



Государственный научный центр Российской Федерации
Институт Физики Высоких Энергий

**А.А.Борисов, М.Ю.Боголюбский, Н.И.Божко, А.Н.Исаев, А.С.Кожин,
А.В.Козелов, И.С.Плотников, В.А.Сенько, М.М.Солдатов,
Р.М.Фахрутдинов, Н.А.Шаланда, О.П.Ющенко, В.И.Якимчук**

Программное обеспечение системы управления и сбора данных мюонного томографа

Протвино 2013

Программное обеспечение

Меню

Высоковольтный источник питания

Напряжение (кВ) 2.096

Ток (мкА) 22.22

Установить напряжение

149

установить

Счетная характ.

Записать данные

Найти рабочее U

Стоп

Пауза

Настройки параметров

Общи | Параметры Run'a | Высоковольтный скан | Контроль | Сервер

Временное окно (мкс.) 50 * 5,12

Кол. временных окон 100

Количество событий 1000000

Время (чч:мм:сс) 00:00:00

номер Run 7

OK Cancel По умолчанию

Настройки параметров

Общи | Параметры Run'a | Высоковольтный скан | Контроль | Сервер

Диапазон напряжения

Нижнее 110 0,000 kV

Верхнее 150 0,000 kV

Настройки высоковольтного скана

Шаг сканирования 1

Временной интервал 120 с.

Настройки RUN'a

Временное окно (мкс.) 50 * 5,12

Кол. временных окон 100

Количество событий 1000

Время (чч:мм:сс) 00:00:00

После высоковольтного скана

☒ Установить рабочее напряжение

☐ Записать данные

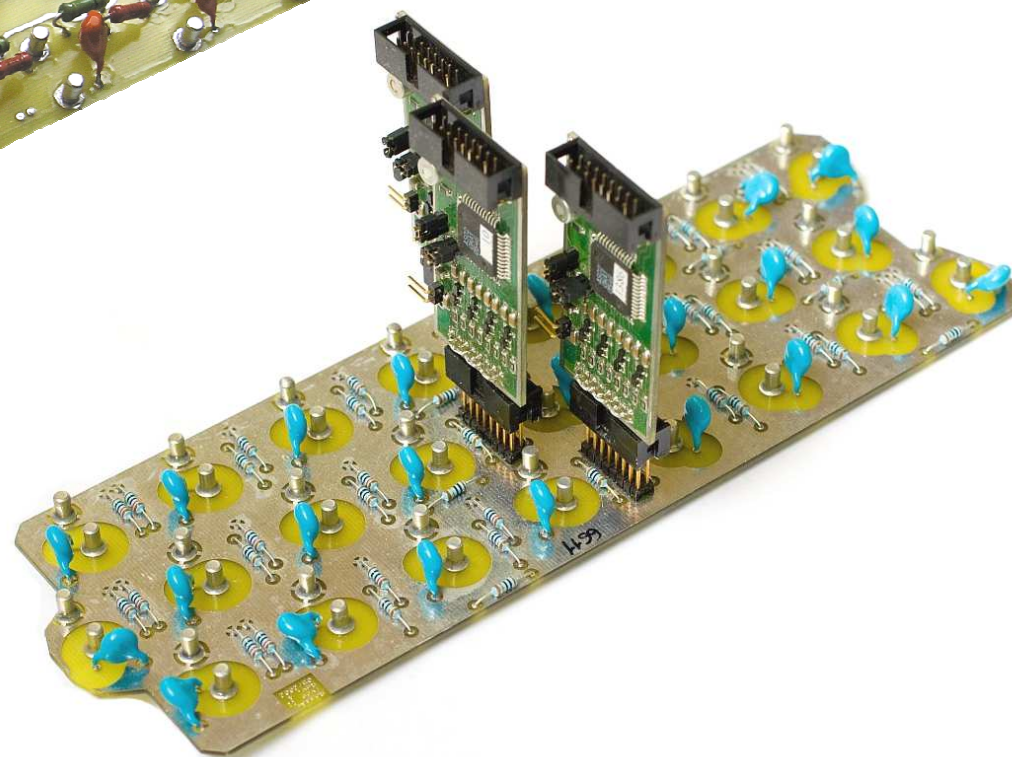
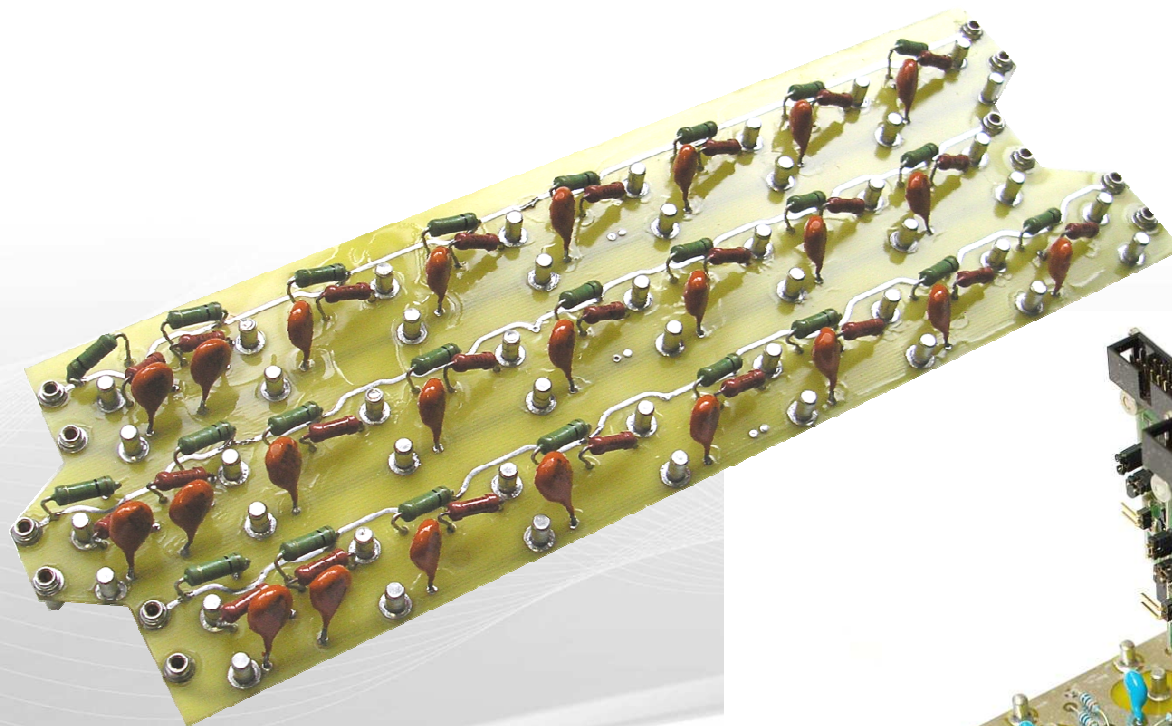
OK Cancel По умолчанию

Электроника мюонного томографа

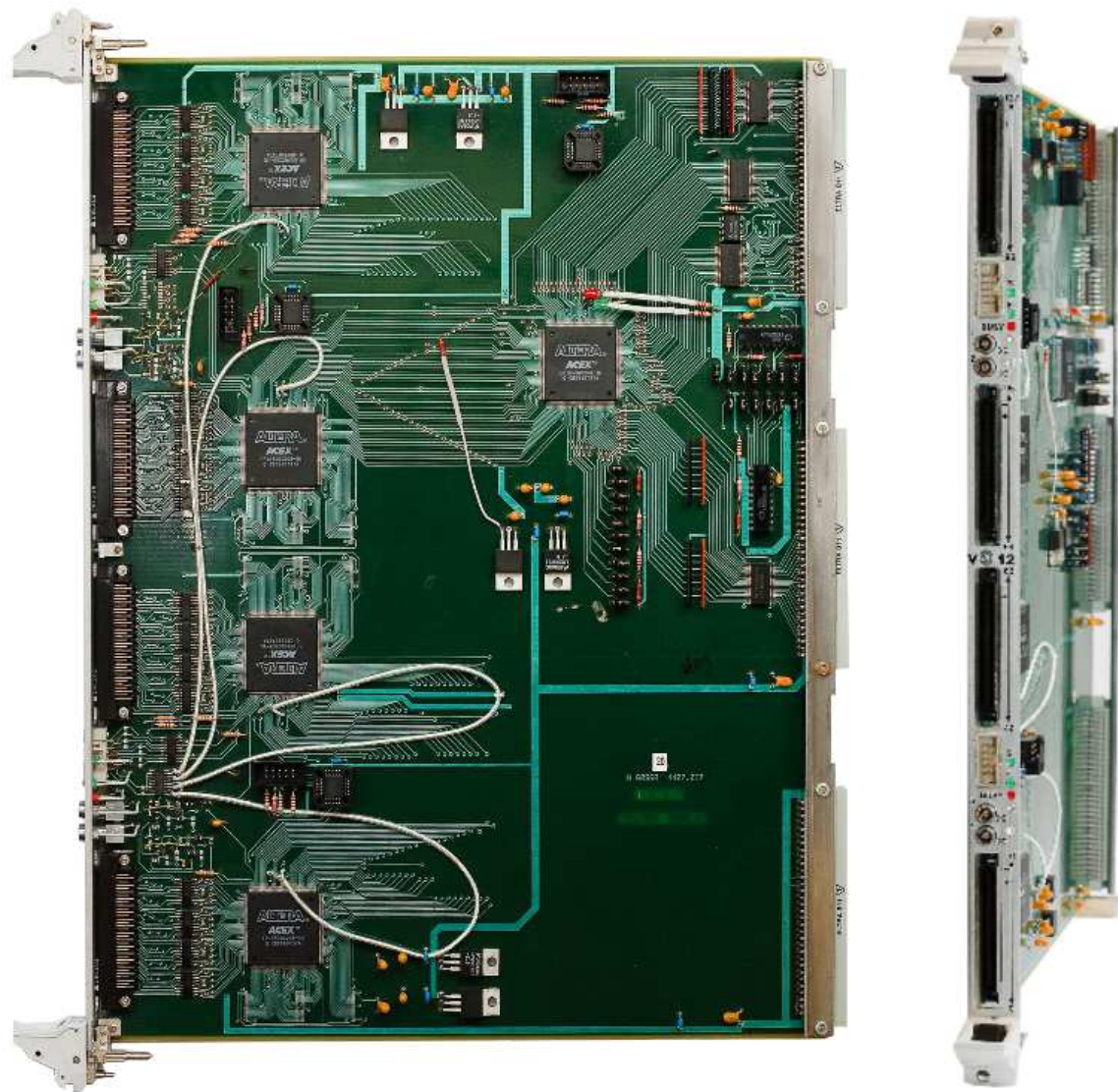
Система сбора данных мюонного томографа состоит из электронной аппаратуры, реализованной в стандарте VME-9U. Электроника включает в свой состав:

- одноплатный VME компьютер O25;
- 18 модулей 128-канальных ВЦП типа V-12;
- модуль V13, используемый для выработки управляющих сигналов по команде от ЭВМ.

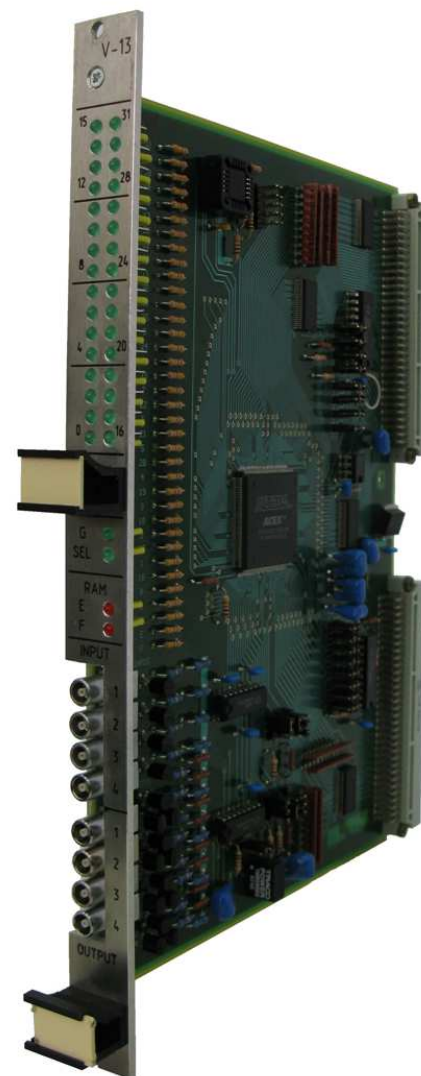
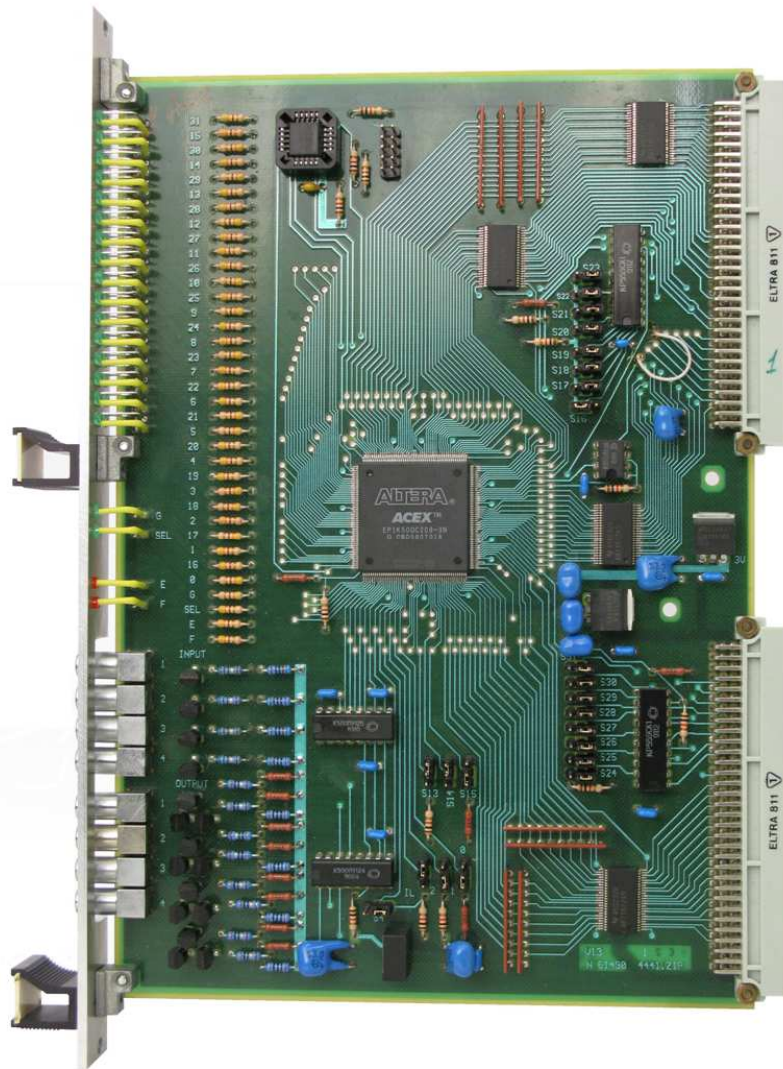
Электроника мюонного томографа



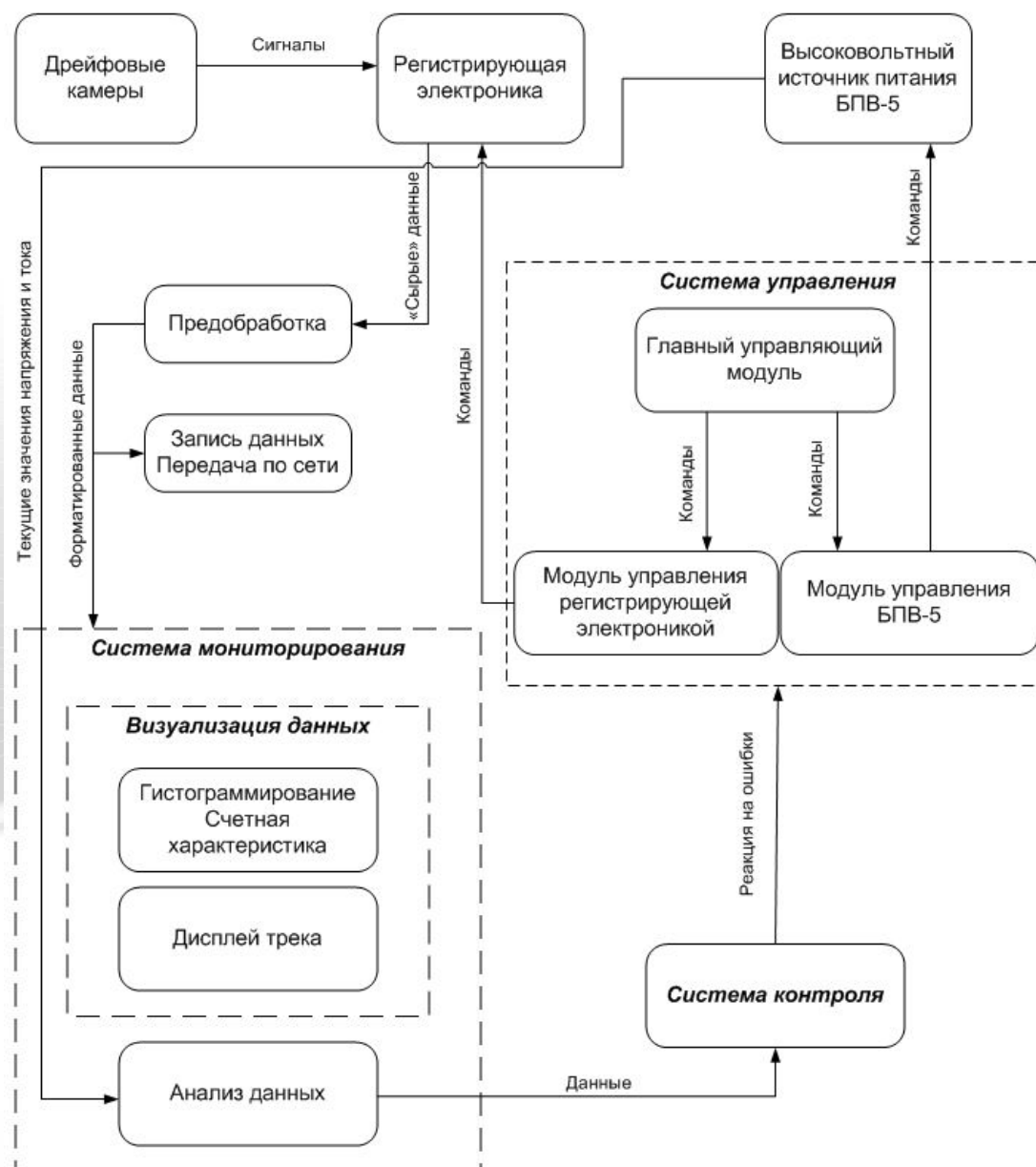
Модуль V-12



Модуль V-13



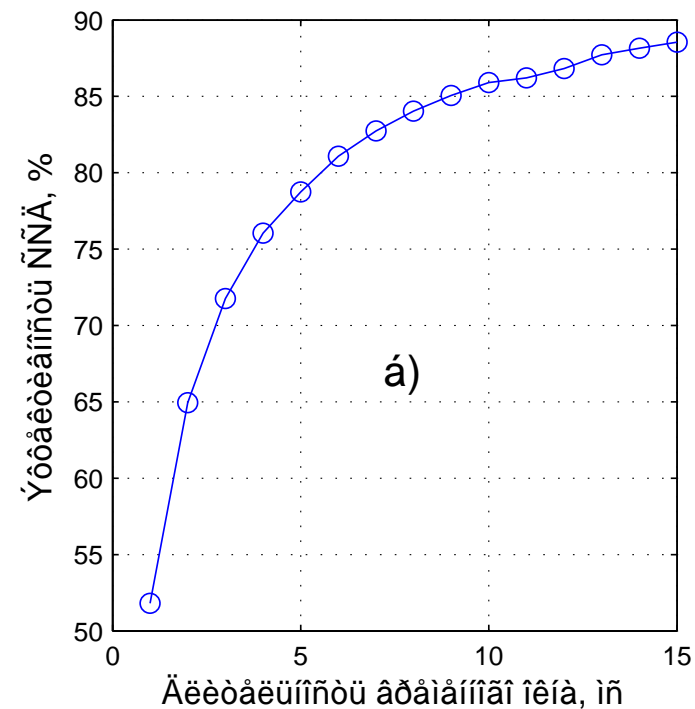
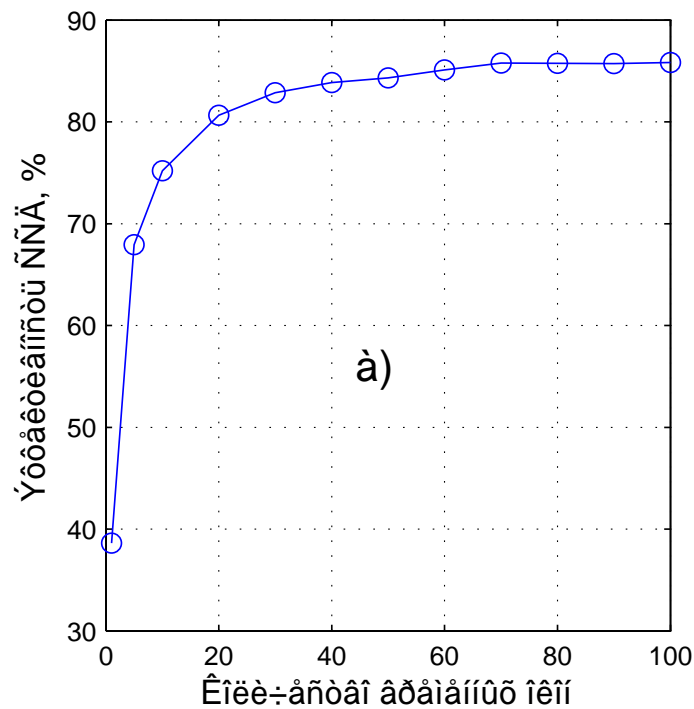
Функциональная схема



Алгоритм считывания данных

- 1) Устанавливается сигнал ENABLE;
- 2) Запоминается текущее значение системного таймера;
- 3) Происходит преобразование формата данных, считанных в предыдущем цикле;
- 4) Циклически опрашивается системный таймер, пока не истечёт временное окно;
- 5) Последовательно сбрасываются сигналы FIX и ENABLE;
- 6) Из всех узлов регистрации считываются счётчики слов и значения FIX-регистров;
- 7) Проверяется, что значения FIX-регистров соответствуют заданной длине временного окна. Если не соответствуют – происходит переход к пункту 1;
- 8) Считываются данные из FIFO всех узлов регистрации, содержащих ненулевое количество слов.

Эффективность работы ССД



Зависимость эффективности системы сбора данных в зависимости от:
а) количества временных окон; б) длительности временного окна.

Драйвер БПВ-5

Для управления высоковольтным источником питания БПВ-5 был написан драйвер пользовательского пространства, основными функциями которого являются:

- установка напряжения, тока;
- получение информации от БПВ-5: текущее напряжение, ток, серийный номер устройства.

Дополнительно были разработаны процедуры автоматизирующие работу с БПВ-5:

- автоматический поиск устройства в системе и подключение к нему;
- процедура установки напряжения с указанием шага и временного интервала ожидания для стабилизации тока.



Определение рабочего напряжения

Перед проведением сканирования происходит настройка параметров. Устанавливается:

- диапазон напряжения, в котором будет происходить высоковольтное сканирование;
- шаг сканирования;
- временной интервал между установкой напряжения и сбором данных, необходимый для стабилизации тока.

Алгоритм устанавливает следующую последовательность действий:

- 1) устанавливается стартовое напряжение;
- 2) устанавливается временная задержка;
- 3) по истечению временной задержки производится сбор данных и сохранение в файл, подсчитывается средняя частота регистрации сигналов всеми дрейфовыми трубками;
- 4) в файл сохраняется значение высокого напряжения, информация о количестве записанных данных и средней частоте регистрации сигналов в трубках;
- 5) увеличивается значение напряжения на заданный шаг.

Действия 2-5 выполняются на всем протяжении диапазона сканирования напряжения.

Определение рабочего напряжения

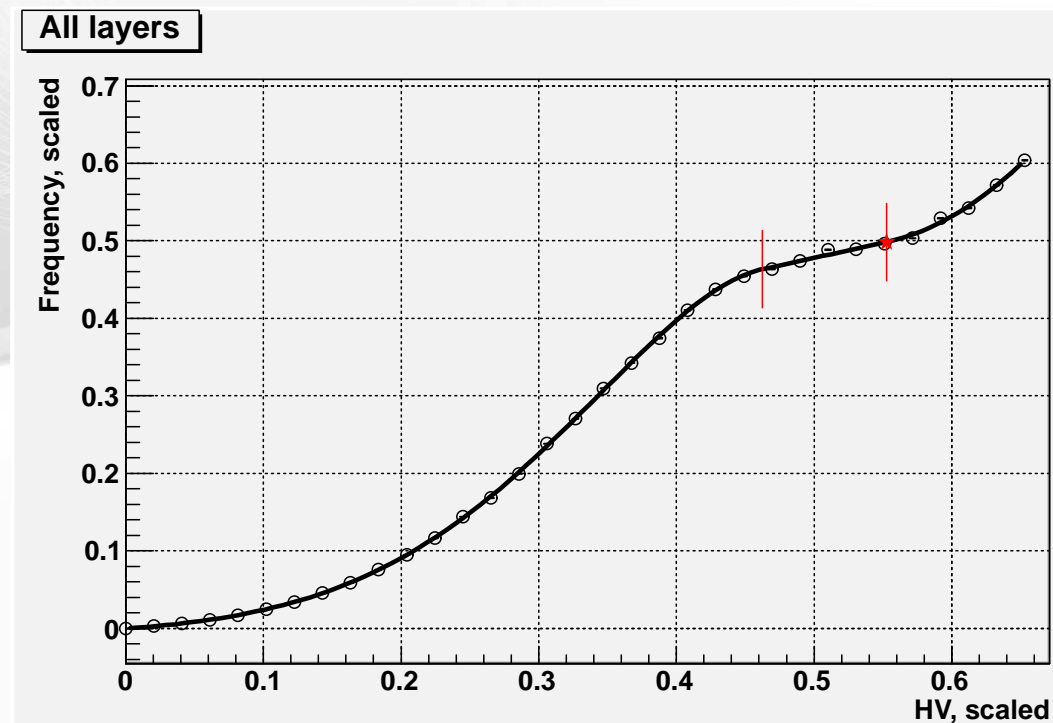
Строится график счетной характеристики. Затем график счетной характеристики фитируется тремя функциями:

- до плато счетной характеристики — полиномом пятой степени;
- плато — прямой;
- после плато — полиномом второй степени.

Дополнительно на функции накладываются условия гладкости:

$$\begin{cases} P_5(V_1) = P_1(V_1) \\ P'_5(V_1) = P'_1(V_1) \\ P_1(V_2) = P_2(V_2) \\ P'_1(V_2) = P'_2(V_2) \end{cases}$$

где V_1 и V_2 — левый и правый край плато



Графический компонент

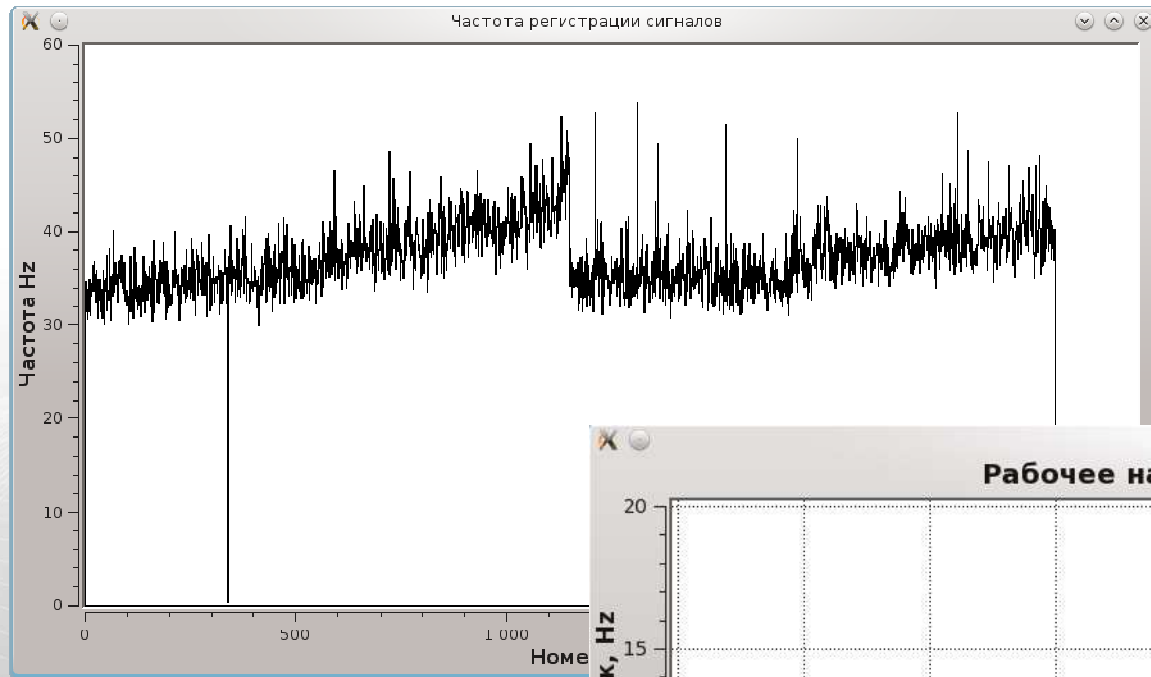
Основные возможности графического компонента визуализации данных:

- общее масштабирование;
- локальное масштабирование;
- сохранение истории масштабирования, с возможностью возвращения на предыдущие этапы;
- перемещение графика внутри графического компонента;
- сохранение изображения.

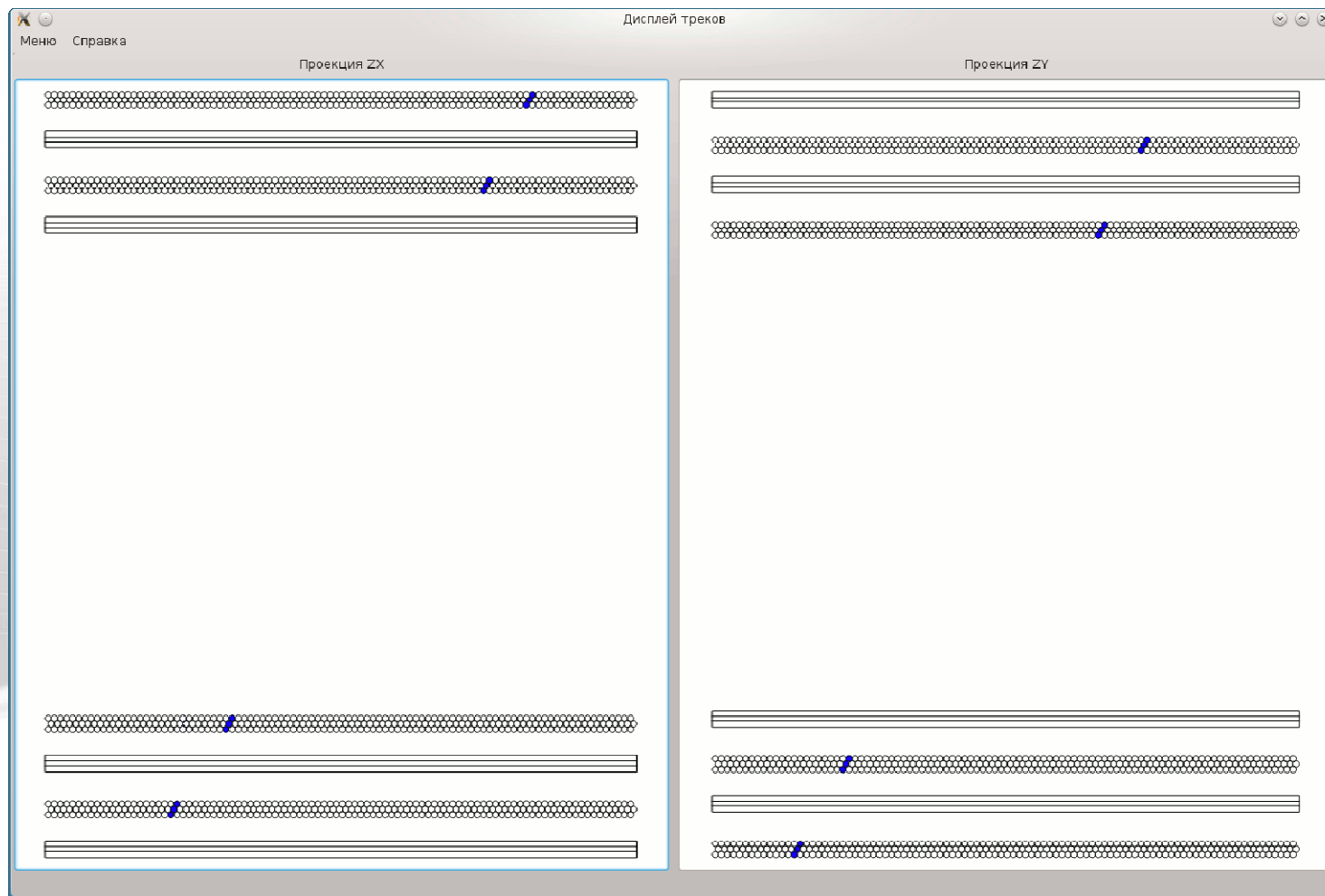
Визуализация данных

Использованные классы библиотеки Qwt

1. *QwtPlot*
2. *QwtPlotZoomer*
3. *QwtPlotRender*



Дисплей треков



Заключение

Основные результаты работы :

- ✓ Разработано программное обеспечение управления мюонного томографа и сбора данных с его трековых детекторов в бестриггерном режиме с возможностью контроля состояния установки.
- ✓ В рамках ПО реализована система мониторингирования параметров и автоматическая процедура определения рабочего напряжения, подаваемого на сигнальные проволоки дрейфовых трубок во время сбора данных.
- ✓ Был разработан модуль визуализации, позволяющий отображать гистограмму скорости регистрации сигналов в каждом канале регистрирующей электроники и график счетной характеристики. В качестве отдельного модуля реализован инструмент отображения проекций треков.
- ✓ Проведены многочисленные экспозиции с целью исследования возможностей мюонного томографа.

Данная работа продолжается при поддержке Госкорпорации РосАтом (контракт №Н.4х.44.90.13.1120 на 2013-2015гг).



Благодарю за внимание!