке осциллографы серии Tektronix 4000 удобно переносить.
- **Локализация.** Пользовательский интерфейс осциллографа Tektronix 4000 доступен на 11 языках: английском, французском, итальянском, немецком, испанском, бразильском португальском, русском, японском, корейском, китайском с упрощенным письмом и китайском с традиционным письмом.

### Эксплуатационные характеристики

Произв.	DPO4104 и MSO4104	DPO4054 и MSO4054	DPO4034 и MSO4034	DPO4032 и MSO4032
Полоса проп.	1 ГГц	500 МГц	350 МГц	350 МГц
Количество каналов DPO4000	4	4	4	2
Количество каналов MSO4000	4 + 16	4 + 16	4 + 16	2 + 16
Максимальная частота выборки для аналогового сигнала (все каналы)	5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с	2,5 Гвыб/с
Длина основной памяти (все каналы)	10 млн точек	10 млн точек	10 млн точек	10 млн точек
Длина памяти MagniVu у MSO4000 (все цифровые каналы)	10 тыс. точек	10 тыс. точек	10 тыс. точек	10 тыс. точек

**Возможность пятикратного увеличения частоты дискретизации для всех каналов.** Все осциллографы серии Tektronix 4000 обеспечивают возможность увеличения частоты дискретизации не менее чем в 5 раз для всех каналов; при этом применяется стандартная интерполяция  $\sin(x)/x$ , что обеспечивает использование всей полосы пропускания моментального снимка во всех каналах. Осциллографы с более низкой частотой дискретизации или с использованием линейной интерполяции обеспечивают использование всей полосы пропускания моментального снимка на меньшем числе каналов.

**Длина памяти 10 млн точек во всех каналах.** Все осциллографы серии Tektronix 4000 обеспечивают стандартную длину памяти 10 млн точек всех каналах. Это не только больше того, что обеспечивает любой

другой осциллограф среднего уровня в стандартной комплектации, но и больше того, что предлагается во многих более дорогих моделях.

**Метки осциллограмм.** Осциллографы серии Tektronix 4000 позволяют устанавливать на дисплее метки сигналов. Это особенно полезно, когда возрастает число отображаемых сигналов.

## Демонстрация возможностей Wave Inspector

### Общие сведения.

- Длина записи цифровых осциллографов выросла с 500 точек в начале 80-х годов XX века до миллионов точек в настоящее время.
- В серии Tektronix 4000 большое внимание уделено не только длине памяти, но и удобству использования записанных данных. Представьте, что вы пытаетесь найти необходимую информацию в современном Интернете без таких средств поиска, как Google.
- Поскольку длина записи увеличилась, почти в каждом цифровом осциллографе реализована модель масштабирования. Однако в большинстве моделей масштабирования элементы управления, относящиеся к просмотру осциллограммы в увеличенном масштабе, расположены в меню на глубоком уровне или сдублированы с другими элементами управления, расположенными на передней панели. У осциллографов серии Tektronix 4000 элементы управления увеличением удобно расположены на передней панели.

Далее представлены общие процедуры, предназначенные для демонстрации основных возможностей Wave Inspector и модуля последовательной синхронизации и анализа.

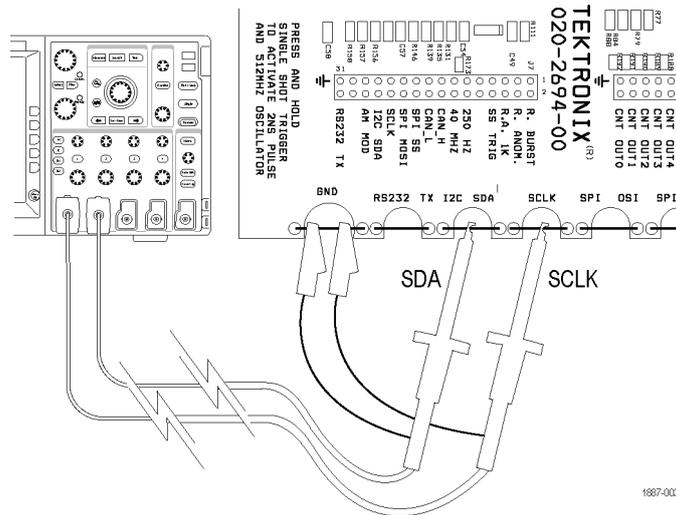
## Демонстрация IX. Настройка сигналов I2C

1. Подключите провод заземления пробника Р6139А к точке с отметкой **GND** на демонстрационной плате.

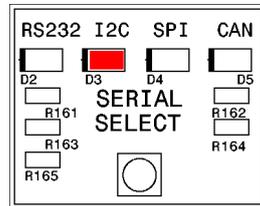
Подключите пробник Р6139А, подсоединенный к каналу 1 осциллографа, к точке замера **SCLK** на демонстрационной плате.

2. Подключите провод заземления второго пробника Р6139А к точке с отметкой **GND** на демонстрационной плате.

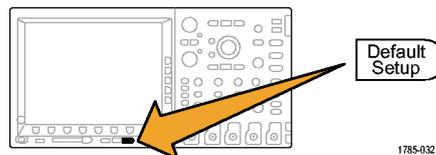
Подключите второй пробник Р6139А, подсоединенный к каналу 2 осциллографа, к точке замера **I2C SDA** на демонстрационной плате.



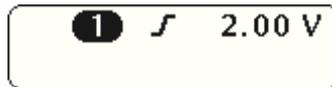
3. Убедитесь, что на демонстрационной плате светится индикатор I2C. Если это не так, нажмите несколько раз кнопку **SERIAL SELECT** на демонстрационной плате, пока не загорится индикатор I2C.



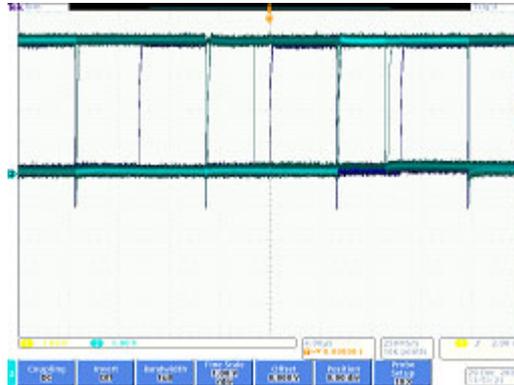
4. Нажмите на передней панели кнопку **Default Setup**.



5. Поверните ручку **Уровень** синхронизации, расположенную на передней панели, так, чтобы установить уровень синхронизации приблизительно 2 В.



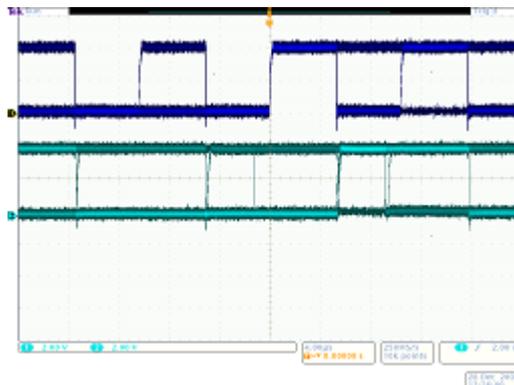
6. Нажмите на передней панели кнопку канала 2, чтобы включить канал 2.



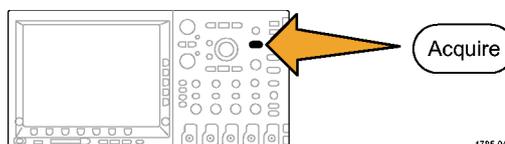
7. Поверните ручки **Масштаб** по вертикали каналов 1 и 2, расположенные на передней панели, так, чтобы установить для обоих каналов значение 2,0 В/дел.



8. Поверните ручки **Положение** по вертикали для каналов 1 и 2 так, чтобы поместить осциллограмму канала 1 в верхней части координатной сетки, а осциллограмму канала 2 — в середине.



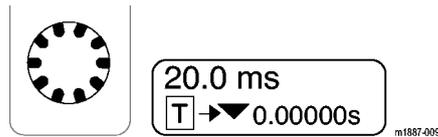
9. Для вывода на экран меню сбора данных нажмите на передней панели кнопку **Сбор данных**.



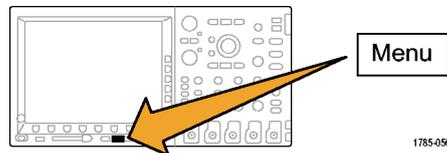
1785-046

10. Нажмите кнопку **Длина памяти** в нижнем экранном меню (если она не активна) и кнопку **1 M точек** в боковом экранном меню.

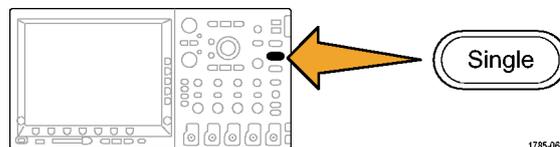
11. Поверните ручку **Масштаб** по горизонтали, расположенную на передней панели, так, чтобы установить значение масштаба по горизонтали 20,0 мс/дел.



Совет. Если требуется сохранить этот вариант настройки для вызова перед каждой демонстрацией, нажмите кнопку **Save/Recall Menu** (меню сохранения и загрузки данных) на передней панели, нажмите кнопку **Сохран. текущ. настройки** в нижнем экранном меню и укажите, где следует сохранить этот вариант настройки.

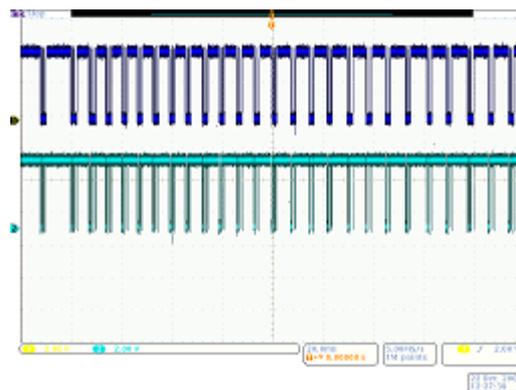


12. Нажмите на передней панели кнопку **Однократный**, чтобы выполнить одиночный цикл регистрации.



Вы смотрите на линию тактового импульса (желтый канал 1) и линию данных (синий канал 2) шины I<sup>2</sup>C.

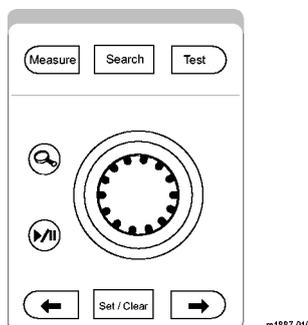
Совет. Если осциллограммы отличаются от тех, которые представлены на рисунке, вернитесь к шагу 1 и проверьте, правильно ли подсоединены оба пробника к контактам на демонстрационной плате.



## Демонстрация X. Использование функциональных возможностей увеличения и панорамирования Wave Inspector

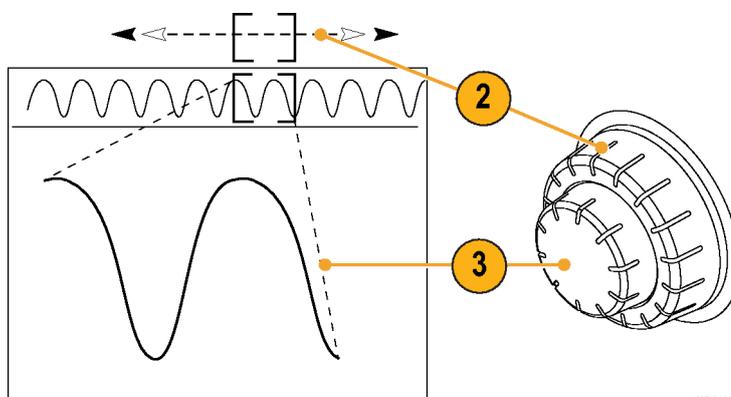
В этом разделе описывается, как демонстрировать функциональные возможности масштабирования и панорамирования с помощью ручки лупы и панорамирования Wave Inspector.

1. Обратите внимание на часть передней панели, относящуюся к Wave Inspector. Этот набор специализированных элементов управления предназначен для упрощения просмотра и анализа осциллограмм.



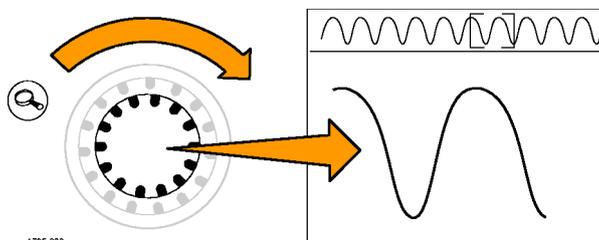
Регулятор «Панорама-Лупа» состоит из следующих частей.

2. Ручка панорамирования (внешняя).
3. Ручка лупы (внутренняя).



4. Поверните ручку лупы (внутреннюю) по часовой стрелке на несколько делений. Должна включиться функция лупы. Вы увидите:

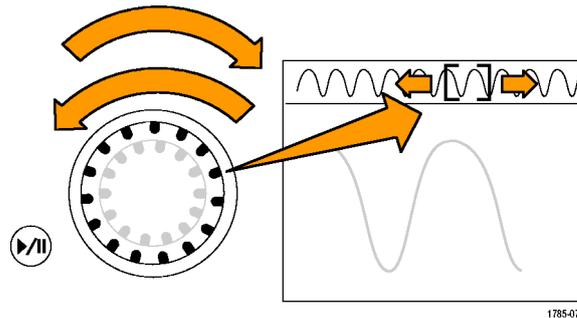
- Все зарегистрированные данные — в верхнем окне.
- Участок, к которому применено масштабирование, расположен между серыми скобками в верхнем окне.
- Увеличенная часть осциллограммы — в нижнем окне.



5. Увеличивайте и уменьшайте масштаб, чтобы показать, как работает центральная ручка. В завершение увеличьте одиночный импульс тактового сигнала.

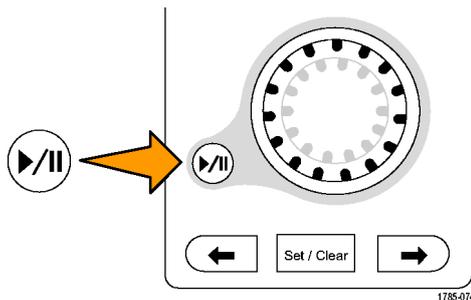
Обратите внимание, что для перемещения окна лупы в начало записи не требуется много раз поворачивать ручку положения по горизонтали, также не требуется возвращаться к исходному масштабу для быстрого перемещения окна лупы в новую точку, а затем снова увеличивать масштаб. Именно в такой ситуации помогает функция панорамирования серии Tektronix 4000.

6. Слегка поверните ручку панорамирования (внешнюю) против часовой стрелки. Обратите внимание на чрезвычайно интуитивно-понятный характер работы элементов управления масштабированием и панорамированием.



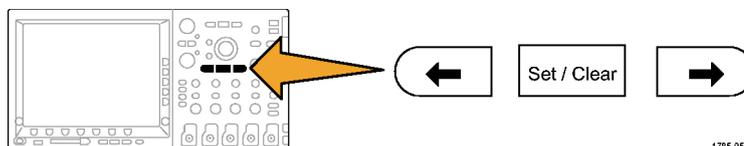
- При повороте против часовой стрелки окно лупы перемещается влево.
- При повороте по часовой стрелке окно лупы перемещается вправо.
- Чем сильнее повернута ручка панорамирования, тем быстрее перемещается окно лупы.
- Для перемещения от одного конца осциллограммы до другого достаточно пары секунд, даже если длина памяти составляет 10 млн точек!

7. Если вы не хотите удерживать ручку панорамирования при просмотре осциллограммы, можно воспользоваться функцией воспроизведения-паузы. Нажатие кнопки воспроизведения-паузы обеспечит автоматическую прокрутку осциллограммы. Для демонстрации нажмите кнопку воспроизведения-паузы. Должна начаться прокрутка осциллограммы.

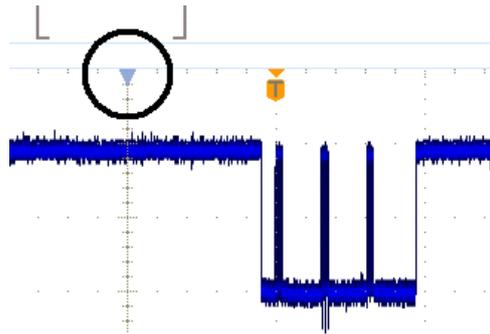


- Настройку скорости воспроизведения посредством поворота регулятора панорамирования.
- Чтобы изменить направление панорамирования, поверните ручку панорамирования в другую сторону для замедления и изменения направления движения окна лупы.
- Чтобы быстро перейти к другому отрезку записи и возобновить воспроизведение, поверните ручку панорамирования до упора в соответствующем направлении. При этом панорамирование накладывается на функцию воспроизведения/паузы.
- Повторно нажмите кнопку воспроизведения/паузы, чтобы остановить перемещение, когда на экране появится что-нибудь интересное.

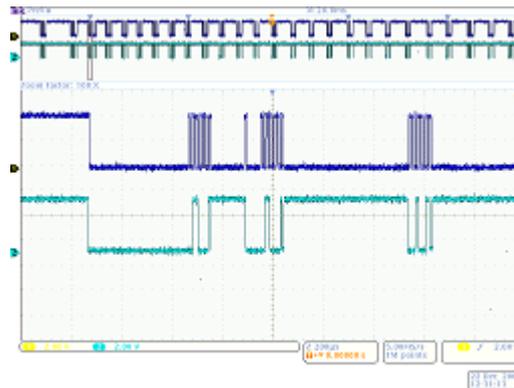
8. Представляющий интерес участок осциллограммы можно отметить для дальнейшего исследования. Для этого нажмите кнопку **Установить/сбросить** на передней панели, чтобы поставить метку.



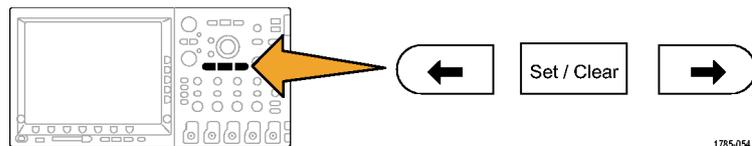
- Обратите внимание на закрашенный белый треугольник, который появляется на экране. Позднее будет показано, почему треугольники закрашены.
- Этот треугольник используется как закладка на осциллограмме.



9. С помощью ручки панорамирования (внешней) быстро перейдите к нескольким другим интересующим точкам осциллограммы и поставьте метки.



10. Для мгновенного перехода между метками используйте кнопки со стрелками ← (предыдущ.) и → (следующ.), которые расположены на передней панели (с двух сторон от кнопки **Установить/сбросить**).



1785-054

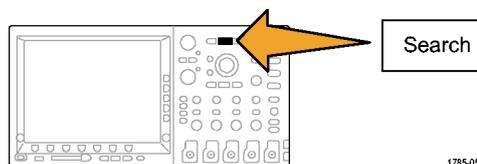
11. Нажмите кнопку **Установить/сбросить**, чтобы убрать метку с осциллограммы. Функции масштабирования, панорамирования, воспроизведения-паузы, установки-очистки меток и перехода между ними очень удобны для просмотра и изучения осциллограммы вручную.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Чтобы удалить метку с помощью кнопки **Установить/сбросить**, сначала переместите окно лупы на метку, пользуясь или кнопками со стрелками → и ← или ручкой панорамирования.

## Демонстрация XI. Использование функциональных возможностей поиска Wave Inspector

В данном разделе описывается, как находить события с помощью этого эффективного средства поиска.

1. Нажмите на передней панели кнопку **Поиск**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Поиск**.



**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если на шаге 3 на вашем осциллографе вы увидите кнопку **Поиск меток** вместо кнопки **Поиск**, это может означать, что на вашем осциллографе используется более ранняя версия микропрограммного обеспечения 1.XX. Чтобы получить наилучшие результаты демонстрации, обновите микропрограммное обеспечение осциллографа. Для этой цели воспользуйтесь процедурой, описанной в руководстве пользователя осциллографа.

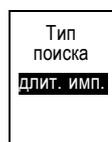
3. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Поиск** и выберите **Вкл.**



4. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Очистить все метки**.

Вы удаляете метки, установленные вручную на осциллограмме.

5. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип поиска** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите из списка вариант **длит. имп.**



Просмотрите все предусмотренные варианты и различные возможности поиска, предлагаемые в осциллографах серии Tektronix 4000.

- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Источник** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите из представленного на экране списка канал **2**.

- Убедитесь, что полярность — положительная.

Под кнопкой **Полярн.** нижнего экранного меню должно быть слово **Положит.** Если это не так, нажмите кнопку **Полярн.**, а затем — кнопку **Положит.** в боковом экранном меню.

- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Порог. напр.**

Затем, поворачивая универсальную ручку **A**, установите пороговое значение приблизительно равным половине амплитуды сигнала в канале 2 (например, 2,00 В).

- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Устан. метку когда**. Если соответствующее значение еще не выбрано, в боковом экранном меню нажмите кнопку **длит. имп. < 8.00 ns**.

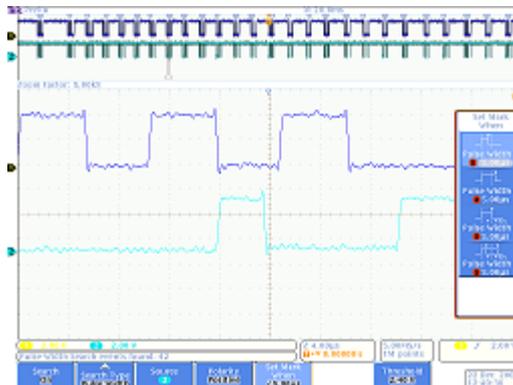


- Используя многофункциональную ручку **a**, установите значение длительности импульса около 5 мкс. Теперь у вас есть возможность просмотра меток.

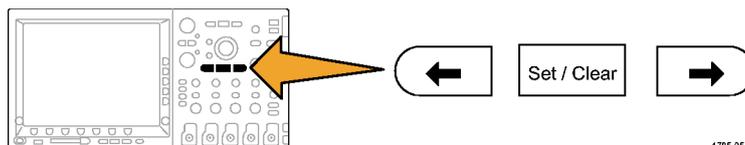
Совет. Чтобы быстрее перейти к значению 5 мкс, нажмите на передней панели кнопку **Точно**, если она подсвечена, чтобы отключить функцию точной настройки.

Обратите внимание на незакрашенные треугольники, размещенные на координатной сетке, и на число найденных событий, которое отображается в левом нижнем углу экрана. Незакрашенные треугольники показывают результаты поиска, а закрашенные — метки, установленные пользователем.

Установите ширину импульса 11 мкс, чтобы показать, как при изменении критериев поиска обновляются результаты поиска. Затем с помощью регулятора верните значение 5 мкс.

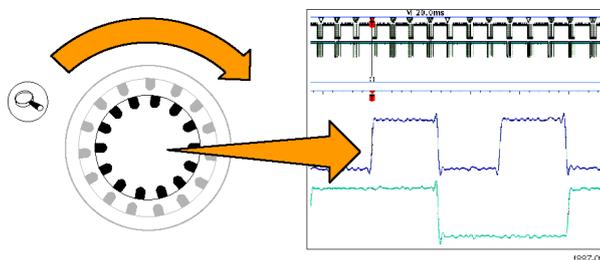


11. Переходите от метки к метке, используя кнопки со стрелками ← (предыдущ.) и → (следующ.), расположенные на передней панели.



1785-054

12. Если необходимо, поверните ручку лупы (внутреннюю), чтобы добиться увеличения, при котором хорошо виден каждый импульс, удовлетворяющий данным критериям. Например, попробуйте использовать коэффициент увеличения 5 кХ.



1887-027

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Коэффициент увеличения отображается в левом верхнем углу экрана осциллографа.

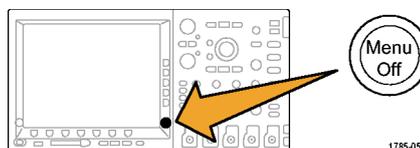
13. После завершения демонстрации отключите функцию поиска, нажав в нижнем экранном меню кнопку Поиск.



При необходимости нажмите в боковом экранном меню кнопку Поиск и выделите **Выкл.**



14. Нажмите кнопку **Menu Off** (выключение меню) в правой части экрана, чтобы убрать боковое меню. Нажмите ее еще раз, чтобы убрать нижнее экранное меню.



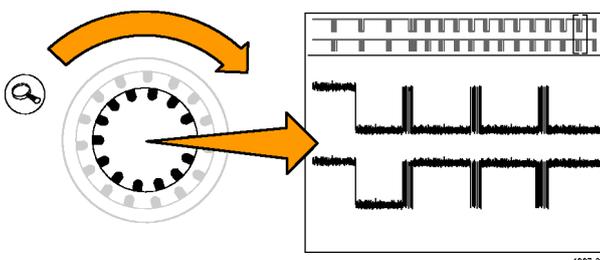
1785-057

## Демонстрация XII. Использование возможностей модуля последовательной синхронизации и анализа

В этой демонстрации показан существенно более удобный и эффективный способ анализа последовательной шины.

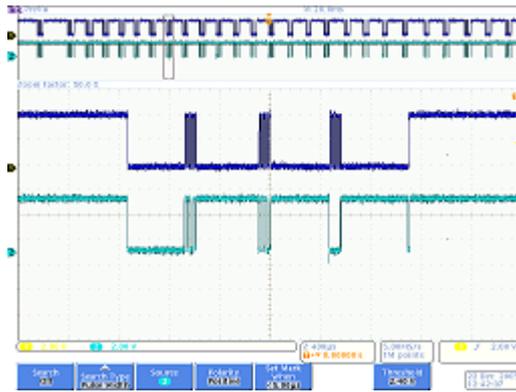
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Начните с того, на чем завершилась предыдущая демонстрация.

1. Поверните ручку лупы (внутреннюю) так, чтобы установить коэффициент увеличения 50 X.  
Совет. Коэффициент масштабирования отображается в левом верхнем углу экрана осциллографа.



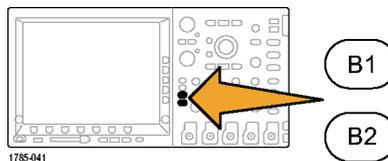
1887-021

- При необходимости переместите окно лупы, чтобы экран выглядел аналогично экрану, представленному на рисунке справа.



Обратите внимание, насколько просто настроить шину на осциллографах серии Tektronix 4000 Series при выполнении шагов 3 — 9.

- Нажмите кнопку **B1**.



- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Шина** и, поворачивая универсальную ручку **A**, прокрутите список шин, которые поддерживают осциллографы серии 4000 (параллельная, I2C, SPI, CAN, RS-232). Выберите **I2C**.

Шина B1 <b>I2C</b>	Определ. входов	Порог. напр-я	Включить R/W в адрес <b>Нет</b>	B1 Метка I2C	Отображение шины	Таблица событий
-----------------------	-----------------	---------------	------------------------------------	--------------	------------------	-----------------

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Конкретный список поддерживаемых шин, который вы видите на своем осциллографе, зависит от установленного дополнительного оборудования и модели осциллографа. Модуль DPO4EMBD поддерживает шину I2C.



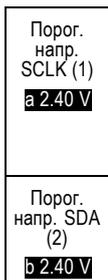
- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Определ. входов**.

Определ. входов
Вход SCLK <b>a1</b>
Вход SDA <b>b2</b>

- В боковом меню убедитесь, что сигнал SCLK установлен для канала 1, а сигнал SDA установлен для канала 2.

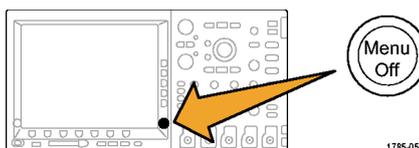
- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Порог. напр.**

8. Поверните универсальные ручки **a** и **b** так, чтобы задать пороговые значения, соответствующие половине амплитуды для каждой осциллограммы.



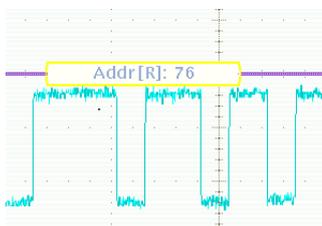
9. Нажмите на передней панели кнопку **Menu Off** (откл. меню), чтобы убрать боковое меню.

Эта простая процедура настройки (шаги с 3 по 8) позволяет определить последовательную шину и декодировать информацию на ней.

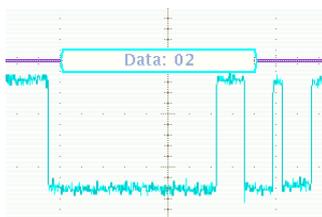


1785-057

10. С помощью ручек управления панорамированием и масштабированием просмотрите в увеличенном виде различные участки сигналов шины. Обратите внимание на то, что показывает осциллограф:



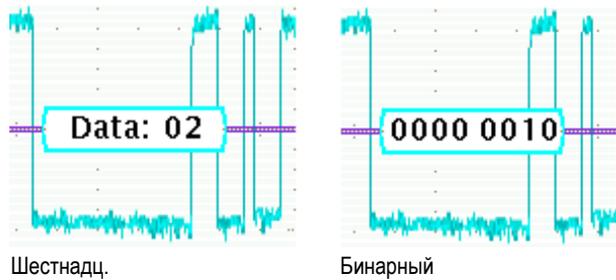
- Начало пакета, отмеченное зеленой вертикальной линией.
- Адрес. В желтом поле отображается значение адреса. **R** означает чтение. **W** означает запись.
- Данные. В голубом поле отображается значение данных.
- Сигнал "Нет подтв." отмечен красным полем с восклицательным знаком внутри.
- Конец пакета, отмеченный красной вертикальной линией.



11. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Отображение шины**.

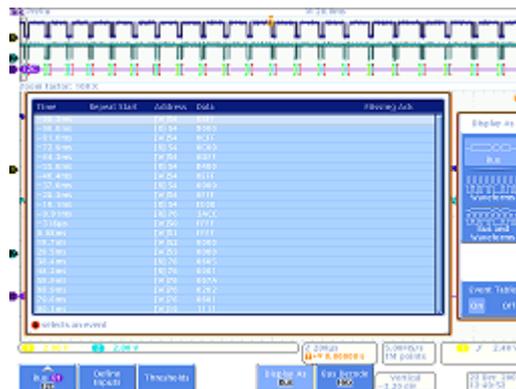


12. В боковом экранном меню выберите **Бинарный**, чтобы продемонстрировать возможность декодирования как в шестнадцатеричном, так и в двоичном виде. Вернитесь к настройке **Шестнадцат.**, поскольку ее удобнее просматривать.



13. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Таблица событий**.
14. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Таблица событий** и выберите **Вкл.** Таблица событий:

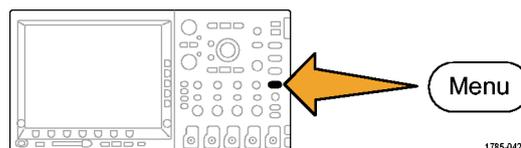
- Сходство с окном списков событий в логических анализаторах.
- Упрощение просмотра содержимого всех захваченных пакетов и слежения за работой системы.
- Включение меток времени для каждого пакета, что упрощает измерение временных соотношений.
- Предоставление удобного способа просмотра множества данных на одном экране.



15. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Таблица событий** и выберите **Выкл.**



16. Решение Tektronix 4000 — это не только декодирование осциллограммы последовательной шины. Существуют также средства синхронизации и поиска. Нажмите на передней панели в группе запуска кнопку **Меню**.



1785-042

17. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **Шина**.

Тип <b>Шина</b>	Входная шина <b>V1 (I2C)</b>	Запуск по <b>Адрес</b>	Адрес <b>50</b>		Направление <b>Запись</b>	Режим <b>Обычный</b> и задержка
--------------------	---------------------------------	---------------------------	--------------------	--	------------------------------	--

18. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Входная шина** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите конкретную шину.



Достаточно один раз определить шину. Эта настройка передается в остальные элементы управления осциллографом, например в меню синхронизации, что устраняет необходимость в повторном назначении каналов и настройке порогов в этом меню.

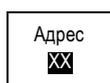
19. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Запуск по**.

Обратите внимание на список вариантов синхронизации. Особенно важно то, что запуск осуществляется по любому из важных компонентов пакета I2C. Раньше можно было только надеяться, что в зарегистрированном сигнале содержатся нужные данные. Теперь это можно гарантировать, задавая соответствующие условия синхронизации.

20. Поверните универсальную ручку **A**, чтобы выбрать **Адрес**.

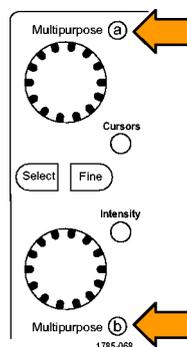
21. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Адрес**.

22. В боковом экранном меню кнопка **Адрес** должна быть уже выбрана.



23. Поворачивая универсальные ручки **a** и **b**, введите шестнадцатеричный адрес 50.

Во время этой операции обратите внимание на заранее запрограммированные адреса.

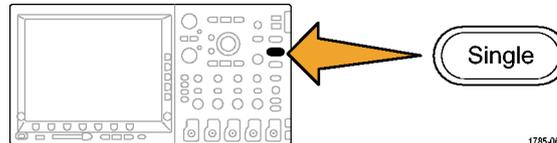


24. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Направление**.

25. В боковом экранном меню нажмите кнопку **Запись**.

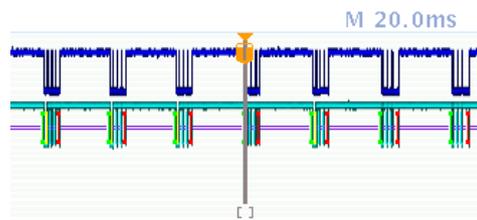
Направление I2C
Чтение
<b>Запись</b>
Чтен.- Запись

26. Чтобы выполнить регистрацию сигнала, нажмите кнопку **Однократный**.

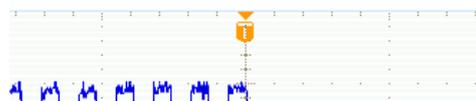


1785-061

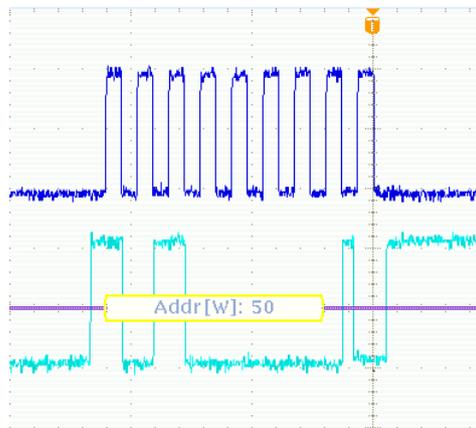
27. При необходимости, поворачивая ручку лупы (внутреннюю), установите коэффициент увеличения 500, так чтобы свободно читались значения адресов шины.



28. Поворачивая ручку панорамирования (внешнюю), переместите окно масштабирования (серые линии в верхней части экрана) к значку положения синхронизации (буква T на оранжевом фоне), чтобы установить, по какому событию произошла синхронизация.



Осциллограмма свидетельствует о том, что синхронизация выполнена по заданному событию.

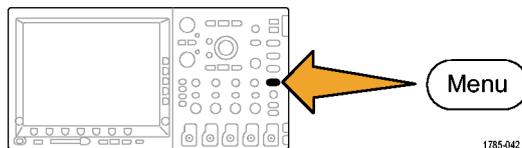


**ПРИМЕЧАНИЕ.** Синхронизация происходит в точке, находящейся после всех битов, составляющих искомое значение.

### Демонстрация XIII. Поиск в последовательных сигналах

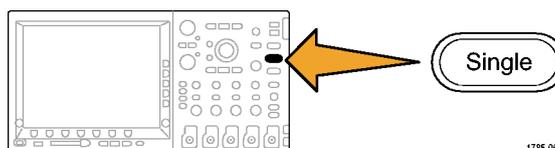
В этом разделе описано выполнение поиска в сигналах последовательной шины.

1. Нажмите на передней панели в группе запуска кнопку **Меню**. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **Фронт**.

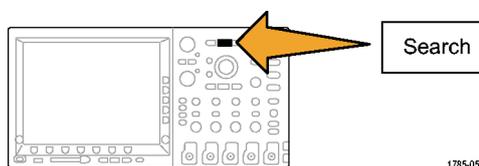


Возврат к синхронизации по фронту позволяет получить случайные данные для описанного далее примера поиска.

2. Чтобы выполнить регистрацию сигнала, нажмите кнопку **Однократный**.



3. Нажмите на передней панели кнопку **Поиск**.



4. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Поиск**.

Поиск Вкл	Тип поиска Шина	Входная шина В1 (I2C)	Поиск Старт			
--------------	--------------------	--------------------------	----------------	--	--	--

5. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Поиск** и выберите **Вкл**.

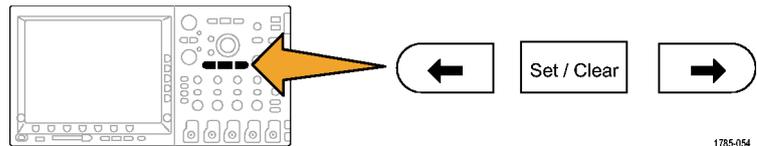


6. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип поиска** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите из списка вариант **Шина**.

7. Для входной шины уже должно быть установлено значение В1. Если это не так, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Входная шина** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **В1**.

8. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Поиск** и, поворачивая универсальную ручку **A**, сделайте выбор из критериев, которые можно использовать для поиска. Выберите **Старт**.

9. Переходите от метки к метке, используя кнопки со стрелками ← (предыдущ.) и → (следующ.), расположенные на передней панели. Это показывает, как легко выполняется переход от пакета к пакету.



1785-054

10. Нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Поиск** (если она не активна) и выберите **Адрес**, поворачивая универсальную ручку **A**.

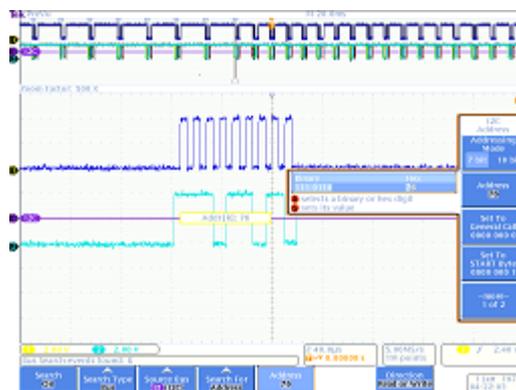
11. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Адрес**.



12. Поворачивая универсальные ручки **a** и **б**, введите шестнадцатеричный адрес **76**.

Отметьте уменьшение количества результатов поиска.

Как и ранее, переходите от метки к метке, используя кнопки со стрелками ← (предыдущ.) и → (следующ.), расположенные на передней панели.



13. Нажмите кнопку **Поиск** в нижнем экранном меню и кнопку **Сохранить все метки** в боковом экранном меню.



Незакрашенные метки поиска стали покрашенными. Теперь они сохранены. Можно запустить новый поиск, сохранив при этом метки результатов предыдущего поиска. Это очень мощный инструмент!

14. Обратите внимание на сходство функциональных возможностей поиска и синхронизации.

Синхронизация применяется во время регистрации, чтобы получить стабильное изображение и гарантировать, что после нажатия кнопки **Пуск/стоп** на передней панели в зарегистрированном сигнале окажется нужное событие. Однако по окончании сбора данных применить синхронизацию невозможно. Здесь вступает в действие функция поиска.

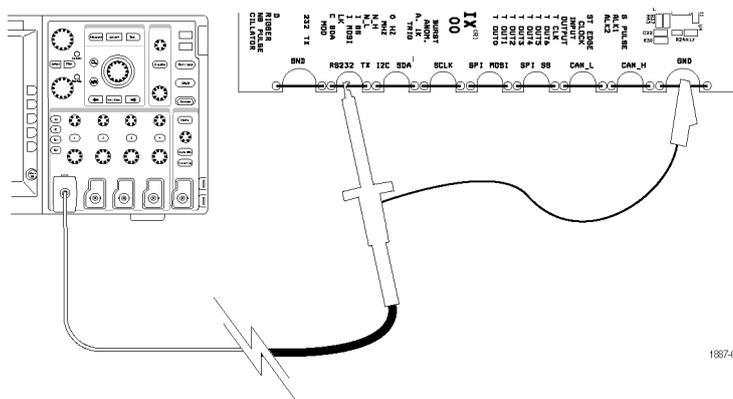
Поиск позволяет найти в массиве данных нужные события. Чтобы упростить использование всех возможностей синхронизации и поиска, в осциллографах серии Tektronix 4000 эти функции связаны между собой. Настройки поиска легко копируются в модуль синхронизации (обычно для сбора новых данных в области исследуемого события), а настройки синхронизации копируются в модуль поиска (обычно для того, чтобы установить, присутствуют ли в зарегистрированном сигнале другие события синхронизации).

## Демонстрация XIV. Мониторинг и декодирование сигналов шины RS-232

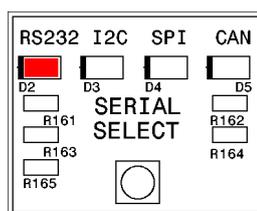
Все осциллографы серий Tektronix 4000 (модели DPO4000 и MSO4000) позволяют отлаживать схемы интерфейса RS-232. Они позволяют декодировать транзакции последовательных шин в шестнадцатеричные, двоичные и ASCII-значения.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Перед выполнением этой демонстрации установите дополнительное оборудование DPO4COMP.

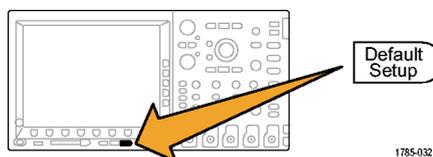
1. Подсоедините пробник P6139A к каналу 1 осциллографа. Затем подсоедините его к точке **GND** и источнику сигнала RS-232 TX на демонстрационной панели.



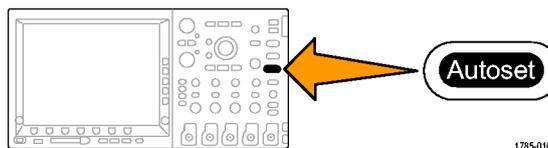
2. Нажмите на демонстрационной плате несколько раз кнопку последовательного выбора **Serial Select**, пока не засветится светодиод RS-232.



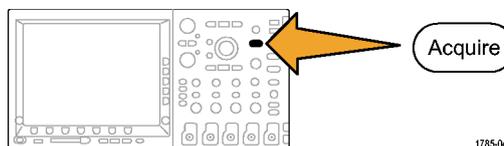
3. Нажмите кнопку **Default Setup** (настройка по умолчанию).



4. Нажмите кнопку **Автоустановка**.



5. Нажмите кнопку **Сбор данных**.

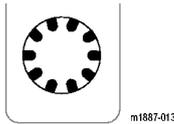


6. Нажмите кнопку **Длина памяти** в нижнем экранном меню (если она не активна) и кнопку **1 M точек** в боковом экранном меню.

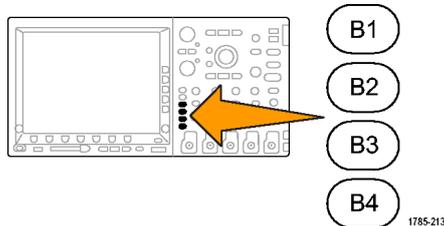
Режим Выборка	Длина памяти 1M	Сброс положения по горизонт.	Отобр. осцил			
------------------	-----------------------	---------------------------------------	-----------------	--	--	--

6

7. Поворачивая в группе «По гориз.» ручку **Масштаб**, выберите значение времени на одно деление равным 20 мс.



8. Нажмите кнопку **B1**.

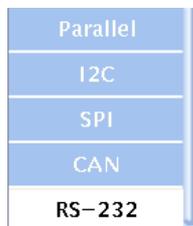


9. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Шина**.



10. Поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **RS-232**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если среди возможных вариантов значение RS-232 отсутствует, проверьте правильность установки дополнительного оборудования DPO4COMP.



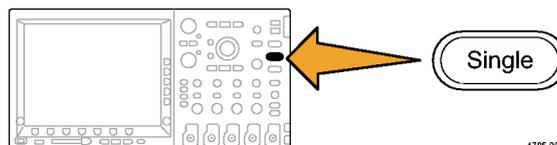
11. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Определ. входов**. Посмотрите на боковое меню и убедитесь, что для канала 1 установлено значение **Вход передачи**. Если это не так, установите это значение с помощью универсальной ручки **A**.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Осциллографы MSO4000 позволяют выбрать для измерения сигналов приема и передачи как аналоговые, так и цифровые каналы.

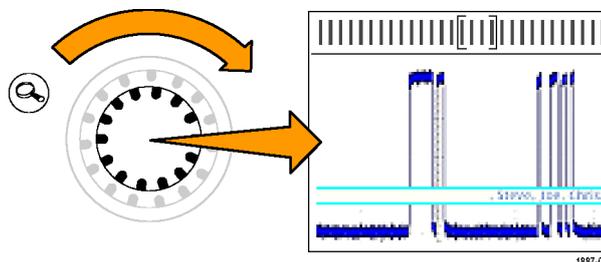
12. Убедитесь, что на кнопке **Настройка** нижнего экранного меню для скорости передачи установлено значение 9600. Это значение задано по умолчанию.

13. Нажмите кнопку **Отображение шины** в нижнем экранном меню и кнопку **ASCII** в боковом экранном меню.

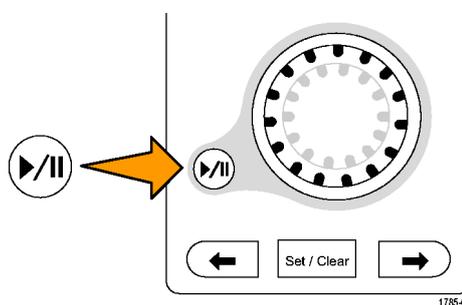
14. Нажмите кнопку **Однократный**.



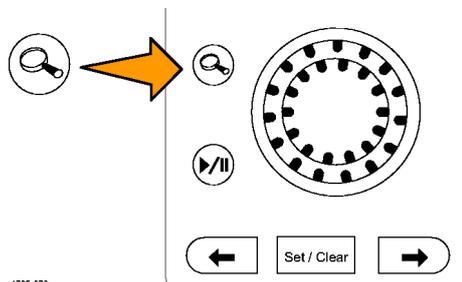
15. Поворачивайте ручку лупы (внутреннюю) Wave Inspector, увеличивая декодируемый участок сигналов шины, пока не сможете прочесть ASCII-символы (например, 10 X).  
Обратите внимание, что каждое поле содержит символ.



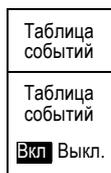
16. Нажмите кнопку воспроизведения Wave Inspector для прокрутки сообщения, чтобы посмотреть его содержание. Нажмите кнопку воспроизведения еще раз, чтобы остановить прокрутку.



17. Отключите лупу, нажав кнопку увеличения на передней панели.



18. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Таблица событий**.



19. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Таблица событий** и выберите **Вкл**.



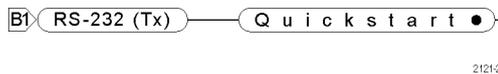
В таблице содержащаяся в осциллограмме шины графическая информация представлена другим способом. Эта таблица похожа на окно списков событий в логическом анализаторе.

Обратите внимание, что в представлении списке виден каждый символ.

Time	Tx
-98.69ms	l
-95.25ms	l
-91.82ms	•
-88.49ms	r
-85.05ms	i
-81.61ms	g
-78.80ms	h
-75.37ms	t
-71.93ms	s
-68.50ms	•
-65.17ms	r

20. Выключите таблицу событий.
21. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Настройка**. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Пакеты данных** и выберите **Вкл.** Затем один раз нажмите на передней панели кнопку **Menu Off** (откл. меню), чтобы убрать боковое меню.

Обратите внимание, что сообщения полностью содержится в пакетах данных, что обеспечивает удобное считывание ASCII-данных.



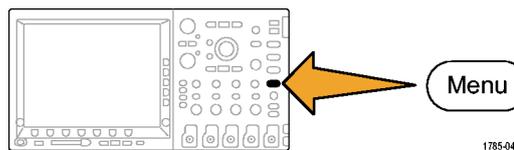
2121-233

### Демонстрация XV. Запуск по последовательной модели данных (например, RS-232)

Осциллографы серии Tektronix 4000 позволяют выполнять запуск по заданной пользователем модели последовательных данных. В качестве примера будет продемонстрирован поиск в RS-232-данных.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Перед выполнением этой демонстрации установите дополнительное оборудование DPO4COMP.

1. Нажмите кнопку **Меню** в группе «Запуск».



1785-042

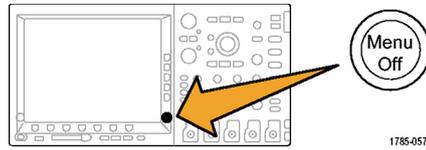
2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **Шина**.
3. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Запуск по** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **Данные Tx**.

<b>Тип</b> Шина	Входная шина B1 RS-232	<b>Запуск по</b> Данные Tx	<b>Данные</b> 51			Режим Обычный и задерж.
--------------------	------------------------------	-------------------------------	---------------------	--	--	-------------------------------

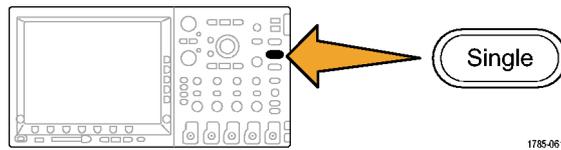


4. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Данные**. С помощью многофункциональных регуляторов **A** и **B** введите шестнадцатеричное значение 51 (ASCII-символ Q).  
Обратите внимание, что в боковом экранном меню отображается символ Q.

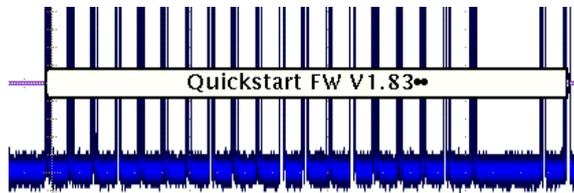
5. Нажмите кнопку **Menu Off**.



6. Нажмите кнопку **Однократный**.



Осциллограф MSO4000 теперь должен выполнить запуск по букве Q (51 в шестнадцатеричном представлении). На дисплее должно отобразиться слово «Quickstart».



## Демонстрация возможностей осциллографа MSO4000

Осциллографы для микширования сигналов серии MSO4000 регистрируют и отображают несколько цифровых и аналоговых сигналов.

### Удобство применения

- **Wave Inspector обеспечивает расширенную поддержку цифровых каналов.** В осциллографе MSO4000 усовершенствован Wave Inspector для работы с цифровыми каналами. При использовании цифровых каналов предусмотрены возможности увеличения и панорамирования, воспроизведения и паузы. Можно осуществлять поиск и устанавливать пользовательские метки.
- **Знакомая конструкция.** Осциллограф MSO4000 работает подобно приборам, с которыми инженеры уже умеют обращаться. Он построен на платформе DPO4000. Этот прибор похож на типичный осциллограф, и с ним просто работать.
- **Цифровой пробник P6516.** Осциллограф MSO4000 работает с цифровым пробником P6516. У этого пробника две 8-канальных насадки. Коаксиальный кабель на первом канале каждой насадки имеет синюю маркировку, что позволяет легко его идентифицировать. Для общего заземления применяется разъем автомобильного типа, благодаря чему для подсоединения к тестируемым устройствам можно использовать собственные провода заземления. Для подсоединения к квадратным контактам для пробника P6516 предусмотрен прикрепляемый к головке пробника адаптер, с помощью которого заземляющий контакт пробника удлиняется и размещается заподлицо с кончиком пробника.
- **Дисплей нового поколения для цифровых осциллограмм.** У осциллографа MSO4000 предусмотрено цветное кодирование высоких и низких значений, индикация белым цветом фронтов с несколькими переходами, серая индикация неопределенных размытых фронтов и группировка осциллограмм.

### Эксплуатационные характеристики

- **16 цифровых каналов.** В моделях MSO4000 к двум или четырем аналоговым каналам моделей DPO4000 добавлено 16 цифровых каналов.
- **MagniVu.** MagniVu обеспечивает временное разрешение до 60,6 пс для 10 000 выборок. Максимальная частота дискретизации MagniVu достигает 16,5 Гвыб/с, и длина памяти составляет 10 000 точек с центром в точке синхронизации. При основном сборе отсчетов частота дискретизации составляет 500 Мвыб/с, а длина памяти достигает 10 млн точек. MagniVu используется при каждом сборе отсчетов. В любой момент (независимо от того, происходит регистрация данных или нет) можно переключиться между памятью MagniVu и основной памятью.
- **Настройки пороговых уровней для каждого канала.** Осциллограф MSO4000 позволяет пользователю устанавливать свой логический пороговый уровень для каждого канала. Благодаря этому поддерживаются пользовательские проекты с несколькими логическими семействами на одной и той же плате.
- **Четыре шины.** Осциллограф MSO4000 отслеживает до четырех последовательных или параллельных шин одновременно.
- **Запуск по установке и удержанию для шины.** Осциллограф MSO4000 осуществляет запуск по нарушению времени установки и удержания для всей параллельной шины, включая любой из 16 цифровых и 4 аналоговых каналов или все каналы одновременно. Если использовать дополнительный вход для тактового сигнала, можно выполнять запуск по всем 20 аналоговым и цифровым каналам.
- **Запуск по параллельной шине.** В осциллографе MSO4000 добавлена возможность задаваемого пользователем логического запуска по данным параллельной шины. Для определения логической модели можно применять все 4 аналоговые канала и 12 цифровых.

- **Большой объем памяти.** Во всех моделях осциллографов MSO4000 предусмотрена стандартная длина памяти 10 млн точек для каждого аналогового и цифрового канала.
- **35 000 осциллограмм в секунду.** Осциллограф MSO4000 обеспечивает скорость регистрации 35 000 осциллограмм в секунду на аналоговых каналах. При такой быстрой регистрации снижается время паузы между циклами регистрации сигналов и повышается вероятность обнаружения аномалий осциллограмм.

При применении дополнительного оборудования у осциллографов серии Tektronix 4000 появляется возможность синхронизации и декодирования сигналов по протоколу RS-232. Все дополнительное оборудование DPO4XXX совместимо с обеими моделями MSO4000 и DPO4000. Стандартная поддержка параллельной шины осуществляется только на моделях MSO4000.

## Демонстрации MSO4000

### Знакомство с передней панелью осциллографа MSO4000.

- Кнопка D15–D0. Отображение или удаление с дисплея цифровых каналов и доступ к меню настройки цифровых каналов
- 4 кнопки шин. Определение и отображение до четырех различных последовательных и параллельных шин одновременно.
- Разъем логического пробника. Розетка на передней панели для подключения цифрового пробника P6516 с 16 цифровыми каналами
- Wave Inspector. Расширение для поддержки увеличения, панорамирования и поиска для цифровых каналов

В следующих разделах представлены процедуры, демонстрирующие основные возможности осциллографа для микширования сигналов MSO4000.

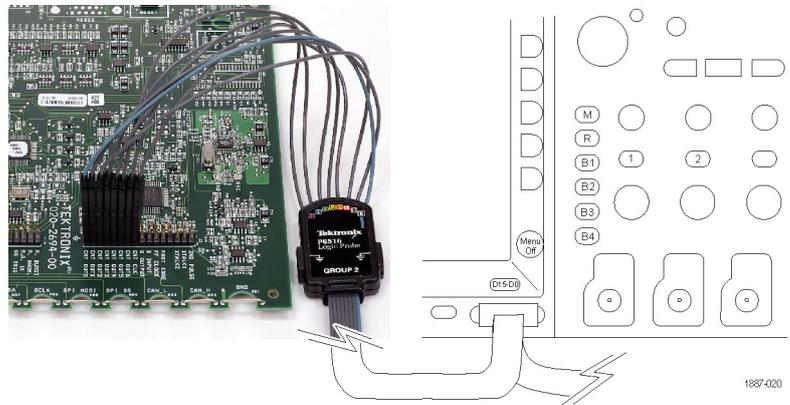
### Демонстрация XVI. Настройка цифровых каналов

1. Подключите цифровой пробник P6516, подсоединенный к передней панели осциллографа, к контактам счетчика на демонстрационной плате.

Подсоедините цифровые каналы D0 — D6 группы 1 пробника к сигналам *CNT OUT 0* — *CNT OUT 6* счетчиков на демонстрационной панели.

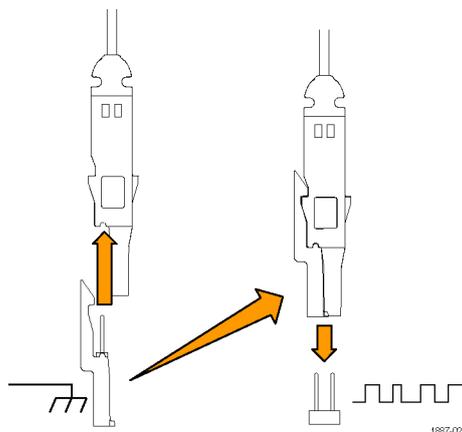
Подсоедините канал D7 пробника к точке *CNT CLK* панели.

- D7 — CNT CLK
- D6 — CNT OUT 6
- D5 — CNT OUT 5
- D4 — CNT OUT 4
- D3 — CNT OUT 3
- D2 — CNT OUT 2
- D1 — CNT OUT 1
- D0 — CNT OUT 0



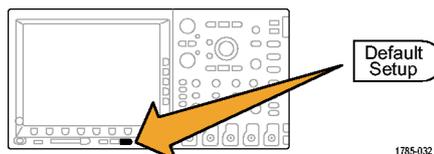
1887-020

Не забудьте должным образом заземлить все контакты пробника с помощью монтируемого заподлицо адаптера.



1887-026

- Нажмите кнопку **Default Setup** (настройка по умолчанию).

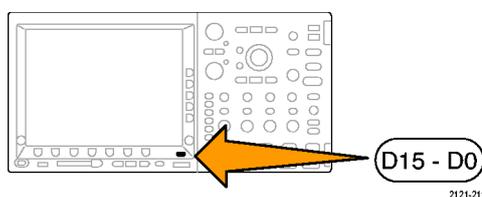


- Чтобы удалить с дисплея осциллограмму канала 1, нажмите на передней панели кнопку необходимое число раз (например, два раза) кнопку **1**.

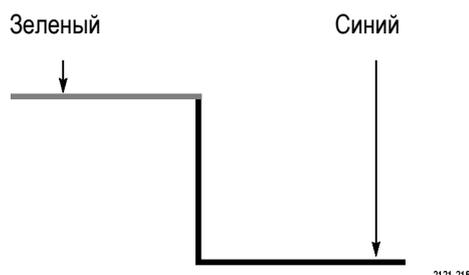
- Поворачивая распложенную на передней панели в группе «По гориз.» ручку **Масштаб**, выберите значение времени на одно деление равным 200 нс/деление.



- Нажмите на передней панели синюю кнопку **D15-D0**.



Обратите внимание на зеленый и синий цвет горизонтальных участков осциллограммы цифрового канала. Зеленый цвет указывает на логический высокий уровень сигнала, а синий — на логический низкий уровень сигнала.



**ПРИМЕЧАНИЕ.** Если на дисплее не отображается цифровой сигнал, проверьте, что цифровой пробник R6516 подсоединен должным образом к осциллографу и к цифровой панели, как указано на шаге 1.

- Убедитесь, что для высоты цифровой осциллограммы уже установлено значение **M** (Medium — средняя) в нижнем экранном меню.

D15 - D0 Вкл/Выкл	Порог. напр-я	Изменить метки			MagniVu Вкл <b>Выкл.</b>	Высота S <b>M</b> L
----------------------	------------------	-------------------	--	--	-----------------------------	------------------------

- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **D15-D0** (но не синюю кнопку с тем же названием на передней панели). В появившемся боковом меню канал D0 должен быть уже отмечен, как отображаемый.



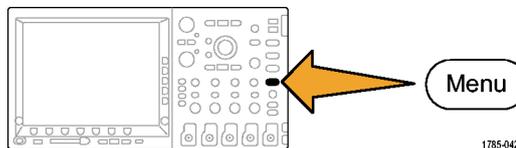
8. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Включить D7–D0**, чтобы включить отображение каналов D0 — D7.

Можно также включить эти каналы по отдельности, как показано в шагах с 9-го по 11-й.

9. Поворачивая универсальную ручку **A**, выберите канал D1.
10. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Отобразить**, чтобы включить отображение этого канала на дисплее.
11. Нажмите кнопку **Отобразить** еще 6 раз, чтобы отобразить каналы D2 — D7.

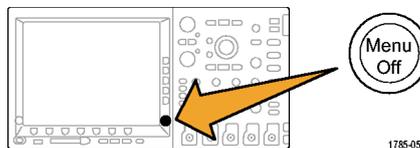
✓	D0	1.40 V
✓	D1	1.40 V
✓	D2	1.40 V
✓	D3	1.40 V
✓	D4	1.40 V
✓	D5	1.40 V
✓	D6	1.40 V
✓	D7	1.40 V

12. Нажмите на передней панели в группе запуска кнопку **Меню**.



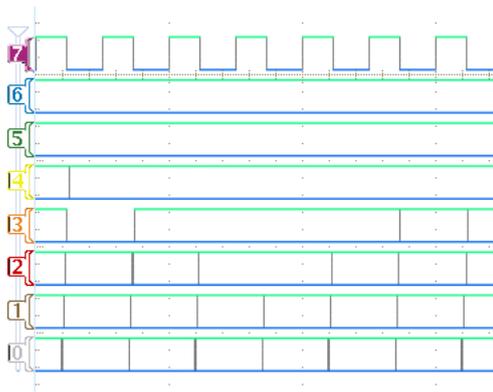
13. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Источник**.
14. Поворачивая универсальную ручку **A**, выберите канал D7 в качестве источника синхронизации.

15. Нажмите кнопку **Menu Off**, чтобы убрать боковое меню.

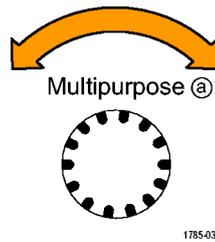


Теперь должны отображаться все семь сигналов данных и сигнал тактовых импульсов счетчика. Обратите внимание на изображенный слева на дисплее перевернутый треугольник над меткой канала 7. Это метка группы каналов.

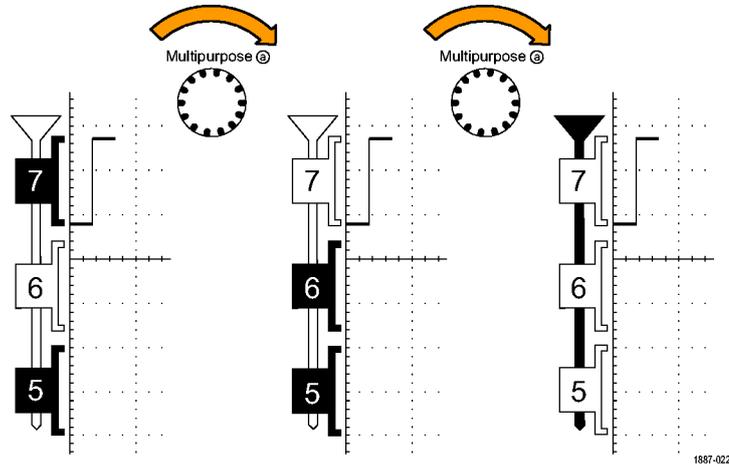
Когда несколько каналов располагаются на экране рядом друг с другом, они образуют группу. Благодаря наличию групп можно легко настроить несколько цифровых каналов одновременно. Группу можно использовать для удобства позиционирования на экране нескольких цифровых осциллограмм. Также можно просто изменить пороги напряжения для всех каналов группы.



16. Группу сигналов легко позиционировать на экране. Для этого нажмите на передней панели синюю кнопку **D15–D0** и поворачивайте универсальную ручку **A**. При этом обратите внимание, что по очереди выделяются маркеры, находящиеся слева от каналов.



При дальнейшем повороте ручки **A** (по часовой стрелке) после выделения индикатора базовой линии D7 выделяется перевернутый треугольник, расположенный над индикатором D7, и одновременно выделяются все индикаторы каналов, расположенные непосредственно под этим треугольником.



Когда треугольник и смежные метки каналов выделены, поверните универсальную ручку **B**. При вращении этой ручки на левой стороне дисплея будет перемещаться белый контур. Когда вы перестанете вращать ручку **B**, переместятся сами осциллограммы.

Чтобы переместить отдельные каналы, поворачивая универсальную ручку **A**, выделите нужный канал и переместите его, поворачивая ручку **B**.

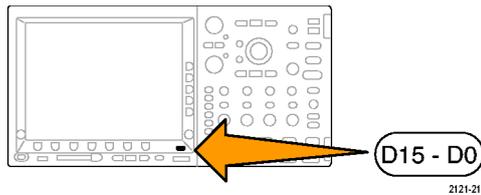
Если один из каналов перестанет находиться рядом с другими каналами, он уже не будет принадлежать группе каналов. Чтобы вернуть его в группу, просто поместите его рядом с осциллограммами группы.

## Демонстрация XVII. Установка различающихся пороговых уровней каналов

Осциллограф MSO4000 позволяет устанавливать свой логический пороговый уровень для каждого канала. Благодаря этому можно определить различные пары логического высокого и логического низкого уровней для разных каналов. Другие осциллографы позволяют использовать только один порог для восьми или более сигналов.

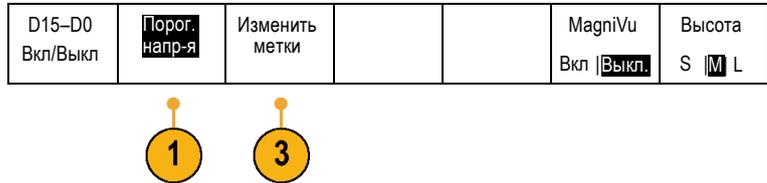
**ПРИМЕЧАНИЕ.** Начните с того, на чем завершилась предыдущая демонстрация.

1. Нажмите на передней панели синюю кнопку **D15-D0**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Порог. напр.**

Обратите внимание, что можно для каждого канала установить порог напряжения индивидуально или вместе с группой, пользуясь универсальными ручками **A** и **B**. В данном упражнении оставьте пороги такими, какие они есть.

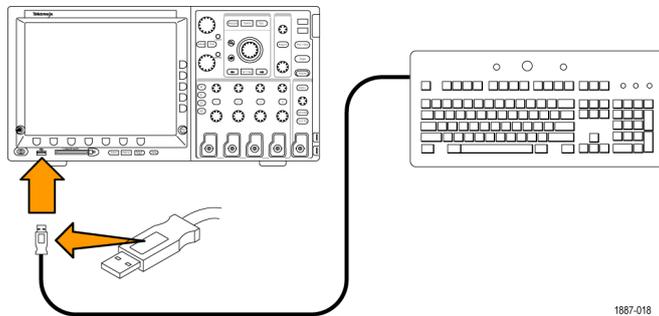


### Демонстрация XVIII. Установка меток каналов

Для каждой цифровой осциллограммы можно задать пользовательскую метку. Когда число сигналов, отображаемых на экране осциллографа, растет, полезно назначить метки каждому сигналу.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Начните с того, на чем завершилась предыдущая демонстрация. Это означает, что на передней панели должна быть нажата кнопка **D15-D0**, вызывающая включение нижнего экранного меню D15-D0.

1. Подсоедините USB-клавиатуру к одному из USB-портов осциллографа MSO4000. Используйте USB-порт, расположенный на передней или задней панели.



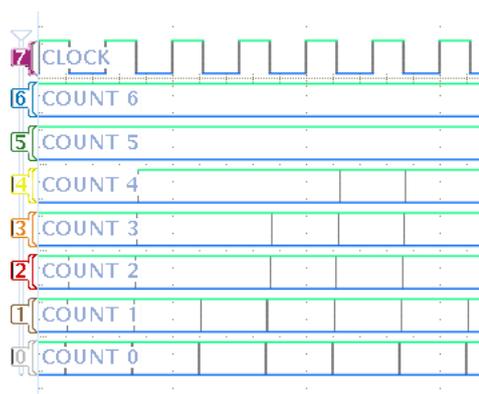
2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Изменить метки**.



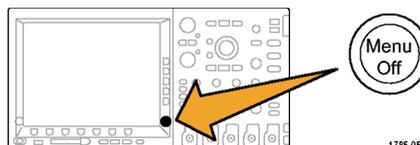
- С помощью клавиатуры добавьте метки к каналам D0 — D6. Назовите их Count 0, Count 1, Count 2, Count 3, Count 4, Count 5 и Count 6. Для перехода к следующему каналу используйте клавишу Enter клавиатуры или клавишу с направленной вниз стрелкой бокового меню.

Можно добавить метку и другим способом. Для этого следует нажать кнопку **Select Preset Label** (выбрать заданную метку), с помощью универсальной ручки **Б** выбрать нужную заданную метку из списка и нажать в боковом меню кнопку **Insert Preset Label** (вставить заданную метку). Попробуйте добавить заданную метку **CLOCK** к каналу D7.

После этого посмотрите на список своих меток на экране.



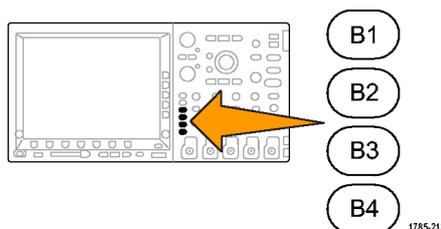
- Нажмите кнопку **Menu Off**.



### Демонстрация XIX. Исследование параллельных шин

Осциллографы серии MSO4000 предназначены для эффективного анализа параллельных шин, например таких, какие используются во встроенных схемах. Все средства синхронизации и поиска, предусмотренные в осциллографе MSO4000, поддерживают анализ параллельных шин.

- Нажмите кнопку **B1**.



- Убедитесь, что выбранная шина определена как **Параллел**.  
Если это не так, в нижнем экранном меню нажмите кнопку **Шина** и, поворачивая универсальную ручку **A**, выберите **Параллел**.

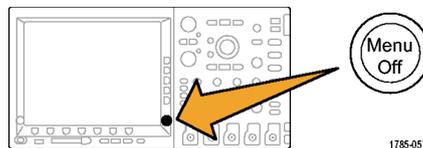
Шина B1 Параллел	Определ. входов	Порог. напр-я		B1 Метка Parallel	Отобра- жение шины	Таблица событий
---------------------	--------------------	------------------	--	----------------------	--------------------------	--------------------

- Выберите в нижнем экранном меню **Определ. входов**.

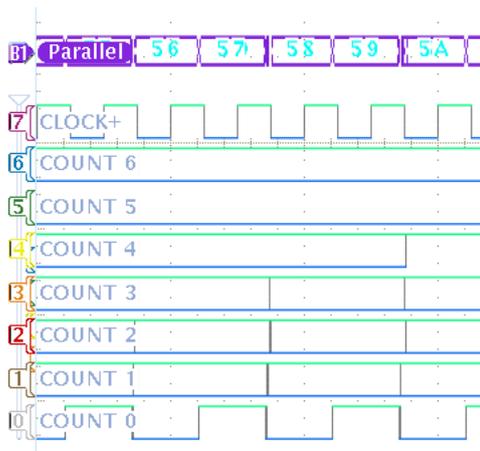


4. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Число битов данных** и введите **7** в качестве числа битов, поворачивая универсальную ручку **A**.
5. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Опред. биты**, чтобы увидеть на дисплее, с какими каналами связаны какие биты. Входы можно определить с помощью универсальных ручек **A** и **B**. Каналы не обязательно должны следовать в том же порядке, в каком они расположены на шине. Можно выбрать любые из 20 каналов для представления шины. В этом упражнении оставьте канал D0 для самого младшего двоичного разряда, а канал D6 — для самого старшего двоичного разряда.

6. Нажмите кнопку **Menu Off** (выключение меню) в правом нижнем углу экрана, чтобы убрать боковое меню.



7. Поверните ручку **A**, чтобы отобразить параллельную шину над отображением цифровых каналов, что позволит легко считывать декодированные данные шины. Посмотрите декодированные значения на дисплее. Переходы на шине всюду соответствуют переходам данных.



Теперь давайте создадим шину с синхронизацией.

8. Нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Определ. входов**.

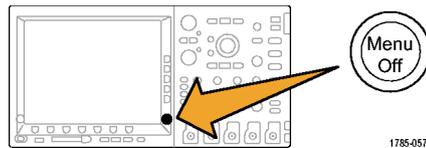
Шина B1 Параллел	<b>Определ. входов</b>	Порог. напр-я		B1 Метка	Отобра- жение шины	Таблица событий
---------------------	----------------------------	------------------	--	----------	--------------------------	--------------------



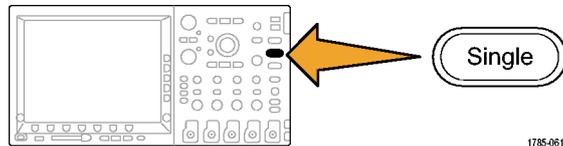
9. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **синхр.данные** и выберите **Да**.
10. Убедитесь, что в боковом экранном меню на кнопке **Фронт такт.с** выбран значок нарастающего фронта.
11. Убедитесь, что в боковом меню на кнопке **Число битов данных** все еще установлено значение 7.
12. Нажмите в боковом меню кнопку **Опред.биты** (если она не активна). Убедитесь, что в качестве типа источника установлено значение **Такт. сигнал**. Если это не так, поверните ручку **А** и выберите это значение. Поворачивая универсальную ручку **Б**, выберите канал **D7** в качестве источника тактового сигнала.



13. Нажмите кнопку **Menu Off** (выключение меню) в правом нижнем углу экрана, чтобы убрать боковое меню.



14. Еще раз выполните сбор отсчетов, нажав кнопку **Однократный**. Обратите внимание, что декодирование данных шины происходит каждый раз, когда встречается нарастающий фронт тактового сигнала.

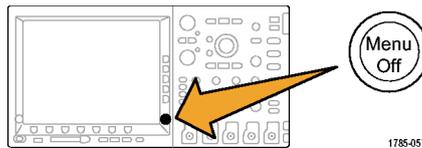


15. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Таблица событий**. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Таблица событий** и выберите **Вкл**. Обратите внимание, что в таблице каждое значение данных сопровождается соответствующей ему меткой времени. В осциллографе MSO4000 предусмотрен экспорт этих значений в CSV-файл.

Time	Data
-1.900µs	2D
-1.800µs	2E
-1.700µs	2F
-1.600µs	30
-1.500µs	31
-1.400µs	32
-1.300µs	33
-1.200µs	34
-1.100µs	35
-1.000µs	36
-900µs	

16. Нажав кнопку **Таблица событий**, установите на ней значение **Выкл**.

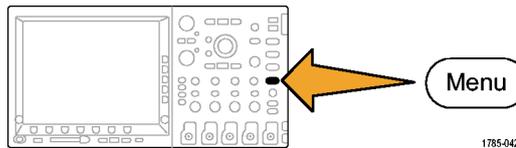
17. Нажмите кнопку **Menu Off**.



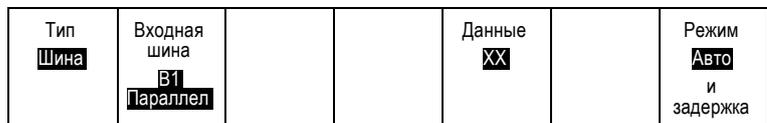
## Демонстрация XX. Запуск по значениям данных параллельной шины

В осциллографе MSO4000 предусмотрен запуск по определенным значениям данных на параллельной шине.

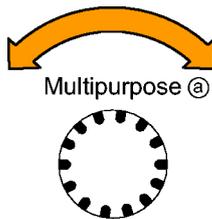
1. Нажмите на передней панели в группе запуска кнопку **Меню**.



2. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип**.

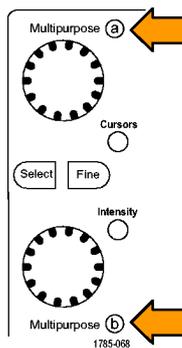


3. Поворачивая универсальную ручку **A** выберите значение **Шина**.

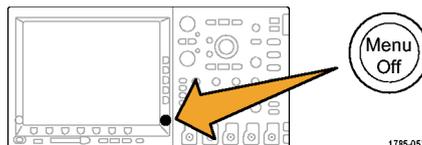


4. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Данные**.

5. Поворачивая универсальные ручки **A** и **B**, введите значение, все шестнадцатеричные разряды которого представляются шестнадцатеричным числом 7F (все единицы в двоичном представлении). Вы измеряете счетчик. Запуск произойдет, когда счетчик перейдет в состояние, в котором во всех каналах будет состояние 1 (зеленый участок).

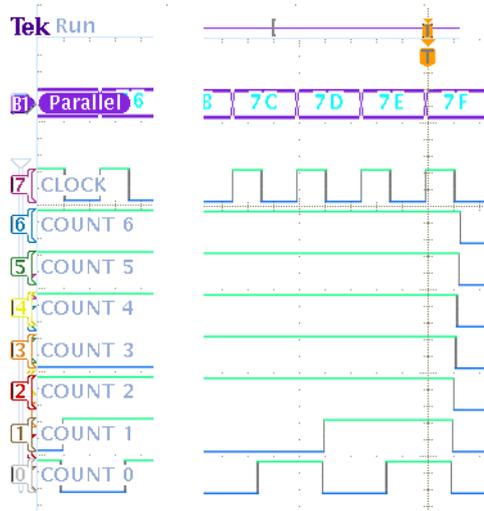


6. Нажмите кнопку **Menu Off**.



- Нажмите на передней панели кнопку **Пуск/стоп**.

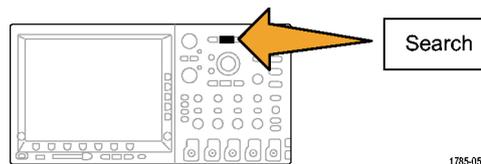
Обратите внимание, что запуск произойдет, когда встретится заданное ранее значение данных 7F, соответствующее всем единицам в двоичном представлении (зеленый участок). Запуск по модели данных — это типичный требование, предъявляемое инженерами, работающими со встроенными системами.



### Демонстрация XXI. Поиск значений в данных параллельной шины

В осциллографе MSO4000 предусмотрен поиск заданных значений в данных параллельной шины.

- Нажмите на передней панели кнопку **Поиск**.



- Нажмите кнопку **Поиск** в нижнем экранном меню и кнопку **Поиск** в боковом экранном меню, чтобы на ней появилось значение **Вкл**.

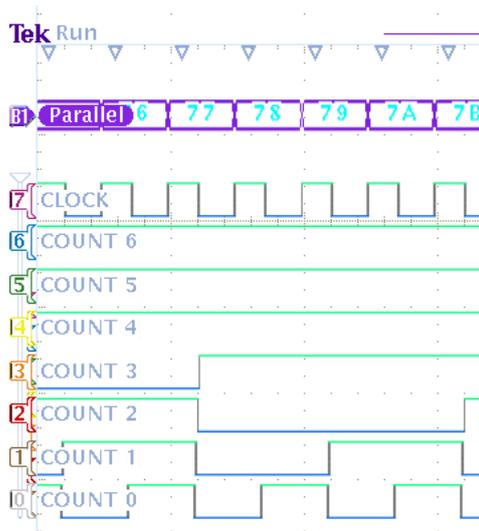
Поиск Вкл	Тип поиска Шина	Входная шина Параллел			Данные 7X	
--------------	--------------------	--------------------------	--	--	--------------	--



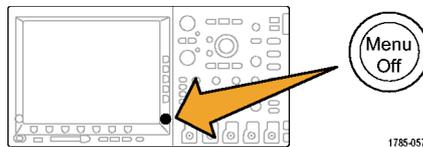
- Выберите в боковом экранном меню **Копировать наст. запуска в настр. поиска**.

Настройки запуска, использованные в предыдущей демонстрации, теперь становятся критериями поиска. Обратите внимание, каждый белый значок в верхней части дисплея отмечает искомое значение, найденное в записи.

- В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Данные**. С помощью универсальных ручек **A** и **B** измените значение на **7X**. Значение X обозначает любое значение, его использование приведет к тому, что число вхождений, полученных в результате поиска, будет таким же, как на предыдущем шаге, или больше.



- Нажмите кнопку **Menu Off**.

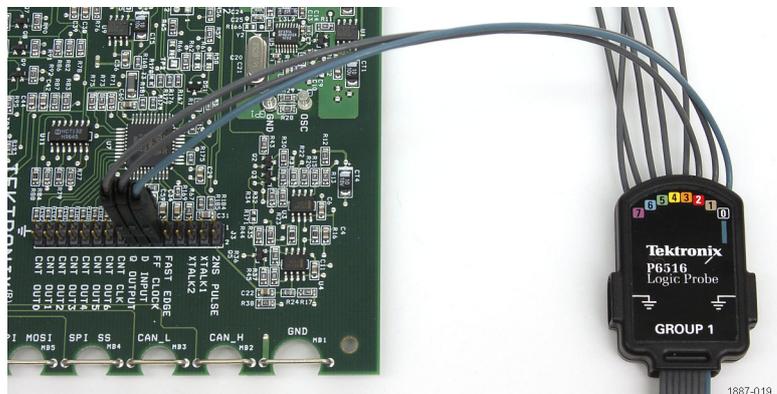


## Демонстрация XXII. Многоканальная установка и удержание

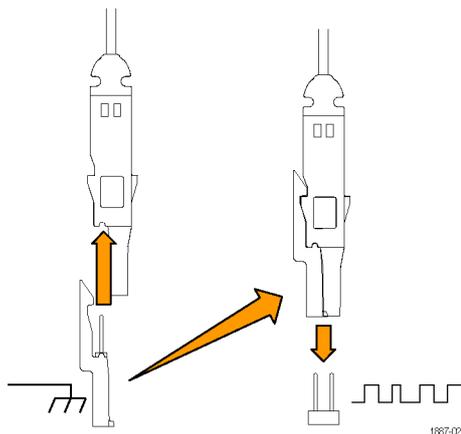
Осциллограф MSO4000 способен отыскивать любые заданные нарушения времени установки и удержания на любом или на всех каналах шины.

- Подсоедините разъем Group 1 D0 пробника P6516 к демонстрационной плате следующим образом:

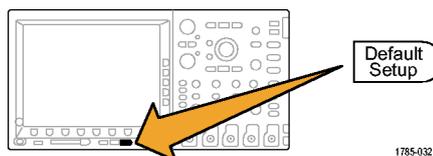
D2 — Q OUTPUT  
 D1 — D INPUT  
 D0 — FF CLOCK



Не забудьте должным образом заземлить все контакты пробника с помощью монтируемого заподлицо адаптера.



2. Нажмите кнопку **Default Setup** (настройка по умолчанию).

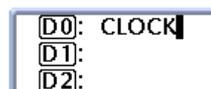


3. Чтобы удалить с дисплея осциллограмму канала 1, нажмите на передней панели кнопку необходимое число раз (например, два раза) кнопку **1**.

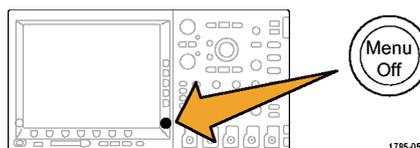
4. На передней панели нажмите синюю кнопку **D15–D0**, а в нижнем экранном меню — кнопку **D15–D0**. Канал **D0** уже отмечен как отображаемый. С помощью универсальной ручки **A** выделите **D1** и нажмите в боковом экранном меню кнопку **Отобразить**, чтобы перевести ее в состояние **Вкл.** Теперь осциллограф проверяет, что канал **D1** отображается, и в данном случае выделяет следующий канал **D2**. Нажмите кнопку **Отобразить**, чтобы перевести ее в состояние **Вкл.** Убедитесь, что теперь каналы **D0** — **D2** отмечены как отображаемые.

✓	<b>D0</b>	1.40 V
✓	<b>D1</b>	1.40 V
✓	<b>D2</b>	1.40 V

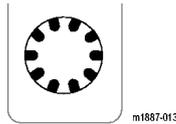
5. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Изменить метки**. С помощью вертикальных стрелок бокового меню, универсальной ручки **B** и кнопки **Insert Preset Label** бокового меню назначьте метку **CLOCK** каналу **D0**.



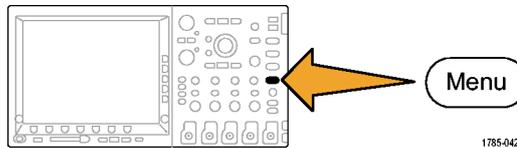
6. Один раз нажмите на передней панели кнопку **Menu Off** (откл. меню), чтобы убрать боковое меню.



7. Поворачивая распложенную на передней панели в группе «По гориз.» ручку **Масштаб**, выберите значение времени на одно деление равным 1 нс/деление.



8. Нажмите на передней панели в группе запуска кнопку **Меню**.

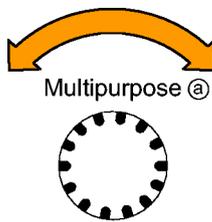


9. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Тип**.

Тип Уст. и Удерж.	Определ. входов	Время 500.0 ps 4.000 ns	Порог. напр-я	Режим Обычный и задержка
-------------------------	--------------------	-------------------------------	------------------	-----------------------------------



10. Поворачивая универсальную ручку **A**, выберите в качестве типа синхронизации **Уст. и Удерж.**



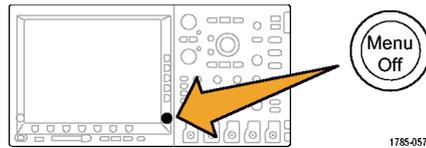
11. В нижнем экранном меню нажмите кнопку **Определ. входов**. Поворачивая универсальную ручку **A**, задайте в качестве источника тактового сигнала канал **D0**.

12. Нажмите в боковом экранном меню кнопку **Выбрать**. Если это необходимо, поверните ручку **A** и нажмите в боковом экранном меню кнопку **Функция**, чтобы определить канал 2 как **Не использ.**

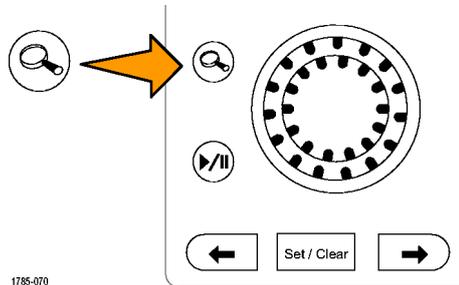
13. С помощью ручки **A** и кнопки **Функция** в боковом меню определите каналы D1 и D2 как **Данные**. Убедитесь, что на кнопке **Фронт такт.с** выбран значок нарастающего фронта.

14. Нажмите в нижнем экранном меню кнопку **Время** и с помощью бокового экранного меню и универсальной ручки **A** задайте время установки 500 пс, а с помощью универсальной ручки **B** — время удержания 1,5 нс.

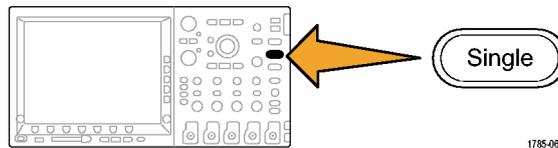
15. Один раз нажмите на передней панели кнопку **Menu Off** (откл. меню), чтобы убрать боковое меню.



16. Убедитесь, что лупа отключена. Если это не так, нажмите на передней панели кнопку лупы, чтобы отключить увеличение.



17. Нажмите кнопку **Однократный**.



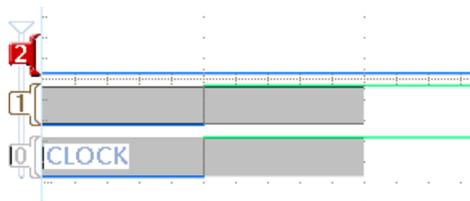
Теперь посмотрим, как осциллограф MSO4000 находит изменение во времени, которое показывает нарушение установки и удержания в одном из каналов шины.

В случае, показанном на рисунке справа, переходы в тактовом сигнале и сигнале данных кажутся происходящими одновременно.

Обратите внимание на серые нечеткие полосы на дисплее. Они указывают на неопределенность истинного положения фронта перехода.

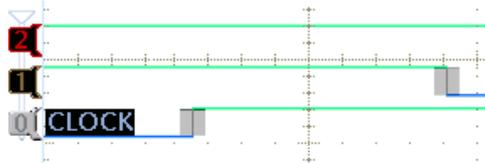
Таким образом, остается неясным, показывает ли дисплей действительное нарушение установки и удержания или это недостатки оцифровки данных, связанные с тем, что у системы синхронизации более высокая точность, чем у системы сбора отсчетов.

Выяснить истинное положение фронта можно с помощью функции MagniVu осциллографа MSO4000.



- Опять нажмите на передней панели синюю кнопку **D15–D0**. Затем в нижнем меню нажмите кнопку **MagniVu**, чтобы выбрать значение **Вкл.**

MagniVu может помочь определить, обусловлена ли наблюдаемая ситуация недостатками оцифровки данных или нарушением установки и удержания. Всякий раз, когда на дисплее появляются серые нечеткие полосы, попробуйте использовать MagniVu, чтобы получить более ясную картину происходящего.

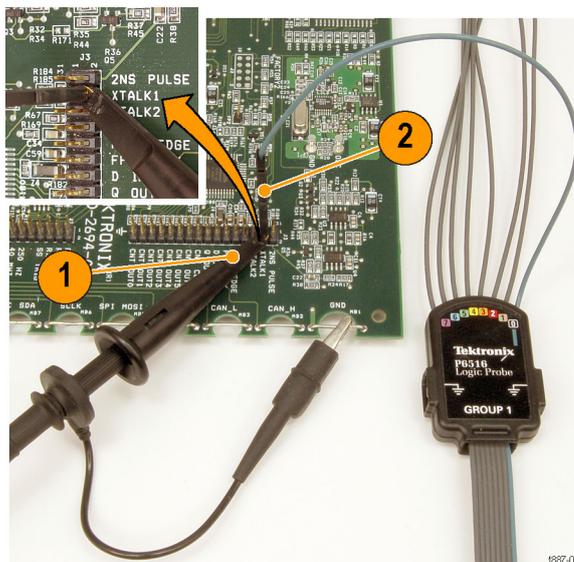


### Демонстрация XXIII. Увеличение белых фронтов

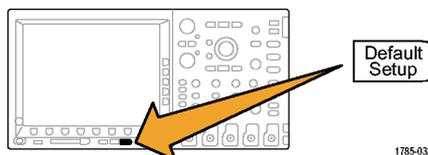
Белые вертикальные фронты, отображаемые на цифровых осциллограммах, показывают пользователю, что в этой точке на дисплее имеется дополнительная информация. Чтобы получить более детальную информацию, можно увеличить эти белые фронты.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** Эту демонстрацию можно выполнить с помощью осциллографа MSO4104, MSO4054 или MSO4034.

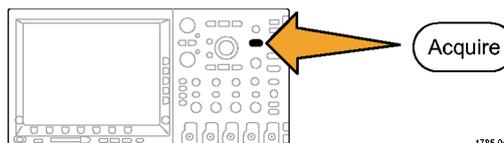
- Подключите пробник P6139A к каналу 1 осциллографа MSO4000 и к точке **GND** и сигналу XTALK 1 на демонстрационной плате.
- Подключите цифровой пробник P6516 (D0) к сигналу XTALK 1 демонстрационной платы. Сейчас и аналоговый, и цифровой пробники подключены к одной и той же точке замера.



- Нажмите кнопку **Default Setup** (настройка по умолчанию).



4. Нажмите кнопку **Сбор данных**.

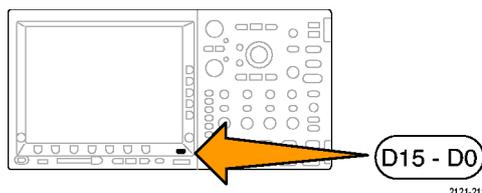


5. Нажмите кнопку **Длина памяти** в нижнем экранном меню (если она не активна) и кнопку **1 M точек** в боковом экранном меню.

Режим Выборка	Длина памяти 1M	Сброс положения по горизонт.	Отобр. осцил			
------------------	-----------------------	---------------------------------------	-----------------	--	--	--

5

6. Нажмите кнопку **D15–D0**.

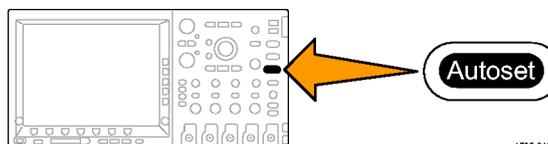


7. Нажмите кнопку **Высота** столько раз, сколько необходимо (например, один раз), чтобы выбрать значение **L** (Large — большая).

D15 – D0 Вкл/Выкл	Порог. напр-я	Изменить метки			MagniVu Вкл <b>Выкл.</b>	Высота S M <b>L</b>
----------------------	------------------	-------------------	--	--	-----------------------------	------------------------

7

8. Нажмите кнопку **Автоустановка**.

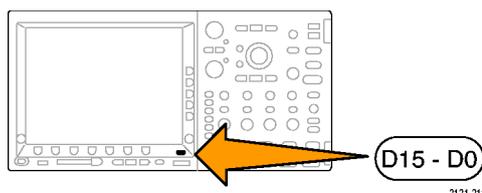


9. Поворачивая в группе «По гориз.» ручку **Масштаб**, выберите значение времени на одно деление равным **1 мкс**.



10. Поворачивая в группе «По вертикали» ручку **Положение** для канала 1, установите положение осциллограммы аналогового канала 1 вблизи середины верхней половины сетки, если она еще не расположена в этом месте.

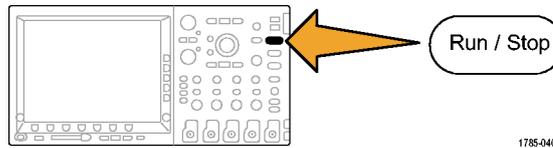
11. Нажмите кнопку **D15–D0**.



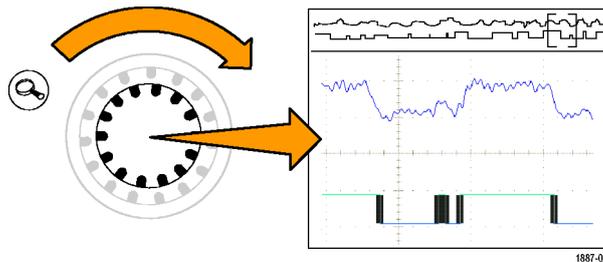
12. Поворачивая универсальную ручку **Б**, установите осциллограмму цифрового канала вблизи середины нижней половины сетки.

13. Нажмите кнопку **Пуск/стоп**.

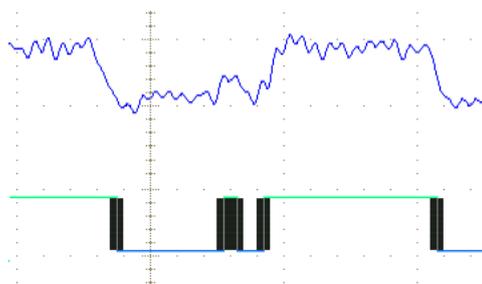
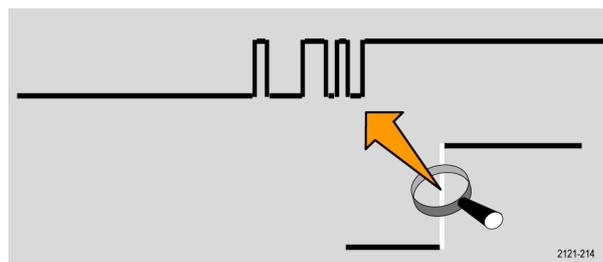
Обратите внимание на вертикальные белые фронты на цифровой осциллограмме. Если не видно ни одного такого фронта, нажмите кнопку **Пуск/стоп** еще раз.



14. При необходимости поверните ручку панорамирования (внешнюю) и с помощью окна лупы переместите один из белых фронтов в центр экрана. Это можно сделать и другим способом, нажав кнопку воспроизведения.



15. Поверните ручку лупы (внутреннюю) средства Wave Inspector, чтобы увеличить один из белых фронтов. Обратите внимание, что теперь стал виден узкий импульс, которого не было видно до увеличения.



Этим заканчивается демонстрация серии Tektronix 4000.

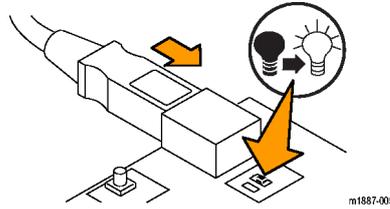


## Устранение неполадок демонстрационной платы

Если демонстрационная плата не работает, выполните следующие проверки:

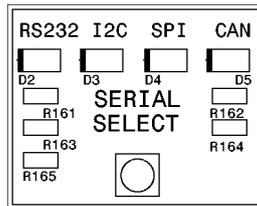
**1. Проверьте питание.**

Если на демонстрационную плату поступает питание, индикатор питания светится. Если питание отсутствует, попробуйте аккуратнее вставить кабель питания в USB-порт устройства.

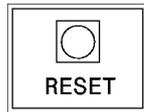


**2. Проверьте настройки.**

Убедитесь, что световые индикаторы последовательного выбора светятся и показывают нужную настройку.



**3. Выполните сброс демонстрационной платы.** Нажмите кнопку **RESET** на демонстрационной плате.



Если демонстрационная плата все еще работает неправильно, примените описанную далее процедуру "полного" сброса.

1. Нажмите и удерживайте кнопку включения и выключения в группе "Однократный" на плате.
2. Нажмите и отпустите кнопку сброса.
3. В группе последовательного выбора должны загореться все четыре светодиода (RS232, I2C, SPI и CAN).
4. Когда все четыре светодиода (RS232, I2C, SPI и CAN) в группе последовательного выбора погаснут, отпустите кнопку включения-выключения.
5. Некоторое время спустя все четыре светодиода (RS232, I2C, SPI и CAN) должны мигнуть несколько раз. После этого светится только светодиод I2C.