

# Программа накопления и анализа данных *romana*

## Содержание

1 Установка <i>romana</i> на компьютер.....	2
1.1 Необходимые компоненты для установки <i>romana</i> .....	2
1.2 Краткая инструкция по компиляции и установке <i>root</i> .....	2
1.3 Компиляция и установка <i>romana</i> .....	3
1.4 Обновления <i>romana</i> . Работа с командой <i>git</i> .....	3
2 Запуск программы и выход из нее.....	4
2.1 Запуск программы.....	4
2.1.1 Список аргументов командной строки (опций):.....	5
2.2 Примеры запуска программы в пакетном режиме.....	6
2.3 Выход из программы.....	6
3 Краткое описание оцифровщиков ЦРС.....	7
4 Основные принципы работы программы <i>romana</i> .....	8
4.1 Параметры импульса.....	9
4.2 Типы триггера.....	10
4.3 События и программная схема совпадений.....	11
4.4 Параметр Event lag: запаздывающие события.....	12
4.5 Аппаратная схема совпадений.....	12
5 Описание интерфейса программы.....	14
5.1 Панель Acquisition/Analysis.....	14
5.2 Статусная строка.....	15
5.3 Всплывающее меню.....	16
File.....	16
Detectors.....	16
Analysis.....	16
Help.....	17
Вкладки:.....	18
5.4 Parameters.....	18
Files.....	18
Options.....	19
NTOF Analysis.....	20
Event Logic.....	21
Expert.....	21
5.5 Channels.....	22
Индивидуальные параметры каналов.....	23
5.6 Events.....	27
5.7 Histograms.....	29
Параметры одномерных гистограмм.....	29
Список одномерных гистограмм:.....	30
Параметры двумерных гистограмм.....	32
5.8 Plots.....	33
Описание кнопок в нижней части окна Plots.....	33
Папка MAIN.....	34
Графические вырезы (Cuts).....	34
ROI.....	36
5.9 Errors.....	36

**Желтым** — обратить внимание.

**Зеленым** — нужно уточнить/доделать/переделать.

**Голубым** — перекрестные ссылки.

## 1 Установка romana на компьютер

Программа **romana** работает под операционной системой linux. Наиболее удобная версия: Linux Mint MATE Edition (последняя версия).

### 1.1 Необходимые компоненты для установки romana

- git — скорее всего, уже установлен в linux. Если нет, устанавливается из командной строки терминала:  
`sudo apt install git`
- root: см. [Краткая инструкция по компиляции и установке root](https://root.cern/install/), также здесь: <https://root.cern/install/>
  - При установке root желательно выбрать опцию fft — для возможности построения Фурье образов в **romana**.
- cmake-gui — не обязательно, но удобно при установке root:  
`sudo apt install cmake-gui`
- libusb-1.0\*-dev — требуется только для работы с оцифровщиком. Для запуска **romana** в режиме анализа данных эта библиотека не нужна. Устанавливается из командной строки:  
`sudo apt install libusb-1.0*-dev`

### 1.2 Краткая инструкция по компиляции и установке root

1. Скачиваем исходники (Source distribution) в какую-нибудь папку, например, ~/cern (значок ~ обозначает домашнюю папку пользователя).
2. Удаляем (переименовываем) старый root (если есть). Если этого не сделать, возможен конфликт со старой версией.
3. Если был старый root, после удаления/переименовывания запускаем новый терминал.
4. Распаковываем исходники в root-xxxx-source (xxxx — версия root).
5. Создаем root-xxxx-build, переходим в нее (root-xxxx-source и root-xxxx-build должны находиться в одной директории).
6. `cmake ../root-xxxx-source`
7. `cmake-gui .` (в конце пробел и точка)
8. В открывшемся окне ищем CMAKE\_INSTALL\_PREFIX.  
Это поле задает путь, где будет установлен root. Например, /home/**user**/cern/root  
Желательно убедиться, что материнская папка, указанная в CMAKE\_INSTALL\_PREFIX, существует (для /home/**user**/cern/root — это /home/**user**/cern). Если путь указан неправильно, скорее всего, придется всю компиляцию переделывать.
9. Меняем значение поля CMAKE\_INSTALL\_PREFIX на нужное нам.
10. Помечаем fft
11. Опционально - помечаем qt5web и/или qt6web
12. Нажимаем по очереди Configure; Generate.
13. Если все нормально, в конце должны появиться надписи  
Configuring done  
Generating done
14. `make -j N`, где N — число потоков, которое будет участвовать в компиляции.  
Или `make -j` — задействовать все потоки. На некоторых компьютерах при задействовании всех потоков в процессе компиляции может возникнуть ошибка, по-видимому, связанная с переполнением памяти. В этом случае нужно очистить

компиляцию командой *make clean*, после чего запустить опять с уменьшенным числом потоков *make -j N*. Процесс компиляции (команда *make*) может занять до нескольких часов, в зависимости от производительности компьютера.

15. *make install* (или *sudo make install* — если `CMAKE_INSTALL_PREFIX` указывает на системную папку, в которую есть разрешение на запись только для администратора).
16. Если все успешно, *root* установлен в папке, которая была задана в `CMAKE_INSTALL_PREFIX`, например: `/home/user/cern/root`
17. Для завершения конфигурации *root* необходимо добавить строку в конец файла `.bashrc` в домашней папке пользователя:  
`source XXX/bin` где `XXX` — путь, который указан в `CMAKE_INSTALL_PREFIX`  
например,  
`source /home/user/cern/root/bin`

### 1.3 Компиляция и установка romana

1. В домашней папке пользователя создаем папку `bin` (если она не существует):  
`cd ~; mkdir bin`
2. Редактируем файл `.bashrc` в домашней папке пользователя — добавляем в конец файла строку:  
`export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:/usr/local/lib:~/bin`
3. Создаем папку, в которой будет установлена *romana*, например:  
`cd ~; mkdir romana`
4. Переходим в папку *romana*: `cd romana`  
`git clone https://github.com/yurkop/romana .` (в конце пробел и точка)
5. Компилируем библиотеку *cyusb* — если планируется работать с оцифровщиком; потребуется пароль администратора (*root*). Если планируется использовать *romana* только для анализа данных, этот шаг можно пропустить:  
`make cyusblib`
6. Чтобы библиотека стала доступной, нужно перезагрузить компьютер (возможно, достаточно перезапустить графическую оболочку).
7. После перезагрузки идем опять в папку *romana* и запускаем компиляцию:  
`make -j [N]` `N` (опционально) — число потоков для компиляции.  
`make install`
8. ***romana*** будет установлена в папке `~/bin`. После этого запускается из любой папки на компьютере из терминала командой *romana* или *romana.x*.

### 1.4 Обновления romana. Работа с командой git

1. Обновления ***romana*** доступны по команде *git*. Все команды выполняются из командной строки в папке, в которой установлена/скомпилирована ***romana***.
  - *git pull* — загрузить последние обновления из удаленного репозитория. Обновления будут загружены, но не применены. Для их применения нужно перекомпилировать программу:  
`make -j [N]` (*make install* не обязательно)
  - *git tag -n -l* — вывести список меток обновлений.
  - *git log* — посмотреть детализированную историю обновлений. Различные версии программы обозначаются строчками типа:  
`commit f2c92ea18cb5a79bebb64af764669ac5a11dc5dd (tag: v0.905)`  
и идентифицируются уникальным кодом `f2c92ea18cb5a79bebb64af764669ac5a11dc5dd` и меткой `v0.905`. Для отката к какой-либо старой версии можно использовать команду
  - *git checkout [xxxx]*, где `[xxxx]` — либо уникальный код, либо метка.  
При откате к старой версии для команды *git log* более новые версии будут недоступны.
  - *git checkout master* — возвращается к последней версии после отката к более старой.

После каждой команды *git checkout* нужно перекомпилировать программу, чтобы изменения вступили в силу: *make -j [N]*

- *git reset --hard* — удалить все изменения в текущей папке. В случае, если случайно или намеренно в код *romana* в текущей папке были внесены изменения, новые обновления не будут подгружаться: команда *git pull* будет выдавать ошибку. Команда *reset* позволит вернуть репозиторий в исходное рабочее состояние.

## 2 Запуск программы и выход из нее

Программа может работать в графическом или пакетном режиме. В обоих случаях *romana* запускается из командной строки терминала.

Можно запускать несколько копий программы из разных терминалов, но надо иметь в виду, что виджеты ROOT, используемые в программе, очень требовательны к производительности видеокарты (видеопамяти?), и запуск нескольких копий *romana* и/или использование большого числа отображаемых каналов может привести к чрезвычайно медленной отрисовке виджетов, особенно на слабых компьютерах.

### 2.1 Запуск программы

Для запуска программы нужно открыть терминал и набрать в командной строке:

```
romana[.x] [-h] [filename] [options]
```

или

```
romana[.x] [-h] [options] [filename]
```

Аргументы в квадратных скобках необязательны. Программа без аргументов запускается в обычном графическом режиме. По умолчанию параметры программы хранятся в файле *romana.par* и считываются из этого файла при запуске программы без аргументов. Если в текущей папке такого файла не существует, будут использованы параметры по умолчанию.

Последние использованные параметры сохраняются в файле *last.par*. Запуск *romana* с последними параметрами:

```
romana -p last.par
```

Аргумент *[filename]* (необязательный) задает имя файла для анализа. Если этот аргумент задан, *romana* пытается открыть файл с таким именем. Если файл не найден или его формат не соответствует форматам, определяемым в *romana*, программа выдает ошибку и заканчивает работу. Тип файла определяется его расширением. Допустимые расширения:

- *.dat* — ADCM RAW File или ADCM DEC File. Программа сама идентифицирует тип (RAW или DEC).
- *.raw* — файл «сырых» данных *romana*. Данные записаны в формате данных потока оцифровщика. Обычно содержит осциллограммы (взрывформы) импульсов и может быть довольно большого размера.
- *.dec* — файл декодированных данных *romana*. Содержит данные, обработанные *romana* и записанные в режиме *listmode* (пособытийно).
- *.gz* — также разрешенное расширение для файлов типа *.raw* и *.dec*. Можно переименовать любой *.raw* или *.dec* файл в файл с расширением *.gz* — такой файл тоже будет читаться.
- *.root* — файл с гистограммами. Содержит одномерные и двухмерные гистограммы, созданные при обработке данных в *romana*.

В начале файла *.raw/.dec* записаны все параметры, которые были заданы в *romana* при записи

данного файла. Эти файлы можно использовать с опцией -р (см. список аргументов ниже) вместо файла параметров. При этом из такого файла будут считаны только параметры, сам файл анализироваться не будет. В файле .root также записаны все параметры, однако его использовать с опцией -р нельзя.

Файлы .raw, .dec и .gz обычно сжаты с помощью встроенной утилиты сжатия gzip (см. параметр compression в romana). Их можно восстановить и обратно сжать командами gunzip/gzip.

Если аргумент [filename] не задан, программа пытается определить, подключен ли ко входу USB оцифровщик и соединиться с ним. Если подключенных оцифровщиков несколько, появится дополнительное окно, в котором надо будет выбрать прибор, который нужно подключать. Если прибор не подключен, программа запускается без открытия файла.

Если аргумент [filename] задан, попытки соединения с оцифровщиком не происходит.

Все остальные аргументы, кроме [filename], задаются со знаком “-” перед аргументом.

### **2.1.1 Список аргументов командной строки (опций):**

- -h: выводит на экран список аргументов с кратким описанием и заканчивает работу.
- -u: после соединения с прибором reset подает команду «сброс USB»
- -р parfile: считывает параметры из файла parfile. Обычно это файл с расширением .par, но также может быть и файл с данными (.raw/.dec/.gz), из которого считывается только заголовок с параметрами. При одновременном использовании опции -р parfile и [filename] используются параметры из parfile.
- -t parfile: конвертирует параметры из parfile в текстовый формат, записывает их в файл parfile.txt и заканчивает работу.
- -n module: используется для отладки.
- -m name: может быть использовано в случае, если к USB подключено несколько оцифровщиков. При использовании этой опции окно выбора оцифровщика не будет появляться, а будет выбран прибор, в имени которого содержится строка name.
- -l: выводит на экран список имен подключенных к USB приборов и заканчивает работу.
- -a filename: запускает накопление данных в пакетном режиме (без графической оболочки). Filename — обязательный аргумент, который задает имя файла/файлов, куда будут записываться данные. Типы записываемых файлов определяются аргументами -w, -d, -r, -f. Накопление останавливается по достижении времени, заданного параметром Tstop. Этот параметр должен быть передан в программу либо через файл параметров, либо с помощью опции [par=val] (см. ниже).
- -b [outfile]: анализирует файл в пакетном режиме (без графической оболочки). В этом случае аргумент [filename] обязателен и задает имя анализируемого файла, а аргумент -b должен быть задан после аргумента [filename]. Аргумент [outfile] (необязателен) задает имя файла/файлов (типы задаются аргументами -w, -d, -r, -f), куда будут записываться данные с результатами анализа. Если аргумент [outfile] не задан, имя выходного файла совпадает с именем входного (outfile = filename). Анализ длится либо до окончания файла, либо по достижении времени Tstop. Время берется из анализируемых событий и отсчитывается от первого события в файле.
- -s [n] (только в пакетном режиме): частота вывода информации на экран. 0 (по умолчанию) — не выводить; n — выводить через каждые n буферов.
- -w (только в пакетном режиме): записываются сырые .raw данные в папке Raw/
- -d (только в пакетном режиме): записываются декодированные .dec данные в папке Dec/

- -r (только в пакетном режиме): записываются гистограммы в файл .root в папке Root/
- -f (только в пакетном режиме): перезаписывать существующие .raw/.dec/.root файлы с тем же именем. Если аргумент -f не задан и файл с тем же именем уже существует, программа об этом сообщит и завершит работу.  
Папки Raw/Dec/Root/ создаются в той же директории, откуда была запущена программа.
- [par=val] — присвоить параметру par значение val (имена параметров можно посмотреть в файле toptions.h). Команда par=val должна быть задана без пробелов.

Примеры: Tstop=10 (установить время окончания анализа/накопление 10 сек)

Thr[5]=20 (установить порог для канала 5 равным 20)

Thr=20 (установить порог для всех каналов равным 20)

## 2.2 Примеры запуска программы в пакетном режиме

```
romana test02_crs2_antenna.raw -b -r -f
```

## 2.3 Выход из программы

Выйти из программы (закрыть ее) можно несколькими способами:

1. Через меню File → Exit. В этом случае все параметры программы сохранятся в файле romana.par.
2. Нажать мышкой на крестик в правом верхнем углу окна программы. Параметры не сохраняются.
3. Нажать Ctrl+C в терминале, откуда была запущена программа. Параметры не сохраняются.
4. Открыть еще один терминал и набрать в нем команду:  
kill romana

Параметры не сохраняются. Этот способ может быть единственно возможным при «зависании» программы.

Если во время нажатия Ctrl+C программа производит анализ или накопление данных, программа сразу не закроется, а произойдет остановка анализа/накопления (аналог нажатия кнопки **Stop** или **Pause**). Повторное нажатие Ctrl+C закроет программу. В пакетном режиме нажатие Ctrl+C останавливает накопление и закрывает программу.

Последние использованные параметры анализа сохраняются в файле **last.par**. Этот файл создается в момент нажатия кнопки «Старт» (в интерактивном режиме) или в начале анализа в batch режиме. Этот файл может быть полезен для восстановления последних использованных параметров в случае аварийного закрытия или «вылета» программы:

```
romana.x -p last.par
```

### 3 Краткое описание оцифровщиков ЦРС

Оцифровщики ЦРС (Цифровой Регистратор Сигналов) позволяют преобразовывать входные сигналы в цифровой формат и передавать их на компьютер в режиме реального времени. Передача данных происходит по каналу USB-3, максимальная скорость передачи данных для ЦРС-2/16/32 ~190 МБ/сек; для ЦРС-8/128 и АК-32 ~390 МБ/сек.

ЦРС-2 имеет два входных канала (разъемы типа BNC), частота оцифровки 200 МГц, разрядность каждого канала — 11 бит. Диапазон входных импульсов:  $\pm 1$  В или 0.5 В (в зависимости от модификации).

ЦРС-32 конструктивно выполнен в виде мини-крейта с одной управляющей платой. Мини-крейт позволяет вставлять до 8 рабочих плат, каждая из которых имеет 4 независимых канала. Максимальное полное число каналов — 32. Кроме того, на управляющей плате имеется дополнительный разъем внешнего стартового сигнала, позволяющий обнулять временные отметки или передавать их в выходной поток данных, а также внешний управляющий сигнал. Состояние управляющего сигнала (например, поляризация) также записывается в поток данных.

Внешний стартовый сигнал имеет входное сопротивление 50 Ом, пороговое напряжение -0.4 вольт (импульсы отрицательной полярности), минимальная длительность импульса 10 нсек. Внешний управляющий сигнал имеет входное сопротивление 50 Ом, пороговое напряжение -0.4 В, состояние управляющего сигнала: «1» -  $U_{вх} < \text{порога}$ , «0» -  $U_{вх} > \text{порога}$ . Состояние управляющего сигнала записывается в поток данных для каждого события.

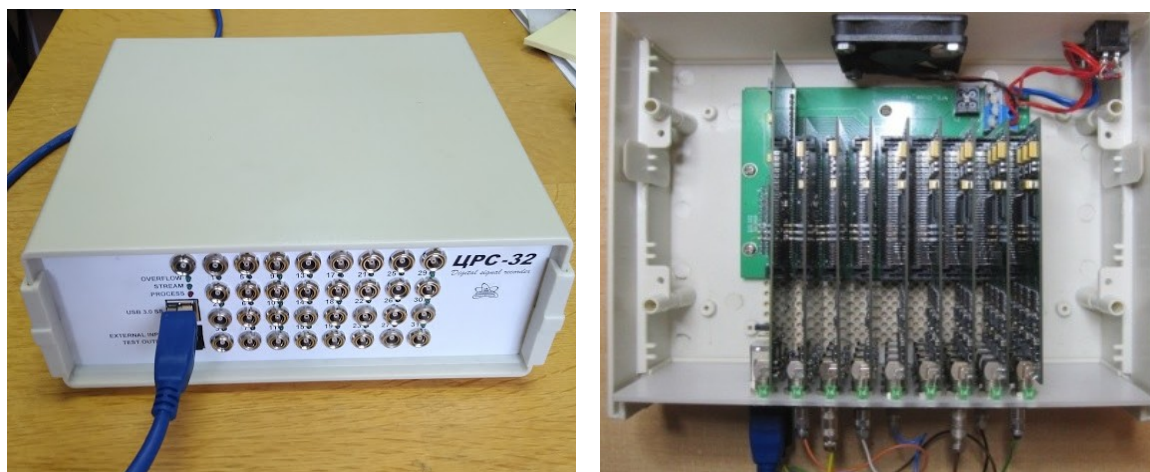


Рис. 1. Оцифровщик ЦРС-32

Входные сопротивления в каждом из рабочих каналов 50 Ом, рабочий диапазон входных сигналов (приблизительно) от -1 до +1 В либо от -0,3 до +0,3 В. Имеется возможность изменения входного диапазона в небольших пределах путем задания параметров каналов. Безопасный диапазон  $\pm 7$  В DC (при подаче сигнала, эквивалентного постоянному смещению 7 вольт относительно земли сгорит входное сопротивление). (По другой информации безопасный диапазон  $\pm 20$  В DC). Частота оцифровки 200 МГц. Разрядность 11 бит. Для каждого рабочего канала в выходной поток данных записываются: номер канала, временная отметка (число тактовых импульсов с момента начала накопления), N значений



амплитуды сигнала, оцифрованных с заданной частотой. Канал считается сработавшим при пересечении сигналом определенного амплитудного порога. Как правило, записываются определенное количество точек до пересечения порога и определенное количество после.

ЦРС-6/16 отличается от ЦРС-32 наличием платы с двумя 16-битными каналами. Частота оцифровки для этих каналов — 100 МГц, диапазон входных сигналов: +/-0.2 В, (приблизительно) для первого канала и +/-5 В, (приблизительно) для второго канала.

Все оцифровщики, кроме ЦРС-2, имеют набор встроенных тестовых импульсов, которые можно подавать на их входы с помощью набора небольших разноцветных лето кабелей, соединяемых с прибором через многоштырьковый разъем.

ЦРС-8 и ЦРС-128 конструктивно очень схожи друг с другом и имеют следующие основные отличия от ЦРС-32:

- частота оцифровки — 100 МГц.
- Разрядность АЦП — 16 бит.
- Пропускная способность USB — 390 МБ/сек.
- Встроенная схема совпадений.

Основные параметры АК-32:

- частота оцифровки — 156,25 МГц (такт 6.4 нс).
- Разрядность АЦП — 14 или 12 бит.
- Пропускная способность USB — 390 МБ/сек.
- Возможность увеличения пропускной способности USB в ~2 раза за счет использования второго канала USB.
- Встроенная схема совпадений.
- Возможность объединения нескольких приборов в одну систему с синхронизацией тактовой частоты, управляющих сигналов и схемы совпадений. (Пока не реализовано)

Для обеспечения максимальной производительности приборы должны быть подключены к компьютеру через порт USB-3.0 (и старше). При подключении к порту USB-2.0 скорее всего все тоже будет работать, однако пропускная способность канала передачи данных будет существенно снижена. Чтобы проверить, к какому порту подключен оцифровщик, можно открыть еще один терминал и набрать в нем команду

`dmesg -w`

При обнаружении системой оцифровщика (при включении или подключении включенного прибора к разъему) в терминале появится информация такого типа:

```
[491110.545692] usb 2-1: new SuperSpeed USB device number 5 using xhci_hcd
[491110.559249] usb 2-1: New USB device found, idVendor=04b4, idProduct=00f1, bcdDevice= 0.00
[491110.559268] usb 2-1: New USB device strings: Mfr=1, Product=2, SerialNumber=0
[491110.559276] usb 2-1: Product: Test_v11
[491110.559283] usb 2-1: Manufacturer: NF_JINR
```

Нужно обратить внимание на тип подключения перед словом USB (выделено красным цветом). Если это SuperSpeed, значит прибор подключен к USB-3; если другое название (например, High Speed), значит тип порта неправильный.

Описание входных/выходных разъемов и индикации...

## 4 Основные принципы работы программы romana



Программа работает в двух режимах — накопление данных с оцифровщика (Acquisition) и анализ данных (Analysis). В программе реализовано накопление данных с ЦРС-2, ЦРС-32, ЦРС-16, ЦРС-16/6, ЦРС-8, ЦРС-128, АК-32, анализ сырых данных (raw data) с этих же приборов, анализ сырых данных с ADCM-16/32/64 и анализ декодированных данных (decoded data). Во время накопления данных можно одновременно производить их анализ.

Программа позволяет записывать и считывать данные в трех форматах:

1. raw data — сырые данные в том же виде, в каком они приходят с оцифровщика. Это наиболее полный формат данных, который в общем случае содержит полные оцифрованные импульсы.
2. decoded data — декодированные данные — результат анализа импульсов программой gomana, записанный в виде декодированных **событий**. Записываются интегральные параметры каждого импульса (временная отметка, амплитуда, ширина импульса и т. п.). Имеется возможность отбрасывания нежелательных импульсов (по совпадению, порогу и т. п.) Декодированные данные записываются в режиме listmode (событие-за-событием), содержат все корреляции между импульсами и позволяют проводить последующий анализ практически так же, как и с сырыми данными. Однако декодированные данные не содержат всех параметров формы импульса и могут быть менее качественными, чем сырые, если настройки обработки импульсов в процессе декодирования были произведены не оптимальным образом.
3. Root histograms — интегральные одномерные и двухмерные спектры. Конечные результаты обработки.

Все настройки (параметры) программы и обработки импульсов могут быть сохранены в файл параметров (по умолчанию gomana.par), а также всегда записываются в заголовок файлов «raw data», «decoded data» и «root».

## 4.1 Параметры импульса

Данные из оцифровщика поступают через канал USB в виде **импульсов (pulses)**. В таком же виде данные считываются из файла сырых данных (raw data). **Импульс** может содержать (или не содержать, в зависимости от настроек) следующие данные:

<b>Ch</b>	Номер сработавшего канала (начало нумерации с 0). Канал START имеет номер 255.
<b>Timestamp</b>	Временная отметка импульса (время срабатывания триггера/ дискриминатора импульса) относительно начала экспозиции, в тактах («сэмплах», samples). Для ADCM/16/32 1 такт равняется 10 нс, для ADCM64 — 16 нс, для ЦРС-2/16/32 — 5 нс, для ЦРС-8/128 — 10 нс, для АК-32 — 6.4 нс. Для оцифровщиков серии ЦРС тактовая частота может быть понижена (см. параметр <b>sampling rate</b> — делитель тактовой частоты).
<b>Data</b>	Данные импульса — N точек, содержащих набор оцифрованных амплитуд сигнала.
<b>Pos</b>	Позиция — номер такта, соответствующий срабатыванию дискриминатора; аппаратно — это точка, отстоящая от начала данных импульса на длину предзаписи.
<b>Base</b>	Высота подложки. Вычисляется как среднее в диапазоне B1..B2.
<b>Area0</b>	Площадь импульса без вычета подложки. Вычисляется как среднее в диапазоне P1..P2
<b>Area2</b>	Дополнительная площадь импульса без вычета подложки. Вычисляется как среднее в диапазоне W1..W2. Из параметров <b>Area0</b> , <b>Area0</b> , <b>Base</b> может быть

	определена ширина либо наклон подложки/вершины импульса.
<b>Height</b>	Амплитуда импульса без вычета подложки: максимальная высота в диапазоне P1..P2.
<b>Time</b>	Точная временная отметка импульса относительно <b>Timestamp</b> . Вычисляется в тактах с дробной частью более точно, чем <b>Timestamp</b> , по специальному алгоритму.
<b>Rtime</b>	Время нарастания фронта импульса (в ЦПС аппаратно пока не реализовано). Программно вычисляется как «центроид» производной в диапазоне от T1 до первой отрицательной точки после максимума.
<b>Counter</b>	Счетчик импульсов, т.е. число срабатываний триггера для данного канала от начала накопления. Подсчитывается для всех активных каналов независимо от схемы совпадений.
<b>Ovf</b>	Признак переполнения буфера в данном канале. 0 — переполнения не было, 1 — переполнение было (счетчик переполнений?).
<b>State</b>	Состояние внешнего управляющего входа для ЦПС (0 или 1). Для ADCM всегда 0. Внешний управляющий вход может использоваться для записи какой-либо внешней информации, в частности состояния поляризатора (например, 1 — пучок поляризован; 0 — не поляризован).

Параметры **Pos**, **Base**, **Area0**, **Area2**, **Height**, **Time**, **Rtime** могут быть определены как аппаратно (в прошивке прибора), так и программно из данных импульса. Кроме того, в *romana* определяются следующие дополнительные параметры импульса:

<b>Area</b>	Площадь импульса за вычетом подложки.
<b>Width</b>	Ширина импульса.
<b>Slope1</b>	Наклон подложки.
<b>Slope2</b>	Наклон вершины.
<b>RMS1</b>	Среднеквадратичное значение (уровень шума) подложки.
<b>RMS2</b>	Среднеквадратичное значение (уровень шума) вершины.

## 4.2 Типы триггера

Импульс регистрируется оцифровщиком при срабатывании дискриминатора (триггера). Ниже перечислены типы триггера, реализованные аппаратно в оцифровщиках семейства ЦПС. Здесь  $a[i]$  — значение сигнала в такте  $i$ ;  $c[i]$  — значение производной (с параметром **K**) в такте  $i$ :  $c[i] = a[i] - a[i - K]$ ; **p=Pos** — такт срабатывания дискриминатора; **Thr** — порог дискриминатора; **LT** — нижний порог дискриминатора; **T1**, **T2** — параметры определения точной временной привязки импульса **Time**, отсчитываются в тактах от **Pos**.

Тип	Описание
0	По превышению порога сигналом. $p$ = такт, для которого $a[p-1] \leq Thr$ и $a[p] > Thr$ . <b>Time</b> = «центроид» производной в диапазоне T1 .. T2.
1	По превышению порога производной. $p$ = такт, для которого $c[p-1] \leq Thr$ и $c[p] > Thr$ . <b>Time</b> = «центроид» производной в диапазоне T1 .. T2.
2	По первому (локальному) максимуму производной после превышения порога. $p$ = первый такт после выполнения условий $c[i-1] \leq Thr$ и $c[i] > Thr$ , для которого $c[p] \leq c[p-1]$ .

	Time = «центроид» производной в диапазоне T1 .. T2.
3	По последнему перед превышением <b>порога</b> положительному пересечению <b>нижнего порога</b> производной. $p$ = последний такт перед выполнением условий $c[i-1] \leq Thr$ и $c[i] > Thr$ , для которого $c[p] > LT$ и $c[p-1] \leq LT$ . Time = «центроид» производной в диапазоне T1 .. T2.
4	По первому после превышения <b>порога</b> отрицательному пересечению <b>нижнего порога</b> производной. $p$ = первый такт после выполнения условий $c[i-1] \leq Thr$ и $c[i] > Thr$ , для которого $c[p] \leq LT$ . Time = «центроид» производной в диапазоне T1 .. T2.
5	Не используется
6	То же, что и 4, но Time = точка пересечения производной уровня LT.
7	CFD — Constant Fraction Discriminator, дискриминатор со следящим порогом (реализован только программно).

Для ЦРС-2 реализованы только типы триггера 0 и 1, при этом, триггер 1 — по превышению порога модулем производной.

### 4.3 События и программная схема совпадений

В *romana* в процессе обработки **импульсы (pulses)** группируются в **события (events)**. Каждое событие может содержать несколько импульсов, сгруппированных по временной отметке. Импульсы, пришедшие приблизительно в одно и то же время, т. е. попавшие в определенное временное окно, условно считаются пришедшими одновременно, т.е в совпадении. В программе реализована следующая логика схемы совпадений. Из потока данных от USB или из файла считывается очередной **импульс**. Временная отметка этого **импульса**  $T_{pulse}$  сравнивается по очереди с временной отметкой каждого из **событий**  $T_{event}$  из отсортированного по времени списка событий, начиная с конца по следующему алгоритму:

- Проверяется условие

$$T_{pulse} - T_{event} > W, \quad (1)$$

где  $W$  — окно схемы совпадений (параметр **Coincidence**, вкладка **Parameters**).

- Если условие (1) выполнено, т. е. импульс пришел позже, чем сравниваемое событие, после данного события в список вставляется новое событие, в которое добавляется текущий импульс. Временная отметка нового события  $T_{event}$  задается равной временной отметке импульса  $T_{pulse}$ .
- Если условие (1) не выполнено, проверяется условие

$$|T_{pulse} - T_{event}| \leq W, \quad (2)$$

т. е. определяется, попадет ли импульс в окно совпадений для сравниваемого события.

- Если условие (2) выполнено, импульс добавляется к событию; множественность события увеличивается на 1.
- Если условие (2) не выполнено, алгоритм переходит на следующее событие (вернее, предыдущее, т. к. проверка идет от конца списка к началу), производится аналогичная проверка и т. д.
- Если алгоритм дошел до начала списка, новое событие вставляется в начало.
- Если алгоритм дошел от конца списка до параметра **Event lag** (см. **Параметр Event lag: запаздывающие события**), число ошибок «*Event lag exceeded*» увеличивается на 1, **новое событие добавляется в конец списка**.

События могут отфильтровываться по множественности (число импульсов в событии). Если множественность не попадает в заданный диапазон, такое событие удаляется. Все остальные (хорошие) события хранятся в памяти компьютера в виде списка событий, отсортированного по временной отметке (по возрастанию), и анализируются в соответствии с заданными

параметрами анализа. Данные в декодированном (DEC) файле записываются в виде **событий**, каждое событие анализируется как единое целое.

#### 4.4 Параметр **Event lag**: запаздывающие события

Из-за конструктивных особенностей оцифровщиков ЦРС/АК в потоке сырых данных **импульсы** не обязательно отсортированы по временной отметке. Для каждого из входных каналов оцифровщика существует выделенный буфер. Буферы вычитываются последовательно до полного опустошения. Таким образом, возможна ситуация, когда в потоке данных будут записаны несколько последовательных импульсов из одного канала, а после них — импульсы из другого канала, пришедшие физически по времени раньше, чем последний импульс из первого канала. Поэтому какое-то количество последних **событий** в списке в процессе анализа в режиме реального времени могут быть неполными (позже могут прийти более ранние импульсы из соседнего канала). Для того, чтобы такие неполные события не анализировались раньше времени, задается параметр «*Event lag*» (запаздывание событий) — это число событий от конца списка, которые считаются по умолчанию неполными и не анализируются в реальном времени. Величина этого запаздывания зависит от загрузки и должна задаваться пользователем. Если этот параметр задать слишком маленьким при большой загрузке, могут быть потеряны корреляции между импульсами (импульсы, пришедшие в одно и то же время, не сгруппируются в одно событие, а будут видны как разные события). Если обработчик импульсов дошел от конца списка событий до *Event lag* и так и не определился, к какому событию должен принадлежать текущий импульс (его временная отметка меньше, чем временная отметка события, соответствующего *Event lag*), импульс записывается ~~перед *Event lag*~~ **в конец списка событий**, при этом увеличивается на 1 число ошибок «*Event lag exceeded*» (см. вкладку Errors). При большой загрузке следует обращать внимание на значение счетчика *Event lag exceeded* и соответствующим образом корректировать параметр *Event lag*. После остановки накопления (или считывания последнего буфера файла при анализе) этот параметр игнорируется для оставшихся событий, и список событий анализируется до конца.

#### 4.5 Аппаратная схема совпадений

В последних моделях оцифровщиков (ЦРС-8, ЦРС-128 и АК-32) реализована аппаратная одноуровневая схема совпадений. Основная задача аппаратной схемы совпадений — выбор полезных событий в экспериментах, где важна корреляция между различными каналами, и отсеивание «плохих» событий, в которых один или несколько каналов, необходимых для построения корреляции, не сработал. «Плохие» события, не попавшие в совпадение, отсеиваются — не передаются по каналу USB-3, не анализируются, не записываются на диск.

##### Логика работы схемы совпадений:

- Каналы, участвующие в схеме совпадений, должны быть приписаны к одной из **групп совпадений**:  $C_1$  или  $C_2$  (отмечаются галочкой для каждого канала во вкладке **Channels**). Обе группы равноправны. Такие каналы называются **активными** каналами схемы совпадений.
- Если канал не принадлежит ни одной из групп, но не отключен (отмечена галочка **on**), такой канал называется **пассивным**.
- Для каждой группы задается ширина окна совпадений в тактах  $W_k$  ( $k=1,2$ ) (параметры **Windows**), а также минимальная и максимальная множественность  $M_{\min}^k$ ,  $M_{\max}^k$  (параметры **Min mult**, **Max mult**) — в окошке **Coincidence scheme** вкладки **Channels**.
- При срабатывании дискриминатора (триггера) в любом из активных каналов схемы совпадений (т. е. принадлежащих какой-либо группе  $C_1$  или  $C_2$ ) формируется логическое **окно канала** с началом в такте срабатывания триггера  $T_i$  (с учетом аппаратной задержки — параметр **hD**) и шириной  $W_i$  — соответствует ширине окна группы, к которой принадлежит канал (параметр **Windows**). Логически,  $\text{окно} = 1$

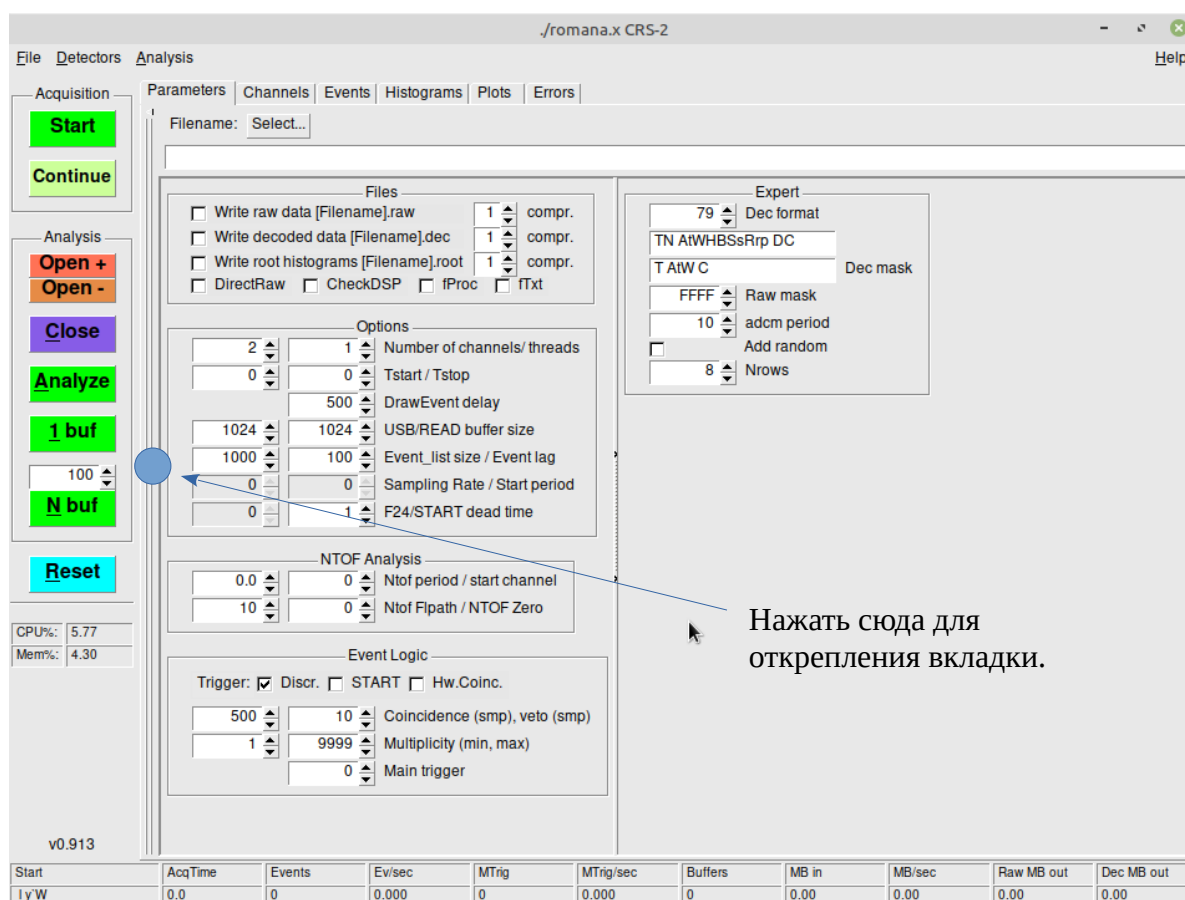
(активно) между  $T_i$  и  $T_i + W_i$  и  $=0$  (неактивно) вне этого окна.

- При повторных ...
- Для каждой группы совпадений  $k$  формируется логическое **окно группы** следующим образом:
  - В каждом такте подсчитывается число **активных** каналов с активным окном, принадлежащих данной группе (с учетом аппаратной задержки каждого канала), — определяется множественность  $M^k$ .
  - Проверяется, попадает ли множественность в заданный диапазон:  
$$M_{\min}^k \leq M^k \leq M_{\max}^k.$$
  - Если условие выполнено, **окно группы**  $=1$ , если нет  $=0$ .
- Оба окна группы логически перемножаются (логическое «и») потактно, результат формирует логическое **окно схемы совпадений**. Такт, в котором окно меняет состояние с 0 на 1, определяет начало окна —  $T_0$ .
- Для каждого **активного** канала потактно сравнивается **окно канала** и **окно схемы совпадений**. Если результат сравнения стал 1 **до окончания окна канала (???)**, данные этого канала записываются в выходной поток оцифровщика.
- Если результат сравнения не стал 1, данные тоже записываются, но с пересчетом. Коэффициент пересчета — это параметр **RD (rate divider**, вкладка **Channels**). Если  $RD=0$  (по умолчанию), ни одно событие с пересчетом не записывается;  $RD=1$  — записывается каждое событие с пересчетом;  $RD=2$ , записывается каждое второе событие;  $RD=3$  = каждое третье событие и т.д.
- Если канал **пассивный** (не принадлежит ни одной из групп совпадений, но параметр «**on**» активирован), при срабатывании схемы совпадений в момент времени  $T_0$  данные канала записываются в выходной поток. Время, соответствующее "псевдосрабатыванию дискриминатора" для этого канала  $T_i=T_0$  (с учетом задержки).
- Число срабатываний дискриминатора (аппаратный счетчик импульсов) в каждом канале подсчитывается независимо от срабатывания схемы совпадений. Если канал отключен (параметр «**on**» не активирован), он не участвует в схеме совпадений, не пишется, не подсчитываются срабатывания дискриминатора.

## 5 Описание интерфейса программы

В окне программы есть постоянные элементы интерфейса, которые не меняются при переключении вкладок: меню в верхней части окна (**File, Detectors, Analysis, Help**), кнопки управления накоплением и анализом в левой части и статусная строка внизу. В верхней части окна программы видны название вкладок: **Parameters, Channels, Events, Histograms, Plots, Errors**. При нажатии на них мышкой происходит переключение интерфейса в соответствующую вкладку.

Содержимое текущей вкладки может быть откреплено, т. е. выделено в отдельное окно при нажатии мышкой на двойную полосу в левой части окна вкладки. Чтобы вернуть вкладку на место, нужно закрыть открепленное окно вкладки, нажав на крестик в правом верхнем углу.



В самом верху окна выводится имя программы, а также имя подсоединенного оцифровщика или файла с данными, открытого для анализа.

Ниже все элементы интерфейса описаны подробно.

### 5.1 Панель Aquisition/Analysis

[Acquisition]

**Start** — запустить накопление данных с ЦРС. После нажатия кнопка превращается в **Stop** — остановить накопление. При нажатии кнопки **Start** время сбрасывается в 0, все буферы и гистограммы очищаются. При нажатии кнопки **Stop** накопление останавливается. Если отмечена галочка **Write root histograms**, в этот момент будет сохранен файл с гистограммами.

**Continue** — продолжить накопление. Время не сбрасывается, гистограммы не очищаются.

Если прибор не подключен, либо в программе открыт файл для анализа, кнопки **Start** и **Continue** неактивны.

[Analysis]

**Open+** — открыть файл с сырыми данными для анализа. Файл `adcm` должен иметь расширение `.dat`; файл ЦРС должен иметь расширение `.raw`, `.dec` (или `.gz`). Также можно открыть файл с гистограммами `.root`. При открытии файла ЦРС (или `ROOT`) с него считываются параметры программы, которые были заданы при записи этого файла. При открытии файла старые гистограммы удаляются/обнуляются.

**Open-** — то же, что и **Open+**, но параметры из файла не считываются, гистограммы не удаляются и не обнуляются.

**Close** — закрыть файл.

**Analyze** — запустить анализ файла. После запуска анализа кнопка превращается в **Pause** — при нажатии на нее анализ останавливается. Последующее нажатие на **Analyze** продолжает анализ с того места, на котором он остановился. Если отмечена галочка записи любого из типов файлов (**raw**, **dec**, **root**), и файл с таким именем и расширением существует, при первом нажатии **Analyze** (после **Reset**) появится окошко подтверждения перезаписи файла. При последующих нажатиях **Pause** + **Analyze** файлы продолжат записываться с того места, где была остановка. Если отмечена галочка **Write root histograms**, при нажатии на **Pause** будет сохранен файл с гистограммами.

**1 buf** — считать и проанализировать один буфер из файла. Размер буфера задается во вкладке **Parameters**.

**N buf** — проанализировать N буферов из файла. N задается в окошке над кнопкой.

**Reset** — сброс всех параметров, очистка гистограмм (не работает во время накопления/анализа).



— показывает процент использования CPU и памяти программой. Если во время накопления данных с оцифровщика использование памяти начинает монотонно расти, наиболее вероятная причина — большой поток данных и одновременно слишком большое количество анализируемых гистограмм. Программа не успевает проанализировать весь поток поступающих данных, поэтому буфер событий не очищается. Чтобы избежать переполнения памяти, лучше убрать лишние гистограммы из онлайн анализа. Также можно отметить галочку **DirectRaw**, что полностью отключит декодирование и анализ данных.

В нижнем левом углу отображается текущая версия **romana**.

## 5.2 Статусная строка

В нижней части окна программы находится статусная строка:

Start	AcqTime	Events	Ev/sec	MTrig	MTrig/sec	Buffers	MB in	MB/sec	Raw MB out	Dec MB out
2019-02-15 23:15:47	1.3	0	0.000	0	0.000	0	0.00	0.00	0.00	0.00

Рис. 4.1 Статусная строка

Значение параметров статусной строки:

**Start** — дата и время начала измерения или создания анализируемого файла.

**AcqTime** — текущее время измерения/анализа. Определяется по временной отметке последнего проанализированного события относительно начала измерения/анализа. Если значение параметра **Sampling rate** (делитель тактовой частоты) не 0, время отображается



неправильно — в программе оно «течет медленнее», в соответствии с делителем.

**Events** — число считанных событий.

**Ev/sec** — число событий в секунду (плавающее среднее)

**Mtrig** — число проанализированных событий, для которых было выполнено условие «Main trigger» (см. вкладку «Parameters»). В процессе анализа/накопления число проанализированных событий меньше, чем число считанных событий, как минимум, на величину «Event lag», т. к. анализ запаздывает по сравнению со считыванием.

**Mtrig/sec** — число проанализированных событий **Mtrig** в секунду (скользящее среднее).

**Buffers** — число считанных буферов.

**MB in** — объем полученных сырых данных (raw data) в мегабайтах.

**MB/sec** — мегабайты в секунду

**Raw MB out** — объем записанных данных в мегабайтах (при записи сырых данных на диск)

**Dec MB out** — объем записанных декодированных данных в мегабайтах (при записи .dec данных на диск)

### 5.3 Всплывающее меню

- **File**

- *Read Parameters* — считать параметры из файла (обычно файл имеет расширение .par)
- *Save Parameters* — сохранить параметры в файл
- *Read ROOT File* — считать гистограммы из файла (с расширением .root)
- *Save ROOT File* — сохранить гистограммы в файл (с расширением .root)
- *Save ASCII Files* — сохранить гистограммы в текстовые файлы. Появится окно, в котором нужно будет задать папку, куда будут записаны файлы. Для каждой гистограммы создается отдельный файл.
- *Export...* — экспортировать изображение гистограмм из вкладки Plots в графический файл. Работает только при открытой вкладке Plots.
- *Root Browser* — запустить root Browser.
- *Reset USB* — сброс и очистка контроллера USB в оцифровщике. После выполнения команды *Reset USB* выполняется команда *Detect device*.
- *Detect device* — обнаружить подключенный оцифровщик и подключиться к нему. Если подключенных приборов несколько, появится окно выбора прибора.
- *Exit* — выход из программы. Текущие параметры сохраняются в файле *romapa.par*.

- **Detectors**

- *Profilometer 8x8* — параметры профилометра 8x8 (устаревш.)
- *Profilometer 64x64* — параметры профилометра 64x64.

Открывается окошко, в котором можно редактировать параметры обработки данных с профилометра. Все, что после значка # - комментарии.

- **Analysis**

- *Energy calibration* — энергетическая калибровка гистограмм.

При вызове этого меню открывается дополнительное окно, в котором можно настроить параметры калибровки. Калибруются все **видимые** гистограммы, содержащие *area* в названии. **Видимые** означает нарисованные либо в режиме Stack, либо в режиме X/Y.

Если есть несколько видимых гистограмм с одинаковым номером, например, *area\_07* и *area\_07\_cut1*, будет откалибрована только первая из них.

Для предварительной авто-калибровки по 1 точке:

- перейдите на вкладку Plots;
- задайте опорное значение для авто-калибровки (поле справа от кнопки *Auto*);
- используя нижнюю полосу прокрутки на вкладке Plots, выберите окно таким образом, чтобы вершина пика, соответствующего опорному значению, была самой высокой точкой в окне, для каждой гистограммы;
- нажмите «Авто». Для всех видимых гистограмм положение пика будет автоматически откалибровано;
- нажмите «Сохранить», чтобы скопировать коэффициенты калибровки в параметры каналов (параметры E0,E1,E2); эти же параметры будут отображаться и в окне калибровки.
- закройте окно калибровки;
- повторно проанализируйте данные с новой калибровкой.

### Важно!

- ✓ Наиболее удобно использовать для калибровки режим **Stack**, в котором отображаются одновременно все нужные гистограммы на одном графике.
- ✓ Перед авто-калибровкой нужно обнулить параметры A0 и A2 для всех каналов (например, используя поля All). Коэффициенты A1 можно подстроить вручную, чтобы нужный пик для всех гистограмм находился в окне.
- ✓ Коэффициенты A0,A1,A2, отображаемые в окне калибровки, являются дополнительными к E0,E1,E2 (вкладка *Channels*). Новые коэффициенты калибровки рассчитываются по формулам:

$$E_0' = A_0 + E_0 \cdot (A_1 + A_2 \cdot E_0)$$

$$E_1' = E_1 \cdot (A_1 + 2 \cdot A_2 \cdot E_0)$$

$$E_2' = A_2 \cdot E_1^2$$

Предполагается, что старая калибровка линейная. Новая может быть квадратичной (если коэффициент A2 не ноль). Пока открыто окно калибровки, гистограммы перекалибровываются и рисуются с учетом коэффициентов A0,A1,A2. Как только окно закрывается, новая калибровка сбрасывается. Чтобы она сохранилась, нужно нажать кнопку Apply, а чтобы применилась, нужно переанализировать данные с новой калибровкой.

- ✓ Полу-автоматическая калибровка по нескольким пикам требует задания ROI (вкладка Plots). Слишком сложно объяснять...

➤ *Time calibration* — реализовано, но непонятно, как работает...

➤ *Peak Search Parameters* — задаются параметры для опции Peaks (см. вкладка **Plots**).

- Threshold — порог поиска пиков (если их несколько), относительно высоты максимального.
- Smooth — сглаживание перед поиском пиков.
- Width — минимальная ширина пика (может быть полезно для игнорирования узких «выбросов»).
- Background — ширина фона слева и справа от пика.
- MaxPeaks — максимальное число пиков.
- Use Mean/RMS — используются Mean/RMS вместо подгонки гауссианом.
- Print — вывод параметров пиков в терминал.

### • Help

Display Help File — открыть PDF файл с описанием программы.

## Вкладки:

Основное окно программы содержит шесть переключаемых вкладок: **Parameters**, **Channels**, **Events**, **Histograms**, **Plots**, **Errors**. Переключение между вкладками меняет тип отображаемой информации. Во вкладках отображаются виджеты/поля для задания/изменения различных параметров, используемых в программе. Как правило, разрешенный диапазон параметров «встроен» в соответствующий виджет, который не позволит задать значение, выходящее за пределы диапазона. Для большинства параметров есть подсказка на английском языке, которая появляется во всплывающем окошке при наведении мышки на соответствующее поле.

## 5.4 Parameters

Здесь задаются общие параметры настройки программы.

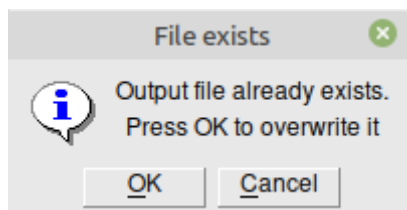
<b>Filename:</b>	Имя файла, куда будут записываться данные. Имя файла одинаковое, тип данных определяется расширением. Файлы .raw, .dec или .root. Можно задать имя файла вручную или выбрать через кнопку <i>Select...</i>
------------------	--

### • Files

<b>Write raw data</b>	Записывать поток сырых данных на диск. Имя файла имеет расширение .raw. Запись происходит <i>во время</i> накопления/анализа.
<b>Write decoded data</b>	Записывать поток декодированных данных на диск. Имя файла имеет расширение .dec. Запись происходит <i>во время</i> накопления/анализа.
<b>Write root histograms</b>	Записывать гистограммы (спектры) на диск. Имя файла имеет расширение .root. Запись происходит <i>после</i> остановки накопления/анализа.
<b>compr.</b>	Степень сжатия файлов. 0 — без сжатия, 9 — максимальное сжатие (но более медленная запись).
<b>DirecrRaw</b>	Отключить декодирование потока данных. Отключать декодирование имеет смысл, если основная цель — запись сырых данных на диск, при этом анализ данных тормозит.
<b>Check DSP</b>	Опция нужна для отладки, в обычном режиме не задействуется. Сравнивает результаты обработки импульсов <i>pls</i> и <i>dsp</i> .
<b>fProc</b>	<p>Переобработка событий. Может использоваться при анализе Raw или Dec файлов. В обычном режиме галочка должна быть не отмечена. Если отмечена:</p> <p><i>Для Raw файла:</i> Анализируется входной Raw файл (имя в шапке программы), данные записываются в выходной Raw файл (имя задано в поле Filename, должно отличаться от входного). В выходной файл записываются события в формате Raw после обработки и отбрасывания «плохих» событий (см. параметры <b>Parameters</b>-&gt;<b>Main trigger</b> и <b>Channels</b> → <b>Ms</b>). <b>Наблюдались проблемы в этом режиме.</b></p> <p><i>Для Dec файла:</i> <b>события</b>, считанные из Dec файла, разбиваются на отдельные <b>импульсы</b> и вновь группируются в <b>события</b> в соответствии с параметрами, заданными в Event Logic (которые могут отличаться от тех, которые были заданы при создании</p>

	исходного Dec файла), после чего анализируются.
<b>fTxt</b>	Декодированные события записываются в текстовый файл с тем же именем, что и анализируемый файл и расширением .txt. Работает только в однопоточном режиме. См. параметр <b>Threads</b> .

Если выбрана запись какого-либо типа файлов, и этот файл уже существует на диске, при старте накопления или анализа появится сообщение в отдельном окошке:



После нажатия кнопки ОК файл сотрется и начнется анализ/накопление. При нажатии кнопки Cancel ничего не произойдет.

- **Options**

<b>Number of channels/ threads</b>	<p><b>Число используемых каналов.</b> Может быть меньше, чем физическое число каналов в оцифровщике или анализируемом файле. «Лишние» каналы игнорируются и не отображаются в программе. <i>Чтобы изменения вступили в силу, нужно нажать кнопку Reset.</i> Если число каналов изменилось, после нажатия Reset все вкладки будут удалены и пересобраны с новым числом каналов, но «хвосты» от старых вкладок остаются в памяти, что может привести к медленной отрисовке виджетов. <b>Рекомендуется после изменения этого параметра нажать Reset, сохранить параметры и перезапустить romana с новыми параметрами.</b></p> <p><b>Threads:</b> число используемых потоков. Максимальное значение — 8. Для накопления рекомендуется использовать несколько потоков, для анализа файлов лучше использовать однопоточный режим. При анализе файла в многопоточном режиме скорость анализа немного возрастает, однако возможен пропуск событий.</p>
<b>Tstart/ Tstop</b>	<p><b>Tstart</b> — временная отметка начала анализа файла. Имеет смысл только для анализа файлов, при работе с оцифровщиком этот параметр игнорируется. Программа считывает события из файла, но не анализирует их до достижения этой временной отметки.</p> <p><b>Tstop</b> — временная отметка окончания анализа/накопления. Работает как при анализе файлов, так и при накоплении. По достижении этой временной отметки анализ/накопление останавливается. Надо иметь в виду, что параметр <b>Tstop</b> — приблизительный и привязан к внутреннему таймеру оцифровщика, а не к часам компьютера. Реальное время измерения/накопления может немного отличаться от заданного параметра.</p>
<b>DrawEvent delay</b>	<p>Задается в миллисекундах. Это интервал времени (обратная частота) обновления Событий/Гистограмм/Статусной строки во время накопления/анализа.</p> <p>При анализе файла и открытой вкладке Plots, если в ней</p>

	отрисовываются большое количество массивных (особенно 2-мерных) гистограмм, рекомендуется этот параметр увеличить, т. к. рисование может существенно тормозить анализ. Либо закрыть вкладку Plots.
<b>USB/ READ buffer size</b>	<p><b>USB buffer</b> — работает при накоплении данных (acquisition). Передача данных с ЦРС на компьютер происходит порциями (буферами). Пока буфер не заполнится, передача данных не будет осуществляться. Поэтому при низкой загрузке рекомендуется уменьшать размер этого буфера до минимума. При высокой загрузке — до максимума (не меньше 1024).</p> <p><b>READ buffer</b> — работает при анализе данных с диска. Чтение данных тоже происходит порциями (буферами). Например, при нажатии кнопки 1 buf считывается и анализируется один буфер такого размера.</p>
<b>Event_list size / Event lag</b>	<p><b>Максимальный размер списка событий</b>, хранящегося в памяти. Во время анализа/накопления список декодированных событий максимальным размером <b>Event_list_size</b> всегда сохраняется в памяти. После окончания анализа/накопления последние проанализированные события остаются в памяти. Их можно просматривать во вкладке <b>Events</b>.</p> <p><b>Число «запаздывающих» событий.</b> См. Параметр <b>Event lag</b>: запаздывающие события.</p>
<b>Sampling rate / Start period</b>	<p><b>Делитель тактовой частоты.</b> Работает только во время накопления и только для оцифровщиков ЦРС-8, ЦРС-128, АК-32. Частота делится на степень двойки этого параметра:  0: базовая частота;  1: /2;  2: /4;  3: /8 и т. д.</p> <p><b>Период имитатора стартового сигнала.</b>  0: имитатор отключен, используется физический канал START;  1-8: физический канал START отключен, используется имитатор, генерирующий стартовый сигнал. Значения периода в секундах указаны во всплывающем окне подсказки.  Включение имитатора стартового сигнала может быть очень полезным, т. к. позволяет получать из оцифровщика дополнительные данные, например, счетчик срабатываний триггера (дискриминатора) во всех активных каналах.</p>
<b>F24/ START dead time</b>	<p><b>Использование 24-битного формата</b> данных вместо 16-битного (для ЦРС-8, ЦРС-128, АК-32).</p> <p><b>Мертвое время стартового сигнала.</b> Все каналы блокируются на количество тактов, указанное в этом поле, от времени срабатывания канала START. Для имитатора? Проверить!</p>

- **NTOF Analysis**

Параметры используются только при анализе времяпролетных спектров с импульсных

источников (ИБР-2, ИРЕН и т.п.)

<b>Ntof period / start channel</b>	Период — должен быть всегда 0. Канал start для Ntof. В этот канал должны быть заведены сигналы стартов от импульсного источника.
<b>Ntof Flpath / Ntof Zero</b>	Пролетная база. Смещение нуля стартового сигнала. Оба параметра используются для пересчета времяпролетных спектров в энергии или длины волн. Параметры одинаковые для всех каналов.

### • *Event Logic*

Параметры задают условия для конструирования событий из импульсов.

<b>Trigger:</b>	<p>Режим срабатывания триггера в оцифровщике (реализовано в ЦРС-8/128 и АК-32). Параметр дублируется во вкладке Channels. Изменение этого параметра изменяет цвет фона соответствующего виджета.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Discr:</b> срабатывание по дискриминатору. Каждый канал срабатывает и считывается независимо от других. При обработке данных от каналов используется программная схема совпадений: см. раздел 4.3 События и программная схема совпадений</li> <li>• <b>START:</b> срабатывание по сигналу канала START. Это может быть физический сигнал или имитатор канала START (см. параметр <b>Start period</b>). При выборе этого режима при подаче сигнала на канал START считываются данные всех активных каналов так, как будто в них сработал дискриминатор в момент срабатывания канала START.</li> <li>• <b>Hw.Coinc.:</b> срабатывание по аппаратной схеме совпадений. См. Аппаратная схема совпадений.</li> </ul>
<b>Coincidence (smp), veto (smp)</b>	<p>Ширина окна совпадений для создания <b>событий</b> из <b>импульсов</b>, в тактах оцифровщика. Логика создания событий описана здесь: (События и программная схема совпадений).</p> <p>Вето — ширина окна антисовпадений для импульсов из одного и того же канала, в тактах (см. <sup>1</sup>)</p>
<b>Multiplicity (min, max)</b>	Минимальная и максимальная множественность импульсов в событии. Если число импульсов в событии не попадает в этот диапазон, такое событие помечается как «плохое», не анализируется и удаляется из списка событий. В подсчете множественности могут участвовать в т.ч. импульсы из одного и того же канала, если они попали в окно совпадений.
<b>Main trigger</b>	Основной триггер. Позволяет установить дополнительные условия для выбора «хороших»/«плохих» событий. Число от 1 до 15 — номер графического выреза (Cut), задается во вкладке Plots. 0 — отсутствие дополнительного условия. Аналогично параметру множественность, «плохие» события, не удовлетворяющие условию Main trigger, не анализируются и удаляются из списка событий.

### • *Expert*

<b>Dec format</b>	Должно быть всегда 79
<b>Dec mask</b>	В настоящий момент не используется

1. Параметр **veto** задан в основном для анализа данных из adcm. В нем иногда один и тот же импульс может быть записан в файл сырых данных несколько раз (возможно, с небольшой сдвижкой по времени). Если появляются несколько таких импульсов, и время их прихода различается не более, чем на величину параметра veto, все импульсы, кроме первого, отбрасываются.



<b>Raw mask</b>	Маска форматов оцифровщиков семейства ЦРС. Если нет крайней необходимости, лучше всегда оставлять полную маску FFFF. Если есть необходимость уменьшить поток данных из оцифровщика при большой загрузке, можно задать свою маску в виде шестнадцатиричного (hexadecimal) слова. Если соответствующий бит равен 1, данный формат передается, 0 — не передается. Бит0 (timestamp) — (почти) обязателен.
<b>adcm period</b>	Период (длина такта) оцифровщика adcm. Должен быть задан вручную в этом поле. Для оцифровщиков семейства ЦРС период определяется автоматически.
<b>Add random</b>	При заполнении гистограмм добавляет случайное число в диапазоне $-0.5w \dots 0.5w$ , где $w$ ширина бина гистограммы.
<b>Nrows</b>	Число строк при отображении таблицы параметров каналов во вкладке Channels. Это значение может очень сильно влиять на скорость отрисовки виджетов в <i>romana</i> . Если программа сильно тормозит, рекомендуется уменьшить это число. Как и с параметром <b>Number of channels</b> , чтобы изменения вступили в силу, нужно после изменения сохранить параметры, выйти и запустить программу с сохраненными параметрами.

## 5.5 Channels

Здесь задаются индивидуальные параметры каналов. Вкладка разделена горизонтальной линией на верхнюю и нижнюю часть. В верхней части отображены собственно сами каналы; в нижней — постоянные типы каналов. Если число каналов больше, чем число отображаемых строк в таблице (**Nrows**), в правой части окна появляется полоса прокрутки, которая также реагирует на колесико прокрутки мышки. Если число параметров не умещается в окно по горизонтали, в нижней части окна также появляется горизонтальная полоса прокрутки.

В нижней части заданы типы каналов (условно обозначенные как типы различных детекторов, в настоящее время число типов 8). Название типа можно менять в колонке **Type**. Каждый канал можно задать как принадлежащий к заданному типу. При выборе типа все параметры типа переносятся в индивидуальные параметры для данного канала. При изменении любого параметра в типе, значение этого параметра синхронно меняется для всех каналов, принадлежащих данному типу. Верхняя строчка в разделе типов каналов задает параметры для всех каналов. Крайнее поле слева в этой строчке позволяет изменять ее функционал:

- **all** — меняются параметры всех каналов, независимо от принадлежности к типу;
- **ALL** — меняются параметры всех каналов и всех типов;
- **\*** — меняются параметры каналов, отмеченных звездочкой (поле \* - Select)

В правой части вкладки напротив каждого канала есть три окошка, в которых во время накопления/анализа отображается загрузка каналов:

- **P/sec (sw)** — скорость счета (импульсы в секунду), определяемая программно из потока данных;
- **P/sec (hw)** — аппаратная скорость счета (импульсы в секунду), которая определяется из счетчика срабатываний триггера (дискриминатора) в оцифровщике. Данные счетчика передаются в момент прихода сигнала START. Чтобы они передавались, необходимо включить имитатор сигнала START (см. вкладку Parameters), либо подавать физические сигналы на вход канала START.
- **BadPls** — число «плохих» импульсов. В настоящее время не функционирует.

В строчке «все каналы» отображается полная загрузка по всем активным каналам.



В правой части вкладки под полями отображения загрузки каналов задаются параметры аппаратной схемы совпадений (см. [Аппаратная схема совпадений](#)), а также виджет выбора режима срабатывания триггера.

#### Coincidence scheme

<b>Windows</b>	Ширина окна схем совпадений для групп C1 и C2
<b>Min mult</b>	Минимальная множественность для групп C1 и C2
<b>Max mult</b>	Максимальная множественность для групп C1 и C2
<b>Trigger</b>	Режим срабатывания триггера в оцифровщике. См. <a href="#">Trigger</a> :

Большинство параметров каналов можно менять «на ходу», во время накопления/анализа. Однако в редких случаях это может приводить к ошибке и «вылетанию» программы.

Параметры, которые могут влиять на длину записываемого или обрабатываемого сигнала, такие как Dt, Len, B2, P2, T2, W2 влияют на «мертвое время» канала. Пока запись/обработка сигнала не завершена, срабатывание дискриминатора в этом канале невозможно. Поэтому для всех этих величин, если они не используются, рекомендуется задавать минимальное значение.

#### • Индивидуальные параметры каналов

Параметры, отмеченные **красным** цветом, относятся к параметрам оцифровщика; **зеленым** цветом — к параметрам обработки данных в гомана; **фиолетовым** цветом — и к тому, и к другому.

<b>Ch</b>	Номер канала (соответствует номеру канала в оцифровщике).
<b>on</b>	Включение/отключение канала. Если канал отключен, данные с оцифровщика для этого канала не передаются. При анализе файла, даже если этот канал присутствует в данных, он не анализируется. Гистограммы для неактивных каналов не создаются. Для обновления гистограмм (гистограммы должны существовать <i>только</i> для всех включенных каналов), после включения/отключения каналов нужно нажать кнопку <b>Reset</b> . Если включать/отключать каналы «на ходу» во время анализа/накопления, это может привести к ошибке в программе.
<b>*</b>	Маркировка канала. Бывает полезно, если необходимо задать параметры для большого числа каналов (но они не одного типа или есть другие каналы такого же типа, которые менять не нужно). Для этого нужно пометить нужные каналы звездочкой, выбрать опцию «*» в строчке «все каналы» и менять параметры в этой строчке. Для всех отмеченных каналов параметры будут меняться синхронно.
<b>Type</b>	Принадлежность канала к типу. При нажатии на это окошко появляется выпадающий список с выбором типа канала. При выборе типа все параметры для данного типа (из нижней части окна) копируются в параметры данного канала. Дополнительно к 8 основным типам, здесь есть три дополнительные опции: <b>Other</b> — канал не принадлежит ни к одному типу. <b>Copy</b> — (обратное копирование): при выборе этой опции тип канала не меняется, но все индивидуальные параметры данного канала копируются в тот тип, которому он принадлежит. Если есть другие каналы, уже принадлежащие этому же типу, их параметры остаются нетронутыми. <b>Swap</b> — изменить тип канала, не меняя сами параметры. Для этого сначала нужно изменить тип канала на <b>Swap</b> , затем на новый тип. Индивидуальные параметры

	канала не поменяются.
<b>Inv</b>	Аппаратное инвертирование импульса. Все последующие операции производятся с инвертированным импульсом.
<b>AC</b>	Привязка по переменному току — если поле отмечено, в канале включается фильтр высоких частот с постоянной времени ~470 мкс. Для некоторых оцифровщиков (ЦРС-8/128) этот параметр общий для четверки каналов (более точно: для четверки каналов определяется младшим каналом в четверке).
<b>pls</b>	Разрешить/запретить передачу данных импульса.
<b>dsp</b>	Разрешить/запретить передачу обработанных в оцифровщике параметров импульса (высота, площадь и т. п.). Изменение параметра dsp синхронно меняет параметр Dsp (с большой буквы, см. ниже), но не наоборот. Параметр Dsp можно поменять <i>после</i> изменения dsp.
<b>RD</b>	Rate divider — выборка импульсов. Только для аппаратной схемы совпадений. Если этот параметр = N (не 0), в поток данных записывается каждый N-й импульс данного канала, из тех, для которых не сработала схема совпадений. <ul style="list-style-type: none"> <li>Если нужно «каждый N-й импульс из всех (независимо от схемы совпадений)», надо выделить импульсы, (а) попавшие в схему совпадений и (б) не попавшие, сделать выборку каждого N-го импульса из группы (а) и сложить ее с группой (б).</li> </ul>
<b>C1</b>	Принадлежность канала к группе совпадений 1.
<b>C2</b>	Принадлежность канала к группе совпадений 2.
<b>hS</b>	Аппаратное сглаживание. Производится в приборе по формуле $b_i = \frac{\sum_{j=0}^{hS-1} a_{i-j}}{S2}$ где i — номер текущего отсчета тактовой частоты; a — старая (несглаженная) амплитуда импульса; a — новая (сглаженная) амплитуда. Результат округляется до целого. Если hS=0 или 1, сглаживания нет. Все дальнейшие операции проводятся с массивом сглаженных данных. hS – параметр сглаживания; S2= «hS, округленное в большую сторону до ближайшей степени двойки».
<b>hD</b>	Аппаратная задержка в тактах. Все дальнейшие операции производятся с задержанным сигналом.
<b>Dt</b>	Аппаратное мертвое время дискриминатора в тактах. Новые импульсы в данном канале игнорируются в течение этого времени с момента прихода срабатывания триггера (дискриминатора).
<b>Pre</b>	Длина предзаписи в тактах. Число передаваемых отсчетов перед срабатыванием дискриминатора.
<b>Len</b>	Длина записи а тактах = полное число отсчетов в импульсе (включая <b>Pre</b> ). Обычно кратно 3 или 4, в зависимости от прибора.
<b>G</b>	Дополнительное аппаратное усиление. Для некоторых оцифровщиков (ЦРС-8/128) этот параметр общий для четверки каналов (более точно: для четверки каналов определяется младшим каналом в четверке).
<b>Trg</b>	Аппаратный тип триггера (дискриминатора). Типы триггера описаны здесь: <a href="#">Типы триггера</a> .
<b>Drv</b>	Аппаратный параметр производной K. Производная вычисляется по формуле

	$c[i] = a[i] - a[i - K]$ . Изменение параметра Drv синхронно меняет параметр sDrv, но не наоборот. Импульсы и их производные можно рисовать во вкладке Events.
<b>Thr</b>	Аппаратный порог дискриминатора. Изменение параметра Thr синхронно меняет параметр sThr, но не наоборот.
<b>LT</b>	Нижний порог дискриминатора (см. <a href="#">Типы триггера</a> ).
<b>St</b>	Канал используется в качестве старта в гистограммах Time
<b>Ms</b>	Master/slave — основной/дополнительный канал. Используется при анализе событий (см. <a href="#">События и программная схема совпадений</a> ) и их записи в Dec файл. Если в событии присутствует хотя бы один импульс от основного (master) канала, событие «хорошее» - анализируется и записывается. Если все импульсы от дополнительных (slave) каналов, событие «плохое». По умолчанию все каналы основные.
<b>Dsp</b>	Если отмечено — для анализа событий используются данные dsp; если не отмечено — данные pls. Передача данных из оцифровщика контролируется параметрами dsp и pls.
<b>Pls</b>	<b>Записывать данные импульса (pls) в Dec файл. Пока не реализовано.</b>
<b>sD</b>	Программная задержка в нс. Может быть отрицательной.
<b>C</b>	<p>Тип энергетической калибровки (для гистограмм Area). 0 — без калибровки; 1 — линейная <math>E_0 + E_1 \cdot x</math>; 2 — квадратичная <math>E_0 + E_1 \cdot x + E_2 \cdot x^2</math>.</p> <p>Надо иметь в виду, что если при создании DEC файла из сырых данных калибровка производилась, в DEC файле будут записаны уже откалиброванные данные. Повторная обработка такого DEC файла в romana приведет к двойной калибровке. Поэтому при повторном анализе нужно установить этот параметр в 0, либо проводить перекалибровку с учетом старых коэффициентов.</p>
<b>E0</b>	Коэффициент калибровки $E_0 + E_1 \cdot x + E_2 \cdot x^2$
<b>E1</b>	Коэффициент калибровки $E_0 + E_1 \cdot x + E_2 \cdot x^2$
<b>E2</b>	Коэффициент калибровки $E_0 + E_1 \cdot x + E_2 \cdot x^2$
<b>Pz</b>	<p>Поправка pole-zero — выпрямление экспоненты. Введение этой поправки улучшает энергетическое разрешение германиевых HPGe детекторов. Типичные значения поправки — около 5000. Точное значение нужно подбирать экспериментально.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Если поправка положительна: для каждой точки в импульсе вводится небольшая итеративная поправка. Поправка описана, например, <a href="#">здесь</a> (стр. 36). Работает только при анализе данных pls. Если поправка подобрана правильно, импульс от HPGe должен выглядеть как ровная ступенька.</li> <li>Если поправка отрицательна: к энергии (площади) пика добавляется поправка, зависящая от времени нарастания импульса по формуле <math>E' = E \cdot (1 + 1 \cdot Rt /  Pz )</math>, где <math>Rt</math> — время нарастания импульса. Работает как с данными pls, так и dsp. Если поправка подобрана правильно, на 2-мерной гистограмме Area-RTime зависимость от <math>Rt</math> должна иметь вид вертикальных линий.</li> </ul>
<b>g1-g4</b>	<p>Принадлежность канала к групповым гистограммам.</p> <p>Кроме основных поканальных гистограмм, в romana могут создаваться до 4х групповых гистограмм. Для них в конце имени гистограммы добавляется _g1 .. _g4. Групповая гистограмма создается, если хотя бы один канал приписан к данной группе. Групповая гистограмма заполняется при срабатывании любого из каналов,</p>

	принадлежащих данной группе.
<b>sS</b>	<p>Программное сглаживание. Производится при анализе данных pls по формуле</p> $b_i = \sum_{j=0}^{sS-1} a_{i-j}$ <p>где i – номер текущего отсчета тактовой частоты; a – старая (несглаженная) амплитуда импульса; b – новая (сглаженная) амплитуда. Если sS=0 или 1, сглаживания нет.</p> <p>Если sS отрицательно, имитирует аппаратное сглаживание (см. описание параметра hS) с параметром <math>hS =  (sS) </math>.</p>
<b>sTg</b>	Программный тип триггера. Используется при анализе данных pls. Если sTg=-1, такт срабатывания триггера программно не определяется, а используется аппаратное значение. См. <a href="#">Типы триггера</a> .
<b>sDrv</b>	Программный параметр производной. Используется при анализе данных pls аналогично аппаратному параметру производной Drv. Изменение параметра Drv синхронно меняет параметр sDrv, но не наоборот.
<b>sThr</b>	Программный порог дискриминатора. Изменение параметра Thr синхронно меняет параметр sThr, но не наоборот.
<b>Mt</b>	<p>Метод вычисления площади импульса:</p> <p>0: площадь = среднее значение сигнала в диапазоне от P1 до P2 за вычетом среднего значения подложки в диапазоне от B1 до B2:</p> <p>1: площадь = среднее значение производной в диапазоне от T1 до T2 без вычета подложки.</p> <p>2: площадь = среднее значение сигнала в диапазоне от P1 до P2 за вычетом подложки с наклоном. Подложка с наклоном интерполируется линейной регрессией по точкам в диапазоне от B1 до B2.</p> <p>3: площадь = среднее значение сигнала в диапазоне от P1 до P2 за вычетом подложки с наклоном. Подложка с наклоном определяется по двум точкам: A1 = среднее значение подложки в диапазоне от B1 до B2 и A2 = среднее значение подложки в диапазоне от W1 до W2. Точка A2 должна быть справа от точки A1. Для метода 3 ширина наклон импульса <b>Slope2</b> не вычисляется, а ширина заменяется величиной <b>Width</b>=Pos-Time (вычисляется только в режиме pls).</p>
<b>B1</b>	Начальная точка диапазона вычисления подложки, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.
<b>B2</b>	Конечная точка диапазона вычисления подложки, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.
<b>P1</b>	Начальная точка диапазона вычисления площади пика и амплитуды, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.
<b>P2</b>	Конечная точка диапазона вычисления площади пика и амплитуды, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.
<b>DD</b>	Задержка дискриминатора со следящим порогом CFD, в тактах.
<b>FF</b>	Множитель дискриминатора со следящим порогом CFD, x10
<b>T1</b>	Начальная точка диапазона вычисления временной привязки пика, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.
<b>T2</b>	Конечная точка диапазона вычисления временной привязки пика, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.
<b>W1</b>	Начальная точка диапазона вычисления ширины пика, в тактах относительно такта

	срабатывания дискриминатора Pos.
W2	Конечная точка диапазона вычисления ширины пика, в тактах относительно такта срабатывания дискриминатора Pos.

## 5.6 Events

Здесь отображаются проанализированные события. Во время накопления/анализа данных в графическом окне выборочно отображаются проанализированные события. После остановки анализа/накопления можно просматривать список последних событий, листая их вперед/назад. Размер доступного списка событий задается параметром **Event\_list size** (вкладка **Parameters**). Внизу и справа от графического окна имеются слайдеры (полосы прокрутки), позволяющие с помощью мышки синхронно менять шкалу по X и по Y для всех отображаемых окон.

Справа от основного окна вкладки находятся кнопки выбора отображаемых элементов:

<b>Pulse</b>	Импульс.
'	1я производная импульса.
"	2я производная импульса.
<b>CFD</b>	Функция CFD (см. <a href="#">Типы триггера</a> , тип триггера 7).
<b>FFT</b>	Фурье образ импульса.
<b>Peaks</b>	Общая кнопка для всех параметров импульса.
<b>Pos</b>	Такт срабатывания дискриминатора. Отображается вертикальной красной линией.
<b>Time</b>	Точная временная отметка импульса. Отображается вертикальной зеленой линией.
<b>WBase</b>	Окно интегрирования подложки B1, B2. Отображается вертикальными фиолетовыми пунктирными линиями.
<b>WPeak</b>	Окно интегрирования пика P1, P2. Отображается вертикальными черными штриховыми линиями.
<b>WTime</b>	Окно интегрирования для определения временной отметки. Отображается вертикальными зелеными штриховыми линиями.
<b>WWidth</b>	Окно интегрирования пика P1, P2. Отображается вертикальными синими штрих-пунктирными линиями.
<b>TStart</b>	Точная временная отметка старта <b>события</b> , общая для всех импульсов в событии. Определяется как самая ранняя временная отметка Time из импульсов, отмеченных как стартовые (индивидуальный параметр канала <b>St</b> ). Отображается красной звездочкой.
<b>Thresh</b>	Уровни порога дискриминатора. Отображаются горизонтальными зелеными линиями <a href="#">только для 1й производной</a> . Thr — штриховой линией; LT — пунктирной линией.
	Горизонтальная синяя штриховая линия отображает нулевой уровень.
<b>Val</b>	Значения параметров импульса A: площадь; B: подложка; T: временная отметка; W: ширина.
<b>Shape</b>	<a href="#">Не реализовано.</a>
<b>Stat</b>	Активирует опцию Stat (ROOT).

<b>Norm</b>	Нормировка всех импульсов по параметру A: площадь.
<b>Prof</b>	Используется для отладки профилометра...
<b>Channels</b>	Включить/отключить отображение импульсов для данного канала. Влияет только на отображение импульсов в окне Events, канал не исключается из анализа. Кнопки каналов, присутствующих в отображаемом событии, выделяются соответствующим цветом.
<b>all</b>	Включить/отключить все каналы.

Справа внизу отображаются параметры текущего события:

<b>E</b>	Номер события.
<b>T</b>	Временная отметка в тактах.
<b>M</b>	Множественность (число импульсов в событии).
<b>S</b>	Состояние внешнего управляющего входа ЦРС для этого события.

В нижней части окна находятся кнопки навигации по списку событий:

<b>First</b>	Перейти к первому событию в списке.
<b>Last</b>	Перейти к последнему событию в списке.
<b>-1</b>	Переместиться на одно событие назад.
<b>+1</b>	Переместиться на одно событие вперед.
<b>-N</b>	Переместиться на N событий в назад.
<b>+N</b>	Переместиться на N событий вперед (N задается в окошке справа).
<b>S-</b>	Искать событие, удовлетворяющее заданному условию (формуле), назад.
<b>S+</b>	Искать событие, удовлетворяющее заданному условию (формуле), вперед.
	<p>Условие (формула) поиска события задается в следующей окошке. Формула представляет собой выражение с использованием стандартного синтаксиса языка C с параметрами импульса или события, задаваемыми в квадратных скобках. Значения параметров:</p> <p>[0] — номер канала.  [1] — временная отметка, в тактах.  [2] — время прихода события, в секундах.  [3] — множественность.  [4] — площадь пика.  [5] — подложка.  [6] — время импульса относительно старта в событии (Time).  [7] — амплитуда (высота).  [8] — ширина.  [9] — наклон подложки.  [10] — наклон пика.</p> <p>Стандартные операции:  арифметические:  +, -, *, /  отношение:</p>

	<p>&gt;, &lt;, &gt;=, &lt;=, ==, != логические: &amp;&amp;,   , ! (и, или, не).</p> <p>Примеры формул:  [0]==3 — искать событие содержащее импульс в канале 3  [4]&gt;1000 — импульс, в котором есть пик с площадью &gt;1000  [2]&gt;10 &amp;&amp; [2]&gt;20, импульс, пришедший в интервале времени от 10 до 20 сек</p> <p>Если формула задана с ошибкой, она подсветится красным цветом.</p> <p>Событие считается найденным, если результат вычисления формулы для данного события не равен нулю (или равен логическому TRUE).</p>
<b>Prnt_E</b>	Вывод в файл всех событий от First до Last в текстовом формате. Данные сохраняются в файл events.dat в текущей папке.
<b>Prnt_P</b>	Вывод в файл всех пиков в событиях от First до Last в текстовом формате. Данные сохраняются в файл peaks.dat в текущей папке.

## 5.7 Histograms

В этой вкладке задаются параметры гистограмм. В верхней части вкладки расположено окно, в котором в двух колонках отображается список всех одномерных гистограмм, доступных в гомана. В нижней части — окно для создания двухмерных гистограмм. При изменении любого параметра любой гистограммы (кроме параметров Rebin) **все** гистограммы пересоздаются и обнуляются. Каждая строчка соответствует отдельному типу гистограмм. Как правило, для каждого типа гистограммы создаются для всех активных каналов плюс четыре групповые гистограммы (\_g1, \_g2, \_g3, \_g4), которые создаются только если в группе присутствует хотя бы один канал.

- **Параметры одномерных гистограмм.**

Названия параметров отображаются во всплывающем окне подсказки при наведении мышки на окно соответствующего параметра.

<b>on/off</b>	Если галочка отмечена, гистограммы создаются. Не отмечена — удаляются.
<b>Number of bins per channel</b>	Число бинов (ячеек гистограммы) на канал. Чем больше это число, тем более детально будет прорисована гистограмма и тем больше памяти она займет. По умолчанию, канал — это целое число, равное разнице между верхней и нижней границами.
<b>Low edge</b>	Нижняя граница.
<b>Upper edge</b>	Верхняя граница.
<b>Rebin</b>	Делитель числа бинов на канал. Работает в обратную сторону по сравнению с параметром <b>Number of bins per channel</b> . Используется только при рисовании гистограммы; при изменении этого параметра не меняется содержимое гистограмм, они не обнуляются и не пересоздаются. Если параметр отличен от 1, окошко подсвечивается голубым цветом.
<b>Double/Float</b>	Использовать двойную [v] или одинарную [ ] точность для хранения данных гистограмм. Двойная точность занимает в 2 раза больше памяти для 1d и в 4 раза больше для 2d гистограмм. Двойная точность может понадобиться, если число отсчетов в каком-либо бине гистограммы превышает $\sim 1.6 \times 10^7$ . Если предполагается анализировать большой объем данных, а памяти не жалко,



	лучше использовать двойную точность.
<b>Name</b>	Здесь указывается имя папки для гистограмм данного типа. Сами гистограммы в папке будут иметь, как правило, такое же имя, но с маленькой буквы и с номером канала в конце.

• **Список одномерных гистограмм:**

Название	Параметр импульса	Описание
<b>Rate</b>		Программная скорость счета импульсов в единицу времени. Число импульсов определяется из обработанного потока данных. Единица времени определяется шириной бина гистограммы (см. параметр гистограммы <b>Number of bins per channel</b> ). Если этот параметр =1, отображается скорость счета в секунду. Время определяется по временным отметкам (счетчику тактов) импульсов с учетом тактовой частоты. Если параметр <b>Sampling rate</b> (делитель тактовой частоты) отличен от 0, время определяется неправильно. Параметр <b>Upper edge</b> задает начальную верхнюю границу гистограммы, которая каждый раз увеличивается в 2 раза при ее превышении. Соответственно, объем гистограммы в памяти также увеличивается.
<b>HWRate</b>		Аппаратная скорость счета импульсов в единицу времени. Число импульсов подсчитывается счетчиком срабатываний дискриминатора, встроенным в оцифровщик, который работает независимо от схемы совпадений. Остальные особенности гистограмм такие же, как и для <b>Rate</b> .
<b>Mult</b>		Множественность = число импульсов в событии. Создается одна общая гистограмма mult и до 4х дополнительных гистограмм для групп g1-g4. Гистограмма группы создается только если группа существует (хотя бы один канал принадлежит группе) и заполняется только для импульсов, принадлежащих данной группе.
<b>Area</b>	Area	Площадь импульса за вычетом подложки и с учетом калибровки.
<b>Time</b>	Time	Точное время прихода импульса относительно стартового импульса (параметр <b>St</b> ) в событии, в нсек.
<b>Height</b>	Height	Высота (максимальная амплитуда) импульса без вычета подложки и без калибровки.
<b>Width</b>	Width	Ширина импульса.
<b>Period</b>		Разница во времени между текущим и предыдущим событием, в мксек.
<b>Base</b>	Base	Уровень подложки, с учетом калибровки.
<b>Sl1</b>	Slope1	Наклон подложки, с учетом калибровки.
<b>Sl2</b>	Slope2	Наклон пика, с учетом калибровки.
<b>RMS1</b>	RMS1	Уровень шума подложки, с учетом калибровки.
<b>RMS2</b>	RMS2	Уровень шума пика, с учетом калибровки.

<b>RTime</b>	Rtime	Время нарастания импульса (в тактах).
<b>Ampl</b>		Распределение амплитуд в импульсе (потактно). В отличие от Height — максимальная амплитуда в импульсе.
<b>Ntof</b>		Время пролета (обычно нейтрона), в мксек. Определяется относительно времени прихода стартового импульса ( <b>[Ntof] start channel</b> ), который обычно в другом событии.
<b>Etof</b>		Энергия нейтрона, определенная из <b>Ntof</b> с учетом пролетной базы ( <b>Ntof Flpath</b> ) и смещения нуля ( <b>Ntof Zero</b> ).
<b>Ltof</b>		Длина волны нейтрона, определенная из <b>Ntof</b> с учетом пролетной базы ( <b>Ntof Flpath</b> ) и смещения нуля ( <b>Ntof Zero</b> ).
<b>Mean_pulse</b>		Усредненный импульс.
<b>MEan_Deriv</b>		Усредненная производная импульса.
<b>Mean_FFT</b>		Усредненный Фурье образ импульса.
<b>Profilometer</b>		2-мерные гистограммы профилометра. Параметры
<b>Prof_int</b>		

Последняя строчка предназначена для гистограмм профилометра:

**Profilometer** — создание 2-мерных попиксельных гистограмм для профилометра.

**Prof\_int** — создание 1-мерных и 2-мерных интегральных гистограмм для профилометра.

Параметры гистограмм профилометра:

- Число X-стрипов (пикселей) генератора ИНГ-27.
- Число Y-стрипов (пикселей) генератора ИНГ-27.
- Число X бинов по в гистограммах профилометра.
- Число Y бинов по в гистограммах профилометра.
- Параметр Rebin по X.
- Параметр Rebin по Y.

Двухмерные (2D) гистограммы могут быть созданы в **romana** для (почти) любой комбинации из двух одномерных гистограмм. В верхней строчке окна **2D Histograms** есть два виджета, при нажатии на которые появляется выпадающий список с выбором одномерной гистограммы по координате X и Y, соответственно. Если имя гистограммы отсутствует в списке, значит, для нее 2D гистограмму создать невозможно. Гистограмма Rate может быть только по Y координате, поэтому она присутствует только в Y-списке.

Чтобы создать новый тип 2D гистограмм нужно выбрать один тип из первого списка и один — из правого и нажать Add. Буден создан тип 2D гистограмм и добавится новая строчка с именем типа, например, Area\_Time. Сами гистограммы не будут созданы — для этого нужно нажать кнопку on/off в соответствующей строчке. Если выбранный тип уже создан, при нажатии Add ничего не произойдет. Если параметры X и Y разные, такой тип 2-мерной гистограммы отображает корреляцию между различными параметрами в одном и том же **импульсе**. Если параметры X и Y одинаковые, такой тип отображает корреляцию для выбранного параметра между разными **импульсами** (каналами) в одном и том же **событии**. Для второго типа гистограмм будут созданы корреляции «всех со всеми» для всех активных каналов, начиная с 0 и заканчивая максимальным каналом (см. параметр **Maximal channel number**).

- **Параметры двумерных гистограмм.**

<b>on/off</b>	Если галочка отмечена, гистограммы создаются. Не отмечена — удаляются.
<b>Number of bins per channel on X-axis</b>	Для <b>разных</b> параметров X и Y: Число бинов (ячеек гистограммы) на канал по координате X. Смысл такой же, как и для 1-мерных гистограмм.
<b>Number of bins per channel on X and Y axis</b>	
<b>Number of bins per channel on Y-axis</b>	Для <b>одинаковых</b> параметров X и Y: Число бинов (ячеек гистограммы) на канал по координатам X и Y. Смысл такой же, как и для 1-мерных гистограмм.
<b>Maximal channel number</b>	Для <b>разных</b> параметров X и Y: Число бинов (ячеек гистограммы) на канал по координате Y. Смысл такой же, как и для 1-мерных гистограмм.
<b>Rebin X</b>	Для <b>одинаковых</b> параметров X и Y: Верхняя обрезка по номеру канала. Максимальный номер канала, для которого такие гистограммы будут созданы. Параметр подсвечен зеленым цветом.
<b>Rebin Y</b>	
<b>Double/Float</b>	Делитель числа бинов на канал. Работает в обратную сторону по сравнению с параметром <b>Number of bins per channel</b> . Используется только при рисовании гистограмм; при изменении этого параметра не меняется содержимое гистограмм, они не обнуляются и не пересоздаются. Если параметр отличен от 1, окошко подсвечивается голубым цветом.
<b>Name</b>	Использовать двойную [v] или одинарную [ ] точность для хранения данных гистограмм. Двойная точность занимает в 4 раза больше памяти для 2d гистограмм. Двойная точность может понадобиться, если число отсчетов в каком-либо бине гистограммы превышает $\sim 1.6 \times 10^7$ . Если предполагается анализировать большой объем данных, а памяти не жалко, лучше использовать двойную точность.
<b>Remove</b>	Здесь указывается имя папки для гистограмм данного типа. Сами гистограммы в папке будут иметь, как правило, такое же имя, но с маленькой буквы и с номером канала в конце.
<b>Remove</b>	Нажатие кнопки удаляет данный тип гистограмм.

Параметры **Low edge** и **Upper edge** (нижняя и верхняя граница) для X и Y координат для 2D гистограмм отдельно не задаются, а берутся равными соответствующим параметрам для одномерных гистограмм с именами, соответствующими X и Y координате.

Гистограммы Mean\_pulse, Mean\_Deriv, Mean\_FFT не имеют настраиваемых параметров, т. к. они создаются на основе параметров импульсов.

Если в качестве Y-координаты для двумерной гистограммы выбран параметр Rate, такая гистограмма, так же как и одномерная Rate, будет увеличиваться в размере в 2 раза каждый раз, когда временная ось параметра Rate будет доходить до конца шкалы. В случае 2-мерной гистограммы это может быть особенно критично и может в скором времени привести к переполнению памяти и аварийному останову программы.

## 5.8 Plots

В программе **romana** все гистограммы хранятся в виде структурированного списка (дерева гистограмм), который отображается в правой части окна во вкладке **Hist** в виде папок, содержащих однотипные гистограммы. Название папки совпадает с названием типа гистограмм, которые задаются во вкладке **Histograms**. Папки с гистограммами создаются только для существующих (активных) типов гистограмм (отмеченных галочкой во вкладке **Histograms**).

Папки можно открыть и закрыть (двойной щелчок левой кнопкой мышки на имя или на значок папки). Гистограммы в папках можно отметить или снять отметку (одиночный щелчок левой кнопкой мышки в поле слева от имени гистограммы). Можно отметить или снять отметку со всех гистограмм в папке, щелкнув на такое же поле в папке.

Графическое окно, в котором рисуются гистограммы, может быть разделено на несколько дочерних окон (задается параметрами X/Y в нижней части окна). Отмеченные гистограммы отображаются в этих окнах (слева направо, потом сверху вниз) в той же последовательности, в которой они заданы в списке, не отмеченные пропускаются. Сначала нарисуются все гистограммы, находящиеся в самой верхней папке, потом в следующей и т. п.

### • Описание кнопок в нижней части окна **Plots**

<b>Stack/N:</b>	Круглые кнопки: выбор варианта отображения гистограмм: а) Рисовать все отмеченные 1-мерные гистограммы в одном окне с наложением. б) Каждая отмеченная гистограмма рисуется в отдельном окне. Разбивка окон по X и Y выбирается в окошках справа. Квадратная галочка: нормировка гистограмм (каждая на свой интеграл, поделенный на число бинов) — только для варианта Stack (в одном окне с наложением). Максимальное число гистограмм в режиме Stack — 16.
<	Листать список гистограмм влево на 1. Рисуется следующая гистограмма по списку.
>	Листать список гистограмм вправо на 1. Рисуется предыдущая гистограмма по списку.
<<	Листать список гистограмм влево на $N=DX*DY$ . Рисуются следующие N гистограмм по списку.
>>	Листать список гистограмм вправо на $N=DX*DY$ . Рисуются предыдущие N гистограмм по списку.
<b>Log</b>	Переключение Log/Lin шкалы по Y-координате (Z-координате для 2-мерных гистограмм)
<b>Stat</b>	Отображать статистику гистограмм. Для варианта Stack вместо статистики отображается легенда с цветами гистограмм.
<b>Cuts</b>	Отображать Графические вырезы (Cuts) для гистограмм, в которых они заданы.
<b>Roi</b>	Отображать Roi.
<b>Peaks</b>	Поиск и подгонка пиков во всех гистограммах, отображаемых на экране (не работает в режиме Stack). Для настройки поиска пиков см. меню <b>Analysis/Peak Search Parameters</b> .

В нижней и левой части графического окна есть слайдеры, которые позволяют изменять

горизонтальные и вертикальные пределы рисования гистограмм синхронно в каждом окне. В правой нижней части окна, под деревом гистограмм находятся кнопки:

- **Check/uncheck all:** Отметить/снять отметку для всех гистограмм.
- **m+:** добавить все отмеченные гистограммы в папку **MAIN**.
- **m-:** удалить все гистограммы из папки **MAIN**.
- **UZ:** UNZOOM отменить изменение масштаба по осям X и Y для всех окон.
- **Rst:** очистить все гистограммы. **Кнопка также работает во время накопления!**

Под строкой с кнопками расположена строчка «Draw:», в которой можно задать опции для рисования 1-мерных и 2-мерных гистограмм (см. документацию ROOT для списка опций). Если это поле пустое, 1-мерные гистограммы рисуются без опций, 2-мерные с опцией COLZ. Если нужно изменить опции, их можно задать в этом поле в виде двух слов, разделенных пробелом. Первое слово — опция для 1-мерных гистограмм, второе — для 2-мерных. Для 2-мерных гистограмм перед стандартной опцией ROOT можно добавить символ x или y в начале опции (без пробела), что означает «рисовать проекцию x/y вместо 2-мерного рисунка». Если нужно задать только опцию для 2-мерной гистограммы, а для 1-мерной не задавать, нужно поставить пробел в начале строчки (что означает *пустая* опция для 1-мерной).

Примеры опций Draw:

*Hist lego2*      Опция hist для 1-мерных гистограмм: полезно, если нужно убрать рисование ошибок; опция lego2 для 2-мерных гистограмм.

*<пробел> x*      Проекция X для 2-мерных гистограмм

*<пробел> y*      Проекция Y для 2-мерных гистограмм

*<пробел> surf2*    Опция surf2 для 2-мерных гистограмм

- **Папка MAIN**

Самая верхняя папка **MAIN** является особенной. В нее могут быть добавлены или удалены любые гистограммы из других папок. В этой папке хранятся не сами гистограммы, а ссылки на них, физически все гистограммы находятся в своих папках. При удалении из этой папки гистограммы все еще сохраняются в своей собственной папке, откуда они были скопированы. Эта папка идет самой первой в списке, поэтому гистограммы в ней будут всегда находиться в начале списка и рисоваться первыми. Содержимое папки MAIN используется для создания клонов гистограмм, используемых совместно с графическими вырезами (Cuts).

**Добавление гистограммы в папку MAIN** происходит при нажатии **правой** кнопкой мышки на имя гистограммы. Если щелкнуть **правой** кнопкой на гистограмму в ее собственной папке, она добавится в MAIN, если на гистограмму в папке MAIN, она из нее удалится. Для удаления всех гистограмм из папки MAIN нужно щелкнуть на саму папку средней кнопкой мышки. Также можно добавить в MAIN все отмеченные гистограммы кнопкой **m+** в нижней части дерева гистограмм и удалить все гистограммы из MAIN кнопкой **m-**.

Все операции с удалением/добавлением гистограмм не активны при работающем анализе или накоплении.

- **Графические вырезы (Cuts)**

Иногда необходимо выбрать какую-то область на одномерной или двухмерной гистограмме и посмотреть, как выглядит распределение какого-то другого параметра или другого канала при условии попадания события в выбранную область. Для этого можно создать **графическое окно** или **вырез (cut)**.

В **romana** графические вырезы можно создавать во вкладке Cuts справа от основного графического окна. При переходе в эту вкладку в ней отображается список существующих вырезов (если они есть), а также кнопки добавления **Add**, отмены **X**, удаления **Del** и редактирования **Edit** вырезов. **Создание вырезов не работает при отображении гистограмм в режиме Stack**. Для создания графического выреза нужно нарисовать 1-мерную или 2-мерную гистограмму в режиме X/Y в любом окне и нажать кнопку Add. В графическом окне появятся «крест», который нужно наводить на гистограмму и кликать мышкой, добавляя точки к вырезу.

- Для 1-мерных гистограмм вырез выглядит как две вертикальные линии; вырез — это область между ними (включая линии). После второго клика вырез создается и «крест» пропадает.
- Для 2-мерной гистограммы вырез — это замкнутый многоугольник, окружающий нужную область. По мере добавления точек многоугольник будет рисоваться поверх гистограммы. Последняя точка должна быть задана двойным кликом либо средней кнопкой мыши, она автоматически соединяется с первой. Максимальное число точек в многоугольнике — 10. После задания 10й точки, даже если не будет двойного клика, вырез создастся.

После создания новый вырез появляется в списке вырезов. В названии выреза отображается значок типа выреза; его номер в квадратных скобках (нумерация начинается с 1) и имя гистограммы, в которой он создан. Двойной клик на название покажет координаты точек выреза (для одномерного используются только X координаты). Если галочка Cuts под графическим окном отмечена, все вырезы будут нарисованы при отображении соответствующих гистограмм. Разные вырезы в одной и той же гистограмме рисуются разными цветами.

Кнопка **X** прерывает процесс создания выреза; вырез не создается. Кнопка **Del** удаляет все существующие вырезы. Кнопка **Edit** позволяет редактировать данные выреза вручную (**в настоящее время не реализовано**).

При создании выреза одновременно с появлением «креста» в графическом окне в правом нижнем углу появляются два числа, отображающие X и Y координаты центральной точки «креста». Это можно использовать, чтобы определить более точно координаты какой-либо точки на графике с помощью мышки: начать создание выреза, определить координаты, потом отменить.

Помимо графического выреза можно задать математический вырез в виде формулы с помощью логических операторов языка C.

Формула представляет собой логическое выражение с использованием операторов

&& — логическое «и»

|| — логическое «или»

! — логическое «не»

Для управления очередностью вычисления выражений можно использовать круглые скобки. Параметрами формулы служат уже существующие вырезы, задаваемые как номер выреза в квадратных скобках. При вычислении формулы соответствующий параметр будет равен логической 1, если событие попало в вырез с данным номером, и 0, если не попало. Чтобы создать формулу, нужно ввести текст логического выражения в окошко под кнопками управления вырезами и нажать Enter. Если в формуле отсутствуют синтаксические ошибки, вырез будет создан с именем «formula», в случае ошибки текст формулы подсветится красным цветом, и вырез не создастся. Примеры формул:

[1] && [2]	cut1 и cut2
[2]    [3]	cut2 или cut3



![3]	He cut3
------	---------

Максимальное число вырезов в romana = 30.

Для того, чтобы использовать графические/логические вырезы в анализе, необходимо указать программе, какие гистограммы нужно заполнять для событий, попавших в соответствующий вырез. Такие гистограммы должны быть заданы в папке **MAIN** (см. [Добавление гистограммы в папку MAIN](#)). При создании нового выреза создается клон папки MAIN с названием MAIN\_cut[n], где [n] — номер выреза, а также клоны всех гистограмм из папки MAIN с добавлением номера выреза в конец имени гистограммы. Эти новые гистограммы создаются пустыми, чтобы их заполнить, нужно запустить анализ/накопление данных.

В процессе анализа для всех событий, для которых выполнено условие выреза, заполняются все гистограммы в соответствующей папке с номером выреза. Для тех вырезов, для которых условие не выполнено, соответствующие гистограммы не заполняются.

- **ROI**

Реализовано, но плохо. Слишком сложно объяснять...

## 5.9 Errors

В этой вкладке отображаются счетчики ошибок различного типа, которые возникают в процессе обработки потока данных. Если возникли ошибки, вкладка подсвечивается красным цветом. Большинство ошибок не критичны. Как правило, данные с ошибкой отбрасываются при анализе. Однако если число ошибок какого-то типа слишком большое, следует обратить на это внимание.

Bad buf start (obsolete)	Ошибка декодирования в romana
Bad channel	Номер канала >= Number of channels
Channel mismatch	Номер канала перепутан
Bad frmt	Неправильный признак формата данных
Bad length	Длина импульса не равняется параметру <b>Len</b>
Zero data	Пустые данные
Wrong ADCM length	Неправильная длина импульса в ADCM
Bad ADCM Tstamp	Неправильная временная метка timestamp в событии ADCM
No area	Площадь импульса не определена
No baseline	Подложка не определена
No width	Ширина не определена
No time	Точная временная привязка не определена
Slow analysis	Анализ событий + заполнение гистограмм отстает от декодирования потока данных. Может приводить к переполнению памяти.
Slow decoding	Декодирование данных отстает от потока данных из USB. Может возникнуть только при накоплении.
Event lag exceeded	См. <a href="#">Параметр Event lag: запаздывающие события</a> . Если число этих ошибок слишком велико, стоит увеличить параметр <b>Event Lag</b> .
OVF	Переполнение канальных буферов в оцифровщике.



