

Байкал-8L

Техническое описание и инструкция по эксплуатации.

ООО «Экспас»

г.Новосибирск. 2024 г.

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 - Вход без делителя - С делителем 2.21(баз.) - С делителем 3.0 - С делителем 3.75		200 Ком 4700пФ 21.4 Ком 17.7 Ком 16 Ком
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 - Без делителя - С делителем 2.21 - С делителем 3.0 - С делителем 3.75	В.	± 4.2 ± 9.3 ± 12.6 ± 15.75
Коэффициент преобразования (G=1) - Без делителя - С делителем 2.21 - С делителем 3.0 - С делителем 3.75	нВ./дискр	500 ± 0.4% 1105 ± 1.5% 1500 ± 1.5% 1875 ± 1.5%
Шум приведённый ко входу при: G=1; FD=100 G=1; FD=1000 G=16; FD=100	мкВ. (эфф)	< 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 - 128
Стабильность частоты		± 5 * 10 ⁻⁷

внутреннего генератора (-20 - +60 °С)		
Точность привязки времени Внешний GPS Встроенный GPS	мкс	± 2 ± 1
Питание регистратора	В	10 – 28 ^{*2)} Постоянного тока
Потребляемая мощность ^{*1,} Режим «ожидание» Режим «запись»	Вт	< 1.0 < 2.0
Питание для внешних активных датчиков ^{*3}		+5В.(30 мА.) -5В. (50 мА.)
Формат записи данных		Miniseed
Интерфейс с ПК для установки режима и считывания данных		USB 2.0 FS, Ethernet 10/100
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.

*3) Базовая версия.

Базовый комплект поставки прибора.

- Регистратор сейсмических сигналов "Байкал-8L" — 1 шт.
- Разъем для подключения кабеля питания/GPS типа FQ14-7Z – 1 шт.
- MicroSD-карта памяти 16-32 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

Установка драйвера USB

Для работы с регистратором по USB необходимо установить следующие USB-драйвера:

<http://expas-sib.ru/software/baykal-8/baykal-202-usb.zip>

Ослабление сигнала с помощью аппаратного делителя

Амплитуда сигнала, подаваемого на аналоговые входы не может превышать +/- 4.2 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 : 2.21. На рисунке красным обведены разъемы без делителя, синим обведены разъемы с делителем. Если требуется увеличить к-нт деления, то в разъем без делителя устанавливается разъем-заглушка с прецизионным резистором, величина



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

которого определит коэффициент деления. Такие заглушки поставляются по просьбе заказчика.

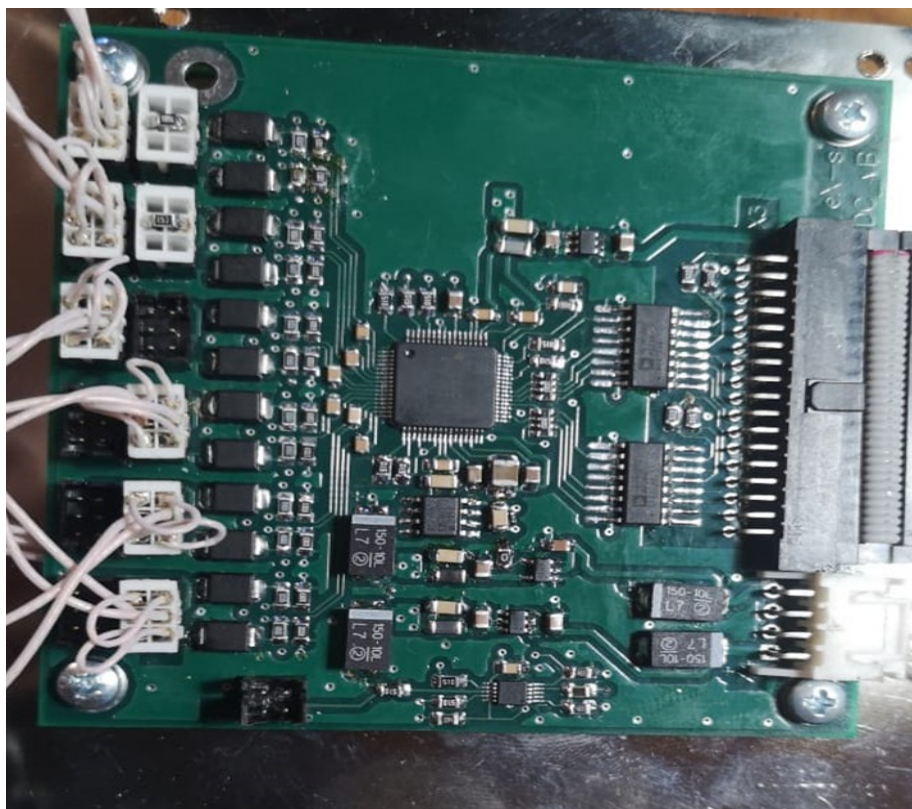


Рисунок 3: Плата АЦП. Каналы 0-2 (нижние) подключены без делителей. Канал 3 с базовым делителем. Каналы 4,5 с заглушками.

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 сокет карточки (обведен на рисунке красным), заменить карту и закрыть сокет.

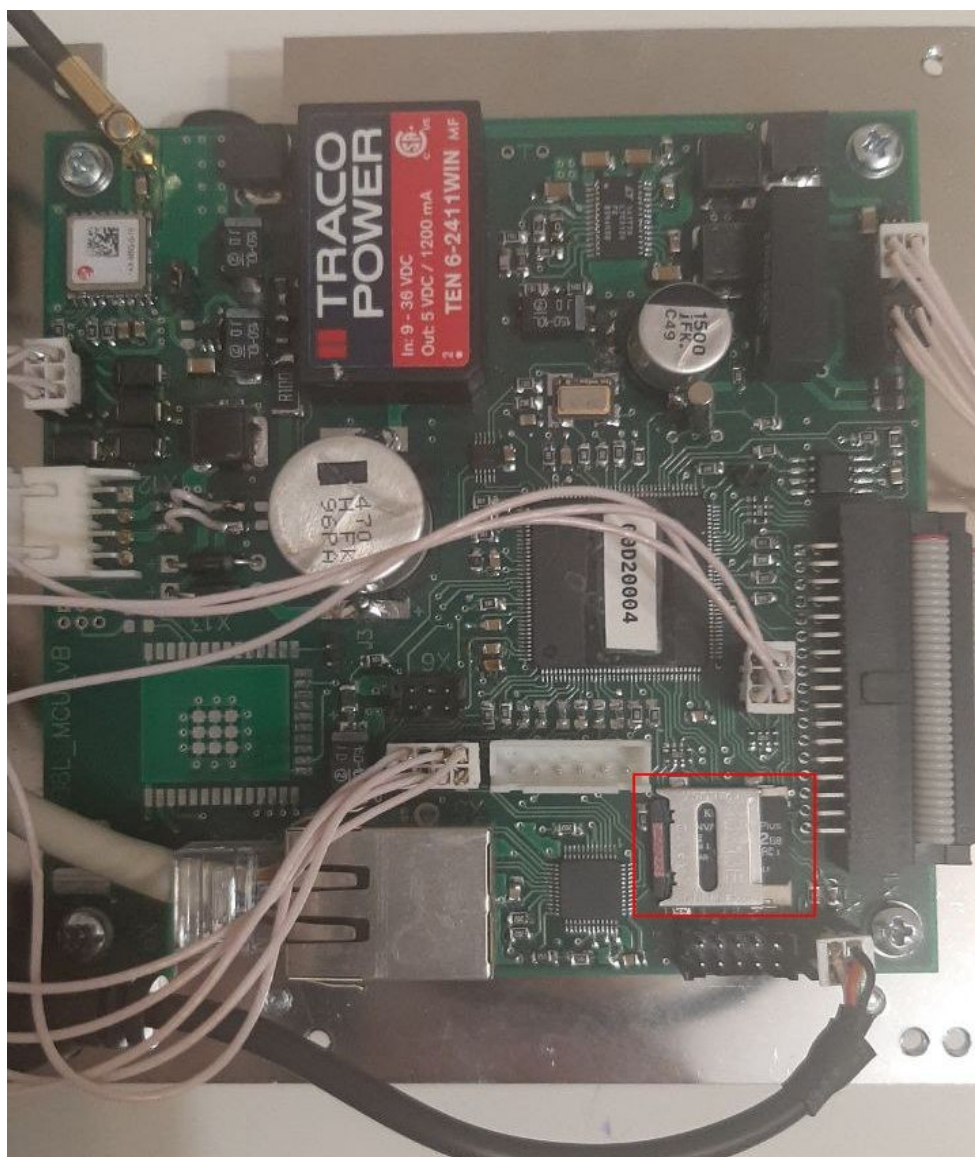


Рисунок 4: Процессорная плата регистратора. Красным обведён сокет SD-карты.

Работа регистратора в режиме регистрации

При переходе в режим регистрации на плату АЦП подаётся 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

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.

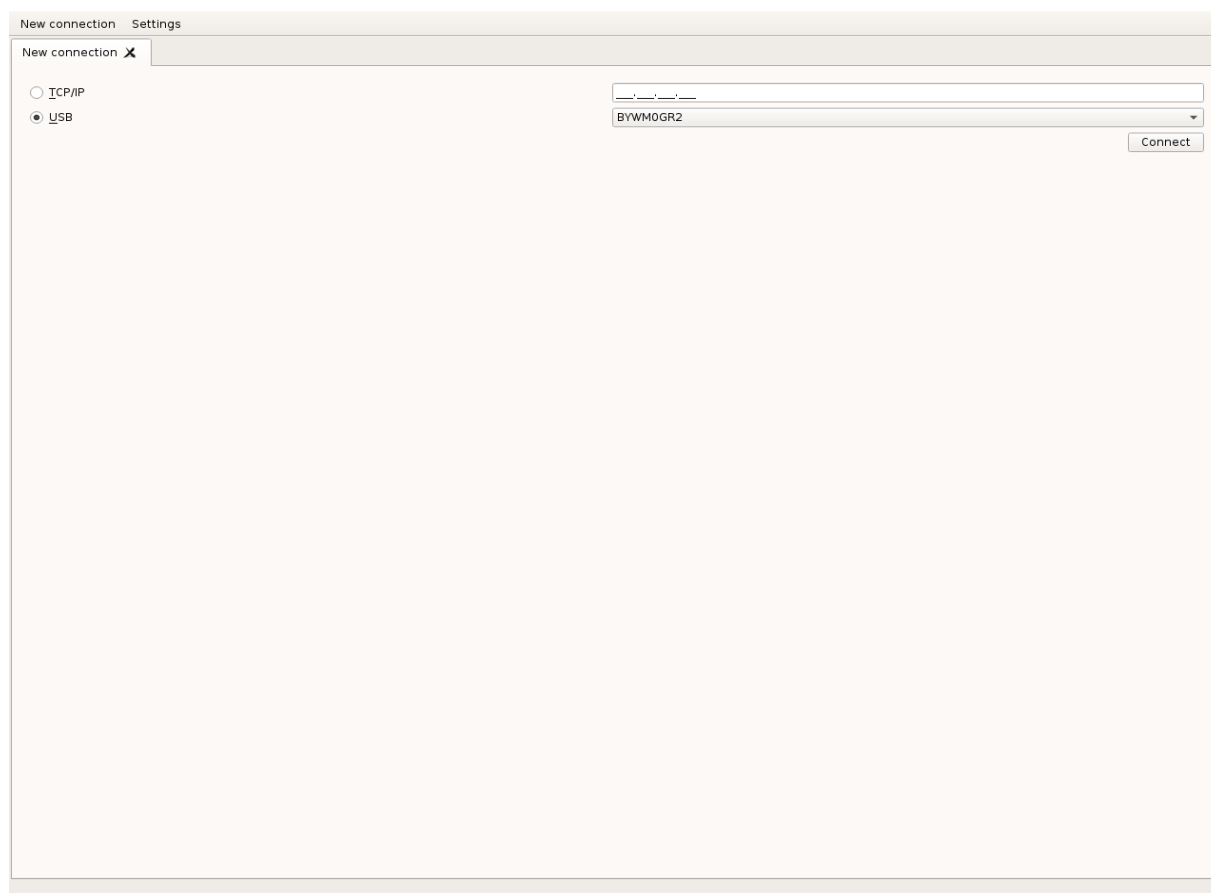


Рисунок 5: Диалог подключения к регистратору

Рисунок 5: Диалог подключения к регистратору

Подключение 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 "USB" 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 USB-драйвера (поставляются вместе с комплектом ПО регистратора).**

Управление состоянием регистратора

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

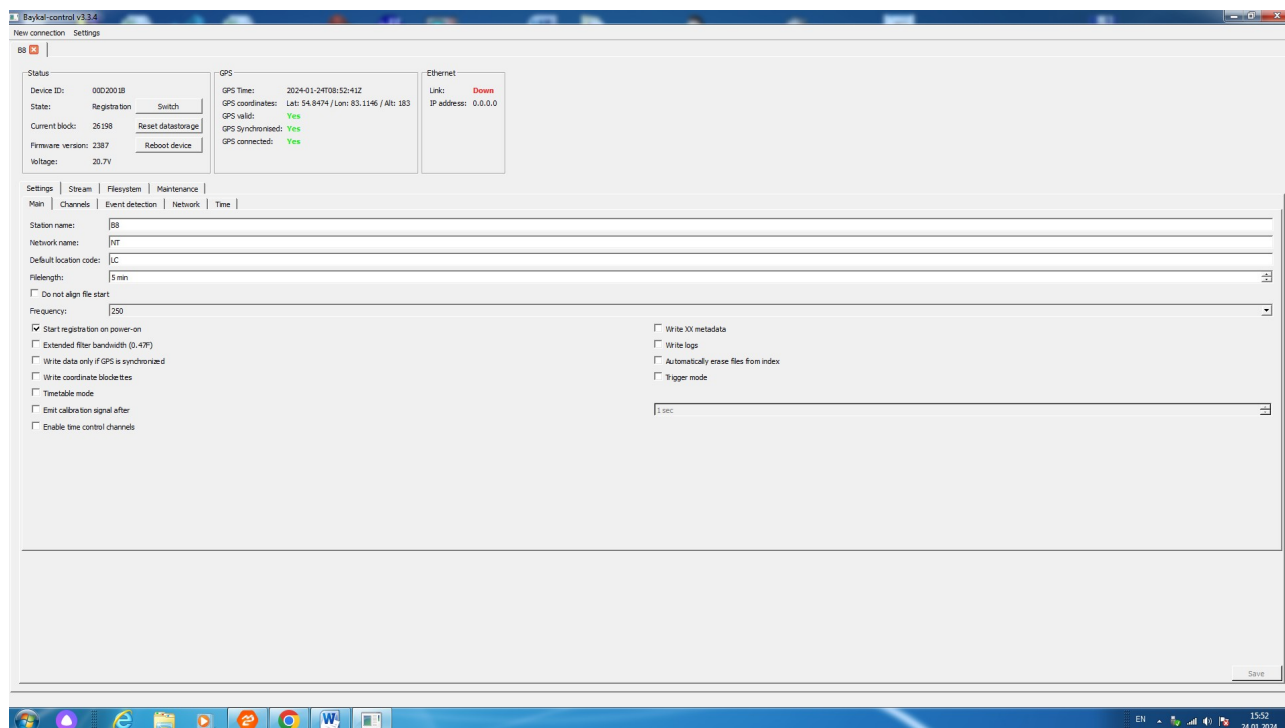


Рисунок 6: Вкладка Settings/Main

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

Управление конфигурацией регистратора

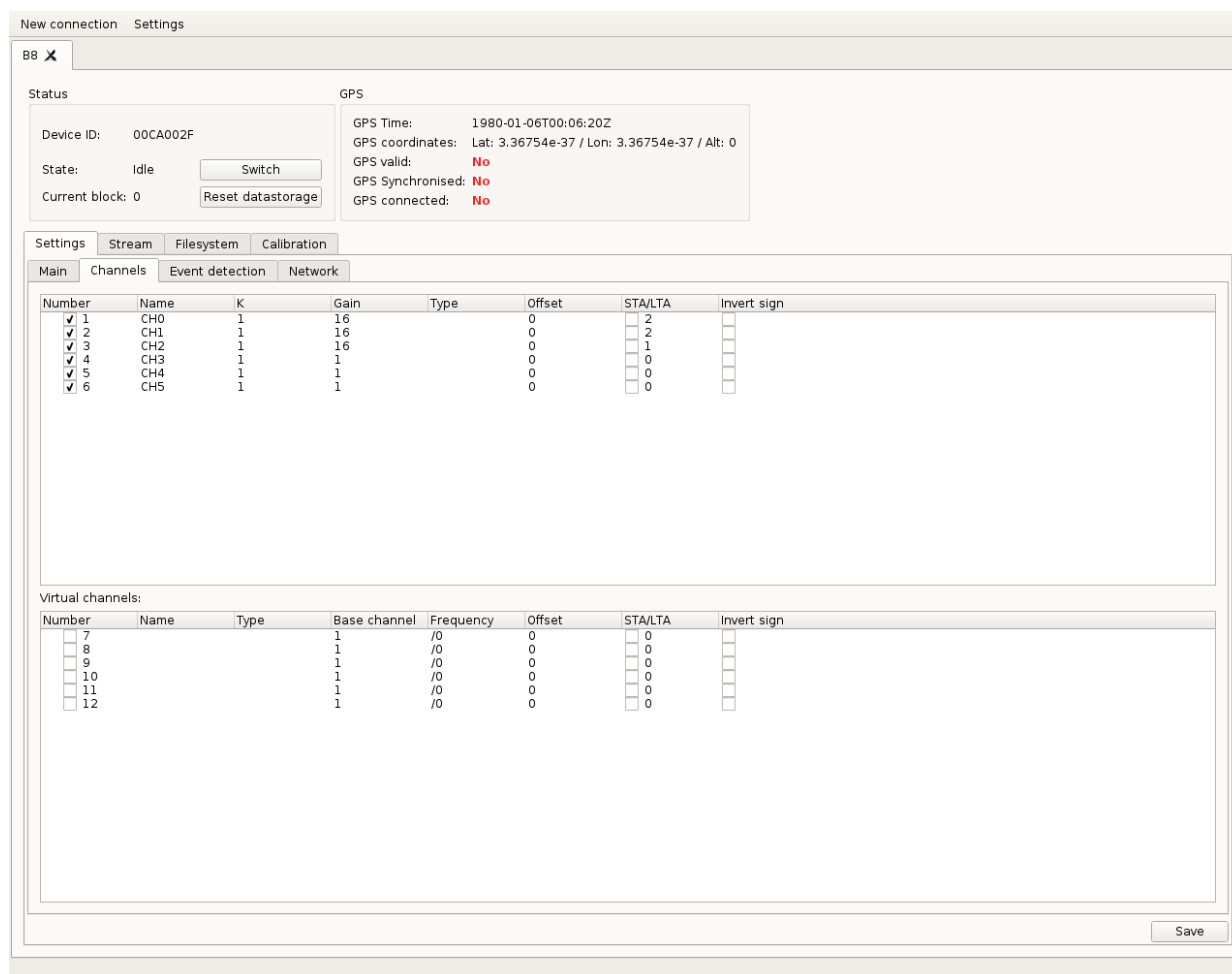
Элементы управления конфигурацией прибора расположены на вкладке "Settings" и делятся на 4 группы — "Main", "Channels", "Event detection" и "Network". После изменения настроек необходимо нажать кнопку "Save" в правом нижнем углу для записи изменённых значений.

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-блокеты записываемые данным устройством. Согласно стандарту MiniSEED длина данного поля не может превышать 2.
- Default location code — Location code, устанавливаемый в MiniSEED-блокеты по умолчанию, если он не указан для канала
- 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). Неактивно для Байкал-8L.
- Write data only if GPS synchronized — регистратор будет записывать данные только если время синхронизировано. Неактивно для Байкал-8L.
- Write coordinate blockettes --- периодическая запись блокетт с координатами (отладочное).
- Timetable mode — включение режима календаря. Неактивно для Байкал-8L.
- Emit calibration signal after — если данная настройка активна, прибор подаст калибровочный сигнал спустя заданное количество секунд после начала записи. Неактивно для Байкал-8L.
- Enable time control channels --- Запись дополнительных тестовых каналов для контроля времени. (отладочное)
- Write XX metadata — записывать дополнительную информацию о коэффициентах усиления и координатах, которая будет использоваться при считывании файлов в формате XX. Неактивно для Байкал-8L.
- Write logs — записывать в файлы miniseed-блокеты с логами.
- Automatically erase files from index — удалять записи из файловой системы когда соответствующее им место в кольцевом буфере перезаписывается новым файлом. Неактивно для Байкал-8L.
- 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. Неактивно для Байкал-8L.
- Enable sensors power — включить дополнительное питание датчиков (активно только для модификаций Baykal-8L с источником питания для датчиков).



Pu

сунук 7: Вкладка *Settings/Channels*

Вкладка "**Channels**" содержит два списка каналов — список физических каналов, в котором отображены параметры физических каналов прибора, и список виртуальных каналов, которые создаются с помощью деления частоты одного из физических каналов.

Для физических каналов существуют следующие настройки:

- 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.
- STA/LTA – значение для детектирования событий.
- Invert sign – данная опция включает инверсию сигнала относительно нуля.

Для виртуальных каналов доступны следующие настройки:

- Number — номер канала. 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.
- Type – значение location code для данного канала. Согласно стандарту MiniSEED длина данного поля не может превышать 2. Может быть пустым.
- Base channel — номер базового канала.
- Frequency — делитель частоты для данного канала.
- Offset – значение постоянного смещения для данного канала. Указанное смещение вычитается из каждой точки данного канала.
- STA/LTA – значение для детектирования событий.
- Invert sign – данная опция включает инверсию сигнала относительно нуля.

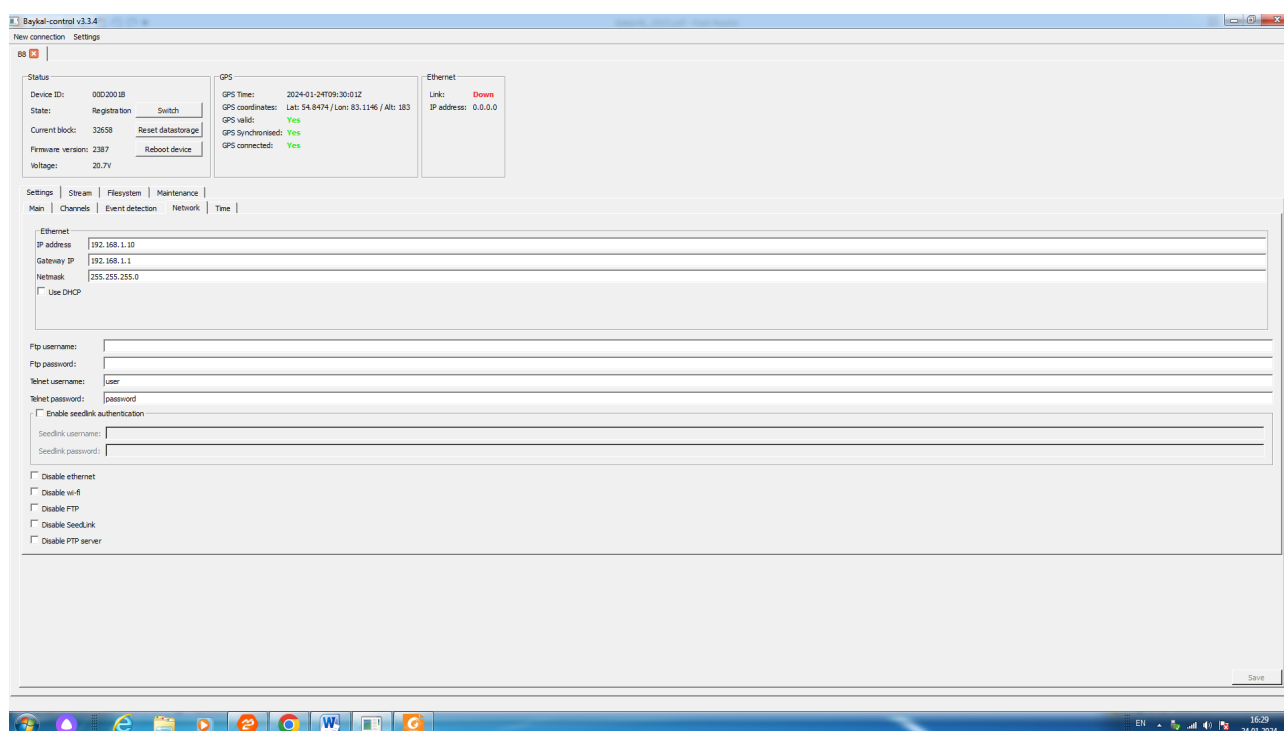


Рисунок 8: Вкладка Settings/Network

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.
- Enable seedlink authentication, Seedlink username, Seedlink password – включение и параметры аутентификации seedlink – соединения.

Вкладка **Event detection** не используется с Байкалом-8L.

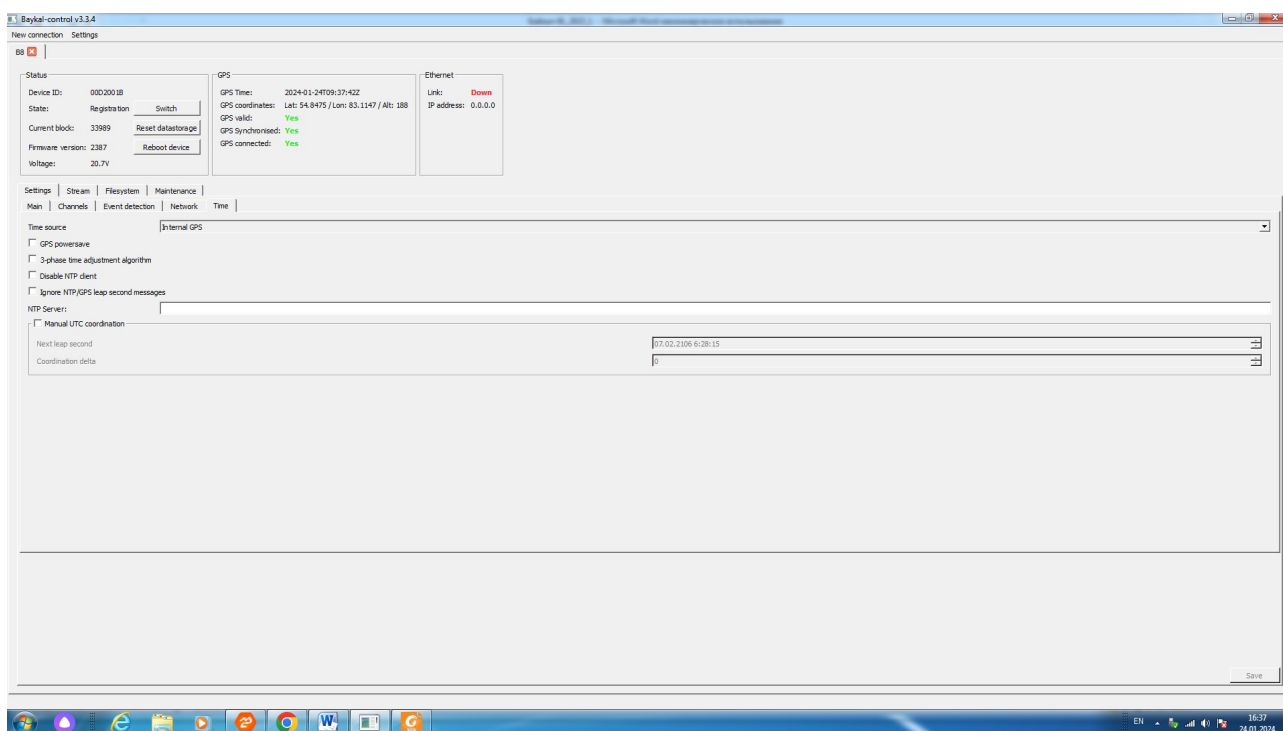


Рисунок 9: Вкладка Settings/Time

Вкладка **Time** включает:

Time source – выбор источника синхронизации.

- Internal GPS – встроенный GPS-GLONASS модуль.
- External GPS – внешний (выносной) GPS-GLONASS модуль.
- PTP – синхронизация по протоколу PTP через Ethernet.

GPS powersave — данная опция позволяет регистратору выключать GPS, когда он не нужен в целях снижения энергопотребления. (неактуально для стационарных систем).

3-phase time adjustment algorithm — включает трехфазный алгоритм подстройки времени, который обладает лучшими характеристиками при плохом приёме сигналов GPS. (в Байкале-8L этот алгоритм всегда включен)

Disable NTP client - выключает синхронизацию по NTP, которая используется, если нет других источников синхронизации.

Ignore NTP... - неактивно

NTP Server – Выбранные, для синхронизации по NTP сервера. Можно несколько через точку с запятой.

Manual UTC coordination – неактивно.

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".

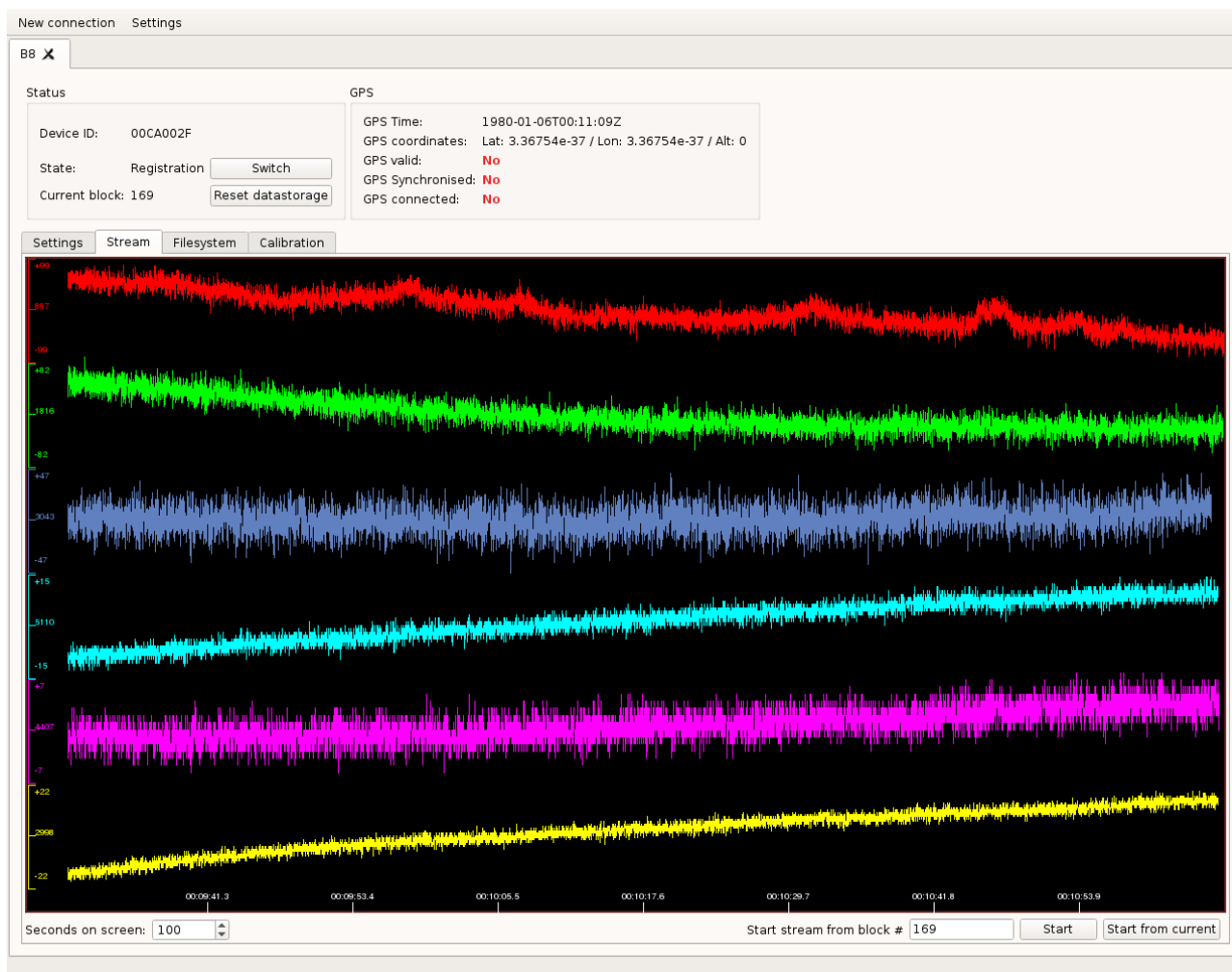


Рисунок 10: Вкладка Stream

Данные, получаемые в этом режиме могут записываться как в формате XX, так и в формате MiniSEED. Для отображения диалога настроек потокового режима следует нажать кнопку Settings в верхней панели программы. Данный диалог предоставляет следующие опции:

- Stream format – формат записи файлов
- Stream root directory – корневая директория для записи файлов потока.
- Stream filename scheme – схема имени файлов при записи в формате XX.
- Stream file length: длина файлов, на которые будет разбиваться поток.

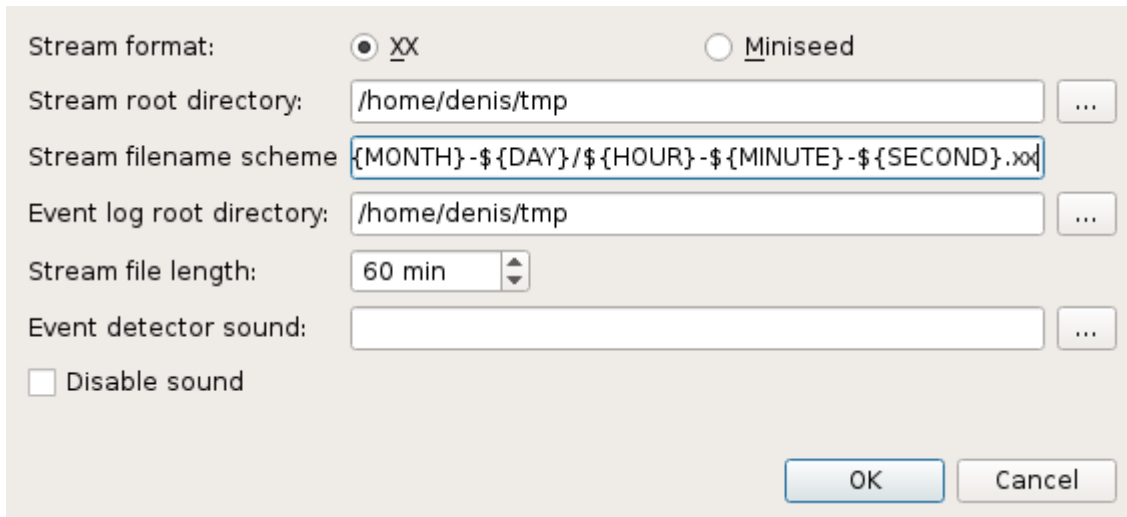


Рисунок 11: Диалог установки параметров потока

Начать передачу потока можно с помощью кнопки "Start stream", при этом можно указать блок, с которого начнётся чтение. При нажатии на кнопку «Start from current» передача начнётся с текущего записываемого блока.

Просмотр и считывание файлов с регистратора

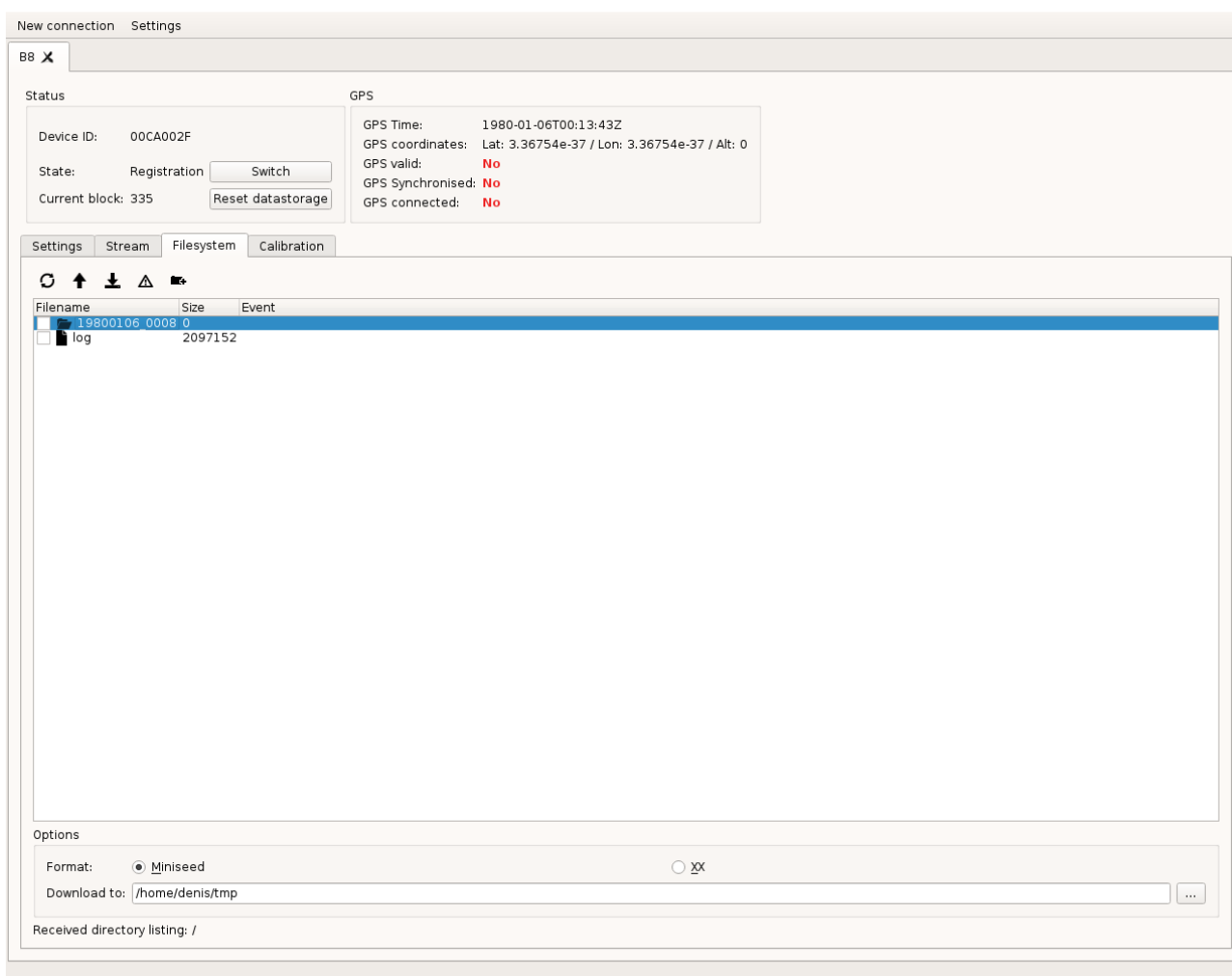


Рисунок 12: Вкладка Filesytem

На вкладке "**Filesytem**" 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.

Вкладка «**Maintenance**» или «**Calibration**» предназначена для калибровки прибора на этапе его изготовления опытными инженерами. **Использование этой вкладки не рекомендуется.**

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

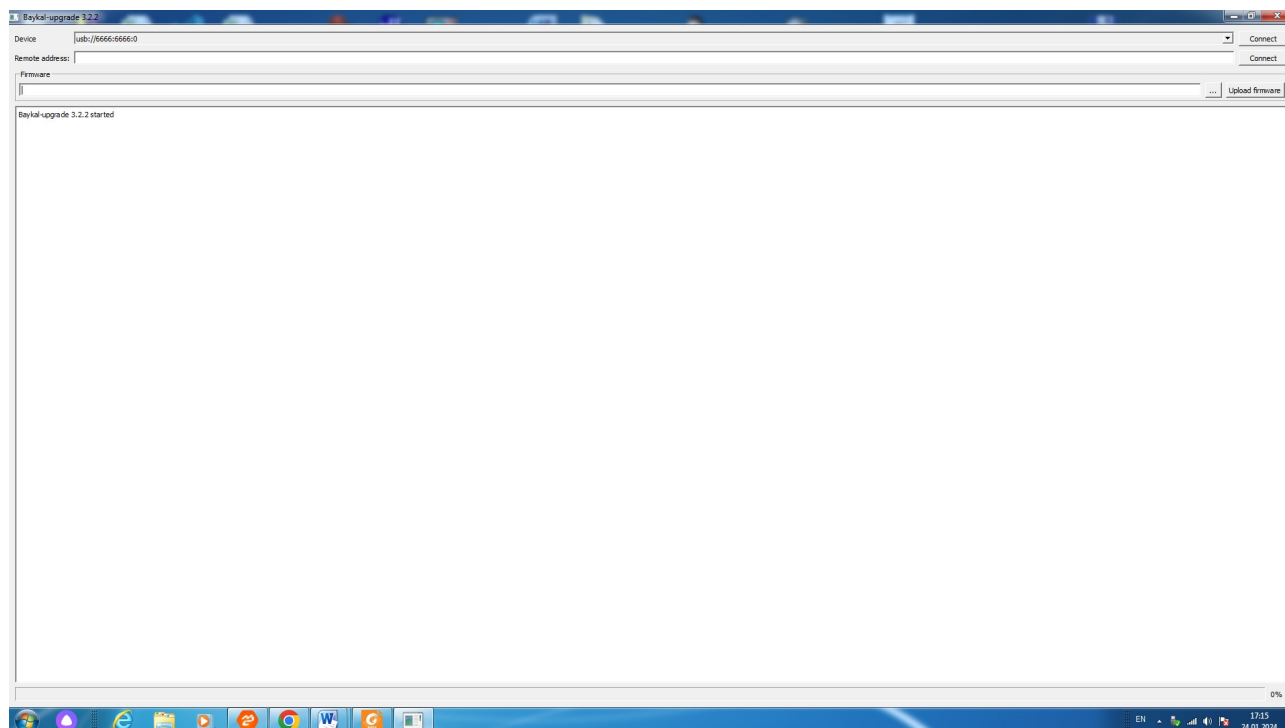


Рисунок 13: Окно программы baykal-upgrade

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 или жёлтым.
4. Запустить программу baykal-upgrade.
5. В выпадающем меню "Device" выбрать USB:...
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

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: Модификация с дополнительным DC-DC преобразователем для питания датчиков.

Данное приложение содержит цоколёвку разъемов модификации сейсмостанции Байкал-8, предназначенной для прямого подключения датчиков СМЕ-4211 и подобных. Данная модификация отличается от стандартного Байкала-8L тем, питание для датчиков подаётся от отдельного изолированного преобразователя. При этом возможны как однополярный, так и двух полярный варианты с различными значениями выходного напряжения. Но во всех случаях мощность ограничена значением 900 мВт.

Возможные значения напряжения питания датчиков:

Однополярное: 5В; 12В; 15В.

Двух полярное: $\pm 5В$; $\pm 12В$; $\pm 15В$.

Такая модификация делается только на этапе производства по требованию заказчика.

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 (однополярное); общий SENSOR_POWER (двух полярное)
9	+SENSOR_POWER
10	-SENSOR_POWER