

# ЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗАТОР ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ — АНАЛИЗАТОР ПРОТОКОЛОВ

Приставка к ПК

 LOGIC-U

ISOLATED



РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Харьков, 2014г.



# Содержание

1. Описание прибора.....	4
1.1 Назначение.....	4
1.2 Технические характеристики.....	4
1.3 Комплектация.....	5
1.4 Устройство и принцип работы.....	6
1.5 Подготовка к работе.....	7
1.5.1 Подключение сигнального кабеля.....	8
1.5.2 Запитка входов от внутреннего источника.....	8
1.5.3 Сигнальные наконечники.....	9
1.5.4 Подключение непосредственно к пинам IDE.....	9
1.6 Максимальная частота опроса.....	10
2. Программное обеспечение.....	11
2.1 Общие сведения*.....	11
2.2 Авторские права*.....	11
2.3 Установка ПО.....	12
2.3.1 Установка под Win и MAC.....	12
2.3.2 Установка под Linux.....	12
2.4 Работа с программой.....	13
2.4.1 Использование триггера.....	13
2.4.2 Навигация по диаграммам.....	14
2.4.3 Измерение временных параметров.....	15
2.4.4 Установка маркеров.....	16
2.4.5 Открытие и сохранение сессии.....	16
2.4.6 Экспорт данных.....	17
2.4.7 Сохранение копий экрана.....	19
2.4.8 Выбор представления чисел (Hex, Decimal, и т.д.).....	19
2.4.9 Работа с анализаторами протоколов.....	20
2.4.10 Скрытие, отображение и пререстановка каналов.....	21
2.4.11 Работа с вкладками.....	22
3. Сайт сообщества Saleae.....	25
3.1 Пакеты SDK прибора и Анализаторов.....	25
3.2 Форум.....	25
3.3 Бэта-релизы ПО.....	25
4. Возможные неисправности.....	25



# 1. Описание прибора

## 1.1 Назначение

Логический анализатор цифровых сигналов – анализатор протоколов «LOGIC-U ISL» (далее «прибор») предназначен для захвата и передачи в ПК данных о логических состояниях цифровых сигналов на каждом канале прибора для их дальнейшего представления в виде временных диаграмм с возможностью измерения основных параметров и анализа протоколов при помощи ПО «Saleae logic».

## 1.2 Технические характеристики

Количество каналов .....	8
Максимальная частота опроса на канал, МГц.....	24
Минимальная длительность импульсов, ns.....	100 /50 <sup>(1)</sup>
Максимальная частота входных сигналов, МГц.....	10/20 <sup>(1)</sup>
Амплитуда входных сигналов, V .....	2.0...5.0
Входное сопротивление, Ohm .....	>10 <sup>5</sup>
Питание входных цепей (внутренний DC/DC), V.....	3.3/5.0
Долговременное напряжение изоляции, V <sub>PEAK</sub> .....	560/ 840 <sup>(2)</sup>
Сопротивление изоляции, Ohm.....	>10 <sup>9</sup>
Интерфейс связи с ПК .....	USB2.0
Габаритные размеры, мм.....	65x35x10
Масса, г, не более .....	100

Предусмотрена защита от переполюсовки напряжения питания входных цепей, а также от превышения напряжением питания и сигналами на входах прибора величины 5V.

---

<sup>(1)</sup> Опционально, версия «HS»

<sup>(2)</sup> Опционально, версия «HV»

<sup>(3)</sup> При сигналах максимальной частоты на всех входах



## 1.3 Комплектация

Прибор может поставляться в двух комплектациях (Рис. 1):

- Полная: «LOGIC-U ISL FULL»
- Базовая: «LOGIC-U ISL BASE»

«LOGIC-U ISL FULL»:

- Блок анализатора (поз. 1)..... 1
- Сигнальный кабель (поз. 2) ..... 1
- Сигнальные клипсы (поз. 3) ..... 1
- Кабель «USB: A-miniB» (поз. 4) ..... 1
- ПО и Руководство на диске (поз. 5) ..... 1

«LOGIC-U ISL BASE»:

- Блок анализатора (поз. 1)..... 1
- Сигнальный кабель (поз. 2) ..... 1
- ПО и Руководство на диске (поз. 5) ..... 1

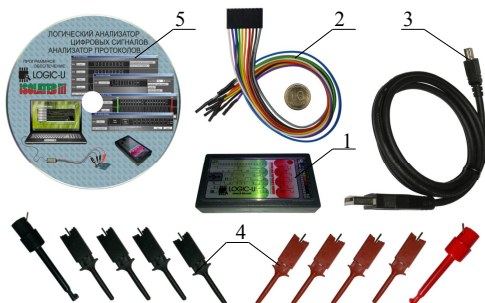


Рис. 1 – Комплект поставки прибора.

## 1.4 Устройство и принцип работы

Принцип работы прибора заключается в захвате цифровых данных по восьми каналам с заданной частотой выборки и передаче этих данных через интерфейс USB в ПК для дальнейшего представления в виде временных диаграмм с возможностью измерения основных параметров и анализа протоколов при помощи программного обеспечения.

Для обмена по интерфейсу USB, драйвером используется режим «Bulk», который позволяет получить максимальную скорость передачи данных, но, в то же время, имеет минимальный приоритет перед другими устройствами на шине. Поэтому возможна ситуация, когда прибор не сможет обеспечить заданную частоту опроса (Гл. 3), но при этом он никогда не предоставит неверных данных, либо данных с выпавшими выборками. В подобной ситуации прибор сразу останавливается, а ПО сообщает об утере данных.

Принципиальная схема входных цепей прибора приведена на Рис. 2. Исследуемые цифровые сигналы с клемм «INP1 ... INP8» входного разъема X2, через цепи защиты на резисторах R18 ... R25 и диодах VD1 ... VD8, поступают на входы Vi цифровых изоляторов D4, D5, «подтянутые» к питанию резисторами R9 ... R16 для исключения наводок за счет паразитных емкостных связей. Изоляторы запитаны со стороны внутренних цепей напряжением +3.3В, а со стороны входных — напряжением VCC10. Питание VCC10 поступает от внутреннего гальванически развязанного DC/DC источника (на схеме не показан). Это напряжение выведено на клеммы «V» и «G», через цепи защиты на самовосстанавливаемом предохранителе FU1 и ограничительном диоде VD10. С выходов изоляторов цифровые сигналы подаются на шину микроконтроллера.

Наличие питания внутренних и входных цепей индицируется светодиодами HL1 и HL2 зеленого и красного свечения.



Microcontroller Bus

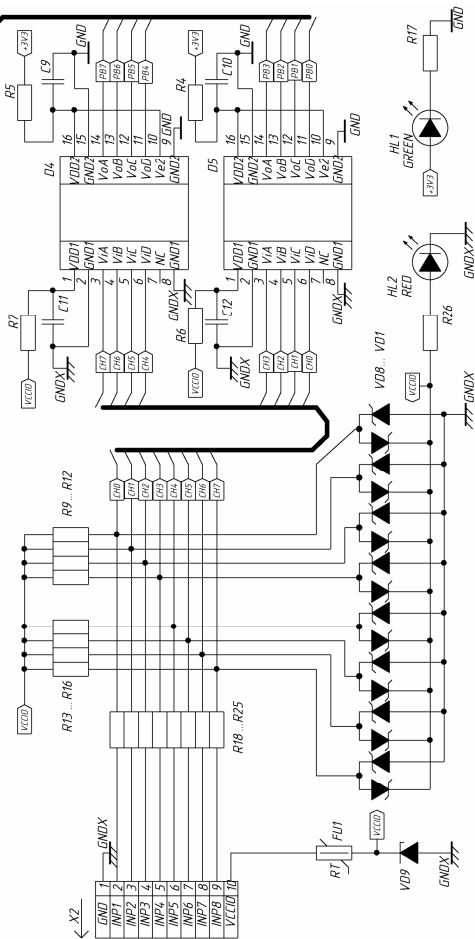


Рис.2 Электрическая принципиальная схема входных целей прибора "LOGIC-U ISL"

## 1.5 Подготовка к работе

Прибор поставляется полностью соответствующим заявленным техническим характеристикам и готовым к работе.

Работа с прибором возможна только после установки программного обеспечения (Гл. 2.3).

Для начала работы требуется подключить прибор кабелем «USB: A-miniB» к свободному USB-порту ПК (Гл. 3). При этом технологический джампер программирования, расположенный рядом с разъемом USB, должен быть установлен, активируя внутреннюю EEPROM прибора.

В исправном состоянии, при подключении прибора к работающему компьютеру, должны засветиться оба светодиода индикации питания.

### 1.5.1 Подключение сигнального кабеля.

При подключении сигнального кабеля, его первый контакт (с проводом серого цвета) должен соответствовать контакту «G» разъема прибора.

Входные изоляторы (Гл. 1.4) обеспечивают, кроме гальванической развязки, согласование уровней сигналов исследуемых устройств с уровнем напряжения питания контроллера. Напряжение питания изоляторов выведено на контакты «V» и «G» сигнального разъема, на проводники белого и серого цвета. Наличие этого напряжения сигнализируется красным светодиодом индикации *HL2*.

### 1.5.2 Запитка входов от внутреннего источника.

В приборе реализована запитка входных цепей изоляторов от внутреннего гальванически развязанного источника. Напряжение питания этого источника можно устанавливать равным 3.3В либо 5.0В при помощи джампера (см. Рис. 3), что позволяет исследовать сигналы различной амплитуды в диапазоне 2.0 ... 5.0В.





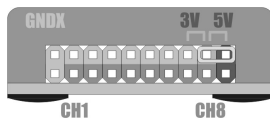


Рис. 3 – Переключение величины напряжения питания входных цепей от внутреннего источника.

При работе с прибором, это напряжение можно использовать для запитки исследуемых слаботочных схем (током потребления до 50мА).

### 1.5.3 Сигнальные наконечники.

Сигнальный кабель имеет разъемы для подключения к стандартным IDE-пинам исследуемых цепей. При необходимости, к проводам кабеля можно подключить наконечники типа "крючок" либо "захват" из комплекта поставки прибора, позволяющие подключаться к электрическим цепям без специально выведенных пинов.

### 1.5.4 Подключение непосредственно к пинам IDE.

В различных исследуемых устройствах цифровые сигналы зачастую выводятся на разъемы типа IDE, при этом к ним очень удобно подключаться напрямую BLS-разъемами проводов жгута сигнального кабеля прибора. При разработке новых печатных плат следует учитывать такую возможность и стараться выводить сигналы, анализируемые при отладке ПО, на соответствующие пины. Все, что Вам будет нужно для отладки — это запаять соответствующий пин для подключения проводника из жгута прибора. Такие пины будут также служить отличными тестовыми точками для подключения щупов осциллографа. Не забудьте также вывести и земляные пины. В окончательных версиях плат, у отлаженных устройств, такие разъемы, конечно же, можно будет исключить.



## 1.6 Максимальная частота опроса

Прибор гарантированно обеспечивает частоту опроса 24MHz на канал в том случае, когда на USB-шине больше не присутствует устройств и Ваш компьютер имеет достаточную производительность. Если же USB-контроллер обслуживает еще другие устройства, либо компьютер не в состоянии достаточно быстро обработать входной поток данных, максимально достижимая частота опроса может снизиться до значений 16 либо даже 12MHz. Причина этого в следующем. Прибор использует интерфейс USB2.0 и режим передачи, известный как «Bulk», который имеет наибольшую достижимую скорость передачи данных (даже большую, чем необходимые прибору 24MB/s), но, в то же время, имеет минимальный приоритет перед другими присутствующими на шине устройствами. Это значит, что данные прибора могут «задерживаться» данными от других устройств на шине. С другой стороны имеется естественное ограничение по внутренней памяти прибора, объем которой составляет 4 буфера по 512 байт. Эти буферы должны успевать передаваться через шину USB достаточно быстро, чтобы никогда не возникла ситуация, когда они все одновременно заполнены. При возникновении такой ситуации, ПО прибора сообщит о том, что заданная частота опроса в данный момент не может быть достигнута.

Таким образом, для достижения максимальной частоты:

- подключайте прибор к контроллеру USB, свободному от других устройств, без использования концентраторов;
- убедитесь, что в системе не выполняется какое-либо ресурсоемкое приложение, которое существенным образом загружает систему;
- убедитесь, что имеется достаточное количество ОЗУ, чтобы не использовать файл подкачки на жестком диске.



## 2. Программное обеспечение

### 2.1 Общие сведения\*

Прибор сопровождается мощным программным обеспечением верхнего уровня в виде исполнимого модуля с возможностью анализа многих популярных интерфейсов обмена данными (UART, I2C, SPI, 1Wire, CAN и др.), а так же наличием SDK для написания анализаторов для исследования других пользовательских протоколов.

Программное обеспечение позволяет в удобном виде просматривать записанные данные, объем и частота снятия которых задается программно. Запуск измерений выполняется по нажатию клавиши, либо по наступлению заданного события по триггеру. Объем записываемых данных ограничивается лишь возможностями компьютера (объемом его оперативной памяти). Предусмотрен режим курсорных измерений, измерений частоты и длительности сигналов. Имеется возможность экспорта данных в удобных форматах для документирования. *В релизах 1.1.xx. в ПО реализована кросс-платформенная технология (возможность установки под Win, MAC OS либо Linux), а для его работы под Win нет необходимости устанавливать DotNet.*

### 2.2 Авторские права\*

Программное обеспечение постоянно модернизируется и поддерживается автором: <http://www.saleae.com/logic>.

Производитель прибора имеет эксклюзивное право и согласие автора на использование и распространение программного обеспечения на территории Украины.

---

\* В руководстве рассматривается ПО «logic 1.1.xx», авторская инструкция (англ. яз.) доступна на диске или [сайте](#).



## 2.3 Установка ПО

Загрузите последнюю версию с сайта разработчика: <http://www.saleae.com/downloads> и установите как любое другое стандартное ПО.

### 2.3.1 Установка под Win и MAC.

- *пользователи WinXP*: загружайте 32-битную версию ПО
- *пользователям Vista и Win7*: загружайте 32-битную либо 64-битную версию ПО, в зависимости от версии системы, которую можно узнать, нажав правой кнопкой мыши по меню «Старт» и выбрав пункт «Свойства».
- *пользователям OS X Tiger*: перед установкой приложение необходимо разархивировать.

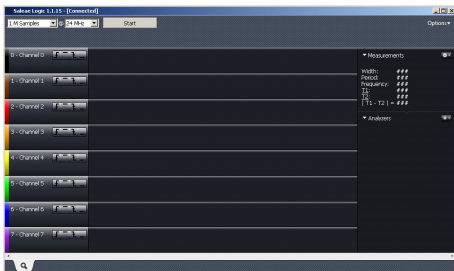
### 2.3.2 Установка под Linux.

- Инсталлятора, как такового, нет. Вы можете распаковать приложение куда удобно, к примеру, в Вашу рабочую папку, либо на рабочий стол. Можно начать использовать ее в одном месте, и при необходимости перенести в другое.
- Для запуска программы выполните двойной щелчок на приложении «Logic.exe».
- При желании, можете создать линк для запуска приложения на рабочем столе либо в другой папке
- Куда бы Вы не записали приложение, оно должно находиться в одной папке со своей структурой файлов, причем в системе должна быть разрешена запись в файл.
- При подключении анализатора, Вы можете получить сообщение, что нет разрешения для подключения к прибору. В этом случае запустите скрипт установки драйвера в папке драйверов приложения.
- *32-х и 64-х битные системы*: Выберите версию ПО, соответствующую Вашей системе.



## 2.4 Работа с программой

После запуска программы, на экран выводится основное окно анализатора, на котором присутствуют поле диаграмм с осями данных по восьми каналам и метками времени, кнопки выбора желаемого объема выборки и частоты опроса каналов «Samples» и «MHz». Кнопка «Start» начала опроса заменяется кнопкой «Simulation», если прибор не подключен к ПК.



Практически все элементы имеют всплывающие подсказки, объясняющие их функции. Большинство функций имеют комбинации клавиш быстрого вызова, описанные в соответствующем меню либо всплывающей подсказке.

### 2.4.1 Использование триггера

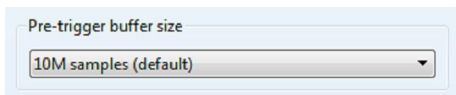
- Наведите указатель мыши на кнопки триггера для получения всплывающего описания.
- Триггер срабатывает по одиночному фронту. Чтобы включить триггер, необходимо указать такой фронт:



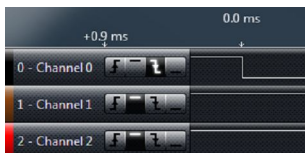
- Вы также можете указать, что остальные входы должны быть в соответствующих состояниях (единица/ноль) при возникновении такого фронта:



- В некоторой окрестности до точки срабатывания триггера, данные постоянно накапливаются и доступны для анализа (за исключением случая, когда условия триггера выполняются сразу по команде начала накопления данных). Объем этих данных задается в меню «Options ->Preferences»:



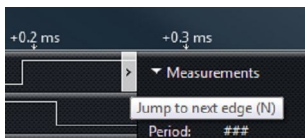
- Момент срабатывания триггера принимается на диаграмме за нулевую метку:



## 2.4.2 Навигация по диаграммам

- Нажмите и перемещайте диаграмму при помощи мыши, нажмите и бросайте ее для ускоренной перемотки.
- Используйте колесо прокрутки мыши для масштабирования диаграммы.

- Как альтернативу, для перемещения и масштабирования используйте клавиши курсора (клавиши «+», «-» также выполняют масштабирование)
- Для перехода на предыдущий/следующий пакет данных, переместите указатель мыши и нажмите на появляющуюся кнопку в начале/конце экрана диаграммы. Вы также можете использовать клавиши «P» («Previous», предыдущий) и «N» («Next», следующий), они будут работать с диаграммой канала, отмеченного мышью в последний раз:



### 2.4.3 Измерение временных параметров

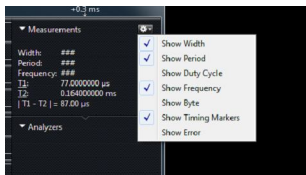
- Наводите указатель мыши на метки времени для получения всплывающей подсказки:

The time elapsed between the selected three successive signal transitions

- Длительность (**Width**): время между двумя выделенными последующими фронтами сигнала.
- Период (**Period**): время, прошедшее между тремя последующими фронтами сигнала.
- Частота (**Frequency**): величина, рассчитанная как обратная к периоду.
- Сквозность (**Duty Cycle**): % времени, при котором сигнал был в состоянии 1 за отмеченный период.
- Байт (**Byte**): цифровое представление всех 8-ми каналов, собранных в единый байт, в заданный момент времени.
- T1: абсолютное значение времени, заданное маркером T1.
- T2: абсолютное значение времени, заданное маркером T2.
- |T1 - T2 |: время, прошедшее между маркерами.



- Для скрытия/отображения параметров, используйте кнопку Настройки (Settings):



## 2.4.4 Установка маркеров

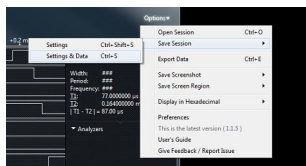
- Кликните на изображении метки T1 или T2 (либо используйте клавиши «1» и «2»)
- Переместите указатель мыши на необходимую позицию. Имейте в виду, что при этом сохраняется возможность перемещения по диаграмме и масштабирования.
- Кликните для установки маркера, при этом мышь не должна двигаться.
- Для перемещения маркера, кликните на нем.
- Для отмены установки маркера, выполните правый клик либо нажмите «ESC».

## 2.4.5 Открытие и сохранение сессии

- Для сохранения сессии, которая содержит данные, нажмите Ctrl+S (Cmd+S на MAC) либо выберите эту функцию из меню **Options**.
- Для сохранения сессии, содержащей только установки, нажмите Ctrl+Shift+S (Cmd+Shift+S на MAC), либо выберите эту функцию из меню **Options**.
- Для открытия сессии любого типа, перетяните ее в ПО, либо нажмите Ctrl+O (Cmd+O на MAC), либо выберите эту функцию в меню **Options**:

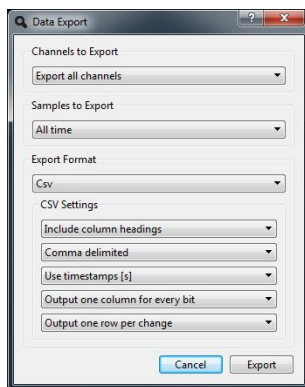






## 2.4.6 Экспорт данных

- Для экспорта данных, выберите пункт меню **Options->Export Data (Ctrl+E)**:

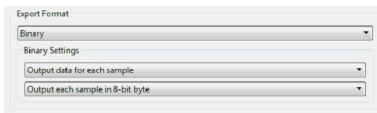


- Каналы для экспорта (**Channels to Export**): выберите, какие каналы необходимо экспортировать
- Выборок для экспорта (**Samples to Export**): укажите временной интервал, за который необходимо экспортировать выборки
- При использовании маркеров можно экспортировать лишь данные, заключенные в интервале между ними. Эта

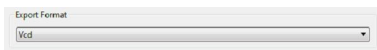


опция появляется в меню лишь при обоих установленных маркерах.

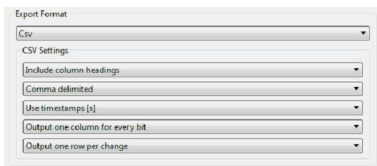
- Выходной формат: двоичный (Export Format – Binary):



- Вы можете указать, выводить данные для каждой выборки, либо только выборок, отличных от предыдущих. Имейте в виду, что если Вы выводите лишь изменения, то в файле перед каждой из таких выборок дописывается 64-битный номер выборки.
  - В случае, если экспортируются данные не всех каналов, имеется возможность выбрать - оставить биты в их исходных положениях, соответствующих номерам каналов, либо сдвигать вправо для заполнения всех неиспользуемых позиций.
  - Можно выбрать формат сохранения каждой выборки как 8, 16, 32, либо 64-битного слова.
- Выходной формат: VCD (Export Format – VCD)
    - VCD обозначает Value Change Dump (массив значений по изменению), и является общепринятым форматом для сохранения цифровых данных:



- Выходной формат: CSV (Export Format – CSV):



- При экспорте в этом формате данные разделяются запятыми либо знаками табуляции, это самый удобочитаемый для человека формат.
- Опционально добавляются заголовки столбцов данных.
- Используется номер выборки (то есть 1, 2, 3) либо моменты времени (то есть .00123s), представляемого выборкой. Эти данные находятся в первом столбце.
- Можно объединить все 8 каналов в единое число, либо можно экспортировать каждый бит в отдельности, каждый в своем столбце.
- Можно экспортировать все выборки, либо лишь те, что изменили свое значение.

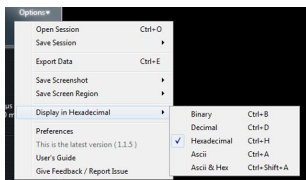
## 2.4.7 Сохранение копий экрана

- Чтобы получить копию всего экрана приложения либо его части, и далее сохранить его в файл либо скопировать в буфер обмена, используйте функции из меню **Options**, либо сочетания клавиш Ctrl+I, Ctrl+Shift+I:



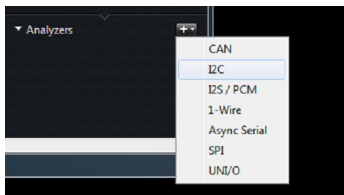
## 2.4.8 Выбор представления чисел (Hex, Decimal, и т.д.)

- Используйте пункт меню **Options** (либо клавиши быстрого выполнения команд) для быстрого переключения между различными форматами представления чисел:

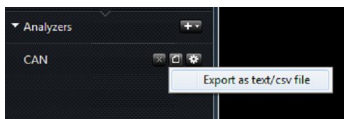


## 2.4.9 Работа с анализаторами протоколов

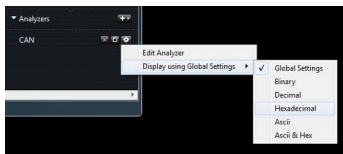
- Для добавления анализатора протокола, выберите необходимый из меню на панели анализаторов:



- Анализаторы протоколов могут иметь общие входы, что в некоторых случаях полезно, например, – в анализаторе SPI.
- После добавления/редактирования анализатора, он автоматически обрабатывает все накопленные в канале данные.
- Для экспорта данных из анализатора, необходимо нажать маленькую иконку рядом с ним (средняя кнопка):

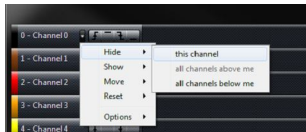


- Если необходимо изменить представление чисел на дисплее конкретного анализатора, это доступно из меню настроек анализатора:

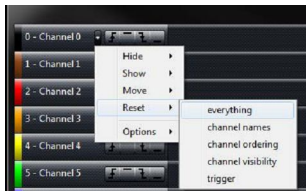


## 2.4.10 Скрытие, отображение и перестановка каналов

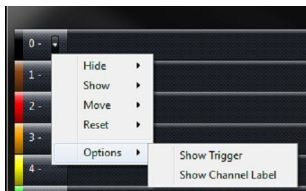
- Неиспользуемые каналы можно скрыть. Отметим, что это не приведет к увеличению макс. частоты семплирования.
- Наведите указатель мыши на метку канала - появится выпадающее меню. Каналы можно скрыть (Hide), показать (Show) или переставить их в другом порядке (Move):



- Иногда может понадобиться вернуть установки по умолчанию, и, чтобы не устанавливать их вручную, одна за другой, используется команда Сброс (Reset):



- Для освобождения дополнительного места на экране, можно скрыть как отображение имен каналов, так и настроек триггера. Это производится при помощи соответствующего пункта подменю Options:

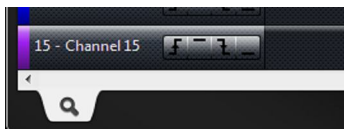


## 2.4.11 Работа с вкладками

Наличие вкладок позволяет захватывать несколько серий данных и в дальнейшем быстро переключаться между ними.

- Вкладка захвата (Capture Tab).

Самое главное, что необходимо знать при работе с вкладками – это то, что захват данных может производиться лишь из вкладки «Захват» (Capture Tab), отображаемой со значком линзы:



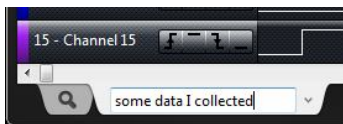
- Добавление новых вкладок.

После того, как произведен захват данных, вид вкладки «Захват» изменится, – сбоку добавивится кнопка. Нажатие на эту кнопку перенесет данные из вкладки «Захват» в новую, собственную вкладку:

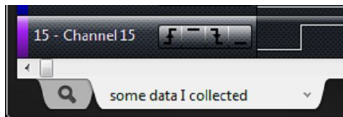


- Переименование вкладок.

Название вкладки можно отредактировать, кликнув на нем мышью. Отметьте, что перед редактированием имени, вкладка должна быть активной:



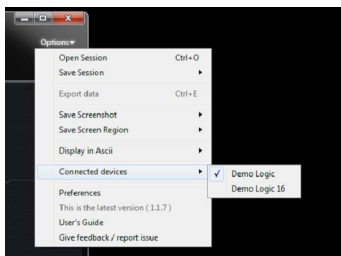
Для сохранения нового имени необходимо нажать «Ввод» либо кликнуть вне поля редактируемого текста:



- Перестановка вкладок.  
Порядок следования вкладок может быть изменен на необходимый путем перетаскивания
- Закрывание вкладок.  
Вкладку можно закрыть, используя ее меню. Это действие не может быть отменено, поэтому при необходимости убедитесь, что вы сохранили сессию перед закрытием.
- Копирование установок между вкладками.  
Сделанные однажды изменения в одной вкладке можно перенести на другую вкладку. Для этого в меню вкладок необходимо выбрать «Копировать» (*Copy*). К примеру, если имеются настроенные анализаторы в одной вкладке и необходимо проанализировать с их помощью данные в другой, можно их скопировать. Нужно иметь в виду, что при этом все анализаторы, имевшиеся во вкладке ранее, будут заменены:



- Вкладки и сохранение данных.  
При сохранении сессии (Options->Save Session->settings & data), сохраняется лишь сессия, связанная с текущей активной вкладкой. На данный момент пока еще нет возможности сохранения всех вкладок одновременно, либо сохранения всех их в один общий файл – набор сессии. В будущем планируется добавить такую возможность
- Переключение между несколькими анализаторами.  
Хотя возможности одновременного опроса нескольких анализаторов нет, ПО обеспечивает возможность выбора для работы одного из нескольких подключенных приборов, что в некоторых случаях может быть полезным. Если к компьютеру подключено более одного анализатора, в меню Options появляется дополнительный пункт Connected Devices:





## 3. Сайт сообщества Saleae

### 3.1 Пакеты SDK прибора и Анализаторов

Доступны кросс-платформенные пакеты SDK, написанные на с++, для получения низкоуровневого доступа к прибору и для написания плагинов – пользовательских анализаторов протоколов. Доступ к SDK можно получить с сайта сообщества: <http://community.saleae.com/>

### 3.2 Форум

Делиться проблемами и идеями, а также поддерживать контакт с другими пользователями, можно на форуме сайта сообщества: <http://community.saleae.com/>

### 3.3 Бэта-релизы ПО

Периодически выпускаются новые релизы ПО, которые, по мнению разработчика, готовы к выпуску, но имеют ненулевую вероятность доработок. Чтобы не распространять подобные релизы сразу среди большого количества пользователей, они всегда доступны на сайте сообщества. Обычно такие релизы оказываются вполне стабильными и обладают некоторыми функциями, недоступными в текущих релизах.

## 4. Возможные неисправности

При надлежащем использовании прибора, он способен сохранять работоспособность в течение длительного времени. По возникшим вопросам можно обращаться к производителю по электронной почте: [6lab@ukr.net](mailto:6lab@ukr.net) либо через форму на сайте: [www.6-lab.com](http://www.6-lab.com)

