

# **Инструкция по эксплуатации HVDS-200**

**ПИАФ ОФВЭ ОРЭ**

02.12.2018

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

## Введение

В экспериментальной физике широкое распространение получили многоканальные системы высоковольтного питания для различных детекторов элементарных частиц.

В ОРЭ ОФВЭ разработана одна из таких систем. Она состоит из пятидесятиканальных высоковольтных модулей DB50 и модулей управления HVСВ.

Доступны различные конфигурации системы. Она производится как в варианте на многие тысячи каналов для детекторов на больших ускорителях элементарных частиц, так и в минимальном одномодульном варианте на 50 высоковольтных канала со встроенным источником опорного высокого напряжения.

Ниже рассматривается вариант конфигурации системы, допускающий наличие от одного до четырех стандартных пятидесятиканальных модулей DB50. Система предполагает внешний источник опорного высокого напряжения, что позволяет существенную финансовую экономию на каждом из модулей DB50.

Система предполагает применение для разнообразных тестовых станций и «настоельных» лабораторных установок, причем возможно применение и для «гибридных» установок с различными типами детекторов и, соответственно, различными полярностями выходного высокого напряжения. Каждый из модулей DB50 может быть изготовлен индивидуально для соответствующей полярности детектора и на него может быть подано опорное напряжение от соответствующего высоковольтного источника.

Все модули DB50 в системе имеют унифицированный интерфейс и управляющая программа HVDS-200 в состоянии успешно работать с модулями любой полярности.

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

## 1. Описание аппаратной реализации устройства и выбора программных средств управления системой

HVDS (High Voltage Distribution System) - многоканальная высоковольтная система питания детекторов элементарных частиц.

HVDS реализована на базе активных многоканальных программно-управляемых делителей напряжения (DB50). В различных реализациях системы используются различные наборы пятидесятиканальных модулей DB50 (Distribution Boards) со встроенными или с внешними источниками опорного HV напряжения. Функционально HVDS выполнена как набор модулей DB50, управляемых через блоки HVCB (High Voltage Control Board).

Управление системой высоковольтного питания HVDS производится по локальной сети с помощью модуля управления (контроллера) HVCB. HVCB имеет сетевой интерфейс **100BaseTX Ethernet** с поддержкой режима **half/full duplex** и функцией **MDI/MDIX** автоопределения.

Передача данных производится по протоколу **TCP/IP (IPv4)**. Для передачи сигналов управления используется протокол **UDP**.

Модуль HVCB имеет предустановленные по умолчанию ("**default**") сетевые настройки:

<b>IP Address</b>	<b>192.168.0.151</b>
<b>Network Mask</b>	<b>255.255.255.0</b>
<b>Default Gateway</b>	<b>192.168.0.1</b>

Имеется возможность назначить для модуля HVCB произвольные сетевые настройки **IP Address**, **Network Mask** и **Default Gateway**.

Для возвращения к значениям сетевых настроек по умолчанию необходимо нажать микропереключатель **P3 ("Set default")** на лицевой панели модуля HVCB.

Для обеспечения требуемых временных задержек отклика системы рекомендуется размещение модуля HVCB и управляющего компьютера в одном и том же выделенном сегменте локальной сети с ограничением широковещательного трафика.

В каждом модуле HVCB имеется несколько блоков контроля и управления шин СМВ (Control and Monitoring Busses) и управляемых ими ветвей из нескольких (до 16 шт.) пятидесятиканальных плат DB50, которые, собственно, и реализуют (с помощью ЦАП) высоковольтное питание. DB50 имеют встроенные средства для измерения вырабатываемых HV и соответствующих им токов (с помощью АЦП).

В данной реализации системы («HVDS-200») могут быть задействованы до четырёх модулей DB50 (до 200 каналов HV), подключенных к «младшей» ветви («СМВ 0») модуля HVCB.

Выбор ветви определяется положением разъёма на модуле HVCB; номер модуля DB50 (в пределах  $1 \div 4$ ) – позицией переключателя ( $0 \div 3$ ) на лицевой панели модуля DB50 (из диапазона  $0 \div F$  позиций).

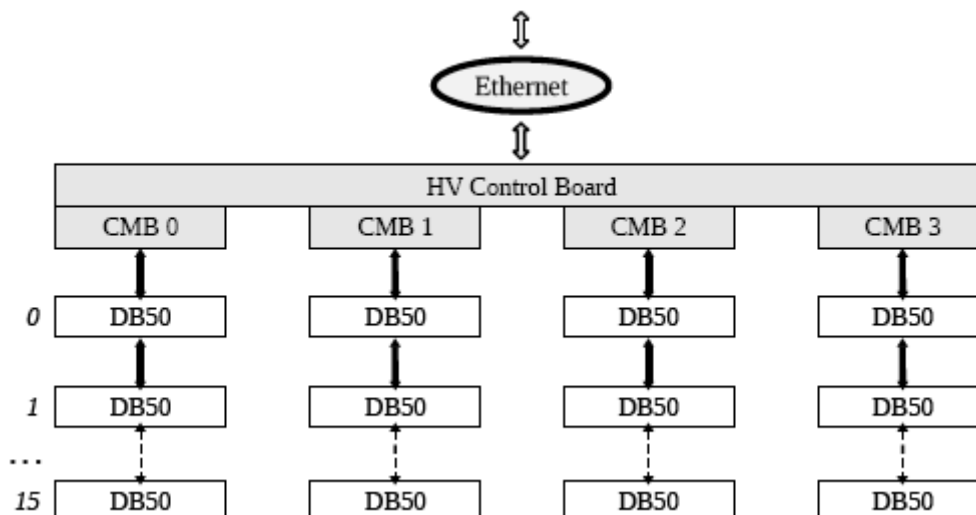


Рис 1. Блок-схема системы HVDS

Интерфейс с управляющим центром HVDS-200 осуществляется через **TCP/IP client/server** механизм, причём модуль HVCSB выступает в нём как **server**.

Для разработки математического обеспечения управлением HVDS-200 были выбраны известная среда программирования **Delphi** фирмы **Borland** и **Lazarus** – полный [кроссплатформенный](#) аналог **Delphi**.

И в **Delphi** и в **Lazarus** используются технологии визуальных объектно-ориентированных компонентов, основанных на языке высокого уровня **Pascal**, для которого разработаны мощные библиотеки прикладных программ и методов.

В отличие от **Delphi**, **Lazarus** является открытой (**open-source software**) [средой разработки программного обеспечения](#) на языке [Object Pascal](#) для компилятора [Free Pascal](#) (часто используется сокращение **FPC** — Free Pascal Compiler, бесплатно распространяемый компилятор языка программирования **Pascal**). Интегрированная среда разработки предоставляет возможность [кроссплатформенной](#) разработки приложений в **Delphi**-подобном окружении, что позволяет достаточно несложно переносить **Delphi** -программы с графическим интерфейсом в различные операционные системы: [Linux](#) и т. д.

В частности, это позволяет перенести программное обеспечение управлением HVDS-200 в операционную систему [Linux](#), применяемую в большинстве крупных ядерных научных центров.

Принципиальным моментом является наличие в **Lazarus** компонента **Indy** (Internet Direct), который позволяет реализовать **TCP/IP client/server** и **UDP client/server** механизмы для взаимодействия с HVCSB модулем через сеть **Ethernet**.

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

В особых случаях, для дистанционного перепрограммирования самого модуля HVCB (дистанционного переопределения сетевых параметров HVCB модуля: **IP Address**, **Network Mask** и **Gateway**), приходится применять **UDP client/server** механизм.

Всё это позволило разработать достаточно простое и удобное для пользователя программное обеспечение (ПО) управлением HVDS-200. Графическая оболочка программы реализована как многостраничное (четырёхстраничное) приложение **Delphi/Lazarus**. Каждая страница соответствует одной 50 канальной плате DB50.

Программное обеспечение (ПО) для управления HVDS-200 написано как клиентское приложение для **TCP/IP client/server** механизма.

Часть ПО для перепрограммирования модуля HVCB написана как клиент-серверное приложение для **UDP client/server** механизма.

Для корректной работы графической оболочки программы на управляющем компьютере необходим монитор с разрешением не менее, чем 1280 x 1024.

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

## 2. Описание программного графического интерфейса

Предлагаемая версия системы HVDS-200 работает с внешним источником опорного HV напряжения.

Ниже приводится изображение главной панели программы управления HVDS-200 с пояснениями по конкретным элементам управления и элементам визуализации результатов работы программы.

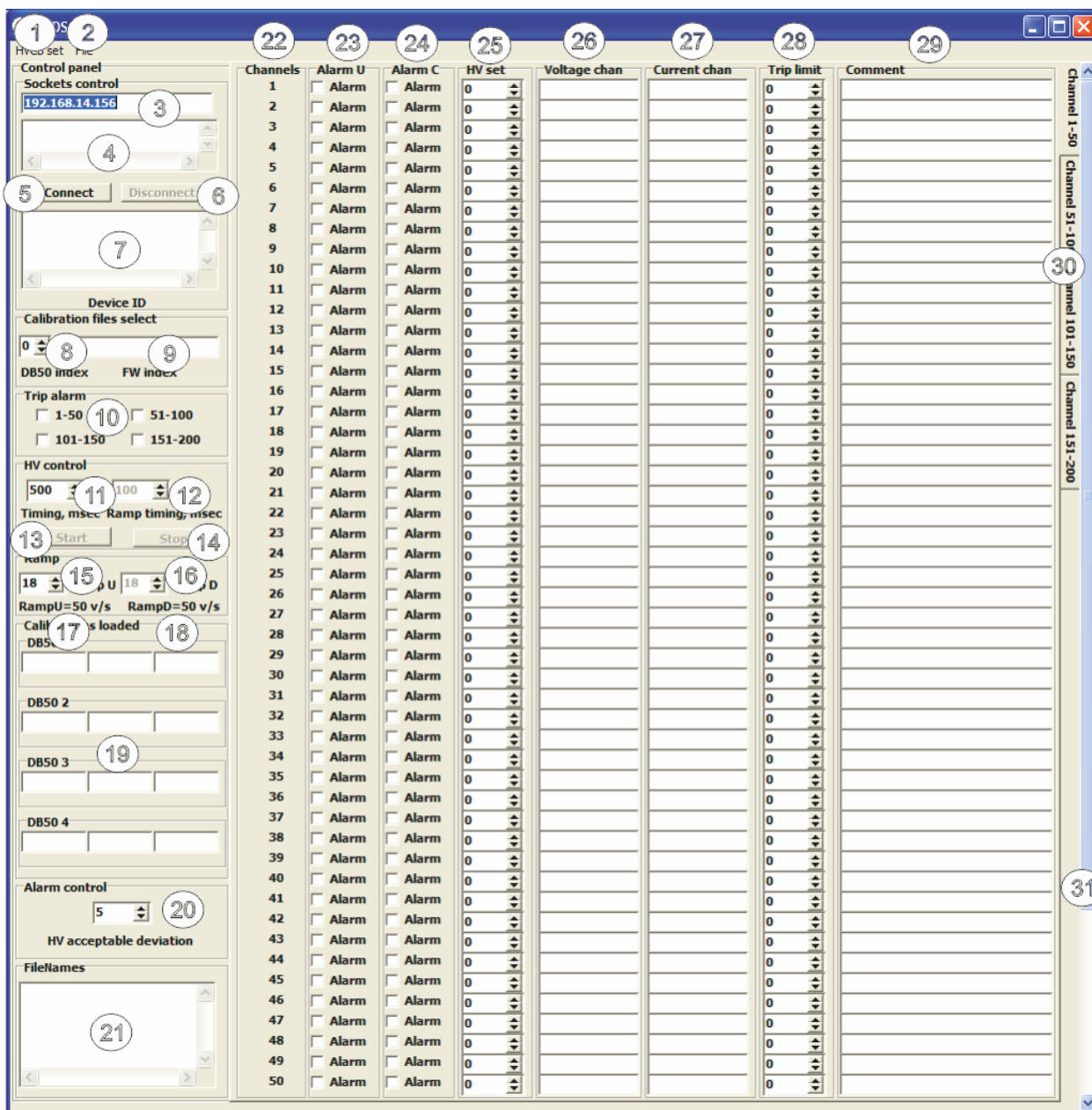


Рис 2. Общий вид главной панели программы управления HVDS-200

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

1. **HVCB set** – вызов дочерней панели для управления дистанционным перепрограммированием модуля HVCB.
2. **File** – вызов меню выбора диалоговых окон для загрузки/сохранения конфигурационных и калибровочных файлов и команды завершения работы программы: **Exit**.
  - a. Конфигурационные и калибровочные файлы по умолчанию находятся в соответствующих подкаталогах: **Configuration, VmonCalibration, VsetCalibration, и CmonCalibration**.
3. Окно ввода **IP** адреса (или имени в **DNS**) модуля HVCB (**server**).
4. Окно вывода **client/server** диалога при присоединении/отсоединении HVCB.
5. Включение **client socket** соединения с HVCB.
6. Выключение **client socket** соединения с HVCB.
7. Окно вывода списка найденных при соединении с HVCB модулей DB50.
8. Переключатель номера модуля DB50 для загрузки файлов **configuration/calibration**.
9. Окно вывода **Firmware&ID** модуля DB50.
10. Группа индикаторов **trip** для модулей DB50.
11. Окно задания величины тайминга – периода цикла обращения к DB50. В цикле фактически два обращения к DB50: запись задаваемых величин HV и чтение полученных величин HV и токов. Минимальная величина периода цикла обращения ~ 80 msec.
12. Окно вывода величины тайминга загрузки/разгрузки высокого напряжения – периода цикла изменения высокого напряжения в режиме включения/остановки работы HVDS -200.
13. Запуск сеанса работы программы.
14. Остановка сеанса работы программы.
15. Окно задания величины **Ramp U** (Ramp Up) – скорости загрузки высокого напряжения. Задаётся номер режима загрузки. Всего имеется 28 режимов загрузки высокого напряжения: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 v/sec (с увеличением HV на 1 v на каждом шаге загрузки) и 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 v/sec (с увеличением HV в диапазоне от 2 до 10 v на каждом шаге загрузки).
16. Окно задания величины **Ramp D** (Ramp Down) – скорости разгрузки высокого напряжения. Задаётся номер режима разгрузки. Всего имеется 28 режимов разгрузки высокого напряжения: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 v/sec (с уменьшением HV на 1 v на каждом шаге разгрузки) и 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 v/sec (с уменьшением HV в диапазоне от 2 до 10 v на каждом шаге загрузки).

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

17. Величина **Ramp U**, скорости загрузки высокого напряжения, соответствующая выбранному в 15 номеру режима. Задаётся в величинах (**v/sec**). Тайминг шагов загрузки выводится в 12.
18. Величина **Ramp D**, скорости разгрузки высокого напряжения, соответствующая выбранному в 16 номеру режима. Задаётся в величинах (**v/sec**). Тайминг шагов разгрузки выводится в 12.
19. Панель вывода имен калибровочных файлов, загружаемых автоматически по умолчанию.
20. Окно задания предельных величин допустимых отклонений HV.
21. Окно вывода имён загруженных/сохранённых файлов конфигураций и калибровок.
22. Колонка номеров каналов HV текущего номера модуля DB50.
23. Колонка индикаторов превышения максимально допустимых величин отклонений HV текущего номера модуля DB50.
24. Колонка индикаторов превышения максимально допустимых токов текущего номера модуля DB50.
25. Колонка величин задаваемых HV текущего номера модуля DB50.
26. Колонка величин прочитанных HV текущего номера модуля DB50.
27. Колонка величин прочитанных токов текущего номера модуля DB50.
28. Колонка величин задаваемых значений максимально допустимых токов текущего номера модуля DB50.
29. Колонка полей комментариев текущего номера модуля DB50.
30. Закладки страниц (отображений модулей DB50).
31. Линейка вертикальной прокрутки главной панели.



## 3. Загрузка параметров HVCB

Ниже приводится общий вид подключенной дочерней панели для управления дистанционным перепрограммированием модуля HVCB с пояснениями по конкретным элементам управления и элементам визуализации результатов работы программы.

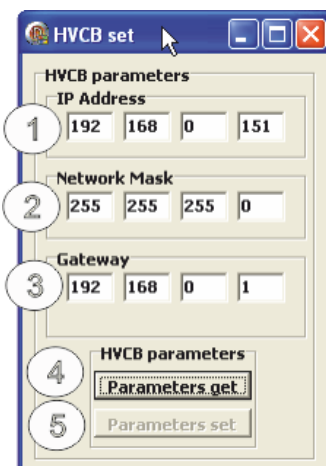


Рис 3. Дочерняя панель для управления дистанционным перепрограммированием модуля HVCB.

Как это описано в главе 1, для управления высоковольтными модулями DB50 системой HVDS-200 используется сетевой интерфейс. Это позволяет управлять высоковольтными модулями DB50 дистанционно, но требует корректного использования сетевых параметров (**IP Address**, **Network Mask** и **Gateway**), задаваемых для модуля HVCB.

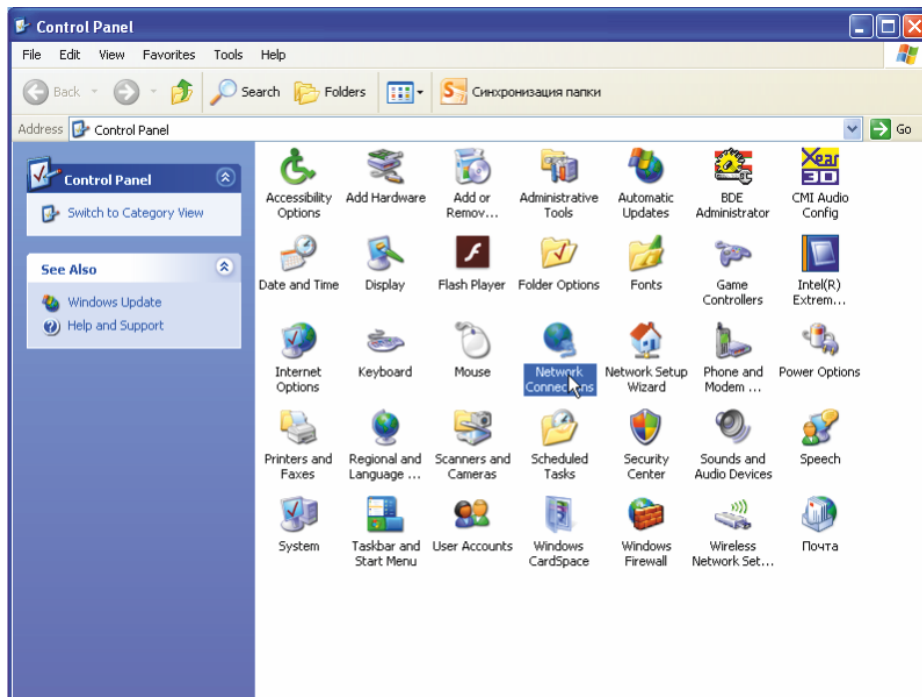
Рекомендуется при первоначальном включении системы HVDS-200 начинать именно с режима адресации модуля HVCB по умолчанию, при этом сетевые разъемы модуля HVCB и управляющего компьютера соединяются в локальную сеть прямым кабельным соединением.

Для переключения модуля HVCB в режим адресации по умолчанию, необходимо нажать микропереключатель **P3** на его лицевой панели.

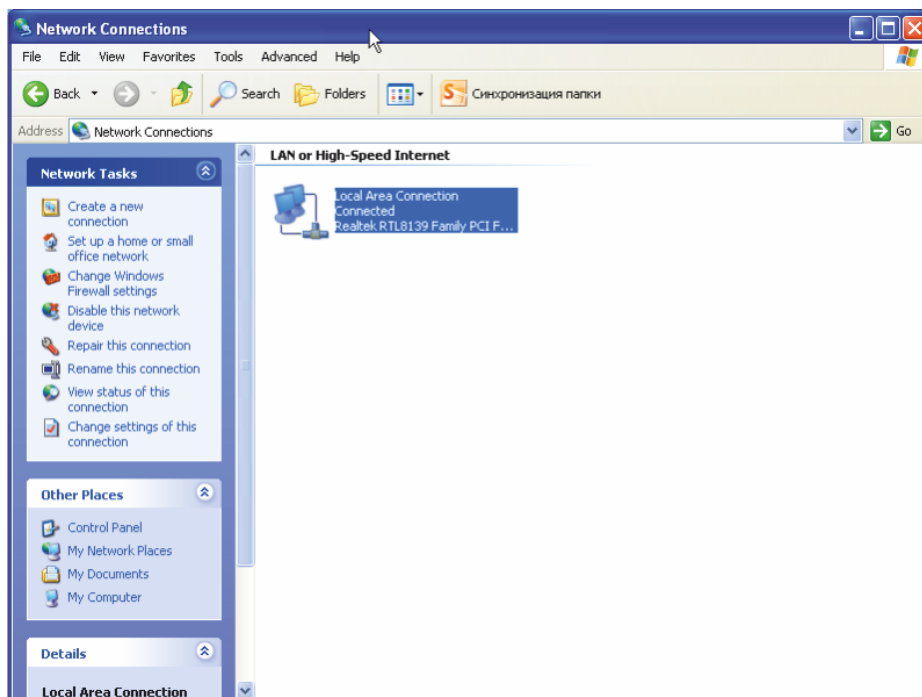
Необходимо помнить, что для корректной работы в локальной сети, в управляющем компьютере должен быть прописан один из подмножества **IP** адресов вида: **192.168.0.XXX** (исключая, естественно, **IP** адрес собственно модуля HVCB).

Ниже приводится последовательность операций (для случая Windows XP) для «прописывания» дополнительных сетевых параметров в управляющем компьютере.

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

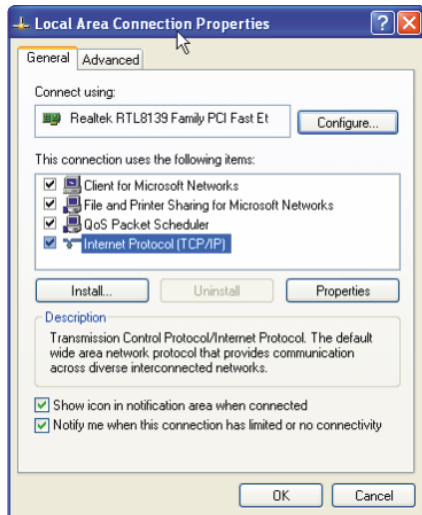


**В Control Panel управляющего компьютера выбрать и открыть Network Connections**

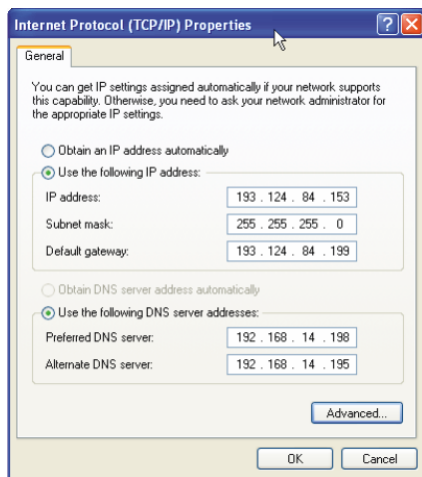


**Выбрать и включить (правой кнопкой мыши) «Свойства» (Properties)**

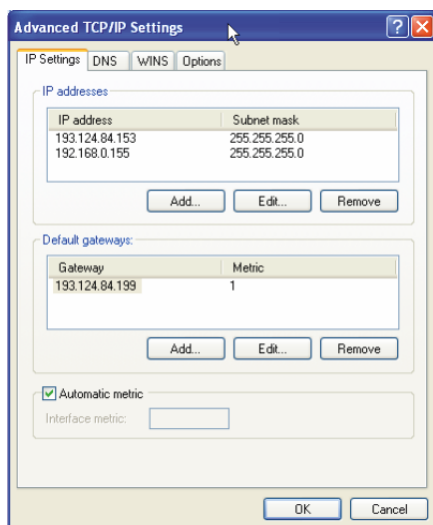
# Инструкция по эксплуатации HVDS-200



**Выбрать и открыть опцию «Свойства» (Properties) Internet Protocol (TCP/IP)**



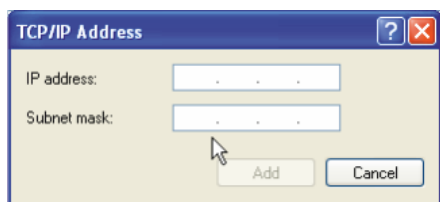
**Выбрать и открыть опцию «Advanced»**



**Выбрать и открыть опцию IP address «Add»**

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---



В открывшемся окне «прописать» необходимые сетевые параметры и нажать «Add»

У вашего управляющего компьютера появятся дополнительные **IP Address** и **Subnet mask**.

После проверки работоспособности системы HVDS-200 и управляющей программы, обычно возникает проблема локализации системы HVDS-200 в местной сети **Ethernet**. При этом сетевые параметры системы HVDS-200 для местной сети **Ethernet** обычно назначаются местным сетевым администратором. Проблема только в том, как загрузить их в модуль HVCB системы.

Для этого и предназначена система дистанционного перепрограммирования модуля HVCB. Для её корректной работы необходимо, чтобы предварительно модуль HVCB находился в режиме адресации по умолчанию.

В модуле HVCB имеется несколько внутренних команд, доступных через **UDP client/server** механизм. Для дистанционного перепрограммирования модуля HVCB требуются две из этих команд: команда **Get** позволяет обратиться к модулю HVCB и затребовать передачу в управляющий компьютер необходимых для дальнейшей работы данных, команда **Set** пересылает в модуль HVCB новый набор сетевых параметров (**IP Address**, **Network Mask** и **Gateway**) для дальнейшей установки их в модуле HVCB, как рабочих сетевых параметров.

Как это демонстрируется на **рис 3**, пользователь в позициях 1, 2 и 3 дочерней панели имеет возможность редактировать соответственно поля **IP Address**, **Network Mask** и **Gateway** в соответствии с новым набором сетевых параметров, предложенным местным сетевым администратором. Именно этот набор параметров в дальнейшем и будет загружен в модуль HVCB.

После нажатия клавиши 4 выполняется команда **Get** модуля HVCB. Модуль HVCB возвращает на управляющий компьютер данные, необходимые для выполнения команды **Set**, которая, собственно, и перепрограммирует сетевые параметры модуля HVCB. После получения этих данных, клавиша 5 деблокируется.

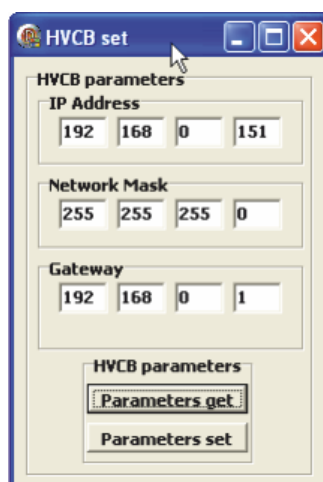


Рис 4. Вид дочерней панели после выполнения команды **Set**.

Команда **Set** выполняется при нажатии клавиши 5. На модуль HVCB отправляется дейтаграмма с набором данных для перепрограммирования сетевых параметров модуля. По завершению перепрограммирования сетевых параметров модуля, дочерняя панель закрывается. Система HVDS-200 готова к работе с новыми сетевыми параметрами.

## 4. Загрузка/Сохранение файлов

Ниже приводится изображение главной панели программы управления HVDS-200 с включённым меню выбора диалоговых окон для загрузки/сохранения конфигурационных и калибровочных файлов.

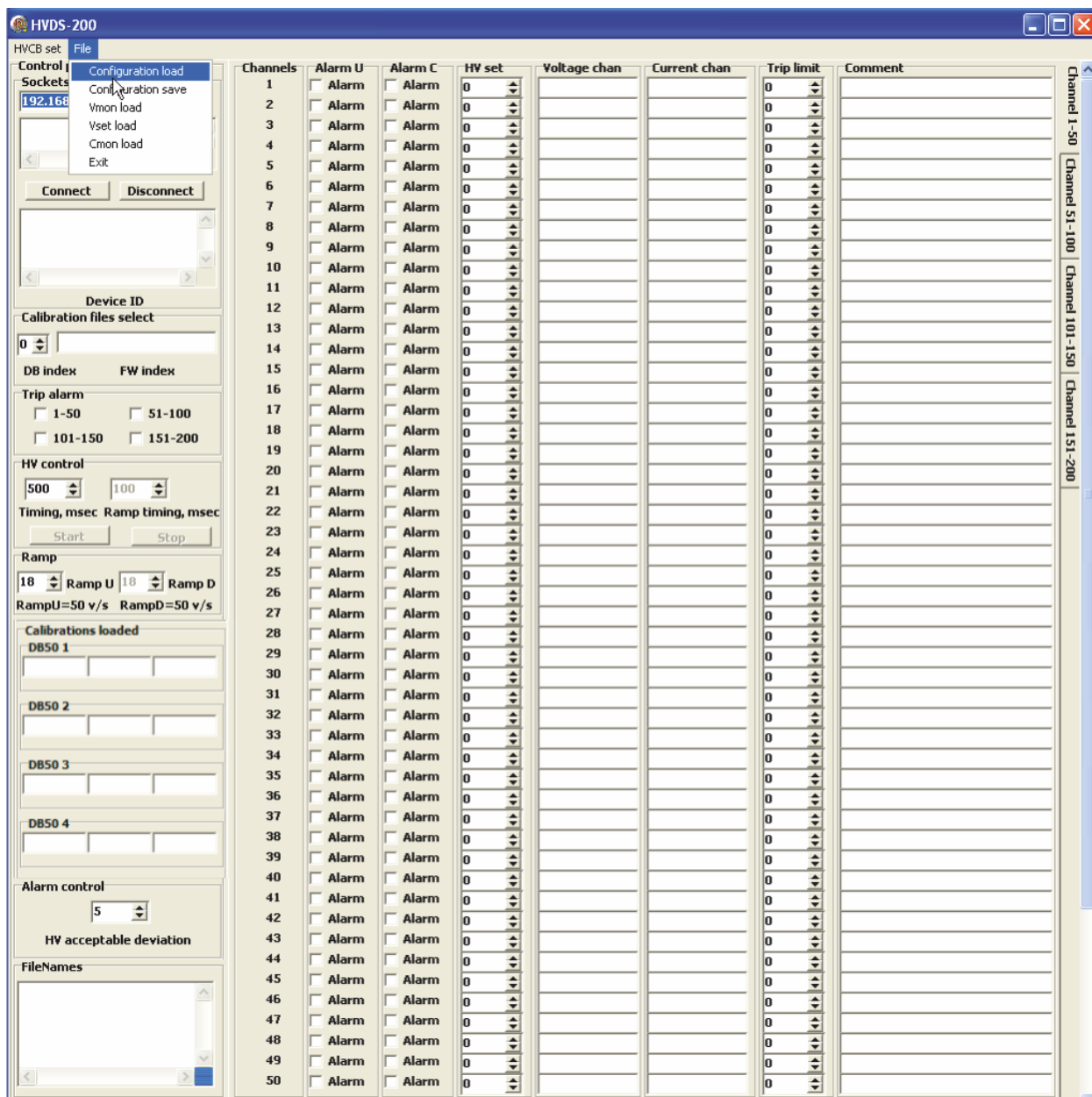


Рис 5. Главная панель с включенным меню выбора диалоговых окон

Чтобы запустить процесс управления HVDS-200, пользователю необходимо произвести несколько подготовительных операций. Во-первых, реализовать соединение управляющего компьютера с модулем HVCB. Для этого необходимо ввести в окне (3) **IP** (или **DNS**) адрес HVCB. Затем нажать кнопку **Connect** (5).

При этом в окне (4) выводится **client/server** диалог при соединении с модулем HVCB

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

После установления соединения, программа производит опрос регистров CSR (Control Status Register) модуля HVCSB и выясняет, какие именно модули DB50 подключены к «младшей» ветви (СМВ 0) HVCSB и попадают в диапазон  $1 \div 4$  адресов ( $0 \div 3$  позиции переключателя на передней панели модулей DB50). Весь диапазон доступных позиций переключателя  $0 \div F$ , из них доступны программе только первые четыре).

Программа последовательно (начиная с младших адресов модулей DB50) связывает модули DB50 с соответствующими страницами главной панели, при этом физические HV каналы модулей DB50 связываются с «виртуальными» каналами на страницах панели.

По завершению подключения в окно (7) выводятся номера связанных программой модулей DB50 с соответствующими диапазонами «виртуальных» адресов, при этом выводятся и **ID** этих модулей. **ID** модуля DB50 должно присутствовать в именах конфигурационных/калибровочных файлов, что гарантирует идентичность файлов для данного конкретного модуля DB50.

Перед загрузкой конфигурационных/калибровочных файлов необходимо помнить: с помощью переключателя номера модуля DB50 (8) необходимо выбрать конкретный модуль DB50 (с соответствующим **ID** модуля) для корректной загрузки именно его конфигурационных/калибровочных файлов. При этом в окно (9) выводится **ID** подключаемого модуля DB50.

При переключении (8) программа автоматически проверяет наличие файлов калибровок в соответствующих каталогах. Проверяется наличие файлов вида «**Vmon XXX.dat**», «**Vset XXX.dat**» и «**Cmon XXX.dat**», где «**XXX**» – **ID** подключаемых модулей DB50. При нахождении калибровочных файлов производится автоматическая загрузка соответствующих калибровок. При этом имена найденных файлов выводятся в окна панели (19). Если файлы не находятся, соответствующие калибровки не подключаются и в окнах панели (19) изменения не происходят. Калибровки можно подключить и вручную с помощью меню **File** (2) (см. ниже).

В конфигурационных файлах сохраняются рабочие параметры сеанса работы программы управления HVDS-200. Сохраняются по три параметра на каждый из HV каналов: величина задаваемого в канале HV, величина максимально допустимого в канале тока и текстовый комментарий пользователя для этого канала.

Пользователь имеет возможность самостоятельно сохранять нужный ему вариант конфигурации и в дальнейшем использовать его по своему усмотрению.

Файлы конфигурации по своей природе являются простыми текстовыми файлами, при желании пользователь имеет возможность редактировать их с помощью любого доступного ему текстового редактора.

Файлы калибровок необходимы для корректного управления HV (файл **Vset**) и преобразования величин читаемых из DB50 значений (в каналах АЦП) в естественные единицы измерения –

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

в **volt** (файл **Vmon**) и в **mkA** (файл **Cmon**). Файлы калибровок создаются с помощью специальных процедур, индивидуально для каждого конкретного DB50, поэтому в наименовании каждого файла обязательно должен присутствовать **ID** модуля DB50. По умолчанию калибровки производятся в диапазонах 0-2 kV.

По желанию пользователя возможны индивидуальные калибровки в нужных ему диапазонах.

Пользователю рекомендуется загрузить конфигурационный (если он имеется) и калибровочные файлы. Вызываем меню **File** (2) и далее – выбираем соответствующие диалоговые окна (рис. 6 и рис. 7).

Файл калибровки **Vset** необходим для корректного преобразования задаваемых значений HV (каналы ЦАП, задаются в колонке 24) в значения на HV выходах DB50.

Файл калибровок **Vmon** необходим для преобразования прочитанных из DB50 значений HV (каналы АЦП, выводятся в колонке 25) в единицы **volt**.

При подключенных калибровках **Vmon** и **Vset** в подписи в заголовке колонки (25) наименования «**chan**» при работе программы сменяются на наименования «**volt**».

Файл калибровки **Cmon** необходим для преобразования прочитанных из DB50 значений тока (каналы АЦП, выводятся в колонке 26) в единицы **mkA**.

Соответственно, в заголовке колонки (26) при работе программы наименование «**chan**» сменится на наименование «**mkA**».

По умолчанию, если пользователь не загрузил калибровочные файлы, значения в колонках 25 и 26) при работе программы будут выводиться в величинах «каналы» («**chan**»).

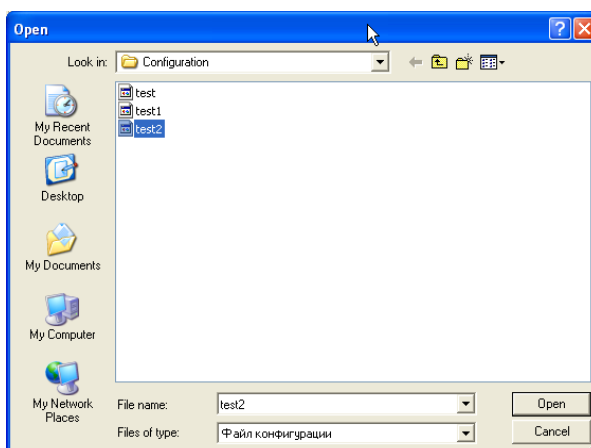
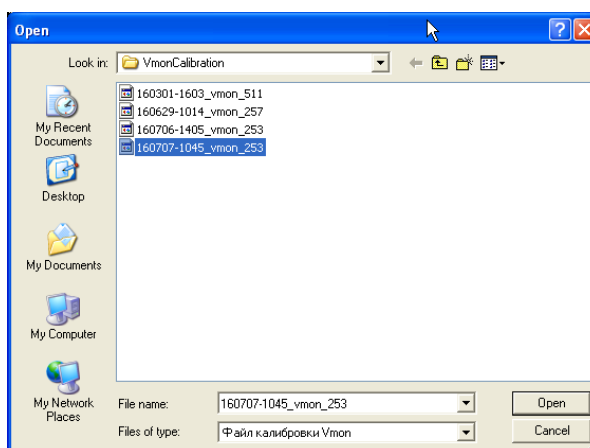


Рис 6. Диалоговое окно выбора файлов конфигурации





**Рис 7. Диалоговое окно выбора файлов Vmon калибровки**

По мере подключения пользователем файлов конфигураций и калибровок, их имена выводятся в окне (21).

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

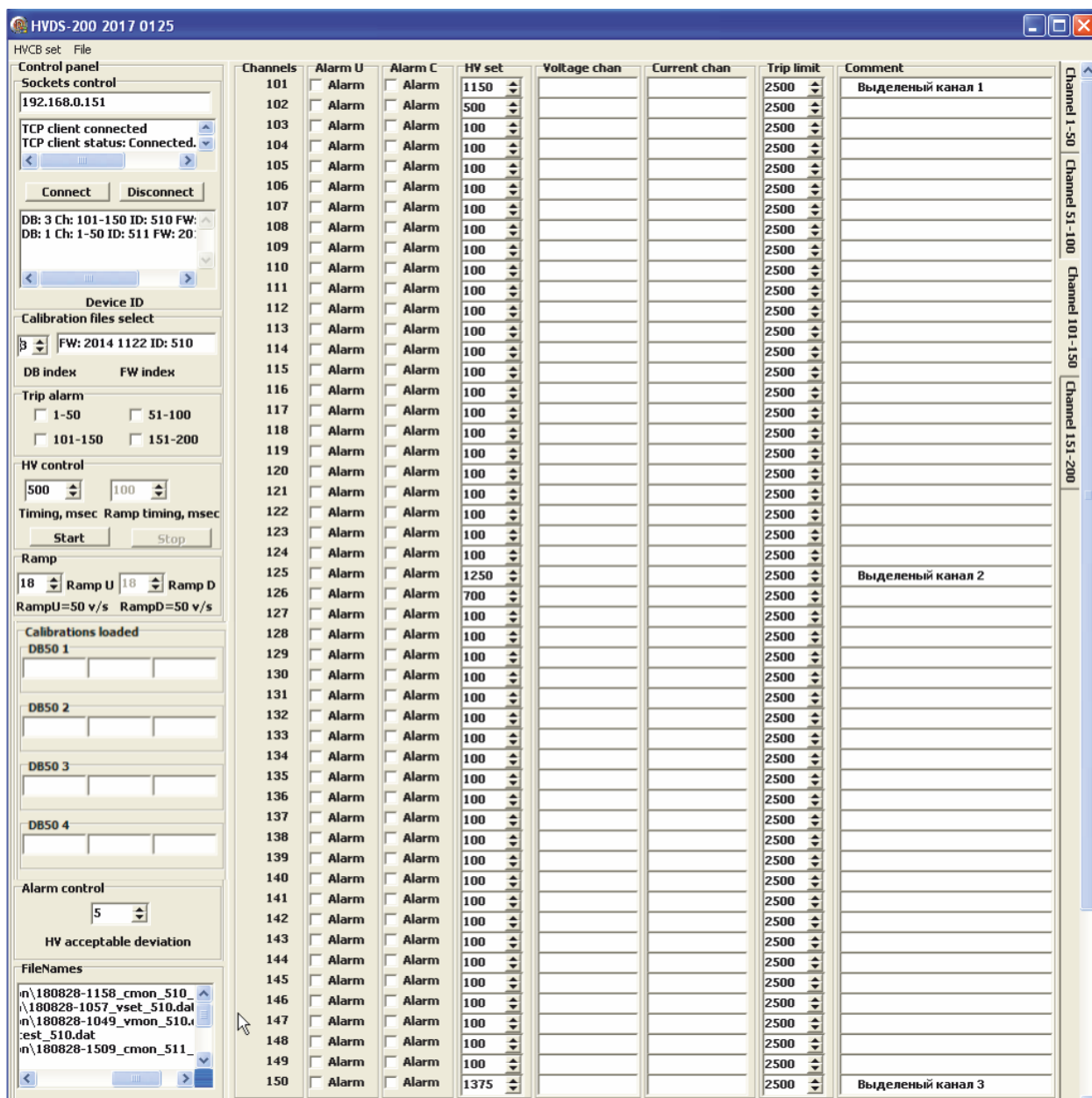


Рис 8. Главная панель программы управления HVDS-200 (3 страница) после ручной загрузки файлов конфигурации/калибровки

## 5. Запуск программы

Перед запуском очередного сеанса работы программы, пользователю необходимо убедиться в правильности сборки системы HVDS-200. Все сетевые кабельные соединения должны быть корректно собраны, на все модули DB50 с помощью соответствующих перемычек должно быть подано питание, от внешнего источника HV на все модули DB50 с помощью высоковольтных коаксиальных кабелей от соответствующих источников должно быть подано опорное высоковольтное напряжение...

Ниже приводится изображение главной панели программы управления HVDS-200 в процессе запуска (загрузки HV) очередного сеанса работы программы (модуль DB50 номер 3, третья страница).

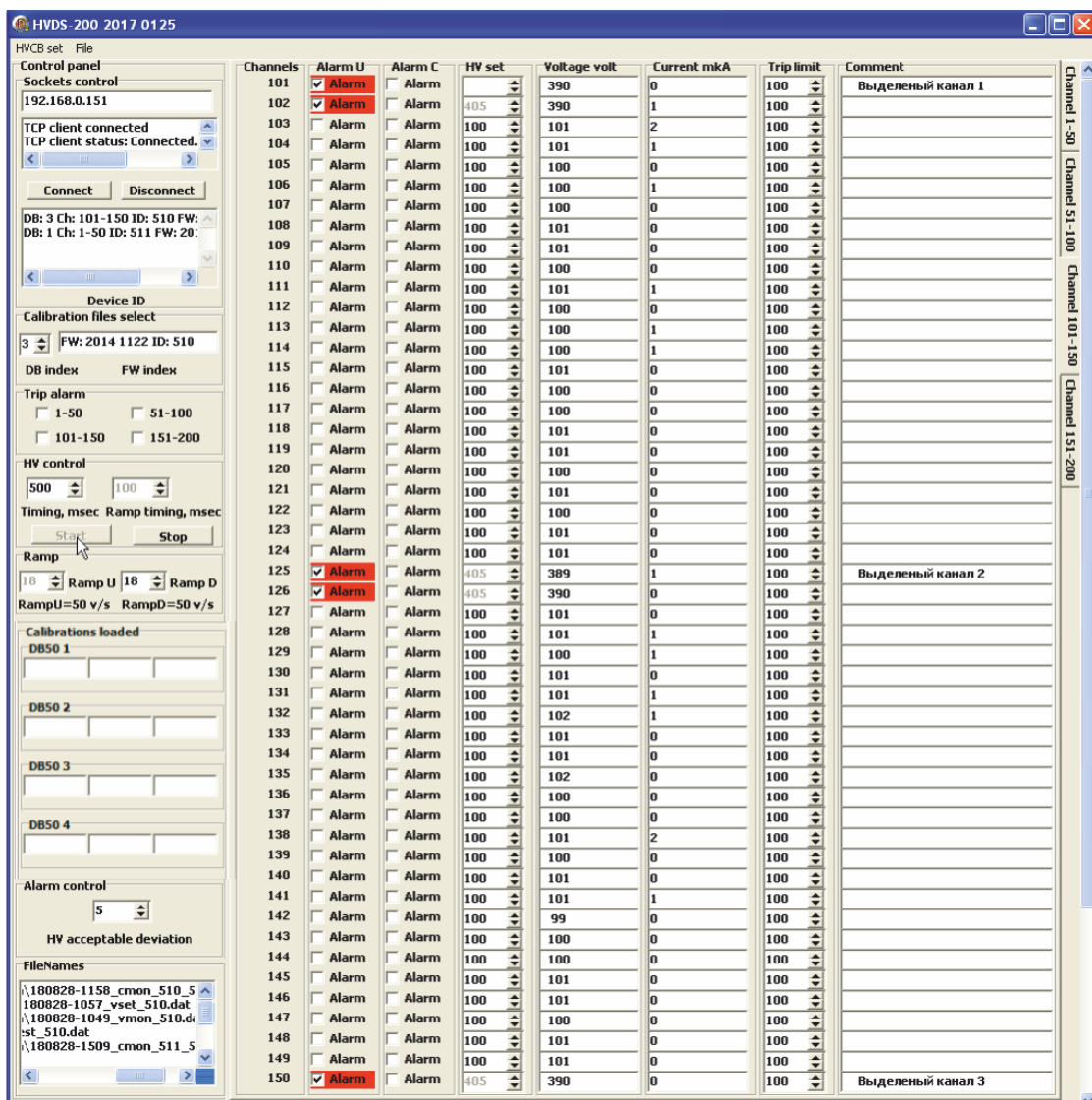


Рис 9. Главная панель программы управления HVDS-200 в процессе загрузки HV (включение)

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

В ручном режиме все окна ввода величин задаваемых HV (в колонке 24) изначально доступны пользователю.

В момент запуска сеанса работы кнопка **Start** (13) включается таймер, управляющий работой программы. В начале каждого цикла обращения к DB50 (величина периода цикла обращения задаётся в окне 11), производится запись в DB50 значений задаваемых HV (в колонке 24). В пределах того же цикла с некоторой задержкой производится чтение из DB50 значений HV и токов и вывод их в соответствующие окна (в колонках 25 и 26).

В ручном режиме загрузки выходных HV, пользователь имеет возможность самостоятельно управлять величинами задаваемых HV. При этом программа проверяет задаваемую величину HV и сравнивает её с заданным в предыдущем цикле значением. Если значения HV отличаются более, чем на 100 **volt**, программа добавляет/убавляет по отношению к предыдущему значению величину 100 и полученное значение передаёт в DB50. Таким образом, блокируются большие броски напряжения на HV выходах DB50.

В том случае, если разница значений превышает заданную в окне (19) предельную величину допустимых отклонений HV, в колонке (22) включается соответствующий индикатор (красного цвета) превышения максимально допустимой величины отклонения HV.

Перед запуском сеанса работы программы после загрузки конфигурационного файла пользователю рекомендуется проверить правильность выбора величины скорости загрузки высокого напряжения (**Ramp U**). По умолчанию для **Ramp U** задана величина **50 v/sec**. При необходимости пользователь имеет возможность в (15) изменить величину скорости загрузки.

В режиме запуска после загрузки конфигурационного файла, программа самостоятельно загружает выходные значения HV. В соответствии с величиной периода цикла обращения, производится пошаговое увеличение выходных значений HV в каналах DB50 до заданных в конфигурационном файле величин. Шаг увеличения выходных значений HV производится в соответствие с выбранным в (15) режимом.

На время автоматической загрузки значений HV, все окна ввода величин задаваемых HV (в колонке 24) блокируются от доступа пользователя. По достижению заданных в конфигурационном файле значений HV, окна ввода деблокируются.

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

## 6. Работа программы

Ниже приводится изображение главной панели программы управления HVDS-200 в процессе работы приложения. Приведено изображение главной панели программы для страницы 3 приложения (модуль DB50 номер 3 (позиция переключателя «2» на его лицевой панели), диапазон связанных с ним виртуальных каналов 101 ÷ 150).

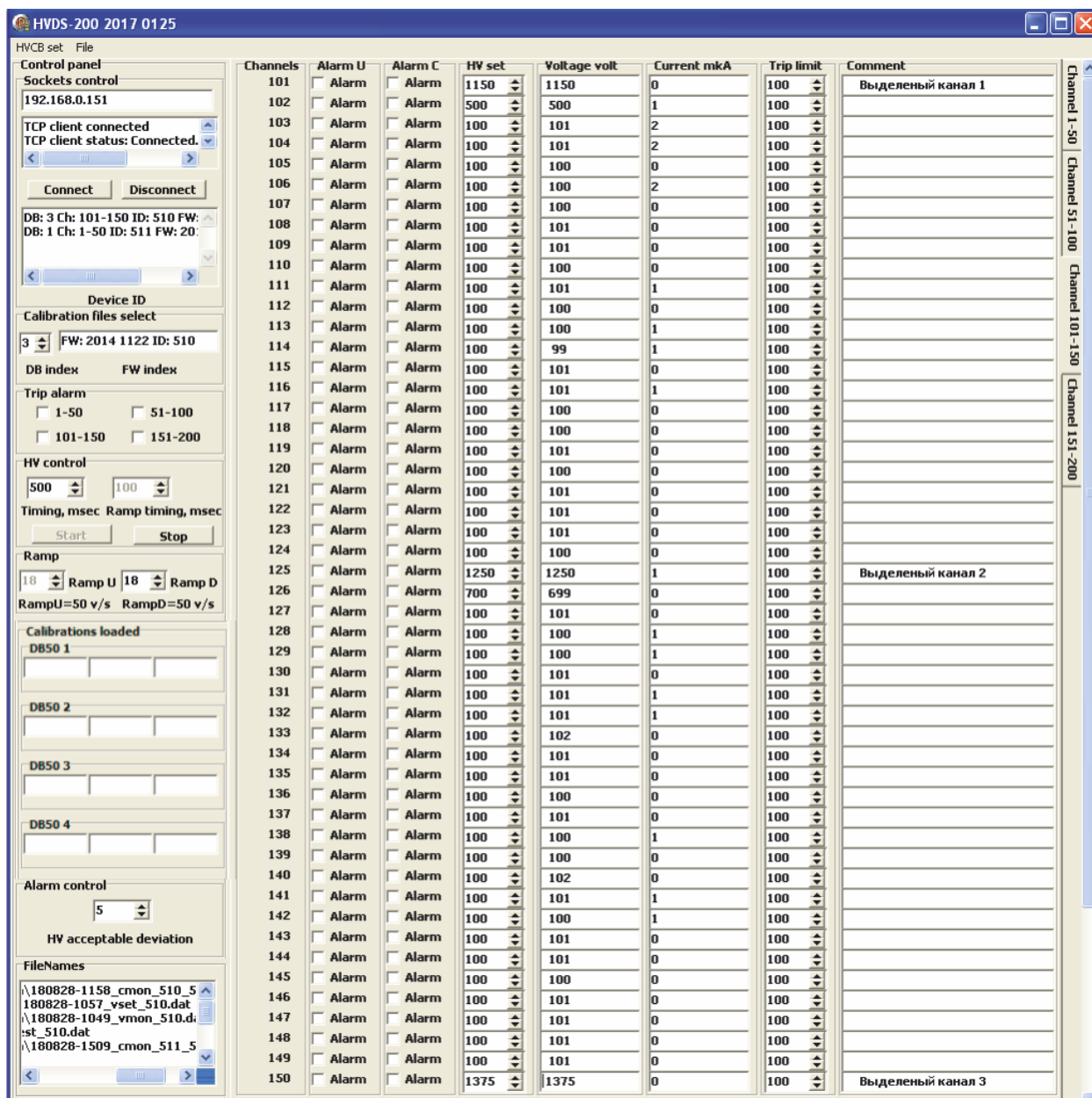


Рис 10. Главная панель программы управления HVDS-200 в процессе работы (3 страница)

В процессе работы программа циклически (период цикла задаётся в 11) посылает в HVDS-200 значения величин HV, (задаваемых в колонке 24), проверяя их изменения по сравнению с предыдущим циклом, как это описано в главе 5.

В пределах этого же цикла программа производит чтение возвращаемых HVDS-200 значений HV и токов и выводит их значения в колонки 25 и 26.

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

Полученные значения HV проверяются на отклонения от заданных величин. Если полученная величина HV отклоняется от заданной более, чем на максимально допустимую величину (задаваемую в 19), в соответствующем канале включается индикация (в колонке 22) красного цвета.

Значения токов проверяются на превышение величин задаваемых максимально допустимых токов (задаются поканально в колонке 27). Если имеет место превышение (ситуация «трип тока» в канале), в колонке 23 включается соответствующий индикатор синего цвета и устанавливается соответствующий программный признак для этого канала.

В следующем цикле (с минимальной задержкой  $\sim 27$  msec) при очередной засылке значений HV, программа в этом канале меняет цвет индикатора на черный, сбрасывает величину засылаемого в канале HV в 0 и блокирует этот канал от изменения пользователем.

На **Рис 11.** приведено изображение главной панели программы для страницы 1 приложения (модуль DB50 номер 1 (позиция переключателя «0» на его лицевой панели), диапазон связанных с ним виртуальных каналов  $1 \div 50$ ).

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

The screenshot displays the HVDS-200 control software interface. On the left is a control panel with various settings, and on the right is a main data table with 50 channels.

**Control Panel (Left):**

- Control panel:** HVCB set File
- Sockets control:** 192.168.0.151
- TCP client status:** Connected
- Buttons:** Connect, Disconnect
- DB:** 3 Ch: 101-150 ID: 510 FW: 20; 1 Ch: 1-50 ID: 511 FW: 20
- Device ID:** Calibration files select
- FW:** 2014 1122 ID: 510
- DB index:** FW index
- Trip alarm:** 1-50, 51-100, 101-150, 151-200
- HV control:** 500
- Timing, msec:** Ramp timing, Start, Stop
- Ramp:** Ramp U=18, Ramp D=18, RampU=50 v/s, RampD=50 v/s
- Calibrations loaded:** DB50 1, DB50 2, DB50 3, DB50 4
- Alarm control:** 5
- HV acceptable deviation:**
- FileNames:** \180828-1158\_cmon\_510\_5, 180828-1057\_yset\_510.dat, \180828-1049\_vmon\_510.d:st\_510.dat, \180828-1509\_cmon\_511\_5

**Main Data Table (Right):**

Channels	Alarm U	Alarm C	HV set	Voltage volt	Current mA	Trip limit	Comment
1	Alarm	Alarm	750	750	9	100	Выделенный канал 1
2	Alarm	Alarm	500	500	3	100	
3	Alarm	Alarm	100	101	0	100	
4	Alarm	Alarm	100	101	0	100	
5	Alarm	Alarm	100	100	0	100	
6	Alarm	Alarm	100	101	3	100	
7	Alarm	Alarm	100	100	6	100	
8	Alarm	Alarm	100	100	3	100	
9	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
10	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
11	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
12	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
13	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
14	Alarm	Alarm	100	100	1	100	
15	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
16	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
17	Alarm	Alarm	100	101	1	100	
18	Alarm	Alarm	100	101	3	100	
19	Alarm	Alarm	100	100	1	100	
20	Alarm	Alarm	100	100	0	100	
21	Alarm	Alarm	100	102	0	100	
22	Alarm	Alarm	100	100	3	100	
23	Alarm	Alarm	100	101	7	100	
24	Alarm	Alarm	100	100	7	100	
25	Alarm	Alarm	850	850	2	100	Выделенный канал 2
26	Alarm	Alarm	700	700	2	100	
27	Alarm	Alarm	100	100	3	100	
28	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
29	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
30	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
31	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
32	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
33	Alarm	Alarm	100	100	4	100	
34	Alarm	Alarm	100	100	6	100	
35	Alarm	Alarm	100	99	12	100	
36	Alarm	Alarm	100	100	8	100	
37	Alarm	Alarm	100	100	4	100	
38	Alarm	Alarm	100	101	0	100	
39	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
40	Alarm	Alarm	100	101	6	100	
41	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
42	Alarm	Alarm	100	99	2	100	
43	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
44	Alarm	Alarm	100	100	3	100	
45	Alarm	Alarm	100	99	3	100	
46	Alarm	Alarm	100	101	2	100	
47	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
48	Alarm	Alarm	100	100	2	100	
49	Alarm	Alarm	100	101	3	100	
50	Alarm	Alarm	975	975	1	100	Выделенный канал 3

Рис 11. Панель программы управления HVDS-200 в процессе работы (1 страница)



# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

## 7. Трип тока

Ниже приводится изображение главной панели программы управления HVDS-200 в состоянии фиксации «трипа тока» в 139 «виртуальном» канале (39 канал в модуле DB50). При этом в 110 «виртуальном» канале (10 канал в модуле DB50) трип тока произошел ранее.

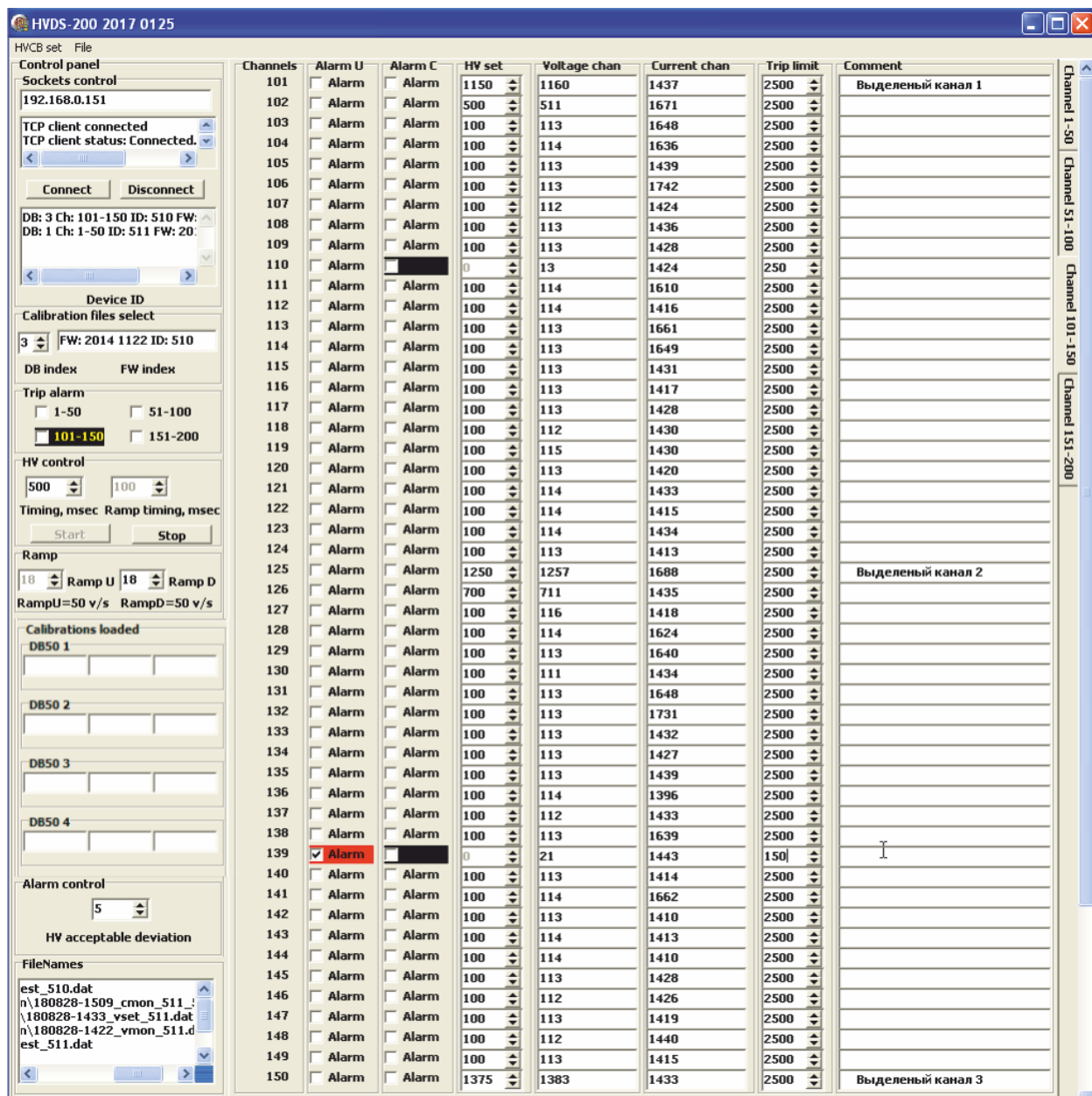


Рис 12. Главная панель программы управления HVDS-200 в состоянии обнаружения triп тока

Для моделирования работы с трипами токов, для модуля DB50 с ID 510 не были загружены файлы калибровок (загружен только соответствующий конфигурационный файл). В этом случае, из модуля DB50 поступают величины (в каналах АЦП) измеренных холостых токов и токовая калибровка не преобразует их в величины **mA**.

Трип тока в обоих каналах был спровоцирован искусственно – методом занижения для этих каналов величин задаваемых максимально допустимых токов (в колонке 27). Значения холо-



# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

стых токов в этих каналах превысили соответствующие максимально допустимые значения токов и программа зафиксировала трип тока.

При обнаружении трипа тока программа включает соответствующий индикатор (в колонке 23), и сбрасывает HV напряжение на выходе канала. Именно этот момент и отображается на **Рис 12**. Сработал индикатор (в колонке 22), сигнализирующий о скачке на 100 вольт высокого напряжения в канале.

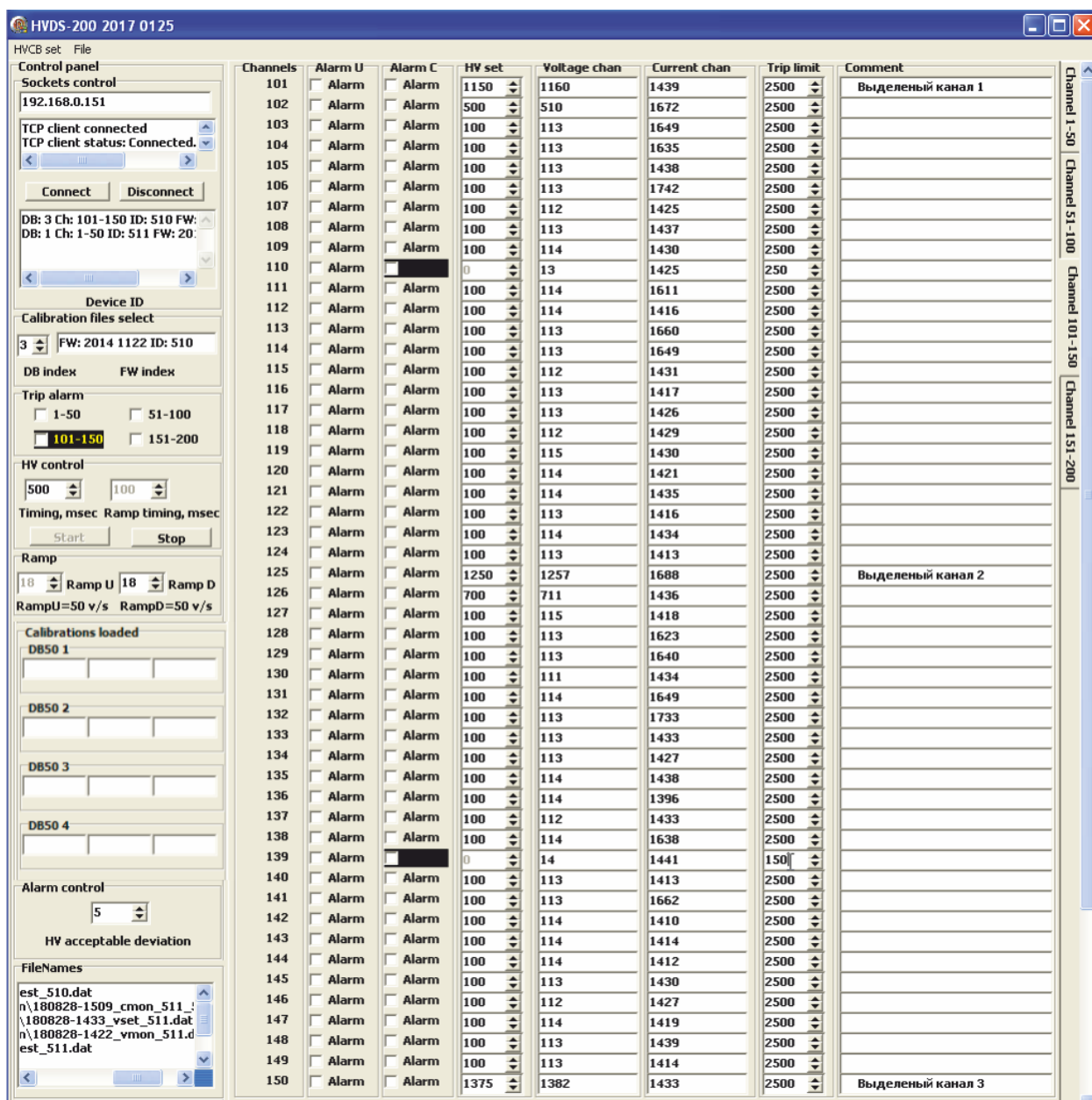


Рис 13. Главная панель программы управления HVDS-200 после обнаружения triп тока

Как это и описывалось в главе 6, программа сбросила величины HV в 110 и 139 каналах до 0. Индикаторы 110 и 139 каналов (в колонке 23) поменяли цвет на черный.

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

При этом срабатывают указатели страницы **Trip alarm** (в группе 10). Это делается для того, чтобы привлечь внимание оператора к аварийной ситуации, даже если текущая наблюдаемая страница отличается от той, где произошёл трип.

Каналы заблокированы. Для разблокировки канала, пользователь должен убедиться, что ситуация трипа устранена, проверить величину установленного для данного канала значения максимально допустимого тока и щелкнуть по соответствующему индикатору (в колонке 23). Каналы будут деблокированы и станут доступными для ручного управления, цвет индикаторов в каналах 110 и 139 (в колонке 23) изменится на исходный. Пользователь сможет продолжать работу с каналом по своему усмотрению в ручном режиме.

# Инструкция по эксплуатации HVDS-200

## 8. Остановка программы

Ниже приводится изображение главной панели программы управления HVDS-200 в процессе остановки текущего сеанса работы программы (разгрузки токов).

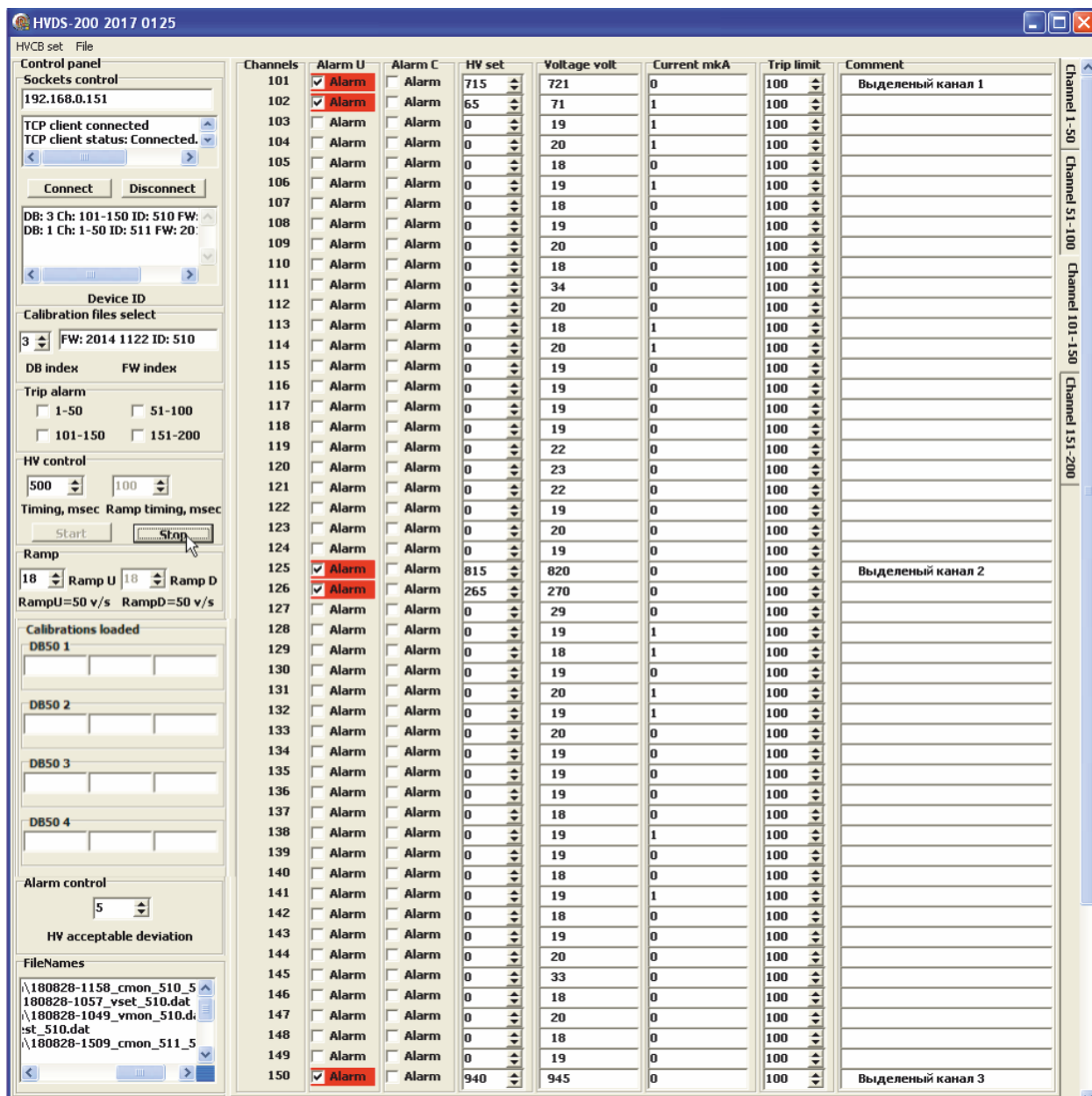


Рис 14. Главная панель программы управления HVDS-200 в процессе разгрузки HV (выключение)

Пользователю рекомендуется перед остановкой сеанса работы программы проверить правильность выбора величины скорости разгрузки высокого напряжения (**Ramp D**). По умолчанию для **Ramp D** задана величина **50 v/sec**. При необходимости пользователь имеет возможность (16) изменить величину скорости разгрузки.

При нажатии кнопки **Stop** (14), программа производит разгрузку HV на выходах DB50. Уменьшение величин HV производится шагами в соответствии с выбранным (16) режимом.

## Инструкция по эксплуатации HVDS-200

---

По достижению нуля во всех каналах, таймер останавливается. Программа готова к запуску следующего сеанса работы.

Для запуска следующего сеанса работы, пользователь должен (если это необходимо) загрузить нужные ему конфигурационные файлы и затем продолжить работу, как это описано в Главе 4.

При необходимости, пользователь имеет возможность произвести отсоединение управляющего компьютера от модуля HVCB: кнопка **Disconnect** (6). Для завершения работы программы, пользователь может войти в меню **File** (2) и выбрать команду **Exit**.