

# Логический анализатор RDC2-0064

## Руководство пользователя

### Характеристики:

режимы работы – буферный, потоковый

количество каналов в буферном режиме – до 32

количество каналов в потоковом режиме – 8

максимальная частота выборки в буферном режиме – 72 МГц (108 МГц\*)

максимальная частота выборки в потоковом режиме – 18 МГц

максимальное количество выборок в буферном режиме – 240 тыс.

максимальное количество выборок в потоковом режиме – 1 млрд.

триггер в буферном режиме – многоканальный комбинированный триггер по фронту/уровню, двухуровневая система триггеров

дополнительные функции – ШИМ-генератор (5 каналов), измерение частоты и длительности импульса

ESD-защита – есть

входное напряжение – от 2 В до 5 В

соединение с ПК – USB2.0 High Speed

ПО для анализа и декодирования протоколов – Sigrok PulseView

размеры модуля – 94x74 мм

расстояние между крепежными отверстиями – 86x66 мм

### Логический анализатор Буферный и потоковый режимы

В буферном режиме полученные данные сохраняются в памяти микроконтроллера до завершения выборки. После этого все данные передаются на ПК. В потоковом режиме данные передаются на ПК непрерывно. При этом важно, чтобы шина USB ПК имела достаточную пропускную способность для принятия данных, чтобы избежать потерь. Поэтому при использовании потокового режима рекомендуется не перегружать шину USB – не пользоваться принтером, не копировать данные на/с флэш-накопителей, не использовать устройства, подключенные через USB-преобразователи и т.д. В обоих режимах – буферном и потоковом – настоятельно не рекомендуется активно использовать USB-устройства, в которых реализована изохронная передача данных, например USB-устройства потоковой передачи аудио или видео, такие как USB-аудиокарты.

Буферный и потоковый режимы отличаются количеством активных каналов, максимальной частотой выборки, максимальным количеством выборок, возможностью установки триггера.

### Сравнение буферного и потокового режимов

Режим	Максимальное количество каналов	Максимальное количество выборок	Максимальная частота выборки	Возможность установки триггера
Буферный	32	240 тыс.	72 МГц (108 МГц*)	+
Потоковый	8	1 млрд.	18 МГц	-

В буферном режиме максимальное количество выборок и максимальная частота выборки зависят от количества активных каналов. Когда активны 8 или 16 каналов, частота выборки может быть максимальной. В этом случае частоту выборки можно увеличить до 108 МГц, при этом максимальное количество выборок будет ограничено 30 тыс. Доступные частоты выборки:

10 кГц, 20 кГц, 50 кГц, 100 кГц, 200 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 4 МГц, 8 МГц, 12 МГц, 18 МГц, 24 МГц, 36 МГц, 54 МГц, 72 МГц, 108 МГц. Когда активны все 32 канала, максимальная частота выборки ограничена 24 МГц, а максимальное количество выборок – 60 тыс.

#### Характеристики буферного режима

Активные каналы	Максимальное количество выборок, тыс.	Максимальная частота выборки, МГц
0 – 8	240	72 (108 МГц*)
0 – 15	120	72 (108 МГц*)
0 – 31	60	24

\*При частоте выборки 108 МГц максимальное количество выборок – 30 тыс.

Потоковый режим доступен для 8-ми каналов. При этом максимальная частота выборки составляет 18 МГц, максимальное количество выборок – 1 млрд.

#### Триггер

Триггер доступен только в буферном режиме и состоит из двух последовательных уровней, каждый из которых может быть активирован независимо от другого. Первый уровень – многоканальный комбинированный триггер по активным каналам с возможностью выбора активного фронта или уровня для каждого канала (для каналов 16 – 31 доступен только выбор уровня). Первый уровень определяет только начало выборки. Второй уровень – триггер по сигналу «EDGE». Для него также можно задать активный фронт или уровень. Активный фронт сигнала «EDGE» задает начало выборки аналогично триггеру первого уровня. Но назначение активного уровня сигнала «EDGE» отличается: он определяет, когда должна производиться выборка. Например, выборка может выполняться, только когда уровень «EDGE» равен логическому 0. Это позволяет оптимально заполнять буфер только нужными данными, время появления которых не ограничено.

#### ШИМ-генератор

ШИМ-генератор состоит из двух генераторов: PWM1, PWM2. PWM1 включает в себя 3 выходных канала (M15, M16, M17), PWM2 – 2 выходных канала (M18, M19). Частота для генераторов PWM1 и PWM2 задается независимо друг от друга, но она одинакова для всех каналов генератора. Допустимый диапазон частот: от 0,03 Гц до 27 МГц. Длительность импульса задается для каждого канала генератора независимо от других каналов. Шаг длительности импульса зависит от выбранной частоты.

#### Возможные значения длительность импульса

Выходная частота	Диапазон длительности импульса, %	Шаг длительности импульса, %
$0,03 \text{ Гц} \leq F \leq 1,080 \text{ МГц}$	0 – 100	1
$1,080 \text{ МГц} < F \leq 5,4 \text{ МГц}$	0 – 100	5
$5,4 \text{ МГц} < F \leq 10,8 \text{ МГц}$	0 – 100	10
$10,8 \text{ МГц} < F \leq 27 \text{ МГц}$	0 – 100	25

#### Измерение частоты и длительности импульса

Измеряемый сигнал подается на вход модуля M20. В результате измерений доступны ширина импульса, период, длительность импульса, частота. Длительность входных импульсов не должна быть равной 0 % или 100 %, т.е. входной сигнал не может быть постоянно равен логическому 0 или логической 1. Доступны три диапазона входных частот: 1) от 1 Гц до 100 Гц; 2) от 100 Гц до 4 кГц; 3) более 4 кГц. Максимальная частота входного сигнала может доходить до 54 МГц. Но с увеличением частоты увеличивается погрешность измерений.

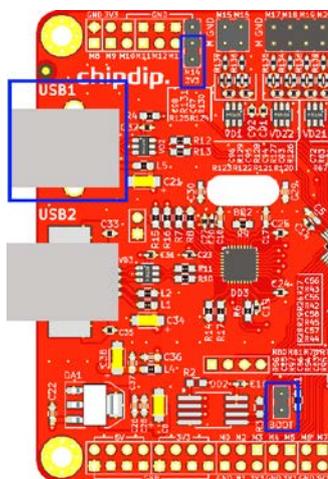
## Индикация

Светодиод HL1 отображает состояния модуля:

- светодиод не светится: а) модуль подключен к ПК, но ПО «Logic Analyzer» не запущено; б) модуль подключен к ПК, ПО «Logic Analyzer» запущено, но в строке состояния «Logic Analyzer» указано, что модуль не подключен.
- светодиод светится: а) модуль подключен к ПК, ПО «Logic Analyzer» запущено, в строке состояния «Logic Analyzer» указано, что модуль подключен; б) выборка завершена.
- светодиод моргает с частотой 4 Гц: ожидание триггера.
- светодиод моргает с частотой 0,5 Гц: выполняется выборка.

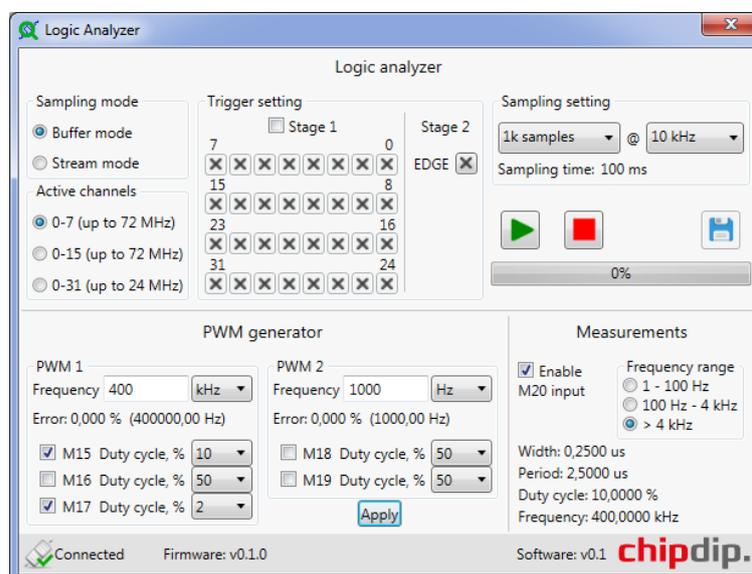
## Обновление ПО

Обновление ПО модуля выполняется с помощью программы «DfuSe», доступной для скачивания на сайте компании ST. Для обновления ПО перед подключением к ПК на модуле нужно установить джампер на контакты «BOOT» и джампер на контакты «M14»-«3V3». Кабель следует подключать к порту «USB1» модуля.



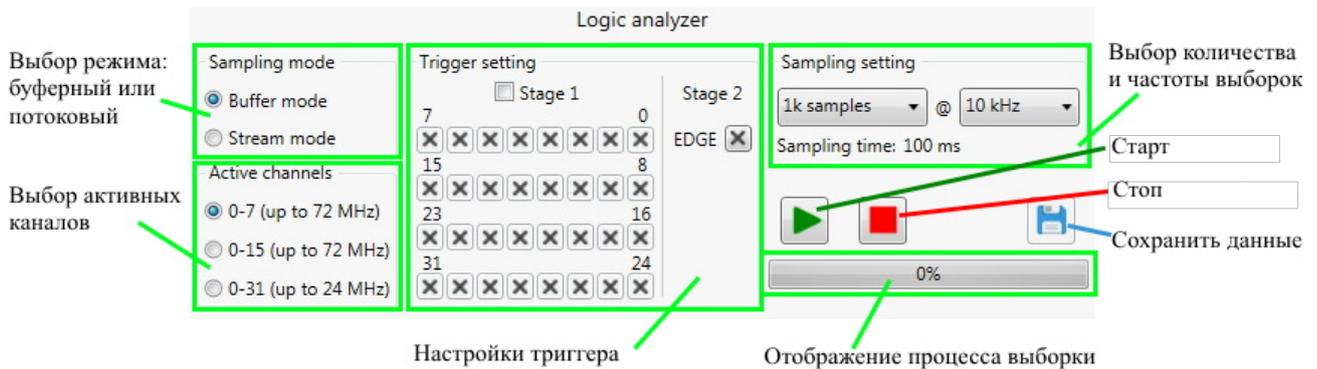
## Работа с модулем

Для работы с модулем необходимо установить драйвер «ChipDip\_Usb\_Device», доступный для загрузки на сайте <http://www.chipdip.ru>. Управление модулем осуществляется с помощью ПО «Logic Analyzer». Для подключения модуля к ПК используйте порт «USB2» модуля. Когда модуль подключен к ПК, в строке состояния «Logic Analyzer» отображается соответствующая информация и версия ПО модуля.



Окно программы «Logic Analyzer» состоит из трех областей: «Logic analyzer», «PWM generator», «Measurements».

Область «**Logic analyzer**» содержит настройки для логического анализатора.

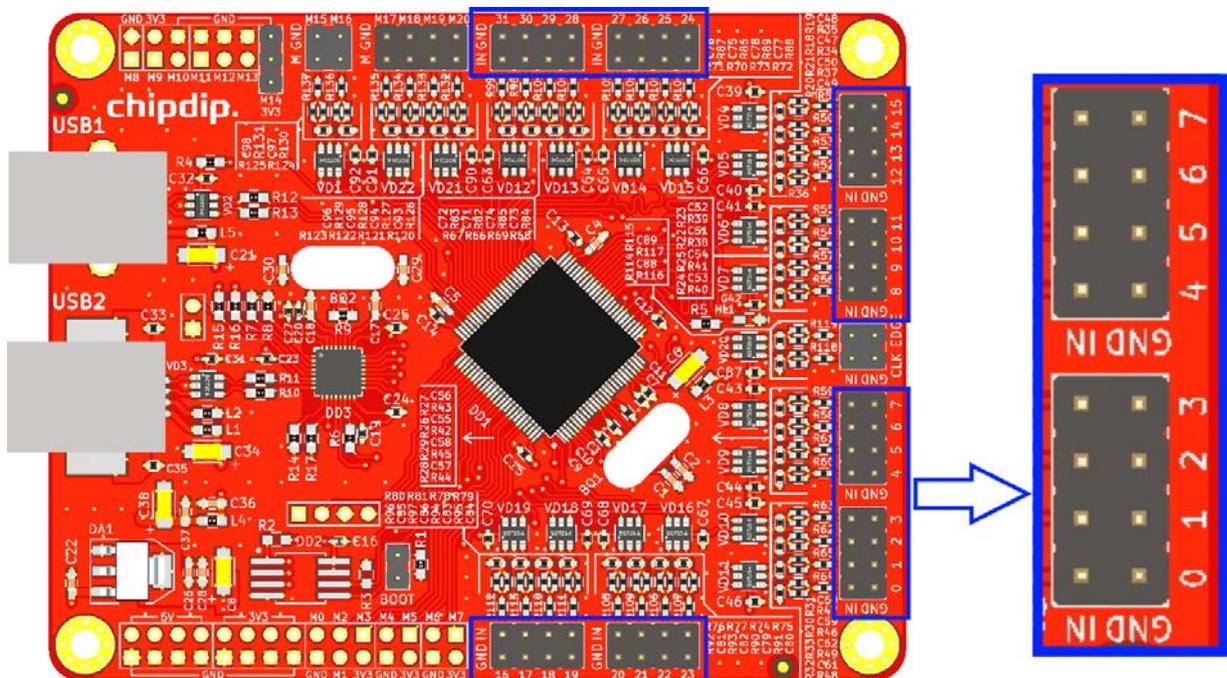


### Режим выборки

Доступны два режима выборки: буферный (Buffer mode) и потоковый (Stream mode). Выберите нужный режим, щелкнув на нем левой кнопкой мыши.

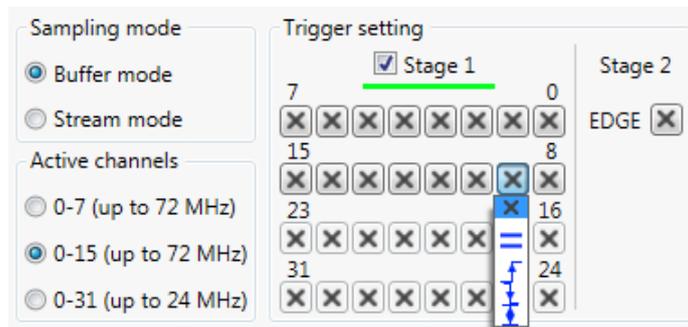
### Активные каналы

Возможно задать количество активных каналов: 8 (0 – 7), 16 (0 – 15) и 32 (0 – 31). Для этого выберите соответствующий пункт, щелкнув на нем левой кнопкой мыши. В буферном режиме активны только каналы 0 – 7. Номера каналов обозначены на плате от 0 до 31. Каждый канал имеет парный контакт «GND». Выполняйте подключения в соответствии с маркировкой: «IN» – ряд входных пронумерованных каналов, на которые подаются исследуемые сигналы; «GND» – ряд парных контактов «GND».

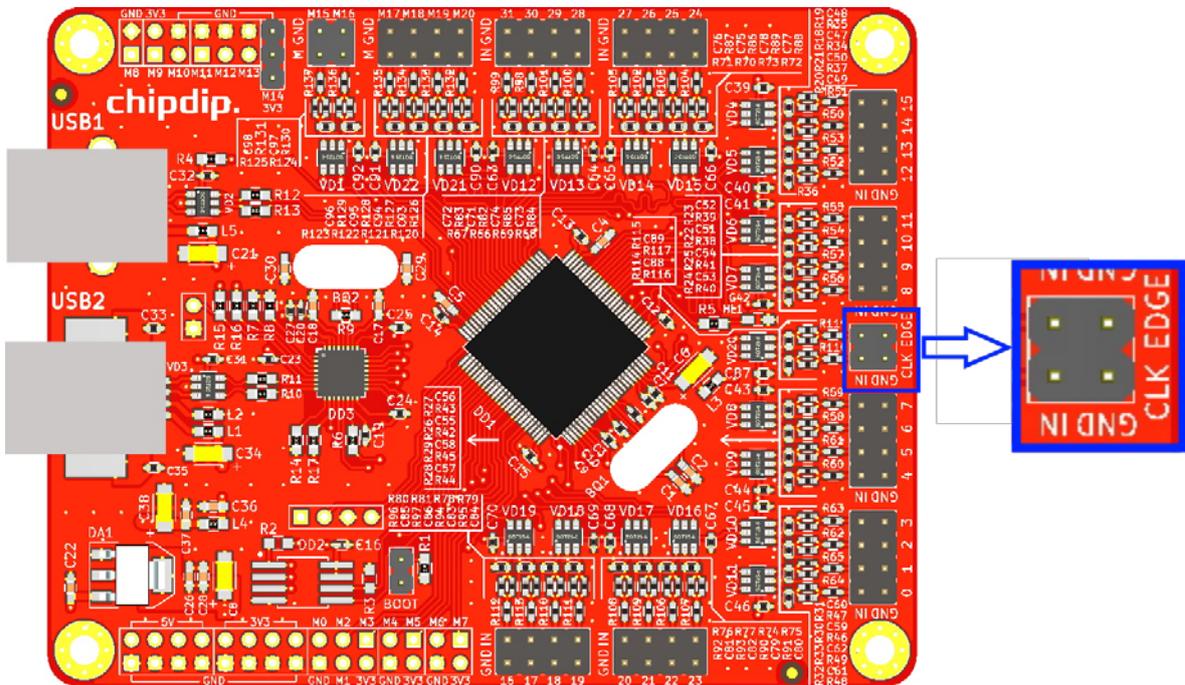


### Настройки триггера

Настройки триггера доступны только в буферном режиме. Первый уровень – многоканальный комбинированный триггер по активным каналам. Для активации триггера первого уровня отметьте галочкой «Stage 1», в соответствии с количеством активных каналов откроется доступ к установкам триггера первого уровня с возможностью выбора активного фронта или уровня для каждого канала, для каналов 16 – 31 доступен только выбор уровня.



Для срабатывания триггера первого уровня необходимо, чтобы условия, установленные для каждого канала, были выполнены одновременно. Чтобы сделать триггер первого уровня неактивным, снимите галочку «Stage 1». При этом установки для каналов сохранятся. Второй уровень – триггер по сигналу «EDGE».



Для активации триггера второго уровня выберите условие для сигнала «EDGE».



Триггеры первого и второго уровня могут быть активированы независимо друг от друга и срабатывают последовательно. Сначала ожидается выполнение условий срабатывания триггера первого уровня, затем ожидается выполнение условия срабатывания триггера второго уровня. Триггер первого уровня определяет только начало выборки. В то время как триггер второго уровня может определять как начало выборки (активация по фронту), так и условие выборки (активация по уровню).

### Триггер первого уровня

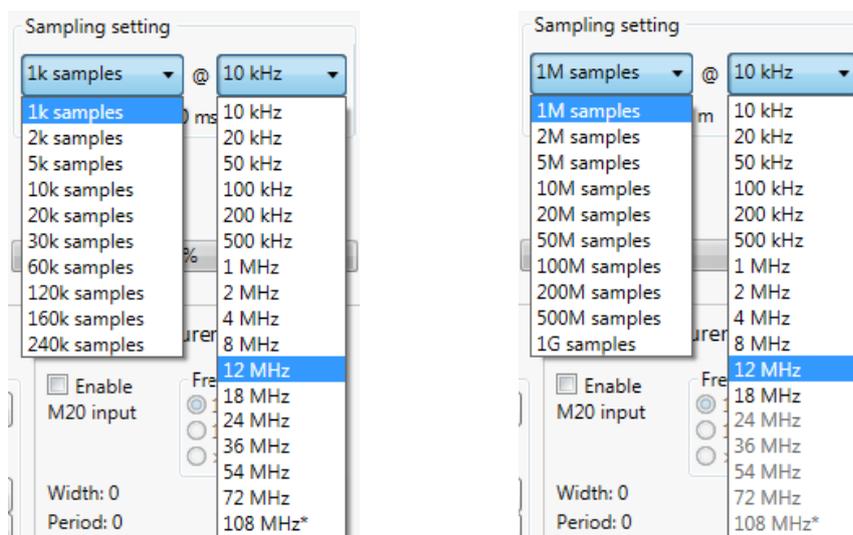
Обозначение	Значение	Действие
	не активен	начало выборки
	по уровню «0»	начало выборки
	по уровню «1»	начало выборки
	по восходящему фронту	начало выборки
	по нисходящему фронту	начало выборки
	по восходящему или нисходящему фронту	начало выборки

### Триггер второго уровня

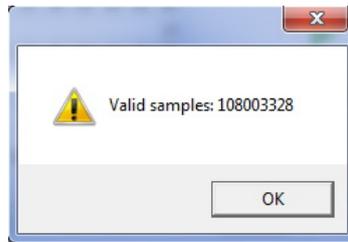
Обозначение	Значение	Действие
	не активен	начало выборки
	по уровню «0»	выборка выполняется, только когда уровень «EDGE» равен логическому 0
	по уровню «1»	выборка выполняется, только когда уровень «EDGE» равен логической 1
	по восходящему фронту	начало выборки
	по нисходящему фронту	начало выборки
	по восходящему или нисходящему фронту	начало выборки

### Количество и частота выборок

Количество и частота выборок задаются выбором соответствующей позиции из списков. Для буферного и потокового режимов варианты выбора отличаются.



В потоковом режиме из-за нагрузки на USB-шину процесс передачи данных на ПК может отставать от процесса выборки. Это приводит к потере данных. В модуле предусмотрен контроль достоверности данных, позволяющий определить, сколько достоверных данных передано на ПК. Если объем достоверных данных меньше установленного, после завершения процесса выборки отображается окно с указанием объема достоверных данных, доступных для сохранения.



### ***Управление процессом выборки***

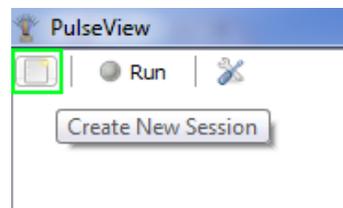
Чтобы начать выборку, нажмите кнопку «Старт». Если триггер не активен, процесс выборки начинается сразу. Если триггер активен (в буферном режиме), процесс выборки начинается после выполнения условий триггера. Если триггер второго уровня активирован по уровню, выборка выполняется в соответствии с установленным активным уровнем и может прерываться, если уровень меняется на неактивный. Процесс выборки может быть остановлен на этапе ожидания триггера (буферный режим) и непосредственно при выполнении выборки. Для этого нужно нажать кнопку «Стоп». **Если процесс выборки прерывается в буферном режиме, все данные теряются.** Если процесс выборки прерывается в потоковом режиме, отображается окно с указанием объема уже переданных на ПК данных, доступных для сохранения.

Для сохранения полученных данных нажмите кнопку «Сохранить». В появившемся окне выберите папку, введите имя файла и нажмите «Сохранить».

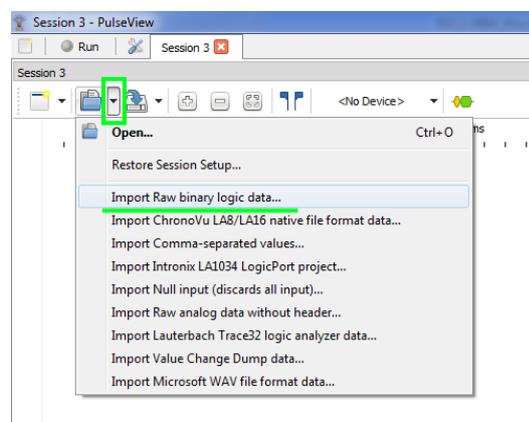
### ***Анализ и декодирование протоколов***

Для анализа и декодирования протоколов используется бесплатная программа Sigrok PulseView. Актуальная версия PulseView доступна для загрузки по ссылке <https://sigrok.org/wiki/Downloads>.

1) Запустите PulseView. Нажмите «Create New Session».

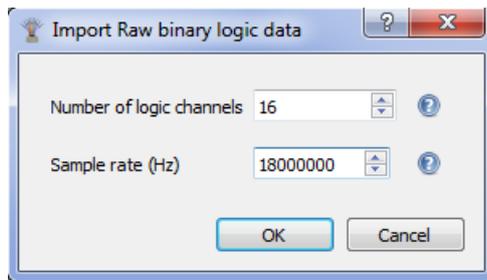


2) В меню «Open» выберите «Import Raw binary logic data...»



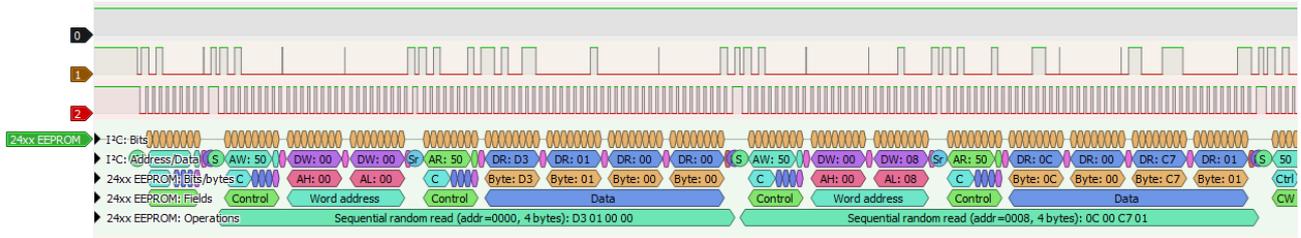
3) Выберите ранее сохраненный файл данных, полученный в результате выборки с помощью программы «Logic Analyzer».

4) В появившемся окне укажите количество каналов и частоту выборки, для которых получен выбранный файл данных. Нажмите «ОК».



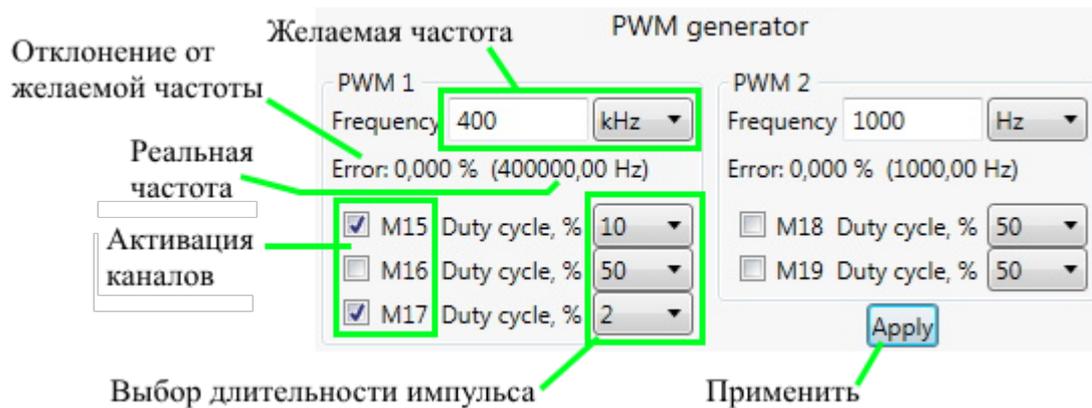
5) Выбранный файл будет импортирован, отображаются данные каналов.

Пример анализа шины I2C при работе с микросхемой памяти.



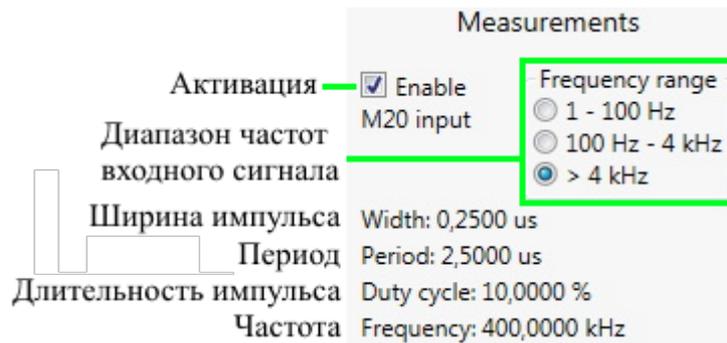
### PWM generator

Область «PWM generator» содержит настройки ШИМ-генераторов.



Задайте частоту выходного сигнала, длительность импульса каналов, активируйте нужные каналы. Нажмите «Применить». Если запущен процесс выборки, изменить параметры ШИМ-генератора нельзя. Маркировка каналов ШИМ на плате аналогична обозначениям в программе. Каждый канал имеет парный контакт «GND». Выполняйте подключения в соответствии с маркировкой: «М» – ряд пронумерованных каналов ШИМ; «GND» – ряд парных контактов «GND».

### Measurements



В области «Measurements» отображаются ширина импульса, период, длительность импульса, частота входного сигнала. Чтобы активировать измерения, поставьте галочку «Enable» и выберите диапазон частот входного сигнала.

Если запущен процесс выборки, измерения не активны. Канал измерений обозначен на плате аналогично обозначению в программе – M20. Канал имеет парный контакт «GND». Выполняйте подключения в соответствии с маркировкой: «M» – ряд пронумерованных линий ввода/вывода; «GND» – ряд парных контактов «GND».

