

# **Байкал-8**

Техническое описание

Ревизия 1.4 от 16.06.2014

## Введение

Данный документ содержит описание регистратора сейсмических сигналов "Байкал-8", его технические характеристики, а также инструкции по работе с прибором и программным обеспечением.

## Технические данные

Параметр	Ед.	Значение
Количество каналов	шт.	6
Разрядность данных	бит	24
Тип входов		Дифференциальный
Входной импеданс		40Ком    4700пФ
Частота дискретизации FD	выб/сек	100, 125, 200, 250, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000
Полоса частот (-3дб)	Гц	0 - 1680
Коэффициент усиления G		1, 2, 4, 8, 16, 32, 64
Максимальное входное напряжение (дифф.) при G=1	В	± 2.5 (± 12.5 с аппаратным делителем)
Коэффициент преобразования При G=1 При G=16	нВ/дискр	303.7 ± 0.4% 19.05 ± 1%
Шум приведённый ко входу при: G=1; FD=100 G=1; FD=1000 G=16; FD=100	мкВ	< 1.0 < 1.2 < 0.2
Число эффективных разрядов при G=1; FD = 100 G=1; FD=1000 G=16; FD=100	бит	>21.5 >21.0 >21.0
Тип энергонезависимой памяти		MicroSD
Объём энергонезависимой памяти.	ГБ	8
Стабильность частоты внутреннего генератора (-20 - +60 °C)		± 3 * 10 <sup>-7</sup>
Точность привязки времени Внешний GPS Встроенный GPS	мкс	± 2 ± 1
Питание регистратора	В	10 – 28 * <sup>2)</sup> Постоянного тока
<b>Потребляемая мощность</b> * <sup>1)</sup> , Режим «ожидание»	Вт	< 1.0

Режим «запись»		< 2.0
Питание для внешних активных датчиков		+5В.(100 мА.) -5В.(100 мА.)
Формат записи данных		Miniseed
Интерфейс с ПК для установки режима и считывания данных		USB 2.0 HS, Ethernet 10/100
Максимальная интенсивность потока записи на карту памяти: FD=100 FD=1000	Кб/с	2,86 28,6
Минимальная интенсивность потока записи на карту памяти: FD=100 FD=1000	Кб/с	0,51 5,1
Протоколы ethernet		FTP, Seedlink, Telnet
Диапазон рабочих температур.	°С	-30 ÷ +60
Внешний размер корпуса регистратора	мм.	170x80x180
Масса регистратора	кг.	2,2

\*1) Значения приведены для выключенного Ethernet. Активное Ethernet-подключение увеличивает потребление на 200мВт.

\*2) В цепь питания включен предохранитель на 1А.

## Комплект поставки прибора

- Регистратор сейсмических сигналов "Байкал-8" — 1 шт.
- Разъем для подключения кабеля питания/GPS типа FQ14-7Z – 1 шт.
- MicroSD-карта памяти 8 Гб (поставляется предустановленной в регистратор).
- Антенна GPS – 1 шт.
- Разъем для подключения датчиков типа FQ24-10Z – 2 шт.

## Устройство и работа регистратора

### Описание передней панели регистратора

На передней панели регистратора находятся:

- Разъем "PW" для подачи питания на регистратор. Этот же разъем используется для подключения внешнего GPS-модуля.
- Разъемы для подключения датчиков "1" и "2".
- Разъем "ANT" GPS-антенны для внутреннего GPS-модуля.
- Ethernet-разъем
- USB-разъем
- Светодиоды "TIME" и "MODE" для индикации состояния устройства.
- Кнопки "A" и "B"



Рисунок 1: Передняя панель регистратора

### Ослабление сигнала с помощью аппаратного делителя

Амплитуда сигнала, подаваемого на аналоговые входы не может превышать +/- 2.5 В. Если датчик, подключенный к устройству выдает значения за пределами этого диапазона, то ослабить входной сигнал можно, переключив входы АЦП на делитель. Для этого необходимо извлечь прибор из кожуха и на плате АЦП переключить входы на соответствующие разъемы. Каждый канал имеет два входа — один пропускает сигнал без изменений, второй делит сигнал с коэффициентом 1.02 : 5.04. На рисунке красным обведены разъемы без делителя, синим обведены разъемы с делителем.

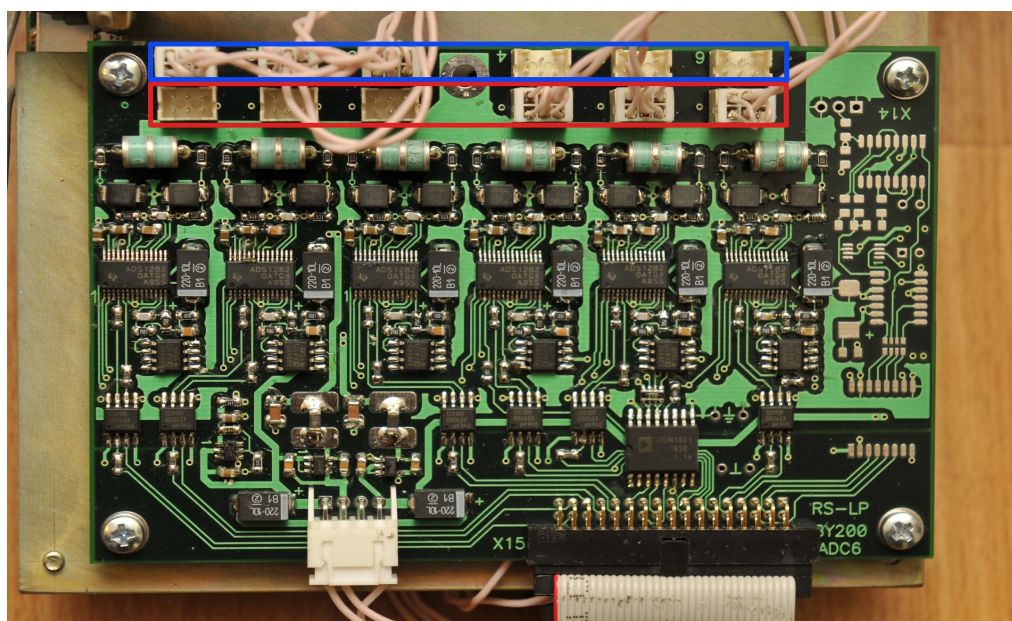


Рисунок 2: Плата АЦП. Красным помечены разъемы без делителя, синим - разъемы с делителем 1.02 : 5.04

## Замена SD-карты

Устройство записывает данные на MicroSD-карту памяти, находящуюся внутри. В случае её отказа, необходимо произвести процедуру её замены. Для этого следует извлечь прибор из кожуха, открыть socket карточки (обведен на рисунке красным), заменить карту и закрыть socket.

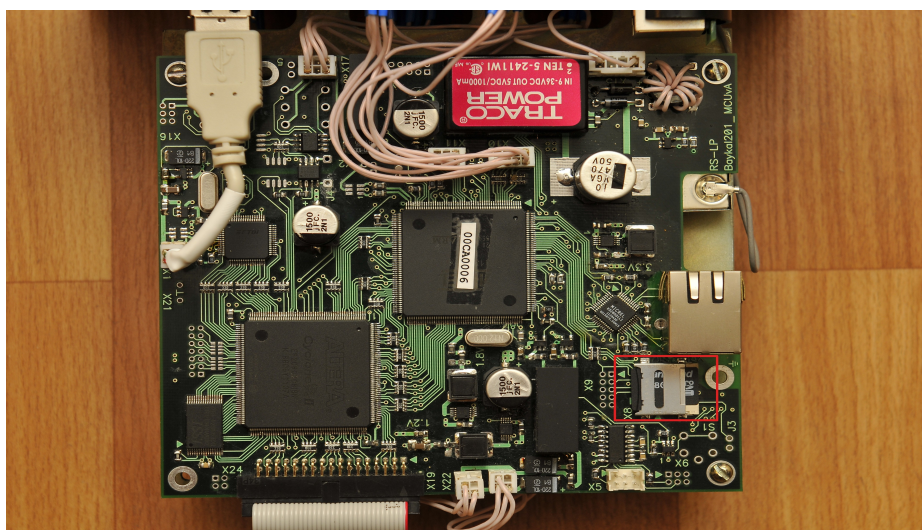


Рисунок 3: Процессорная плата регистратора. Красным обведен socket SD-карты.

## Работа регистратора в режиме регистрации

При переходе в режим регистрации на плату АЦП подается питание и АЦП

инициализируются в соответствии с настройками (частота дискретизации, коэффициенты усиления каналов). Далее оцифрованный поток обрабатывается — фильтруется и прореживается, если это необходимо, а также, анализируется на содержание событий по критерию STA/LTA. После этого данные упаковываются в формат miniseed, полученные miniseed-блоки сохраняются на microSD-карту. Размер блоков равен 512 байт. Данные сохраняются в кольцевой буфер, при достижении конца карты запись начинается сначала, перезаписывая старые данные.

## Ручное управление регистратором

Ручное управление регистратором осуществляется с передней панели прибора. Светодиоды TIME и MODE отображают текущее состояние прибора:

### TIME:

- Красный — GPS-антенна не подключена
- Желтый — GPS-антенна подключена, но синхронизация ещё не выполнена.
- Зеленый — GPS-синхронизация выполнена.

### MODE:

- Желтый — прибор находится в режиме ожидания
- Зеленый — прибор находится в режиме регистрации.

Переключение между режимами производится нажатием кнопки "А". *Для регистрации данных необходима подача питания на разъем PW, при подаче питания только от USB регистрация данных производиться не будет*

Кнопка "В" зарезервирована.

## Сервер telnet

Сервер telnet служит для удалённой конфигурации и управления состоянием прибора. Данный сервер использует порт 23 для входящих соединений. При подключении сервер выводит версию программного обеспечения регистратора и его уникальный идентификатор, а также запрашивает имя пользователя и пароль, если введены некорректные значения, сервер разрывает подключение.

При успешной аутентификации сервер выводит приглашение ">", и переходит в режим ожидания команды. После каждой команды сервер либо выдает подтверждение "Ok", означающее, что команда выполнена успешно, либо сообщение об ошибке. В обоих случаях сервер выводит новое приглашение и ожидает следующую команду. Если от клиента нет активности в течение 30 секунд, сервер автоматически разрывает подключение.

Ниже приведён список поддерживаемых команд:

- *help* - выводит краткую справку о доступных командах
- *state* - выводит состояние станции в кратком виде
- *set* <имя\_параметра> <значение> - устанавливает значение параметра в требуемое значение. Значение вводится “как есть”, т.е. без разделителей и кавычек.
- *show* <имя\_параметра> - выводит значение запрошенного параметра
- *show\_all* - выводит имена всех параметров, вместе с их типами и значениями
- *save\_setup* - сохраняет установленные параметры
- *start\_reg* - переводит устройство в режим регистрации
- *stop\_reg* - останавливает регистрацию
- *reboot* - перезагружает регистратор
- *quit* – завершение соединения

## Таблица параметров

В данной таблице приведены все доступные параметры, которые могут быть установлены или запрошены с помощью команд *set* и *show*, соответственно.

Имя параметра	Тип	Описание	Диапазон корректных значений
filelength	Int	Длина записываемых файлов в секундах.	5-86400
eth_ip	IP	IP-адрес станции.	
eth_gateway	IP	IP-адрес шлюза.	
eth_netmask	IP	Маска подсети.	
eth_mac	Byte[6]	MAC-адрес станции.	
ftp_login	Char[16]	Логин для ftp-сервера.	



ftp_password	Char[16]	Пароль для ftp-сервера.	
station_name	Char[16]	Имя станции.	
location_name	Char[16]	Тип датчика по умолчанию.	
frequency	Int	Частота дискретизации.	10, 50, 100, 125, 200, 250, 400, 500, 800, 1000, 2000, 4000
extend_band	Bool	Использовать фильтр с частотой среза 0,47 от частоты дискретизации (по умолчанию частота среза — 0, 42). Не доступно для частоты 4000Гц	0,1
start_on_power	Bool	Переключаться в режим регистрации при включении.	0,1
low_pw_check	Bool	Прекращать регистрацию, если питание достигло критически низкого уровня.	0,1
write_meta	Bool	Записывать метаданные формата baikal. Необходимо для корректного считывания в формате XX.	0,1
write_logs	Bool	Записывать логи в общий поток данных. Если эта опция активна, то лог файл будет дублироваться в потоке данных в виде miniseed-блоков с типом кодирования ASCII.	0,1
ext_gps_on	Bool	Получать время от внешнего модуля GPS.	0,1
gps_pwsave	Bool	Отключать внутренний GPS-модуль между актами подсинхронизации.	0,1
gps_period	Bool	Период между актами подсинхронизации.	0,1
gps_method	Int	Метод подстройки времени: метод 0 обеспечивает более точную подстройку, но может неустойчиво работать в окружении с плохим приёмом сигналов GPS, метод 1 обеспечивает менее точную, но более корректную подстройку в условиях плохого приёма GPS-сигналов.	0,1
channel[n]/disabled	Flag	Флаг, обозначающий, активен ли данный канал. Данные неактивных каналов не записываются на внутренний носитель и не передаются в потоке.	true, false

channel[n]/name	String[16]	Имя канала	
channel[n]/gain	Int	Индекс коэффициента усиления в соответствующей таблице (ниже).	0-6
channel[n]/offset	Int	Смещение канала. Данное значение вычитается из каждого оцифрованного значения для данного канала.	
channel[n]/type	String[16]	Тип датчика (location code).	
channel[n]/invert	Flag	Инверсия канала относительно нуля.	true, false

Ниже приведена таблица коэффициентов усиления каналов:

Индекс	Коэффициент Усиления
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64

## Сервер Seedlink

Сервер Seedlink предназначен для скачивания данных в формате MiniSEED. Подробная информация о протоколе Seedlink может быть найдена на сайте IRIS (<http://www.iris.edu/data/dmc-seedlink.htm>) и в описании пакета SeisComP (<http://www.seiscomp3.org/>). Подробная информация о формате MiniSEED может быть найдена в разделе Manuals на сайте IRIS (<http://www.iris.washington.edu/manuals/>).

Seedlink-сервер слушает входящие подключения на порт 18000.

Поддерживаемые команды:

- *HELLO*
- *BYE*
- *STATION*
- *SELECT*
- *DATA*
- *END*
- *INFO* (частично)

### **Порядок инициализации Seedlink-подключения**

Типичная последовательность инициализации подключения приведена ниже:

- Клиент устанавливает подключение.
- Клиент посылает команду STATION.
- Если запрошенное имя станции не соответствует установленному, сервер разрывает подключение.
- Клиент посылает команду SELECT.
- Клиент посылает команду DATA с опциональным аргументом номера блокеты. Вне зависимости от существования заданной блокеты, команда завершается успехом (Сервер отвечает 'OK').
- Клиент посылает команду END.
- Сервер начинает передачу данных.

## Сервер FTP

FTP-сервер предназначен для удалённого просмотра и скачивания записанных регистратором файлов. Данный сервер использует порт 21 для входящих соединений и диапазон портов с 4096 по 5128 для передачи данных. Поддерживается только пассивный режим.

Поддерживаемые команды

- *PWD*
- *PASV*
- *LIST*
- *QUIT*
- *CD*
- *SIZE*
- *RETR*
- *REST*
- *CWD*
- *ABOR*

## Работа с программой baykal-control

Программа baykal-control предназначена для конфигурации регистратора, управления его состоянием и считывания данных.

### Подключение к регистратору

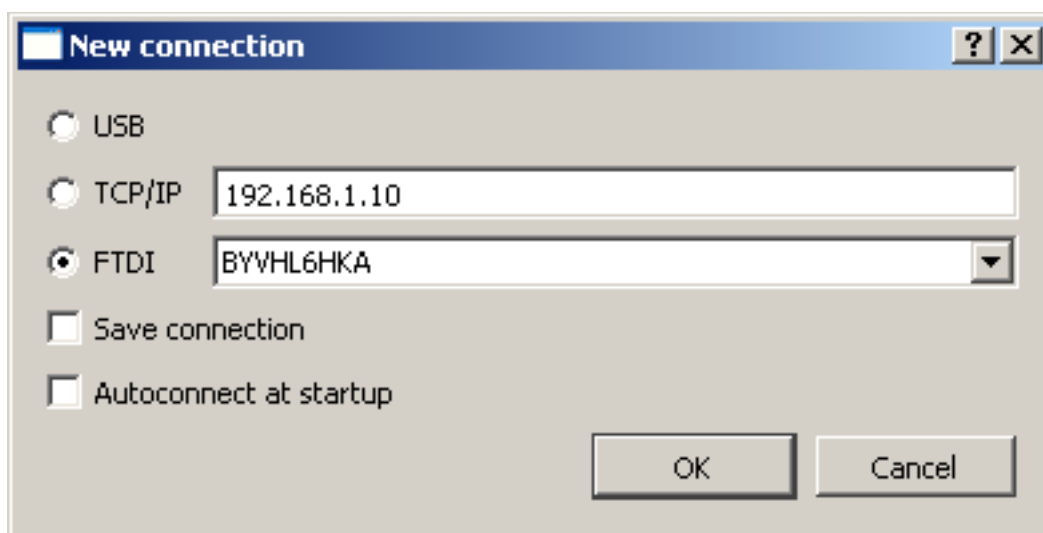


Рисунок 4: Диалог подключения к регистратору

Для установления соединения с регистратором в главном меню программы необходимо выбрать пункт "New connection". Появится диалоговое окно, показанное на рисунке ниже. В данном окне нужно выбрать параметры подключения. Для подключения по TCP/IP необходимо выбрать соответствующую опцию и ввести нужный IP-адрес. Для подключения по USB необходимо выбрать пункт "FTDI" и в выпадающем меню рядом выбрать серийный номер устройства (если в данный момент подключено только одно устройство, то в данном меню будет содержаться единственный вариант). **Перед подключением по USB необходимо установить FTDI-драйвера (поставляются вместе с комплектом ПО регистратора).**

Опция "Save connection" позволяет сохранить подключение в списке подключений (Меню "Connection → Saved connections"). Если выбрана опция "Autoconnect at startup", то данное подключение будет установлено автоматически при следующем включение программы.

## Управление состоянием регистратора

После подключения в главном окне откроется новая вкладка для данного прибора.

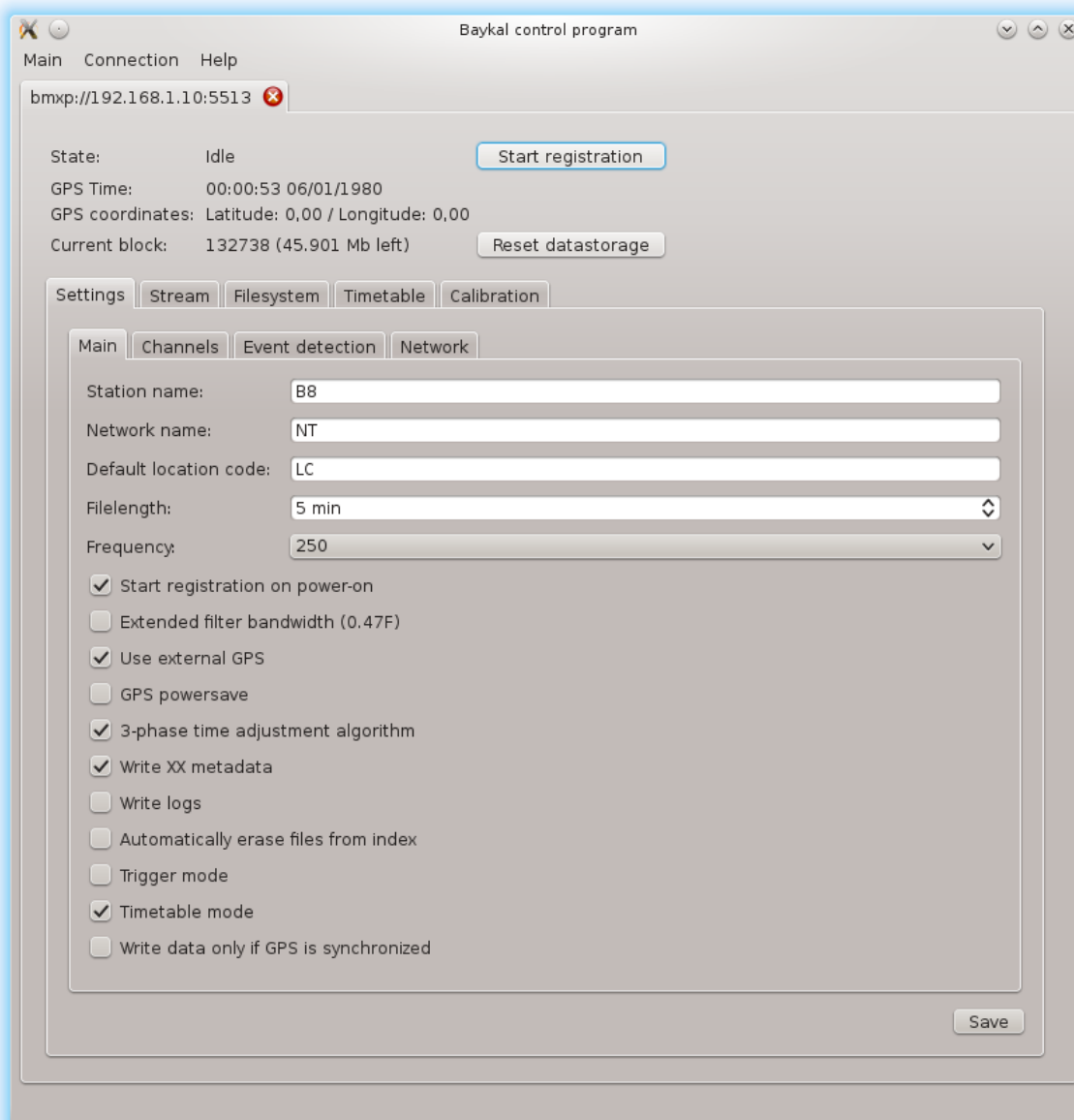


Рисунок 5: Вкладка Settings/Main

В верхней части показывается текущий статус прибора, а также GPS-время, координаты и текущий указатель записи (см. потоковая передача ниже). Кнопка "Start registration" переводит прибор в режим регистрации, при этом вкладка "Settings" станет заблокированной и будет оставаться в этом состоянии до прекращения режима регистрации.

## Управление конфигурацией регистратора

Элементы управления конфигурацией прибора расположены на вкладке "Settings" и делятся

на 3 группы — "Main", "Channels" и "Network". После изменения настроек необходимо нажать кнопку "Save" в правом нижнем углу для записи изменённых значений.

В группе "Main" расположены следующие настройки (сверху вниз):

- Station name – имя станции. Согласно стандарту MiniSEED длина данного поля не может превышать 5..
- Network name – имя сети. Данное значение записывается во все MiniSEED-блокетки записываемые данным устройством. Согласно стандарту MiniSEED длина данного поля не может превышать 2.
- Filelength – длина записываемых регистратором файлов.
- Frequency – частота дискретизации записи.
- Start registration on power-on – если данная опция активна, то при включении питания устройство перейдет в режим регистрации автоматически.
- Extended filter bandwidth – данная опция выбирает набор коэффициентов фильтра с частотой среза 0.47 от частоты дискретизации (по умолчанию установлен фильтр с частотой среза равной 0.42 от частоты дискретизации).
- Use external GPS – данная опция заставляет регистратор использовать выносной модуль GPS для синхронизации, вместо внутреннего.
- GPS powersave — данная опция позволяет регистратору выключать GPS когда он не нужен в целях снижения энергопотребления.
- 3-phase time adjustment algorithm — включает трехфазный алгоритм подстройки времени, который обладает лучшими характеристиками при плохом приёме сигналов GPS.
- Write XX metadata — записывать дополнительную информацию о коэффициентах усиления и координатах, которая будет использоваться при считывании файлов в формате XX.
- Write logs — записывать в файлы miniseed-блокетки с логами.
- Automatically erase files from index — удалять записи из файловой системы когда соответствующее им место в кольцевом буфере перезаписывается новым файлом
- Trigger mode — включение триггерного режима. Устройство будет отслеживать показания STA/LTA и при срабатывании критерия запишет заданный промежуток предыстории, само событие и заданный промежуток времени после события.
- Timetable mode — включение режима календаря.
- Write data only if GPS synchronized — регистратор будет записывать данные только если время синхронизировано.

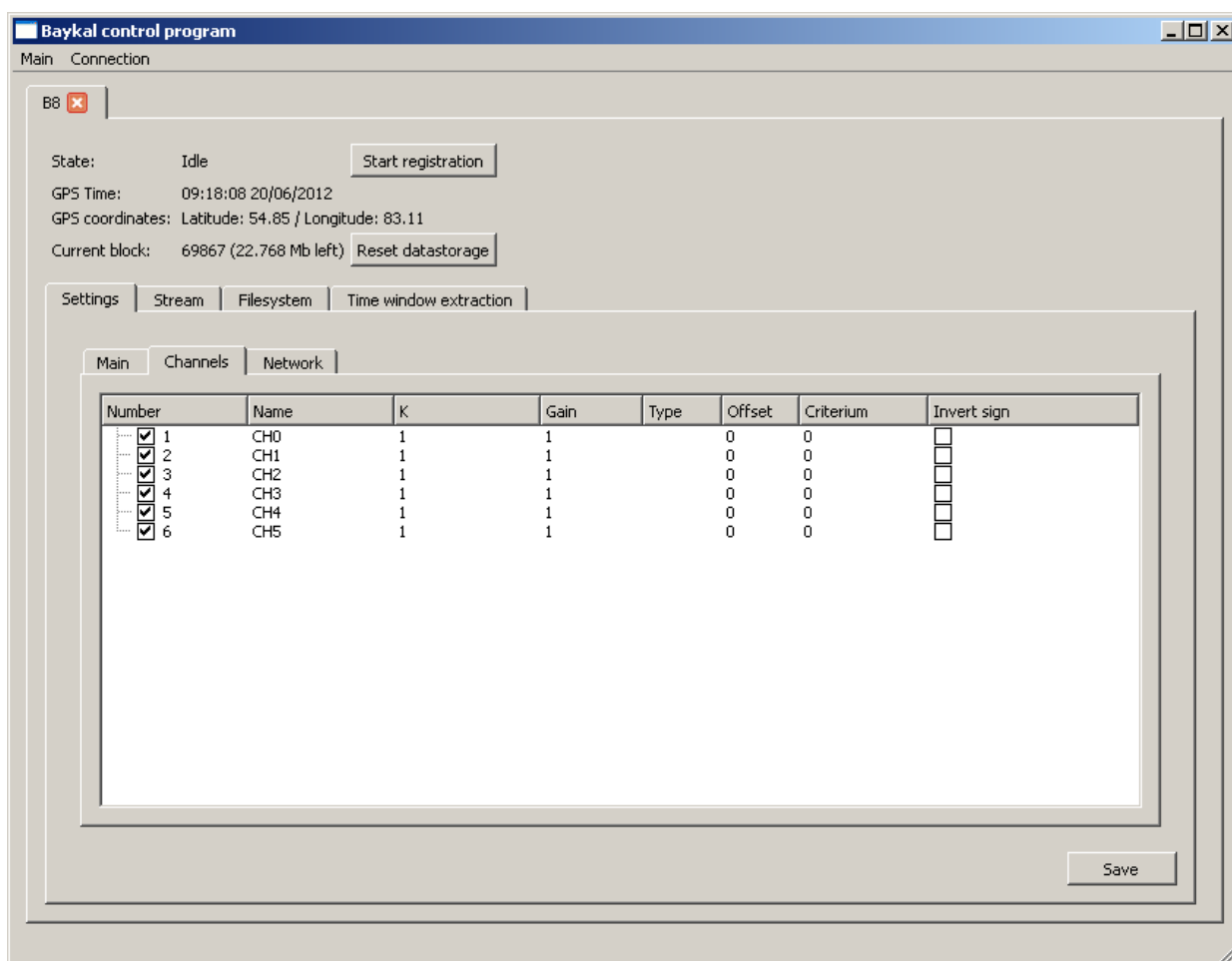


Рисунок 6: Вкладка Settings/Channels

Вкладка "Channels" содержит параметры каналов:

- Чекбокс рядом с номером канала означает, будет ли писаться данный канал или нет.
- Name – содержит имя канала. Согласно стандарту MiniSEED длина данного поля не может превышать 3. Стандартное кодирование имён каналов дано в SEED Reference Manual, Appendix A.
- K – коэффициент пересчета для данного канала. Данный параметр имеет смысл только при считывании данных в формате XX.
- Gain – коэффициент усиления для данного канала.
- Type – значение location code для данного канала. Согласно стандарту MiniSEED длина данного поля не может превышать 2. Может быть пустым.
- Offset – значение постоянного смещения для данного канала. Указанное смещение вычитается из каждой точки данного канала.
- Criterium – значение для детектирования событий.
- Invert sign – данная опция включает инверсию сигнала относительно нуля.



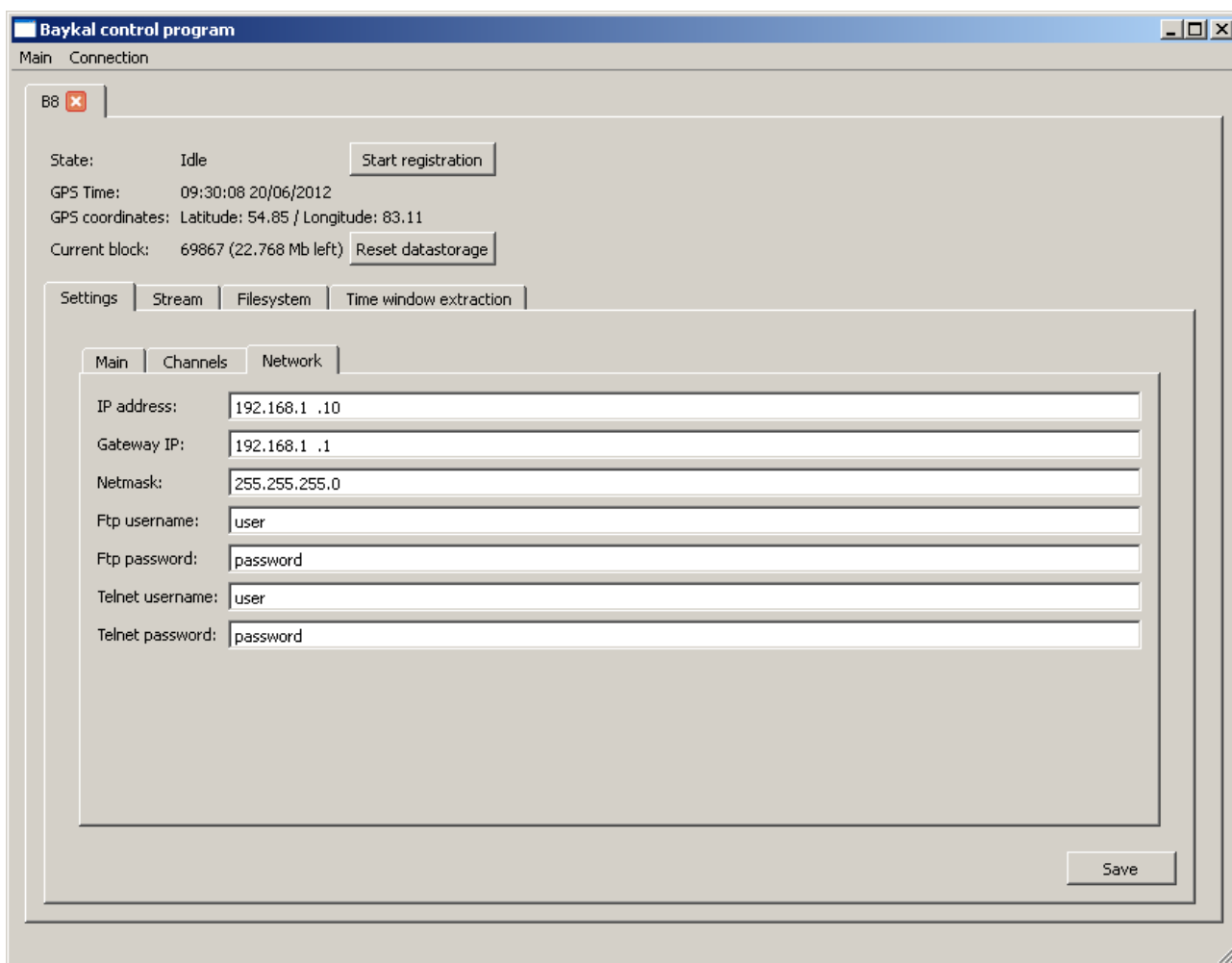


Рисунок 7: Вкладка *Settings/Network*

Вкладка *Network* содержит следующие опции:

- IP address, Gateway IP, Netmask — TCP/IP-параметры устройства. Установка этих параметров должна производиться при подключении через USB. Новые значения этих параметров вступят в силу после перезагрузки регистратора.
- Ftp username/password – параметры аутентификации для FTP-сервера.
- Telnet username/password – параметры аутентификации для Telnet-сервера.

Вкладка *Event detection* содержит следующие опции:

- STA window length, LTA window length — длины окон, в которых считаются, соответственно, STA и LTA.
- Pre-event time — длина промежутка времени, который будет записан при срабатывании критерия в триггерном режиме
- Post-event time — длина промежутка времени, который будет записан после окончания срабатывания критерия в триггерном режиме
- Minimum event time — минимальная длина файла в триггерном режиме.

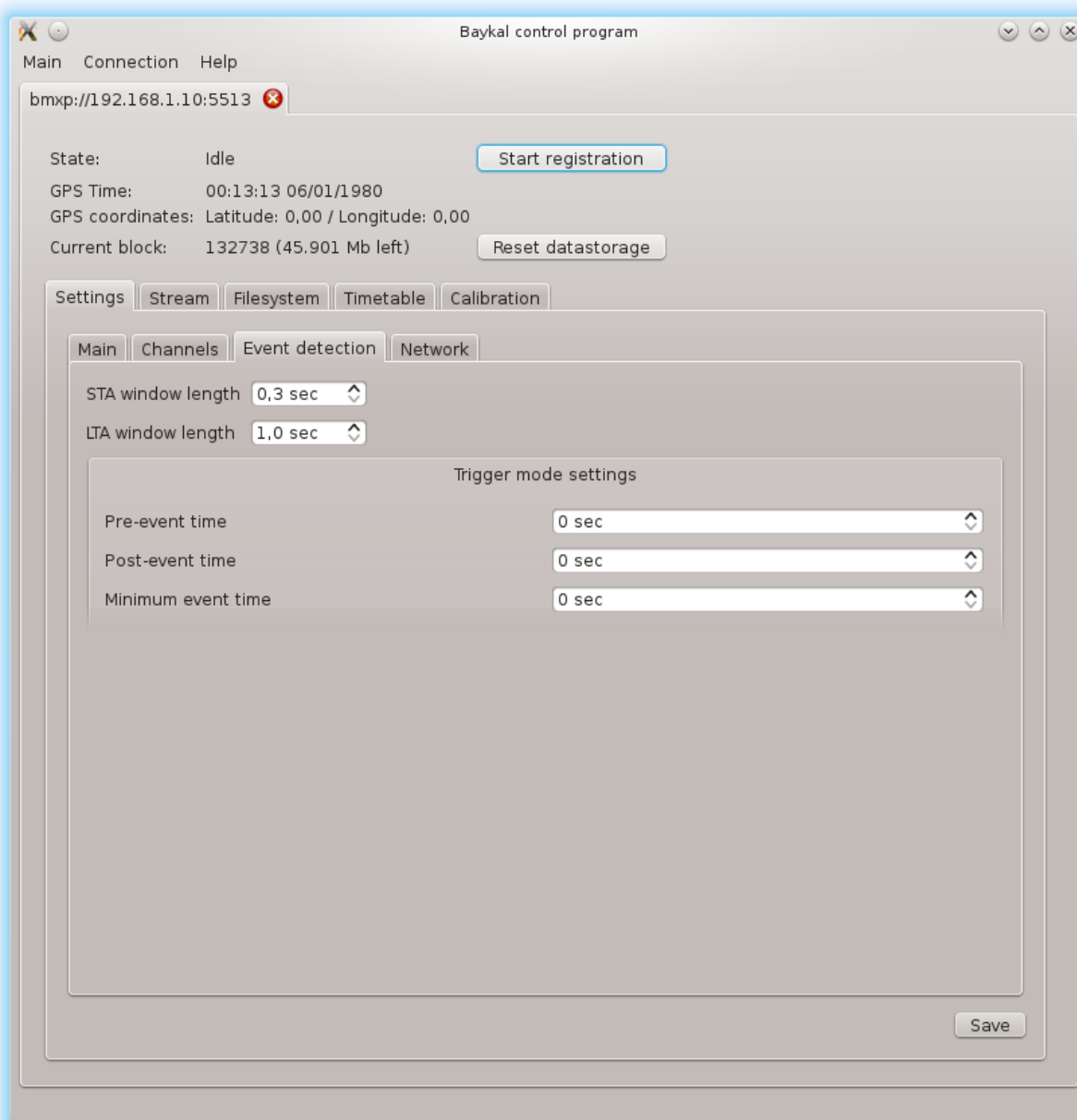


Рисунок 8: Вкладка Settings/Event detection

### **Потоковая передача данных**

*Примечание: потоковая передача данных может производиться без программы baykal-control, по протоколу Seedlink с помощью пакета программ SeisComP и аналогичных. Описание конфигурации SeisComP выходит за рамки данного документа.*

Для потоковой передачи данных и их визуализации служит вкладка "Stream".

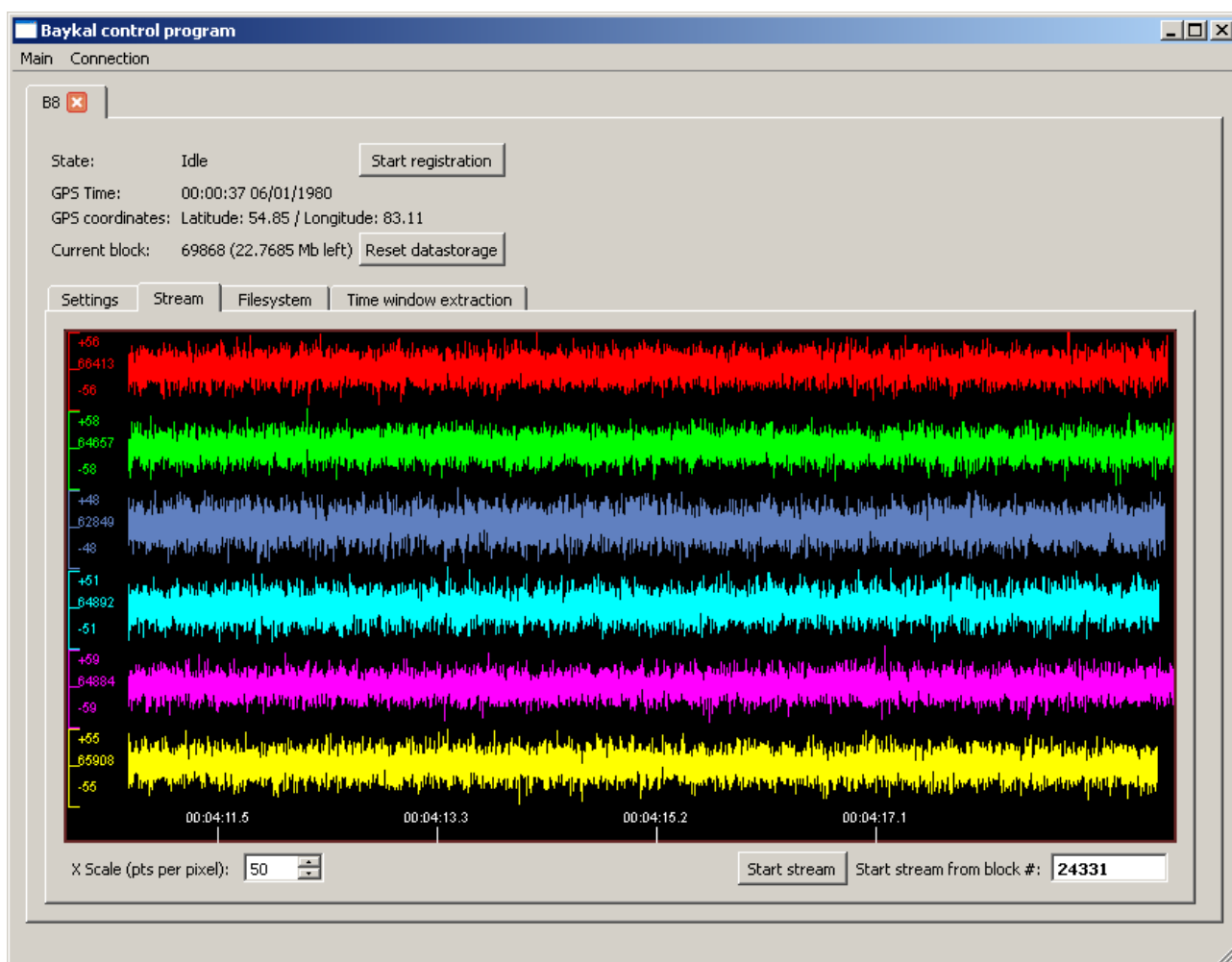


Рисунок 9: Вкладка Stream

Данные, получаемые в этом режиме записываются в формате XX. Директория записи и длина разбиения файлов указываются в меню "Main → Settings":

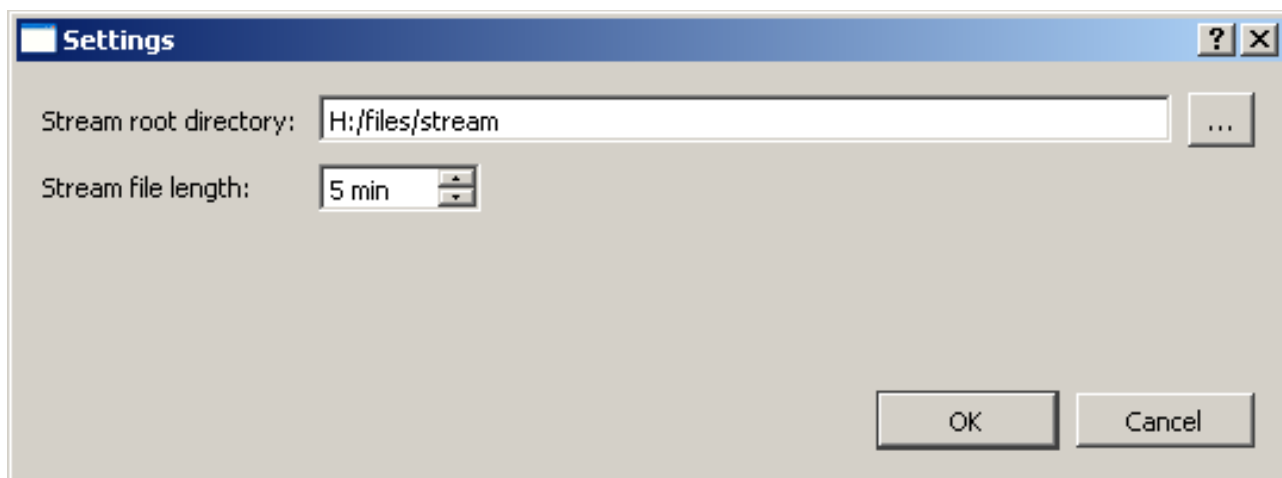


Рисунок 10: Диалог установки параметров потока

Начать передачу потока можно с помощью кнопки "Start stream", при этом можно указать блок, с которого начнётся чтение. **При подключении по USB невозможен одновременный просмотр данных в режиме трансляции и скачивание файлов во вкладке "Filesystem" (ниже).**

## Просмотр и считывание файлов с регистратора

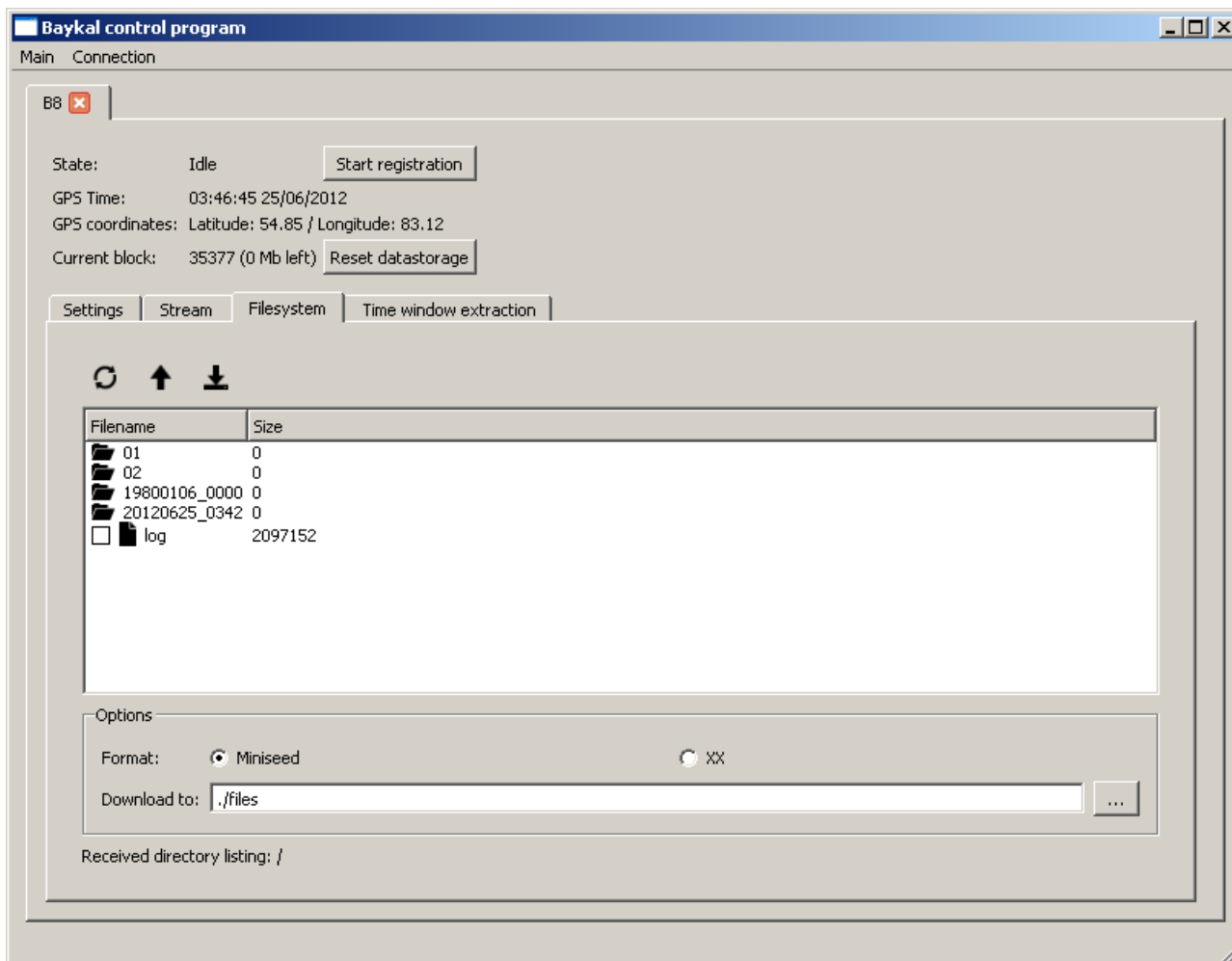


Рисунок 11: Вкладка Filesystem

На вкладке "Filesystem" находится окно просмотра файловой системы регистратора. Записанные файлы можно скачать в формате XX или MiniSEED в указанную директорию.

Файловая система является двухуровневой — в корне находятся директории, которые содержат в себе файлы. К каждой директории можно обратиться двумя способами — по порядковому номеру и по имени с датой первого файла. К каждому файлу также можно обратиться либо по порядковому номеру, либо по имени с временем начала файла.

## **Использование выносного модуля GPS**

В случае, если сигнал GPS не может быть принят в месте размещения регистратора, синхронизация прибора и подстройка времени могут быть выполнены с помощью внешнего модуля GPS, соединённом с регистратором витой парой длиной до 500 м, с волновым сопротивлением 140-160 Ом (например, CAT8). Цоколевка соединений описана в разделе "Цоколёвка разъемов регистратора". Переключить устройство на использование внешнего GPS можно в программе baykal-control (см. раздел "конфигурация регистратора") или с помощью telnet-сервера (параметр "ext\_gps\_on").

## Процедура обновления программного обеспечения

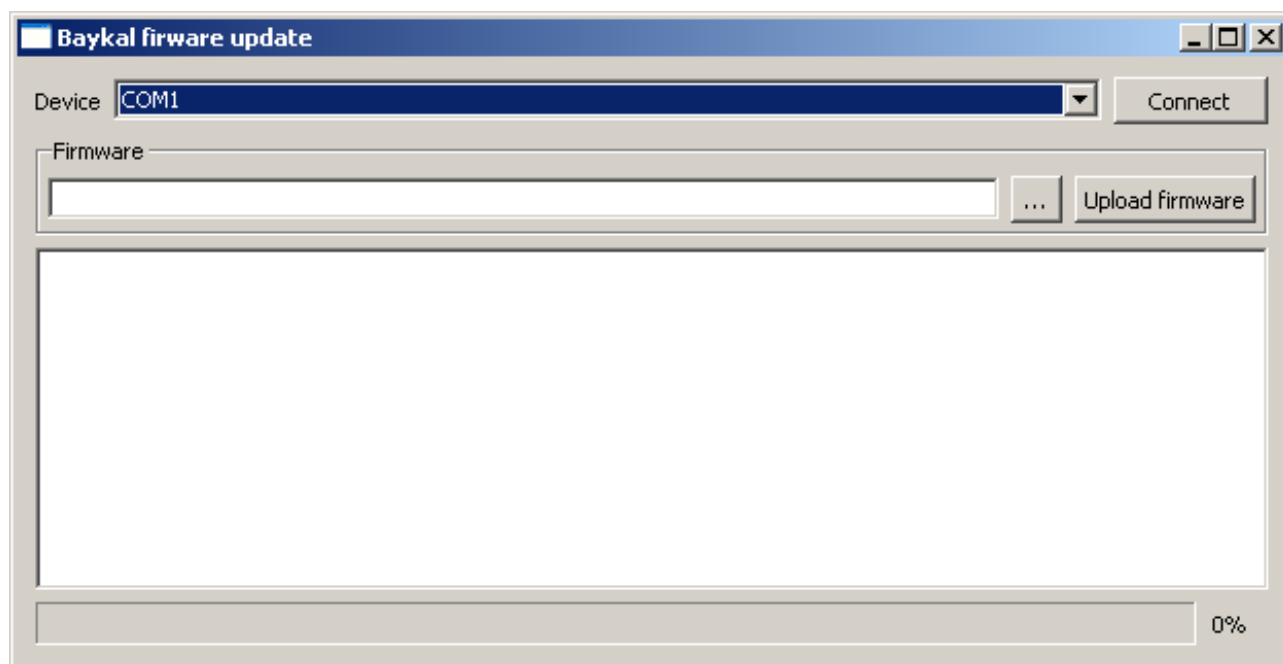


Рисунок 12: Окно программы baykal-upgrade

Обновление программного обеспечения регистратора производится с помощью программы baykal-upgrade. Внешний вид программы приведён на рисунке.

Для прошивки необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Обесточить устройство.
2. Зажать кнопку "A" и подключить его к компьютеру по USB.
3. Ждать пока светодиод "MODE" не загорится красным.
4. Запустить программу baykal-upgrade.
5. В выпадающем меню "Device" выбрать COM-порт соответствующий устройству (конкретный номер порта зависит от конфигурации системы).
6. Нажать Connect.
7. Нажать на кнопку "..." и выбрать файл прошивки (поставляется производителем оборудования).
8. Нажать кнопку Upload firmware.
9. Дождаться конца процесса прошивки.
10. Закрыть программу.
11. Отсоединить USB-кабель.

## Цоколевка разъемов регистратора

Цоколёвка разъема "PW":

Тип разъема: FQ14-7ZJ	
PIN	Функция
1	+GPS_RX
2	-GPS_RX
3	+GPS_TX
4	-GPS_TX
5	N/C
6	+POWER_IN/+GPS_POWER
7	-POWER_IN/-GPS_POWER

Цоколёвка разъемов датчиков:

Тип разъема: FQ24-10Z	
PIN	Функция
1	+ADC1
2	-ADC1
3	+ADC2
4	-ADC2
5	+ADC3
6	-ADC3
7	N/C
8	GND
9	+5V
10	-5V

Цоколёвка разъема внешнего GPS (разъем: C091 31W008 100 2):

Тип разъема: C091 31W008 100 2	
PIN	Функция
1	+GPS_TX
2	N/A
3	+GPS_RX
4	-GPS_TX
5	-GPS_RX
6	+GPS_POWER
7	-GPS_POWER
8	N/A

Цоколёвка разъема внешнего GPS (разъем: FQ14-7ZJ):

Тип разъема: FQ14-7ZJ	
PIN	Функция
1	+GPS_TX
2	-GPS_TX
3	+GPS_RX
4	-GPS_RX
5	N/C
6	+POWER_IN/+GPS_POWER
7	-POWER_IN/-GPS_POWER



## Подключение к регистратору по Ethernet

В данном приложении приведены инструкции для прямого подключения регистратора к компьютеру по интерфейсу Ethernet.

Для прямого подключения (без использования маршрутизаторов) необходимо настроить IP-адрес сетевой карты компьютера. В Windows XP это делается следующим образом: необходимо зайти в Панель управления > Сетевые подключения, выбрать сетевой адаптер, кликнуть на нём правой кнопкой мыши, в выпадающем меню выбрать "Свойства", в появившемся диалоге в списке нужно выбрать "Протокол Интернета" и нажать "Свойства". В открывшемся окне следует выбрать "Использовать следующий IP-адрес" и в полях для IP-адреса, маски подсети и шлюза ввести нужные параметры. Для настроек регистратора по умолчанию подойдут параметры:

- IP-адрес: 192.168.1.2
- Маска подсети: 255.255.255.0
- Основной шлюз: 192.168.1.1

По умолчанию регистратор имеет IP 192.168.1.10. Это можно изменить с помощью программы baykal-control. Изменение IP-адреса регистратора следует проводить при подключении через USB, после изменения регистратор следует перезагрузить.

## Приложение 1: Цоколёвка разъемов модификации для подключения датчиков СМЕ-4211

Данное приложение содержит цоколёвку разъемов модификации сейсмостанции Байкал-8, предназначенной для прямого подключения датчиков СМЕ-4211 и подобных. Данная модификация отличается от стандартного Байкала-8 тем, что входное питание выводится на разъем для датчиков через предохранитель.

Цоколёвка разъема "PW":

Тип разъема: FQ14-7ZJ	
PIN	Функция
1	+GPS_RX
2	-GPS_RX
3	+GPS_TX
4	-GPS_TX
5	N/C
6	+POWER_IN/+GPS_POWER/+SENSOR_POWER
7	-POWER_IN/-GPS_POWER/-SENSOR_POWER

Цоколёвка разъемов датчиков:

Тип разъема: FQ24-10Z	
PIN	Функция
1	+ADC1
2	-ADC1
3	+ADC2
4	-ADC2
5	+ADC3
6	-ADC3
7	N/C
8	N/C
9	+SENSOR_POWER
10	-SENSOR_POWER