

# Отдел Радиоэлектроники 2003/ 2004 Отчёт и Планы



*Головцов В.Л.  
Декабрь 2003*

# ОРЭ 2003

Всего сотрудников – 30

СНС и НС – 10, Инженеров – 14,  
Техников -6

Защищённых диссертаций – 0

Планируется защитить в 2004 – 1

Женщин – 10, Мужчин – 20,  
Пенсионеров – 17  
(средний возраст – 49 лет)

В возрасте до 40 лет - 5

Уволилось в 2003 – 1  
(на фирму в СПб)

Принято в 2003 – 1



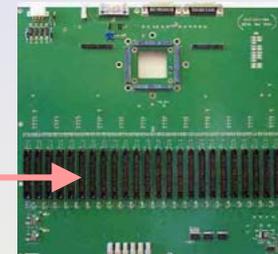
# Основные Тематические Группы 2003



**Front-End (CMS)** – Бондарь Н.Ф., Голяш А.Г.

**ALCT(CMS)** – Яцюра В.И., Кан М.Р., Жмакин Г.Ф.

**Track Finder (CMS)** – Головцов В.Л., Уваров Л.Н.



**EMU High Voltage System (CMS):**

Волков С.С., Лазарев В.И., Бондарев С.В., Сергеев Л.О., Исаев Н.Б.



**Alignment (CMS):** Скнарь В.А., Орищин Е.М.



**Muon Readout(D0):**

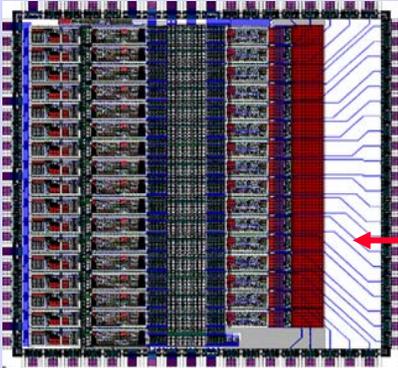
Неустроев П.В., Уваров Л.Н., Уваров С.Л.



**CROS3:**

Головцов В.Л., Бондарь Н.Ф., Яцюра В.И., Николаев Е.В., Лобачёв Е.А.

# CSC Anode Front-End



*Front-End электроника разработана для анодных сигналов катодных стриповых камер CMS*

*CMP16\_g - ASIC 16-канального усилителя-формирователя-дискриминатора:  
оптимизирован для входной ёмкости до 200 пф;  
потребляемая мощность  $\sim 30$  мВт/канал;  
временное разрешение  $\sim 2$  нс*

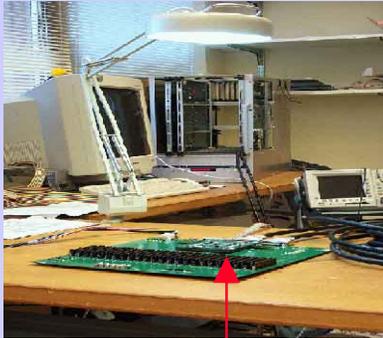
*Разработан ASIC 16-канальной программируемой задержки D16G*

*На основе микросхем CMP16\_g были разработаны и изготовлены 16-канальные платы AD16\_F. Общее количество плат 12000*

*Этап 2003 : Закончено производство и тестирование всех плат.  
Платы отправлены на фабрики UF, UCLA, PNPI, IHEP*

*Этап 2004 : Монтаж и тестирование электроники на камерах*

# ALCT- Anode Local Charged Tracks



*ALCT 384 на  
Тест Стенде*

*ALCT электроника разработана для анодных сигналов катодных стриповых камер EMU CMS Принимает сигналы одной 6-слойной камеры на частоте 40 MHz*

*Восстанавливает мюонные треки камеры, используя многоуровневую технику временных совпадений, сортирует их по качеству и определяет 2 лучших*

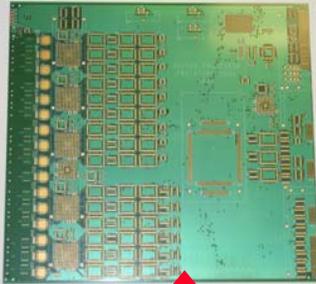
*Разработаны три типа модулей ALCT 288, ALCT 384, ALCT 672 для трёх разновидностей камер*

*Разработан специальный модуль-тестер, позволяющий проверять все три типа модулей*

*Этап 2003 : Закончено производство и тестирование всех плат. Платы отправлены на фабрики UF, UCLA, PNPI, IHEP*

*Этап 2004 : Монтаж и тестирование электроники на камерах*

# Track Finder



Плата второго прототипа Процессора

*Track Finder* разрабатывается для мюонной триггерной системы CMS.

Реализуется как 12 Процессоров, каждый из которых идентифицирует до 3 лучших мюонных треков в 60-градусном азимутальном секторе.

Анализирует входные примитивные треки (сегменты) от индивидуальных камер, восстанавливает полные треки по четырём камерам, измеряет поперечный импульс  $P_t$

Первый прототип Процессора разработан в 2000 г. и успешно испытан в 2000-2001 гг.

*В 2001 г. предложено новое идеологическое решение, позволившее реализовать второй прототип Процессора на одной сверхбольшой микросхеме FPGA.*

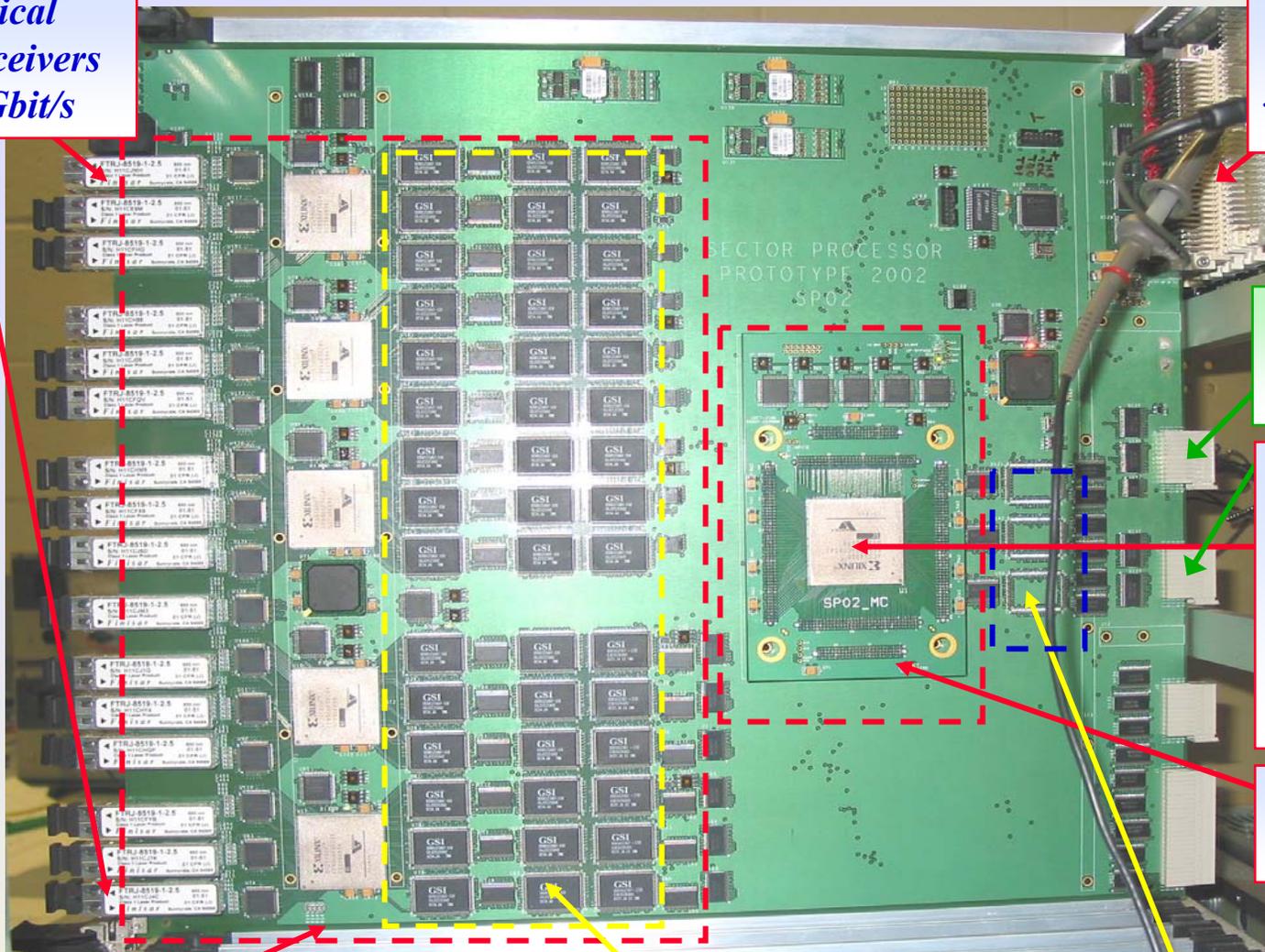
*В результате время решения Процессора сократилось с 375 ns до 175 ns, а число плат Track Finder - с 48 до 12 (один 9U-крейт VME)*

*Этап 2003 : отладка и тестирование второго прототипа Процессора*

# Track Finder Процессор (Прототип 2003)

*Optical Transceivers  
1.6 Gbit/s*

*VME  
3U Connector*



*Custom  
Backplane  
Connectors*

*SP FPGA:  
Xilinx  
XC2V4000  
~ 800 I/O  
~ 4 Million  
Logic Gates*

*Sector  
Processor*

*3 Sector Receivers*

*Phi, Eta Look-up Table ~ 64 Mb*

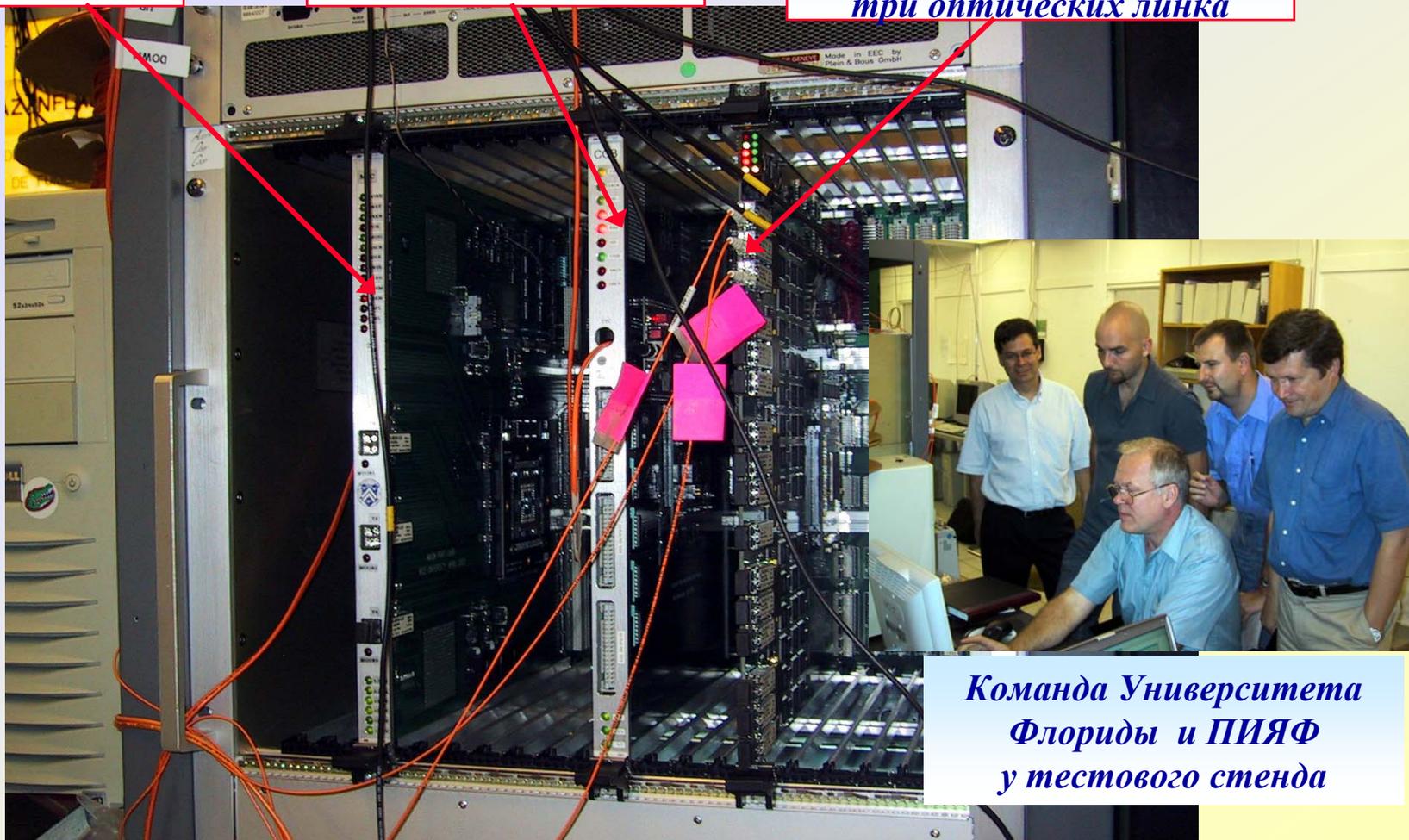
*Pt Look-up Table 12 Mb*

# Track Finder Пучковый Тест. ЦЕРН, 2003

*Модуль MPC*

*Модуль CCB с TTCRx*

*Sector Processor принимает  
три оптических линка*



*Команда Университета  
Флориды и ПИЯФ  
у тестового стенда*

*Track Finder крейт с прототипами модулей на пучковом тесте в ЦЕРНе*

# Track-Finder Пучковый Тест. ЦЕРН 2003

*Тестирование проводилось с использованием двух параллельных DAQ :*

- “ТМВ DAQ” для данных CSC-детектора и Front-end триггера (чтение данных через DDU- системный модуль считывания)*
- “SP DAQ” для данных Track Finder (чтение данных через VME-магистраль Процессора)*

*Процессор записывал 5 ВХ входных данных для каждого L1-триггера с преимущественным срабатыванием центрального ВХ*

*Те же входные данные по параллельному каналу от периферийной электроники записывались в DDU-модуль*

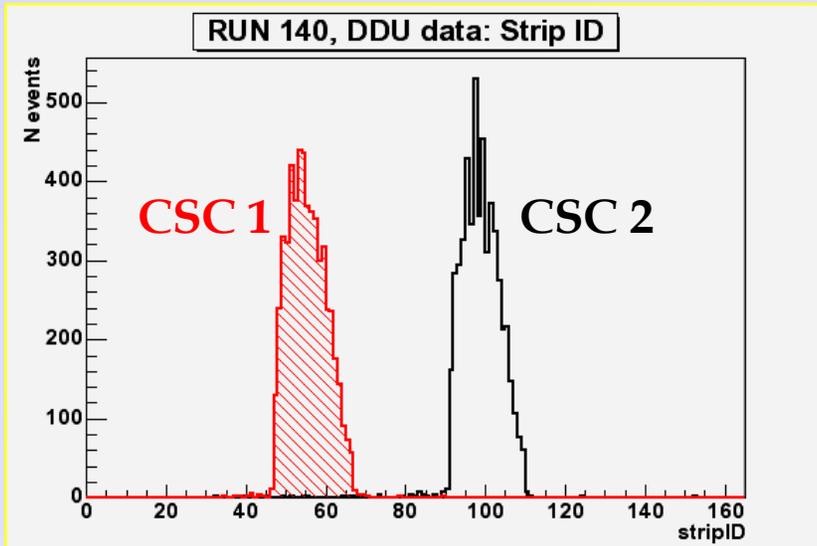
*Считываемые данные сравнивались*

*Совпадение между данными ТМВ и SP для всех 5 ВХ составили  
99.7% для ~ 70К событий*

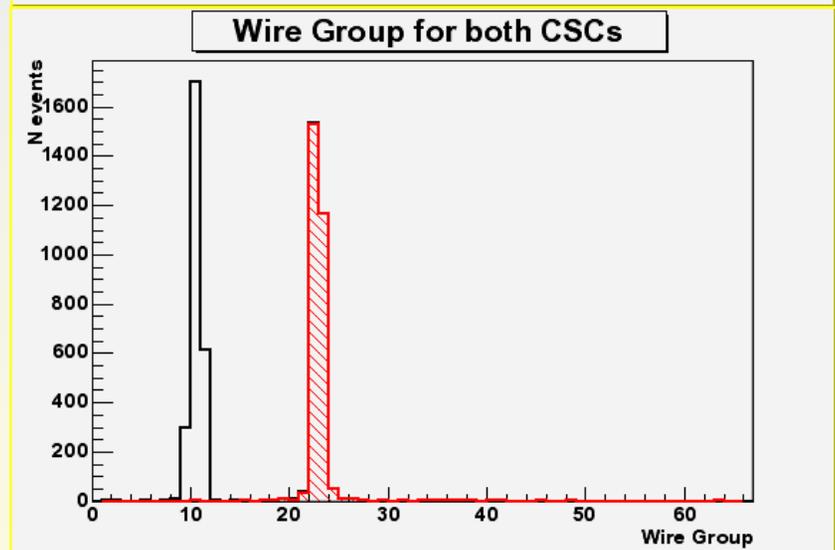
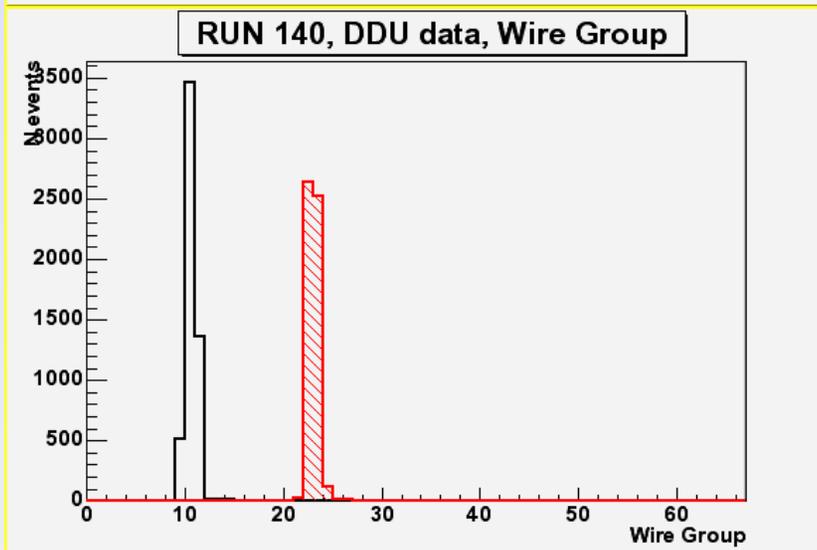
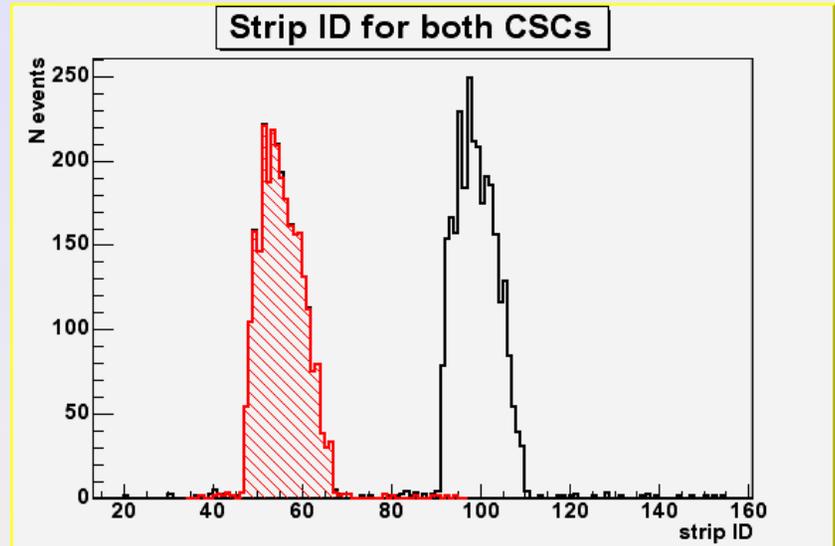
*Все несовпадения связаны с краевыми «переходами» данных в соседние ВХ, но не с содержимым LCT-фреймов*

# Совпадение Данных двух DAQ

## CSC Data from TMB DAQ



## CSC Track-Finder Data



# Другие Тесты Процессора 2003

## *Тест Track-Finder- Логики :*

- *Верификация TF-логики с C++ моделью*
- *Завершение программ конфигурирования FPGA и программного обеспечения*

## *Тест Обмена Данными с DT Процессором (Vienna) :*

- *Тест LVDS-кабельной линии связи на частоте 40 MHz*
- *Верификация данных*

## *Track Finder – Muon Sorter Тест :*

- *Верификация передачи данных с частотой 80 MHz по магистрали крейта*

## *Look-Up Table (LUT) Тест :*

- *Верификация записи/чтения Sector Receiver LUT на частоте 40 MHz*

# Track Finder Этап 2004

*Окончание тестирования второго прототипа Процессора:*

- *Тест всех 15 MPC- Оптических Линков*
- *Тест DAQ- Оптического Линка*
- *Окончательный Тест Sector Processor – Muon Sorter*
- *Пучковый Тест Процессора в ЦЕРНе*
- *Полномасштабный Тест Обмена Данными DT/ CSC Процессоров*

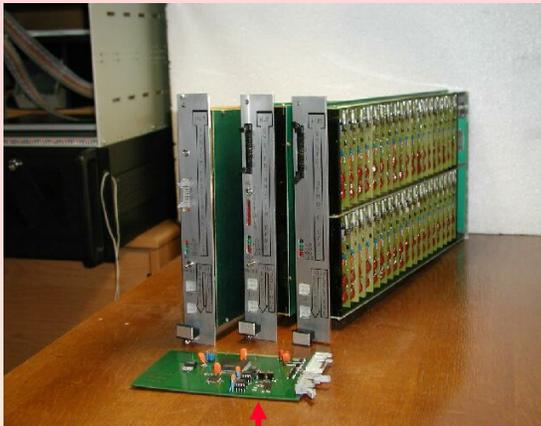


*Trigger ESR (Май 2004)*

*Выпуск сигнального образца Процессора  
Отладка и Тестирование (Сентябрь, 2004)*

*Выпуск серийных модулей Процессора (12 модулей + 3 запасных)  
(Январь 2005)*

# CMS EMU HV System



*Набор модулей HV системы*

*Система предназначена для высоковольтного питания многосегментных проволочных камер. Использует распределительные модули, располагаемые рядом с детекторами, при этом один высоковольтный источник может питать до 2000 сегментов камер*

*Обеспечивает индивидуальное регулирование напряжения в каждом сегменте, а также – мониторинг тока и напряжения*

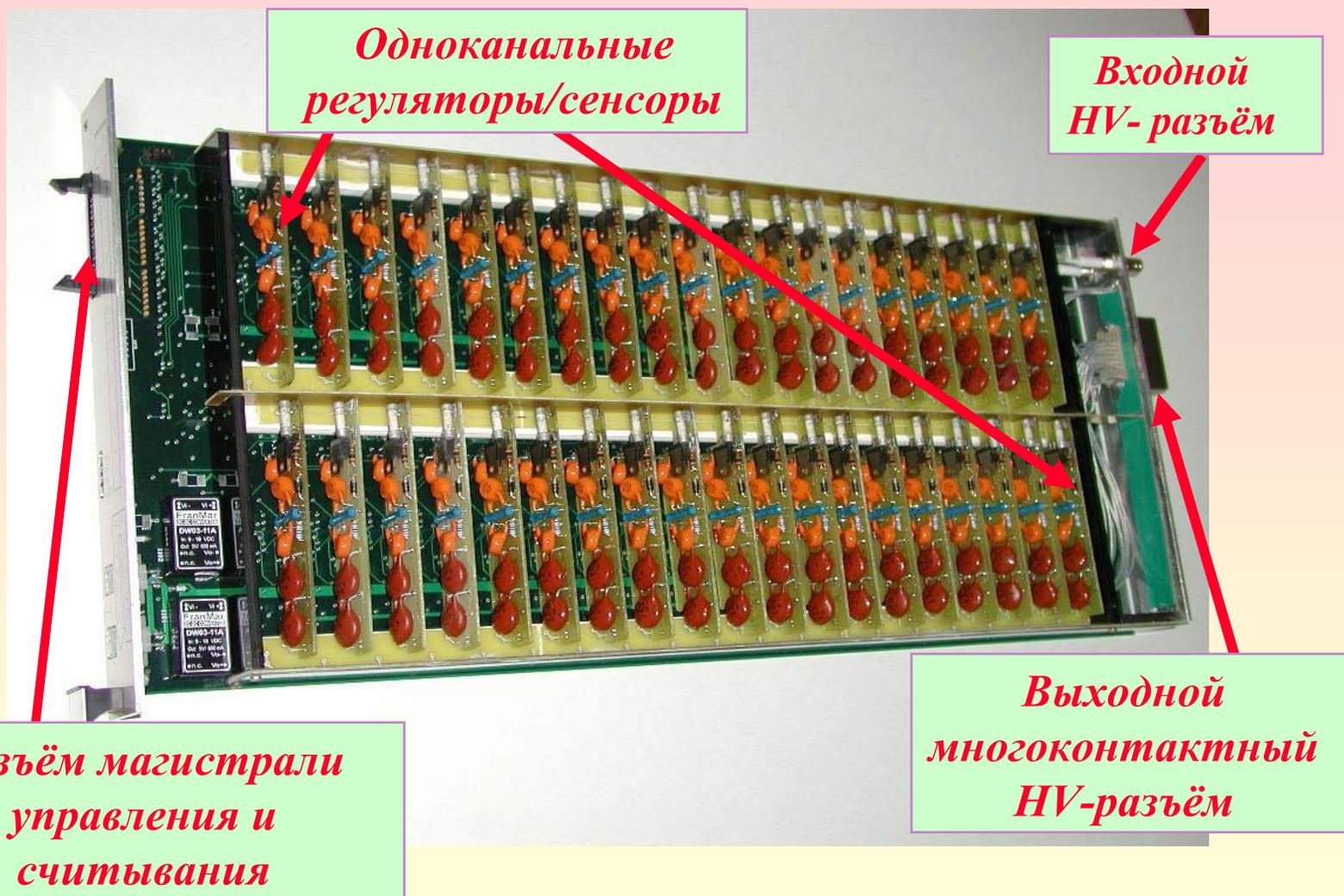
*Дискретность измерения тока – до 2 нА*

*Дискретность измерения и регулирования напряжения:  $\pm 1$  В*

*Диапазон регулирования напряжения – до 4 КВ*

*Система разрабатывается в коллаборации с Университетом Флориды (UF). В июне 2003 на US\_CMS Review проект PNPI/UF был выбран для EMU CMS по результатам тендера с фирмой CAEN !*

# ЕМУ HV 36-Канальный Дистрибьютер



# CMS EMU HV System 2003

*Этап 2003: Тестирование второго прототипа Системы  
Выпуск сигнального опытного образца  
Подготовка производства Системы на 10000 каналов \**

*Тест на камере, Тест в магнитном поле : UF, Февраль – Май 2003*

*Радиационный Тест: Университет Дэвис, Апрель 2003*

*Пучковый Тест: ЦЕРН, Июнь 2003*

*Выпуск и тестирование сигнального образца Системы:  
UF, Сентябрь – Декабрь 2003*

*ESR Report : ЦЕРН, 6 Ноября, 16.45 – 17.45*

*Подготовка производства Системы: ПИЯФ, Октябрь – Декабрь 2003*

*\* - стоимость проекта CMS EMU HV ~ \$ 1.1 М*

# CMS EMU HV System. Перечень Работ 2003-2004-2005

## ПИАФ/Флорида (US):

- *Завершение Разработки*
- *Производство и Тестирование Сигнального Образца*
- *Разработка Тестового Оборудования и Тестового Программного Обеспечения*
- *Описание Тестовых Процедур и Инструкций*
- *Отправка Компонентов*

## US Фирмы:

- *Производство **10,500** Малых Плат*
- *Производство и Поверхностный Монтаж Компонентов **320** Больших Плат*
- *Поставка Основной Части Компонентов*

## ПИАФ(Russia):

- *Приём и Входной Контроль Компонентов*
- *Ручной Монтаж Малых Плат и Модулей*
  - *Тестирование Модулей*
- *Отправка Модулей в CERN*

## Russia Фирмы:

- *Поставка Части Компонентов*

*Для работы в ПИАФ предположительно потребуется 16 человек*

# EMU HV System. Этапы работы в ПИЯФ

## *ЭТАП1 (Предварительный)*

### *Сборка и Тестирование 360 Каналов*

- Ремонт Помещений :  
Октябрь, 03 - Январь, 04*
- Оборудование Рабочих Мест :  
Декабрь, 03 - Февраль, 04*
- Приём компонентов, Сборка,  
Тестирование, Отправка в ЦЕРН :  
Январь, 04 - Апрель, 04*

## *ЭТАП2 (Основной)*

### *Сборка и Тестирование 10500 Каналов*

- Ремонт Помещений :  
Январь, 04 - Март, 04*
- Оборудование Рабочих Мест:  
Февраль, 04 – Май, 04*
- Приём компонентов, Сборка,  
Тестирование, Отправка в ЦЕРН :  
Апрель, 04 - Июнь, 05*

*Всего потребуется отремонтировать и оборудовать около **350 м<sup>2</sup>** площади в том числе: участок монтажа плат, участок механической сборки, **5** тестовых стендов, склад компонентов и склад готовой продукции и в том числе отремонтировать **90 м<sup>2</sup>** площади для отдела мюонных камер*

# HV System. Планируемый Производственный Поток

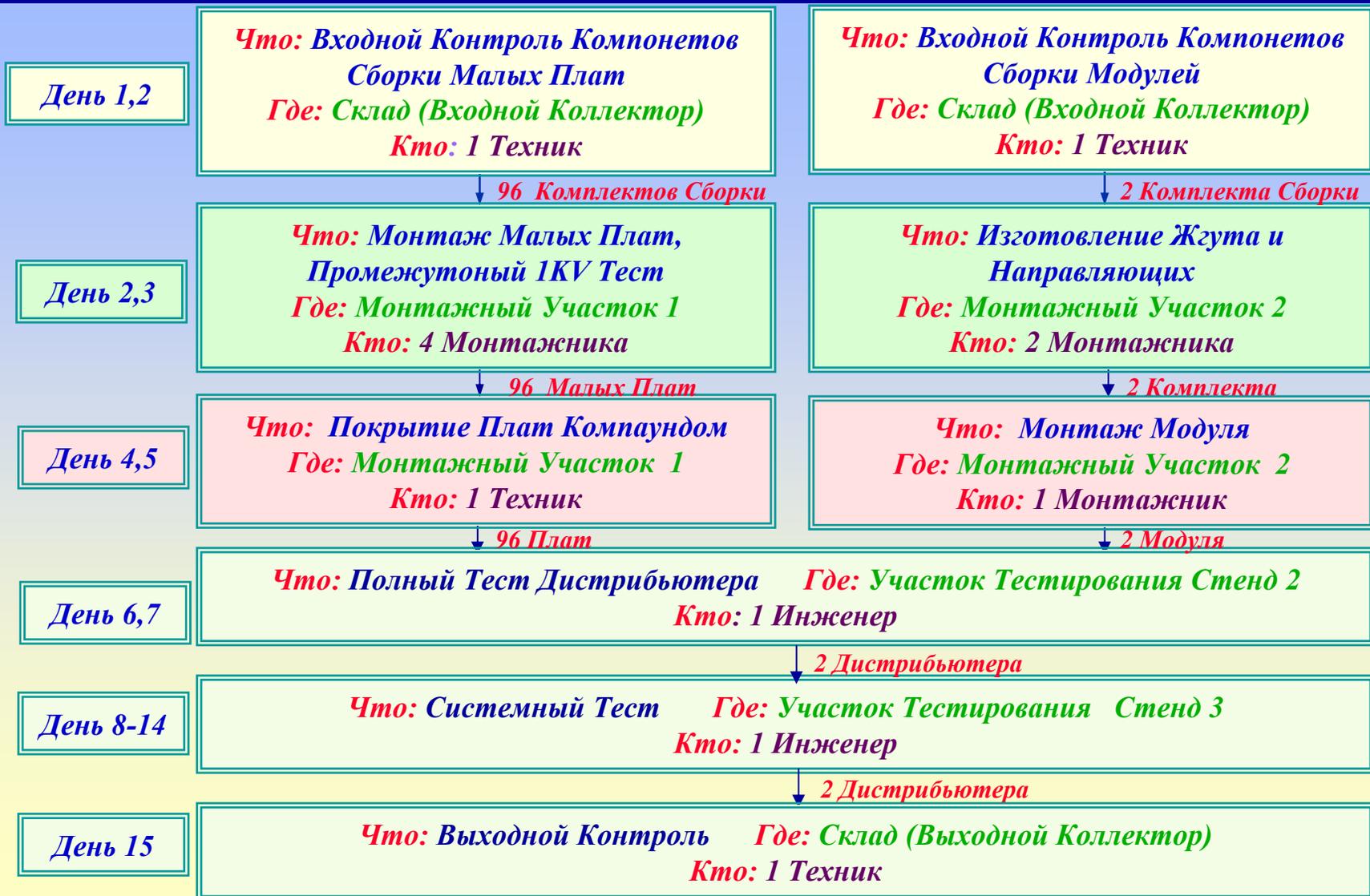


## Особенности:

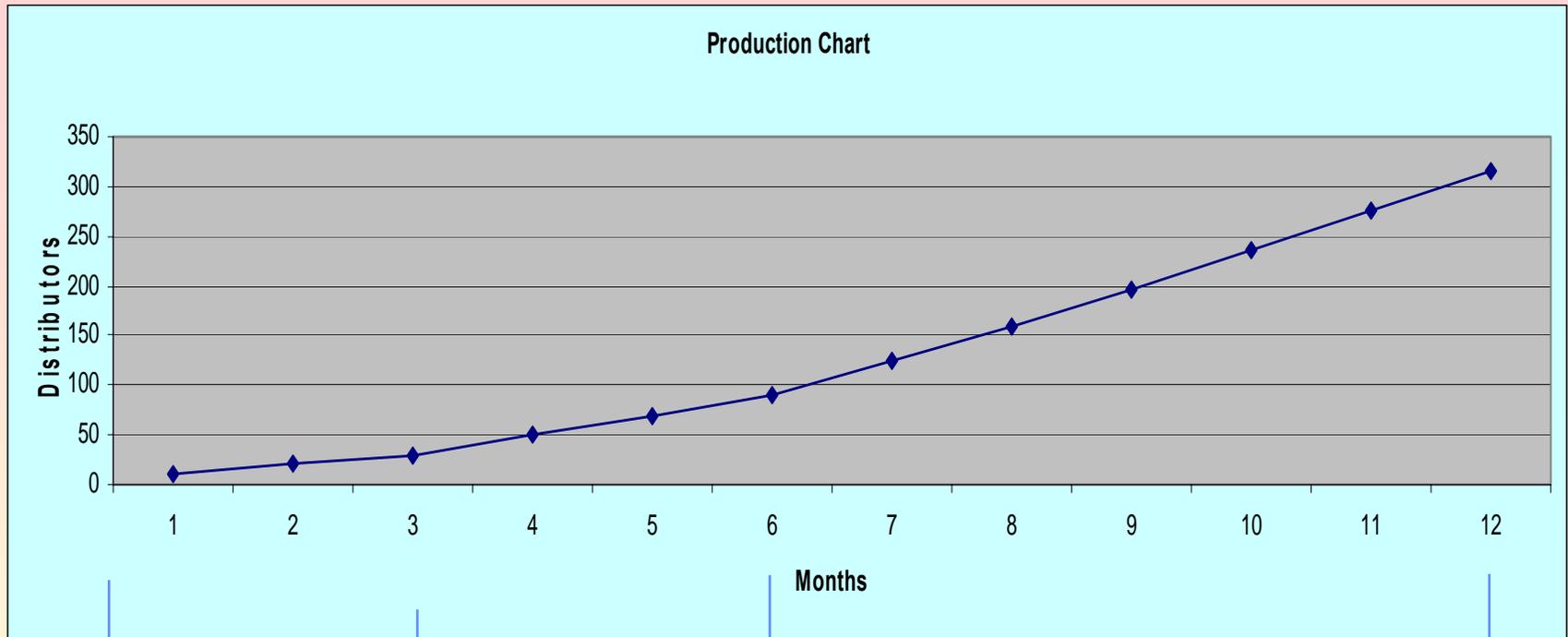
- Два параллельных процесса – **Монтаж Малых Плат** и **Сборка Модулей**
- После **Сборки Дистрибьютера** последовательно производится два теста

\* - средняя скорость

# NV System. Производственная Линия



# HV System. Планируемый Производственный График



*0.5 Дистрибьютера  
в День*

*1 Дистрибьютер  
в День*

*2 Дистрибьютера в День*

*Одна Производственная Линия*

*Трудозатраты: 8 Техников 100%  
4 Инженера 100%*

*Две Производственные Линии*

*Трудозатраты: 10 Техников 100%  
6 Инженеров 100%*

# EMU CMS Alignment System



*Система предназначена для контроля и мониторинга положения детекторов экспериментальной установки CMS . Использует оптические позиционные сенсоры, мониторирующие положение прямой линии лазера*

*Считывание данных сенсоров контролируется DSP-процессорами. Система считывания (DCOPS) транслирует затем данные в Host DAQ*

*Разработка системы производится в коллаборации с Fermilab*

*Этап 2003 – завершение производства Системы  
Разработка системы распределения низковольтного питания  
Интегрирование стандартного и специального оборудования  
Разработка программного обеспечения*

# EMU CMS Alignment System 2003

*Производство Системы: Front-End Sensor Boards – 1216*

*(Fermilab 2003)*

*DCOPS Readout Boards - 306*

*DCOPS Interface Boards - 62*

*Analog Interfaces - 56*

*Proximity Interface - 14*

*Temperature Conversion - 13*

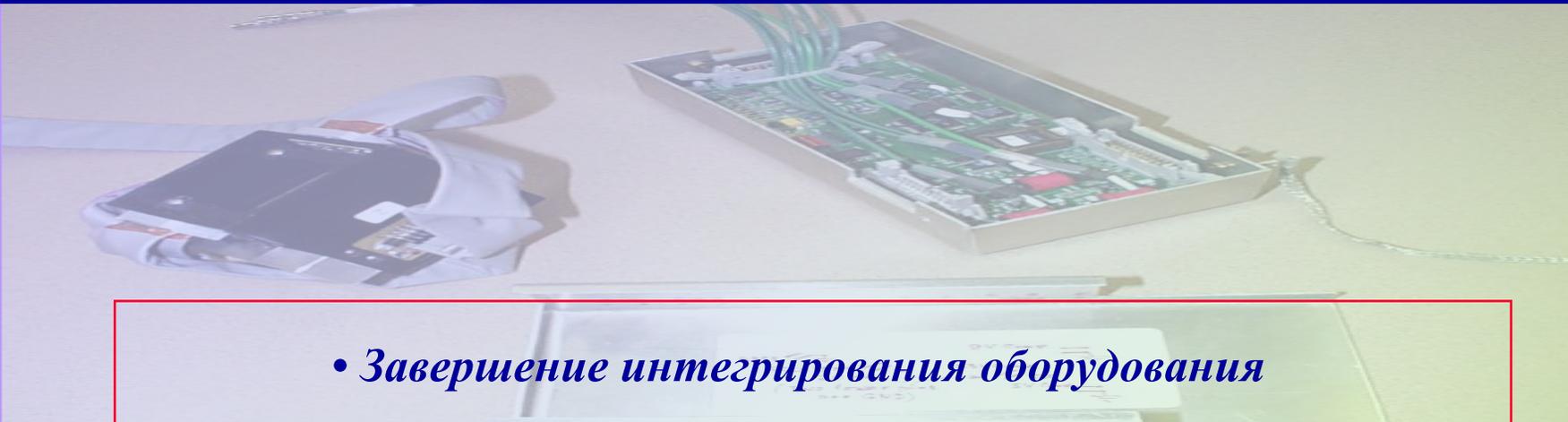
*Тестирование Системы ( Fermilab, 2003):*

*Системный тест, Радиационный Тест, Тест в магнитном поле,  
Температурный Тест*

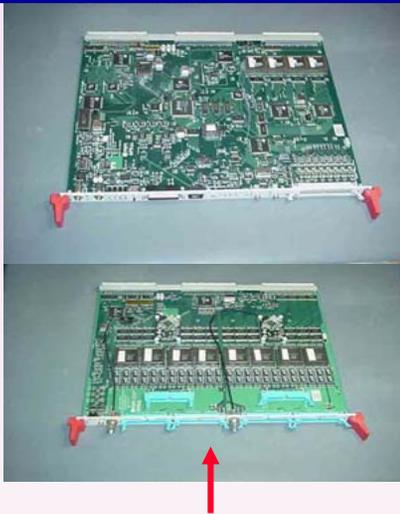
*Интегрирование оборудования( Fermilab, 2003):*

*Изготовление и испытание кабелей, разработка системы  
низковольтного питания, разработка распределительных  
панелей, разработка интерфейсных адаптеров*

# CMS EMU Alignment System 2004

- 
- *Завершение интегрирования оборудования*
  - *Завершение разработки системы распределения LV-питания*
  - *Сборка электроники и механических частей*
  - *Полный тест субсистем в VW8 (Fermilab)*
    - *Развитие программного обеспечения*
    - *Отправка оборудования в ЦЕРН*
  - *Сборка оборудования на детекторе в ЦЕРНе*
    - *Тест субсистем на детекторе*

# D0 Muon Readout



*Модули Системы:  
MDC – модуль  
регистрации  
MDRC – контроллер  
крейта*

*Считывающая электроника работает с  
Mini Drift Tube - Детектором  
Мюонной системы D0 (Fermilab)  
50 тыс. каналов – 24 крейта 9U VME на  
платформе детектора D0  
Характерная особенность: помимо регистрации  
номера канала измеряет время дрейфа  
Система без «мёртвого времени»*

*Система более трёх лет «на пучке».  
Показала исключительную надёжность работы*

*Этап 2003 – работа в сменах на пучке D0, развитие программного  
обеспечения Системы*

*Предполагается продолжение обслуживания Системы на пучке-2004*

# CROS3 Координатная Система Считывания

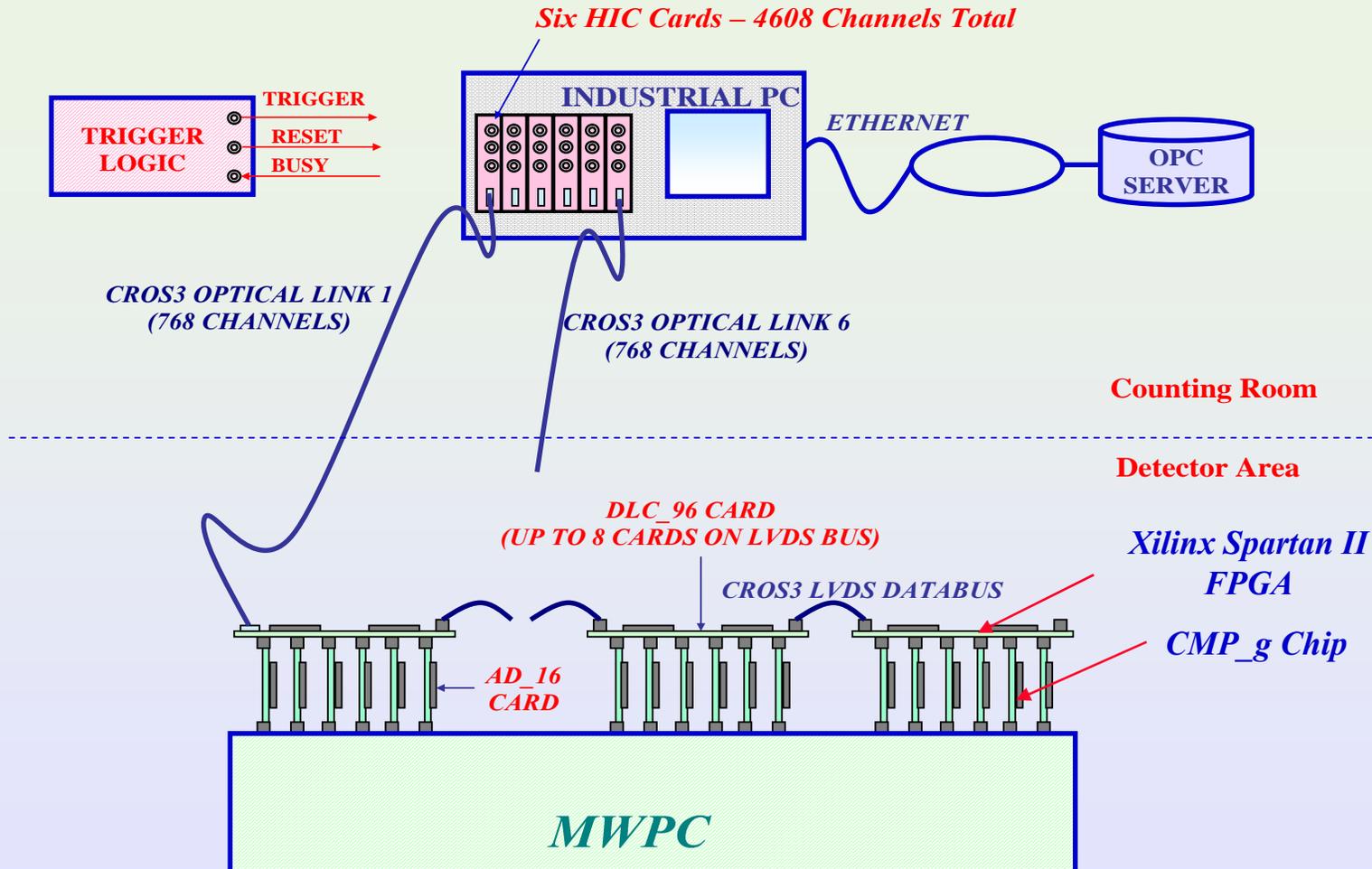


*CROS3 – прототип координатной системы считывания, разрабатываемый с 2003*  
*Учитывает достоинства (и недостатки) предыдущих систем CROS, CROS2*  
*Использует достижения современных технологий интегральных микросхем в том числе – ASIC CMP16\_g и FPGA Xilinx Spartan II*

## *Особенности системы:*

- \* Предусилитель, дискриминатор, задержки и считывание расположены непосредственно на детекторе*
- \* Быстрое кодирование и считывание данных с частотой 40 MHz*
- \* Возможность измерения временного распределения срабатывания каналов в интервале «ворот» схемы совпадений с дискретностью до 2.5 ns*

# CROS3 Координатная Система Считывания



*Этап 2003 - разработка 96-канального прототипа Системы  
для Пропорциональных Камер (R&D)*

*Этап 2004 – производство и тестирование сигнального образца Системы*

# Протонная Терапия и другие работы - 2003

*В пределах выделенного финансирования  
в 2003 выполнены следующие работы \* :*

*Разработка, производство и тестирование 512-канальной системы  
считывания данных с пропорциональных камер !!!  
( Протонная Терапия – Монитор Пучка)*

*Разработка, производство и тестирование системы считывания  
данных с ионизационной камеры  
(Протонная Терапия – Монитор Дозы)*

*Разработка, производство и тестирование опытного образца модуля  
управления сканером пучка (Протонная Терапия)*

*Разработка и производство модулей управления магнитными  
элементами синхроциклотрона  
( Проект Модернизации Электроники Синхроциклотрона)*

*Работы будут продолжены в 2004*

*\* - в течение второй половины 2003 финансирование работ было значительно снижено*

# **Другие работы - 2003**

*Поддержка экспериментов, проводимых в ОФВЭ*

*Работа Стенда Мюонных Камер - Ткач И.И., Гулина Н.М.*

*Электроника Мюонных Камер LHC  
– Спириденков Э.М. , Неустроев П.В.*

*Тестовая Электроника TRT (ATLAS) – Надточий А.В.*

*Трассировка печатных плат по темам “CMS EMU HV”, «Протонная  
Терапия» - Мыльникова А.В.*

*Подготовка производства и монтаж печатных плат – Ясенова Г.В,  
Самсоненкова Н.С., Иванова В.И., Васильева В.В., а также -  
приступающий к выполнению обязанностей руководителя опытного  
производства Асташин В.В.*

*Подготовка Интернет-сайта ОФВЭ – Удалова С.Ф.*

# Другие работы-2003

## *Развитие инфраструктуры и оборудование рабочих мест:*

- *отремонтировано и оборудовано 120 м<sup>2</sup> рабочей площади*
- *оборудовано 5 рабочих мест инженеров-разработчиков*
- *практически завершается оборудование 4 рабочих мест монтажников печатных плат*

## *Работы будут продолжены в 2004*

*А также в меру сил трудилась администрация отдела:*

*Уваров Л.Н. – заместитель по научным вопросам*

*Калентарова С.И. – заместитель по производственным вопросам*

*Осипова Н.А. – секретарь отдела*