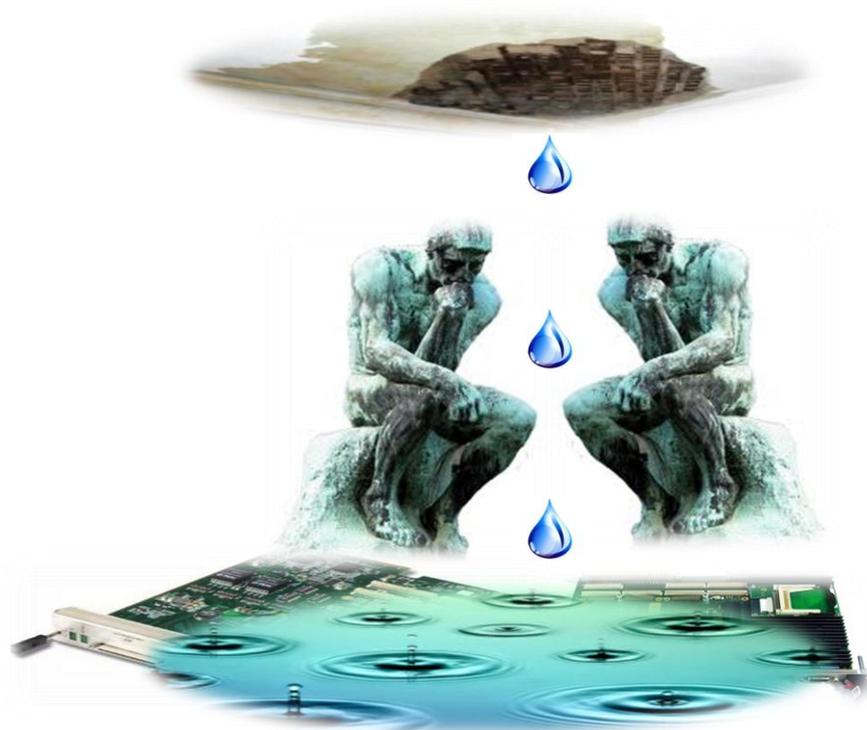
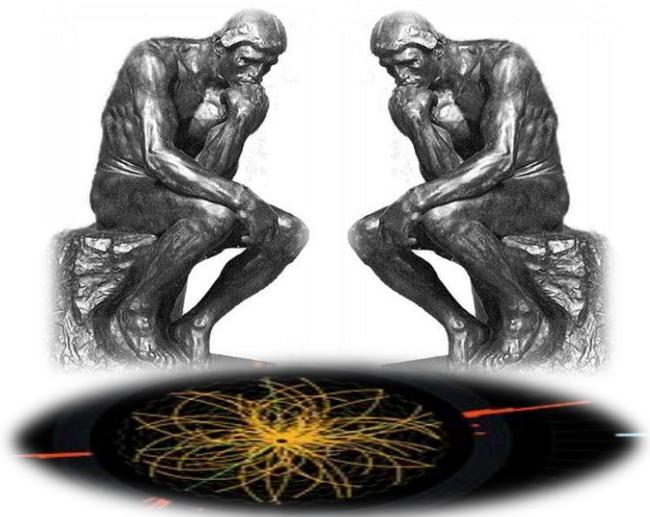


# Лаборатория Радиоэлектроники

## Лаборатория Радиоэлектроники

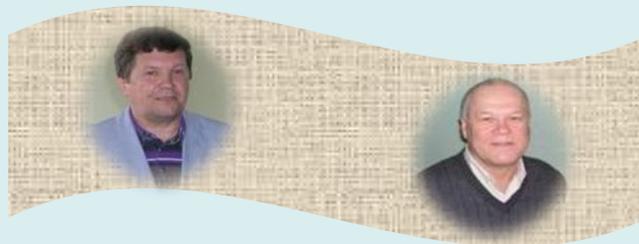
### 2012-2013

### Отчёт и Планы



**Головцов В.Л.**  
**26 Декабря, 2012**

# Структура Лаборатории радиоэлектроники - 2012



**Тематические группы :**  
**5 основных групп, 16 человек**

**Поддержка  
Экспериментов:  
LHCb, CMS etc**



**CMS  
CSC Track Finder**



**CROS 3 Readout  
System Family**



**ATLAS  
Fast OR Trigger**



**HV Distribution  
System Family**



**Опытное  
Производство:  
2 группы, 7 человек**

**Монтажный участок:  
4 чел**



**Группа комплектации:  
3 чел**



# PNPI/ UF: Track Finder History 1999-2012

*Track Finder разработан для мюонного триггера CMS. Реализован 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 CSC, восстанавливает полные треки по четырём камерам, измеряет поперечный импульс  $P_t$*

**Серийные модули  
SP05 Track Finder**

**1999-2001- выпуск первого Прототипа (SP01), отладка и тест**

**Август 2001 : новое идеологическое решение – реализация второго прототипа Процессора на одной сверхбольшой микросхеме FPGA. Кардинальное улучшение характеристик**

**2002-2003 – выпуск второго Прототипа (SP02) отладка и тест**

**2004 – выпуск третьего Прототипа (SP04), отладка и тест**

**2005 – выпуск пилотной серии Track Finder (SP05) и массовое производство SP05**

**2006 – отладка и тест модулей SP05, взаимодействие с DAQ, развитие Firmware**

**2007 - 2008 – отладка в составе распределённого мюонного триггера CMS, связь с DAQ, DT TF, GMT, развитие Firmware, пробный пучковый запуск**

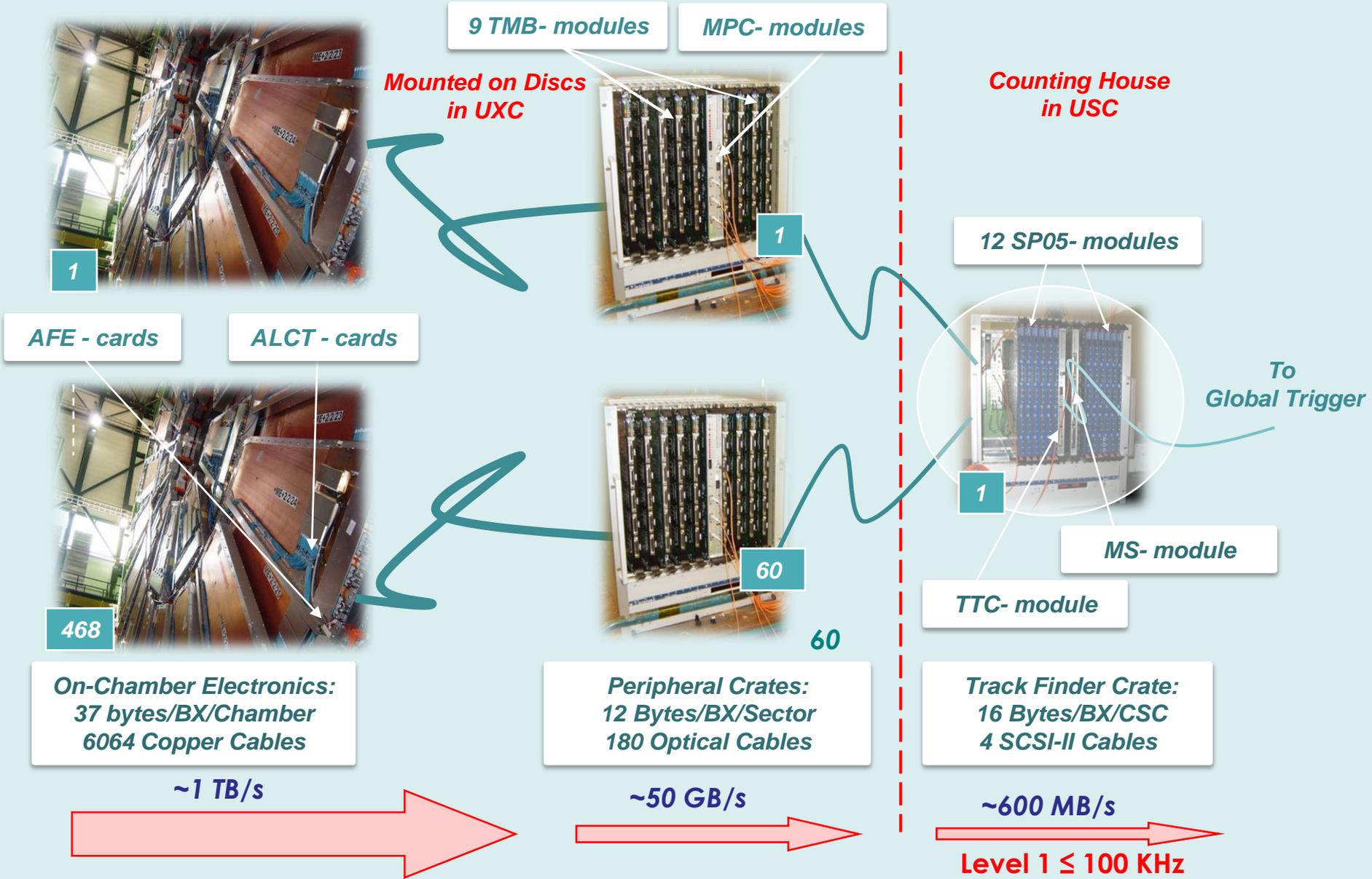
**2009 – модификация Firmware, подготовка к пучковому запуску в составе распределённого мюонного триггера CMS, первые пучковые данные**

**2010 – 2011 набор данных 7 ТэВ, развитие Firmware, модификация Software**

**2012 Набор данных: 4 x 4 ТэВ,  $L = 7 \cdot 10^{33} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ .**

**Модификация Firmware: уплотнение формата данных в связи с увеличением интенсивности LHC**

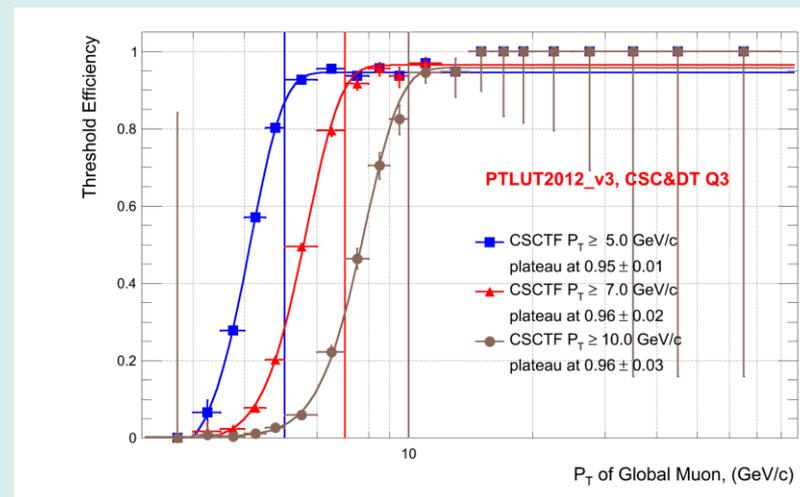
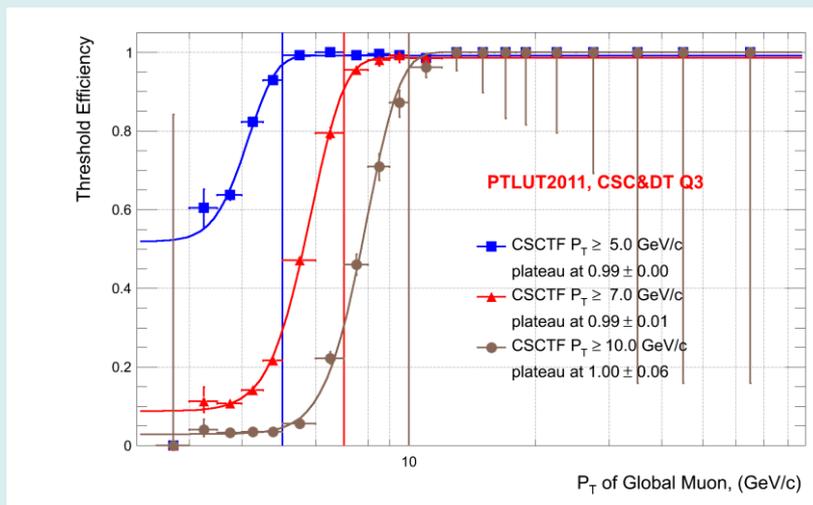
# Track Finder Data Rate - 2012



# Track Finder Status - 2012

## CSCTF Improvements in 2012 :

<https://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=175207>



**PT LUT Improvements Reduce L1 Muon Rate by 30%-35% w.r.t. 2011**

**Recommend GMT PT Endcap Algo:  $Q = 3 \rightarrow$  Use CSC;  $Q < 3 \rightarrow$  Use Min PT (CSC, RPC)**  
**Recommend GMT PT Barrel Algo: ByRank**

# Track Finder Evolution

<https://indico.cern.ch/getFile.py/access?subContId=0&contribId=7&resId=0&materialId=slides&confId=217684>

## Schedule:

1. **2013-2014 first “long shutdown” (“LS 1”)**  
SP- $\mu$ TCA proto. design, production, testing    May 2012 - July 2013  
Pre-production + tests    Oct 2013 - May 2014  
Full production + tests    May 2014 - Mar 2015  
Installation, commissioning    Mar 2015 - Jun 2015  
Stable parasitic running    Jun 2015 - Jan 2016
2. **2015-2017 data taking @ ( $\sqrt{s} = 14$  TeV)**
  - LHC may exceed design luminosity ( $10^{34}$  cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) and run at higher than design pile-up
  - during this period evolve to improved system
3. **2018-2019 second “long shutdown” (“LS 2”)**
4. **2022-2023 third “long shutdown” (“LS 3”)**

## Upgrade strategy:

1. Higher precision in transverse momentum ( $P_T$ ),  $\eta$ ,  $\phi$
2. More candidate objects

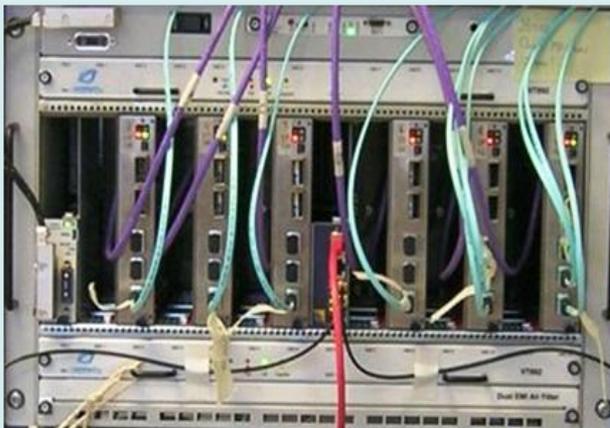
## Upgrade technology:

1. Use larger FPGAs, built system in more compact way (fewer, more generic boards)
2. Use standardized electronics where possible
  - custom built but same for many systems
  - partly also COTS (Commercial off-the-shelf) components
  - new form factor  $\mu$ TCA (Micro Telecommunication Computing Architecture)
3. Use optical links
  - higher data rates (higher precision, more trigger objects)
  - less space for connectors ( $\mu$ TCA instead of 9U VME)

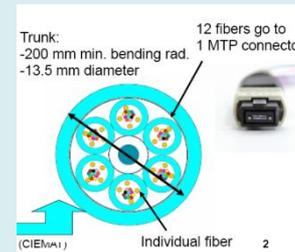
# Muon Trigger Technology Evolution



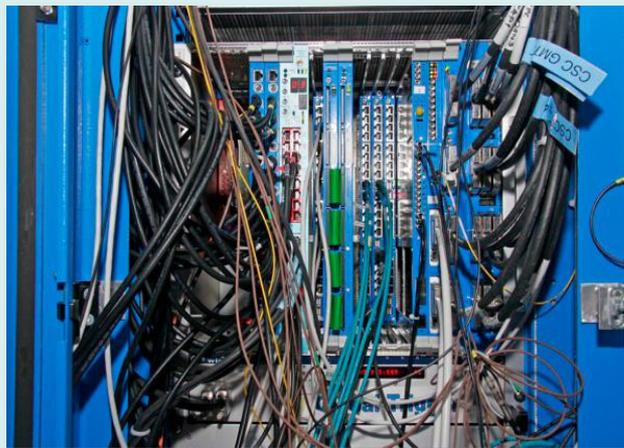
CSC TF Processor 9 U VME Crate



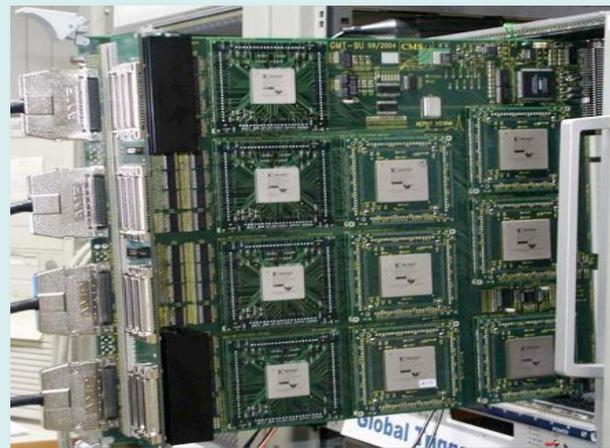
μTCA Crate



Trunk cable with 4 or 8 connectorized Cords. Each cord has 12 fibers



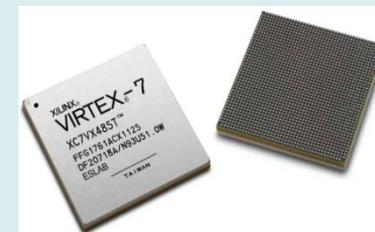
GMT Modules Interconnections



Xilinx FPGAs Structure



μTCA Module



Virtex Family FPGA

# PNPI/UF CMS EMU HV System



Набор модулей  
HVM системы

*Система предназначена для высоковольтного питания CSC-камер Торцевой мюонной системы CMS. Использует распределительные модули (дистрибьюторы), располагаемые рядом с детекторами. Система обеспечивает регулирование напряжения, мониторинг тока и напряжения в каждом сегменте камер*

*Дискретность измерения тока ~20 нА  
Дискретность измерения и регулирования напряжения ~ 2 V  
Диапазон регулирования напряжения – до 4 KV*

*2001-2002 – выпуск первого прототипа, отладка и тест*

*2003 – выигрыш тендера с фирмой CAEN на производство 10000 каналов системы.  
Стоимость проекта ~1.2 M\$ (CAEN ~2.5 M\$)*

*2004 – выпуск пилотной серии и подготовка массового производства*

*2005 – массовое производство 10000 каналов*

*2006 – массовое производство дополнительно 1500 каналов*

*2007 – системный тест в ЦЕРН, подключение к детекторам*

*2008 –2012 – эксплуатация в эксперименте (см. CMS IN 2010/000)*

*2012 –2013 – производство дополнительно 2500 каналов системы для ME 4/2*

# PNPI/ UF HV System 2012-2013. Part 1

## Items to manufacture

N	Item	Quantity (including spares)
1	Remote Distributor	86
2	Master Distributor	10
3	Regulator 1 kV	2840
4	Regulator 4 kV	90
5	Relay board	90

**All parts purchased for the following:**

**10 Master boards and 1000 1KV regulators**

**Parts and boards are in PNPI**

**Start production of 10 Master and 1000 1 kV regulators – 15/12/ 2012**

**UF+UW: Purchasing parts for remaining components in progress**

**Three pre-production Distribution board PCBs made**

**Waiting for parts delivery for them ( expect. Feb. 2013)**

# PNPI/ UF HV System 2012-2013. Part 2

## Schedule

Depends on:

- **Funds availability**
- **Other LS1 activities**
- **Other several factors**

<b>N</b>	<b>Task</b>	<b>Date</b>
<b>1</b>	<b>S1 to UXC cable installation done</b>	<b>March 2013</b>
<b>2</b>	<b>First delivery of HV modules from PNPI (Master + 50% Remote)</b>	<b>Sep 2013</b>
<b>3</b>	<b>S1 equipment installation done</b>	<b>Nov 2013</b>
<b>4</b>	<b>UXC equipment ~ 50% done</b>	<b>Jan 2014</b>
<b>5</b>	<b>PNPI HV modules delivering done</b>	<b>March 2014</b>
<b>6</b>	<b>ME4/2 system completed</b>	<b>July 2014</b>

# LHCb HV System 2005- 2012



Образцы LHCb HV  
Дистрибьюторов

*Система предназначена для высоковольтного питания пропорциональных мюонной системы LHCb. Использует распределительные модули (дистрибьюторы), располагаемые рядом с детекторами. Система обеспечивает регулирование напряжения, мониторинг тока и напряжения в каждом сегменте камер.*

*Дискретность измерения тока ~20 нА  
Дискретность измерения и регулирования напряжения ~ 2 В  
Диапазон регулирования напряжения – до 3 КВ*

**2005 – выигрыш тендера с фирмой CAEN на производство 2000 каналов системы.  
Стоимость проекта ~320 KCHF (CAEN – 700 KCHF)**

**2005 – выпуск пилотной серии и подготовка массового производства**

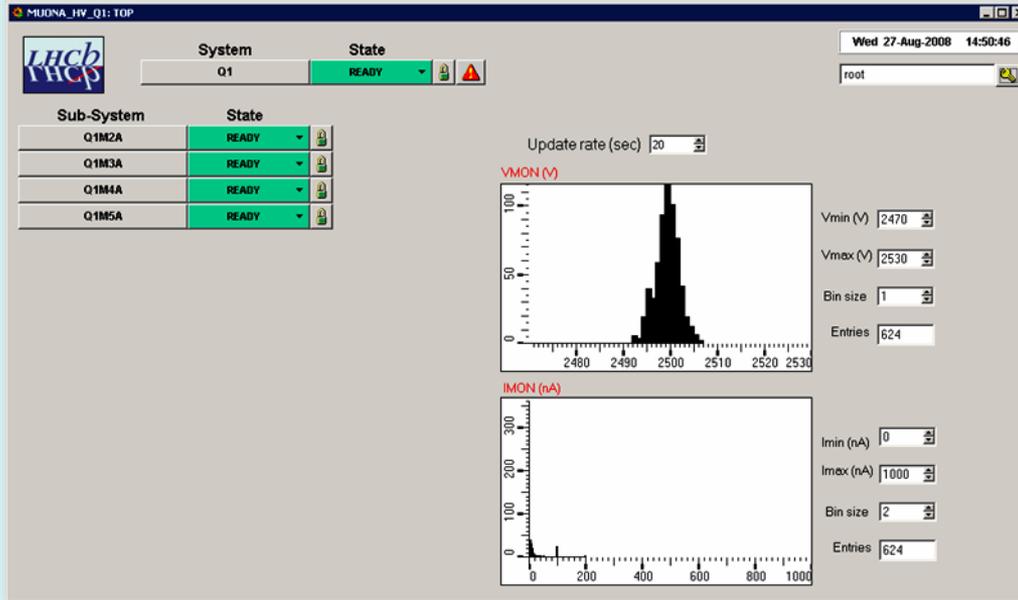
**2006 – производство 1000 каналов**

**2007– производство 1000 каналов и устройства параллельного подключения 1 → 2**

**2008 – 2012 эксплуатация системы на пучке**

**2012– производство 2000 каналов системы  
(дополнение до полного комплекта – 4000 каналов)**

# LHCb HV System 2008 -2012



**Распределение измеренного высоковольтного напряжения относительно номинального значения HV = 2500В в 2000-х каналов мюонной системы и распределение темновых токов в этих каналах.**

**Устройство параллельного подключения камер: 8 модулей соединительной панели для подключения 4000 сегментов к 2000 каналов высоковольтной системы**



**Модуль соединительной панели:  
10 разветвительных плат  
100 высоковольтных разъёмов**



**Разветвительная плата с высоковольтными изолированными проводами**



**Высоковольтный кабель с двумя 5-контактными разъёмами**

# LHCb HV System 2012

**Производство модулей 2000- канальной высоковольтной системы для замены устройства параллельного подключения камер :**

**Master Distributor – 8**

**Remote Distributor - 56**

**Ответственность коллаборации LHCb:**

- поставка 90 % комплектующих

**Ответственность ПИЯФ:**

- производство плат всех модулей и регуляторов
- монтаж автоматический всех плат модулей
- монтаж ручной всех плат регуляторов
- ручная сборка модулей
- тестирование модулей

**По графику окончание работ и отправка в ЦЕРН – 30 ноября 2012 г.  
Фактически модули отправлены 30 августа 2012 г.**

**Система «под током» на тестовом стенде ЦЕРН около 4 месяцев с хорошими результатами и видами на надёжность в эксплуатации**

# 2500-channel HV System UF/ PNPI Collaboration

<https://indico.cern.ch/getFile.py/access?contribId=15&sessionId=2&resId=0&materialId=slides&confId=216092>

## UF Responsibility

1. **Components procurement (90%)**
2. **Remote and Master Distributors**
  - Bare PCBs manufacturing
  - Automated SMT assembly
  - Mechanical parts
3. **Design new control interface in PCI-Express standard**

## PNPI Responsibility

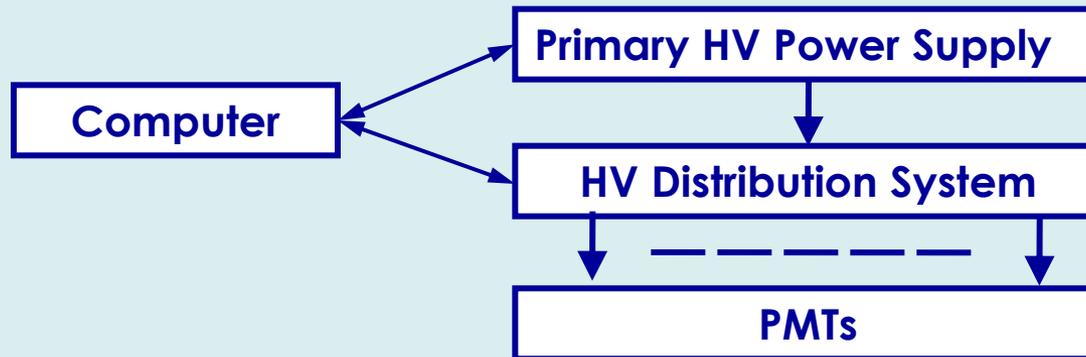
1. **Manual assembly of Distribution and Master boards**
2. **Production tests**
3. **Components procurement (10%)**

# Развитие систем распределения высоковольтного питания: система HVDS NeuLAND (Проект)

**High Voltage Distribution System (HVDS)  
for the High-Resolution Neutron Time-of-Flight Spectrometer for R3B (NeuLAND)**

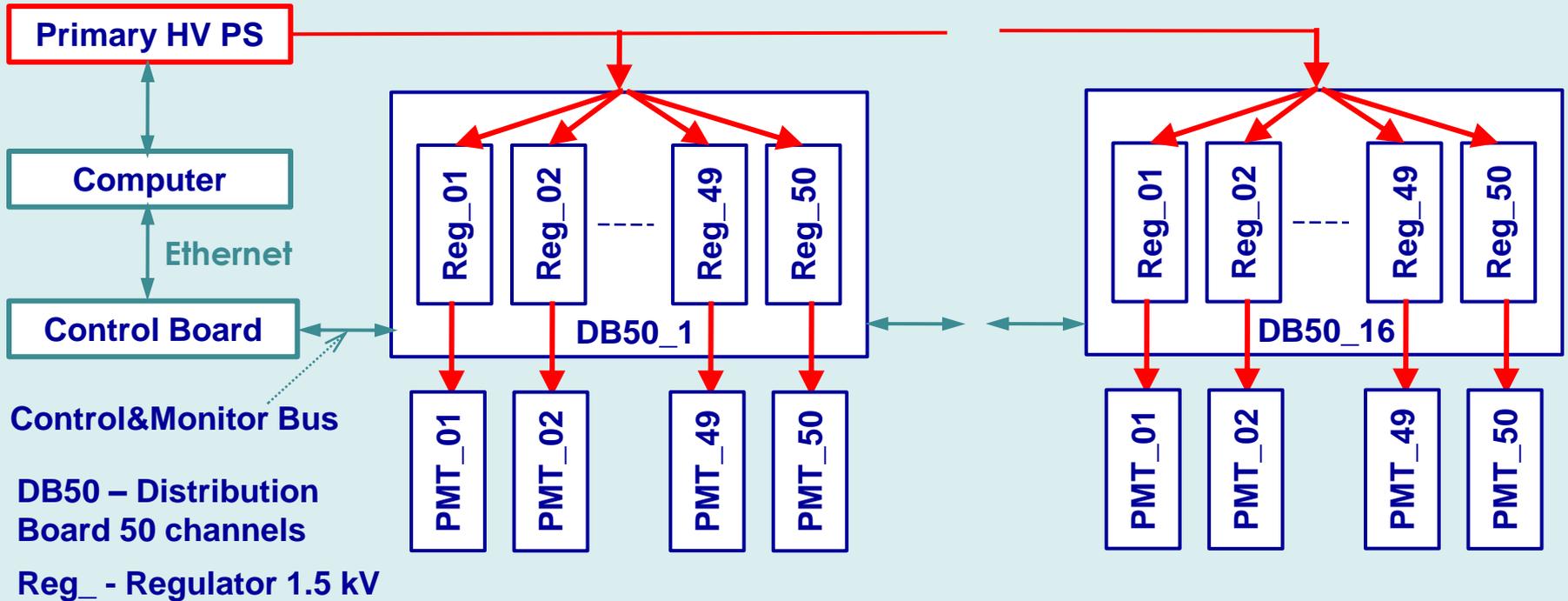
## Особенности HVDS NeuLAND:

- распределение высоковольтного питания для PMT
- регулирование напряжения для каждого канала:  $0 \div V_{\max}$  ( $V_{\max} = 1.5 \text{ kV}$ ,  $I_{\max} = 0.5 \text{ mA}$ )
- мониторинг тока и напряжения для каждого канала (10-bit ADC)
- суммарное число каналов 6000



Структура системы

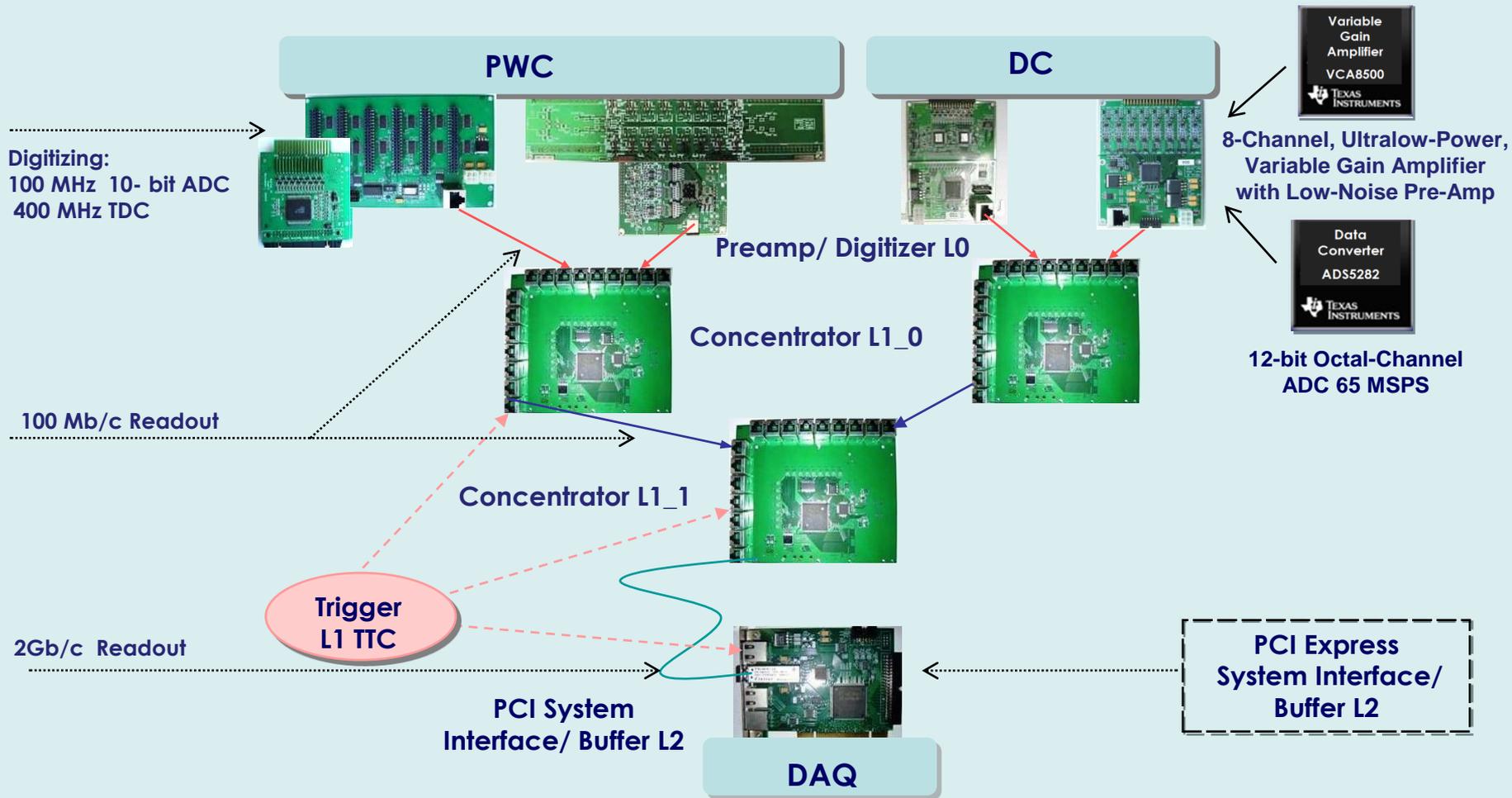
# Развитие систем распределения высоковольтного питания: система HVDS NeuLAND (Проект)



Структура системы на 1280 каналов

Этап 2012-2013 - создание прототипа системы на 200 каналов  
- расширение системы до 1000 каналов

# Развитие семейства систем считывания CROS-3



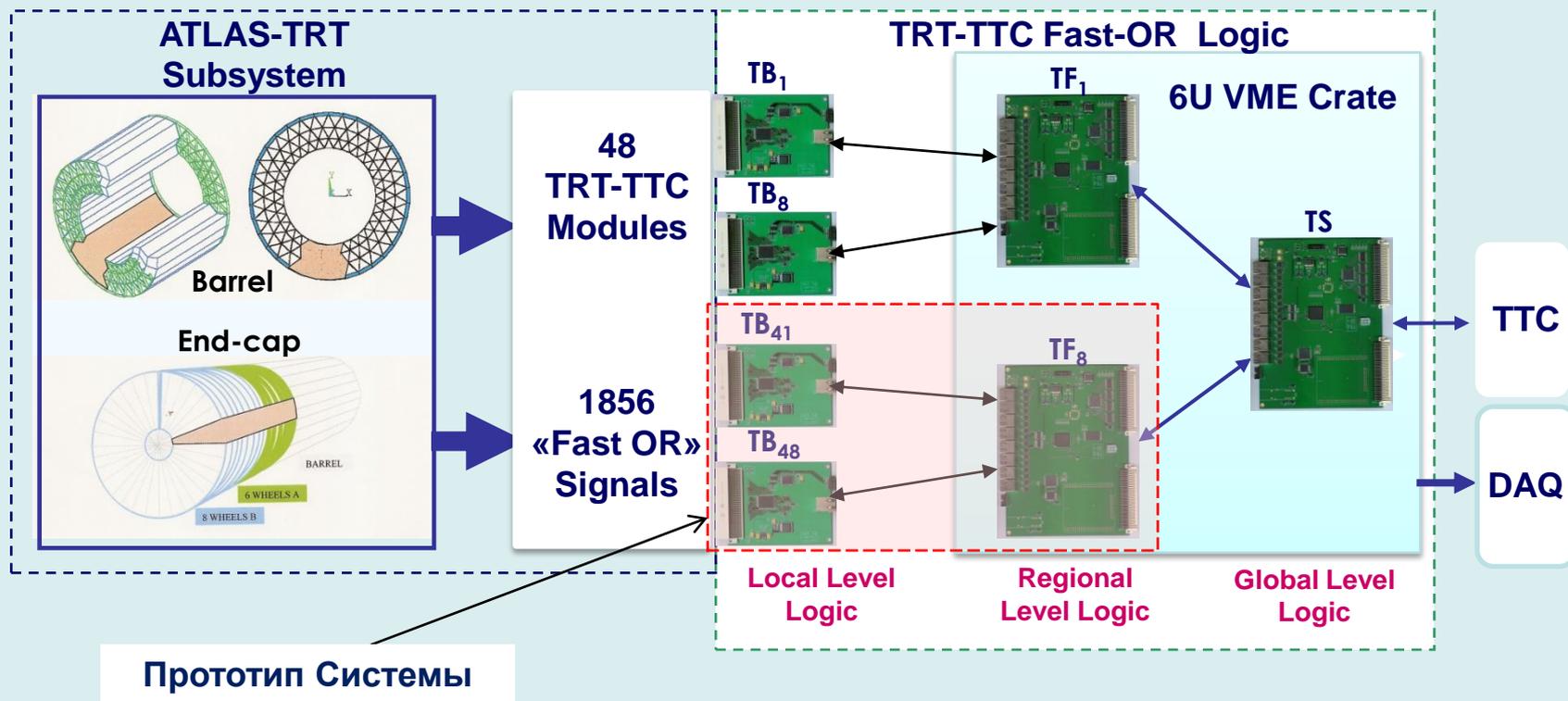
В экспериментальных установках применяется 4 разновидности систем CROS-3:  
LAND (GSI), НЭС → OLYMPUS (DESY), BGO-OD at ELSA (Bonn), LHCb Test Stand (ПИЯФ)  
В эксплуатации с 2006 г.

Развитие элементной базы и наличие в лаборатории современных средств проектирования позволяет существенно улучшить характеристики системы

# Развитие систем триггера – ATLAS Fast-OR Trigger

Основная задача, заложенная при разработке системы TRT-TTC Fast-OR Logic - отладка работы детектора ATLAS-TRT при регистрации частиц космического излучения.

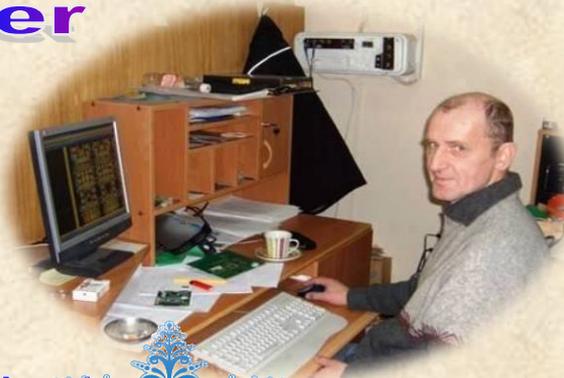
Предполагается использовать прототип системы в течение LS1 (в начале 2013) для исследования импульсов «тяжёлых» частиц (HIPs) на космике в рамках реализации программы Fast-OR Trigger (ATLAS NOTE, November 22, 2012)





# Закл<sup>ю</sup>ч<sup>е</sup>ни<sup>е</sup>

## Track Finder



CROS-3 → 4, Fast-OR TR, HV, April The



# С наступающим Новым Годом!



2013