

## Мюонная система ЛНСП в 2013 году

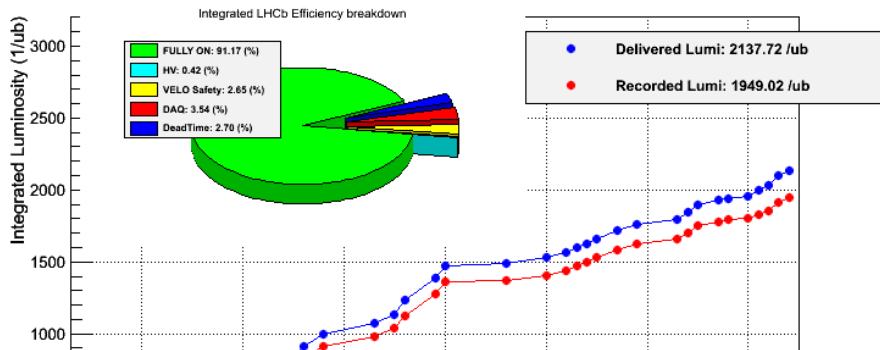
Н.Бондарь    О. Маев

Научная сессия ОФВЭ  
ПИЯФ

## Содержание

- 1. Итоги работы LHCb и состояние мюонного детектора к началу длительной остановки (LS1)**
- 2. Подготовка детектора к следующему набору статистики**
  - ✓ **Вторая очередь высоковольтной системы**
  - ✓ **Проблемы, проявившиеся за время работы детектора и их устранение**
  - ✓ **Дальнейшее развитие мюонного детектора**

LHCb Integrated Luminosity at p-Pb 5 TeV in 2013

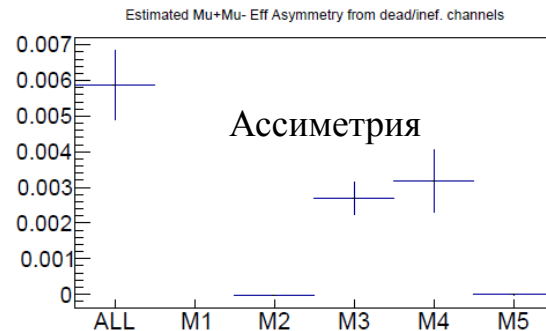
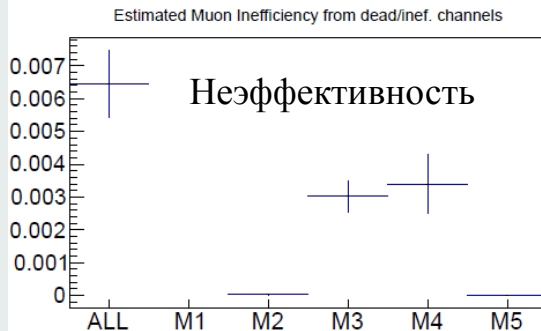
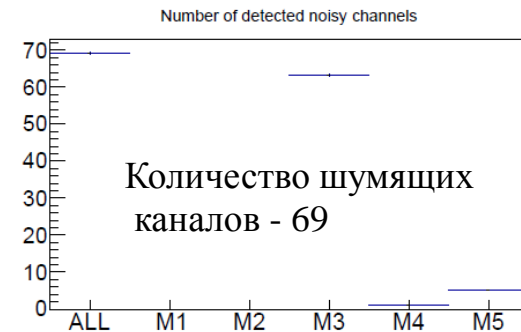
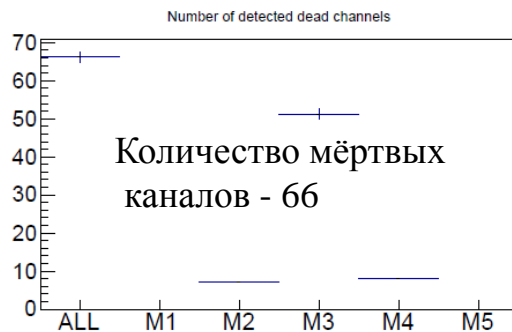


- Доставленная светимость 2137.72 (1/ub)
- Записанная светимость 1949.02 (1/ub)

31.01.2013 FILL 3509

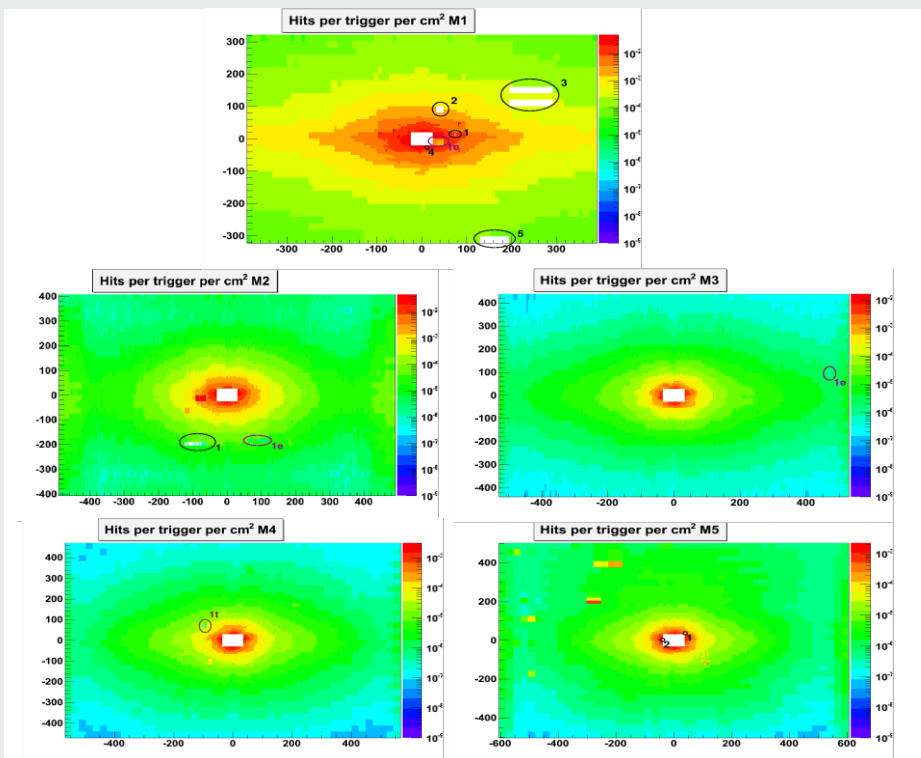
p+Pb@LHC, 5 TeV  $L \sim 4 \times 10^{27} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Run 136295 to 136306

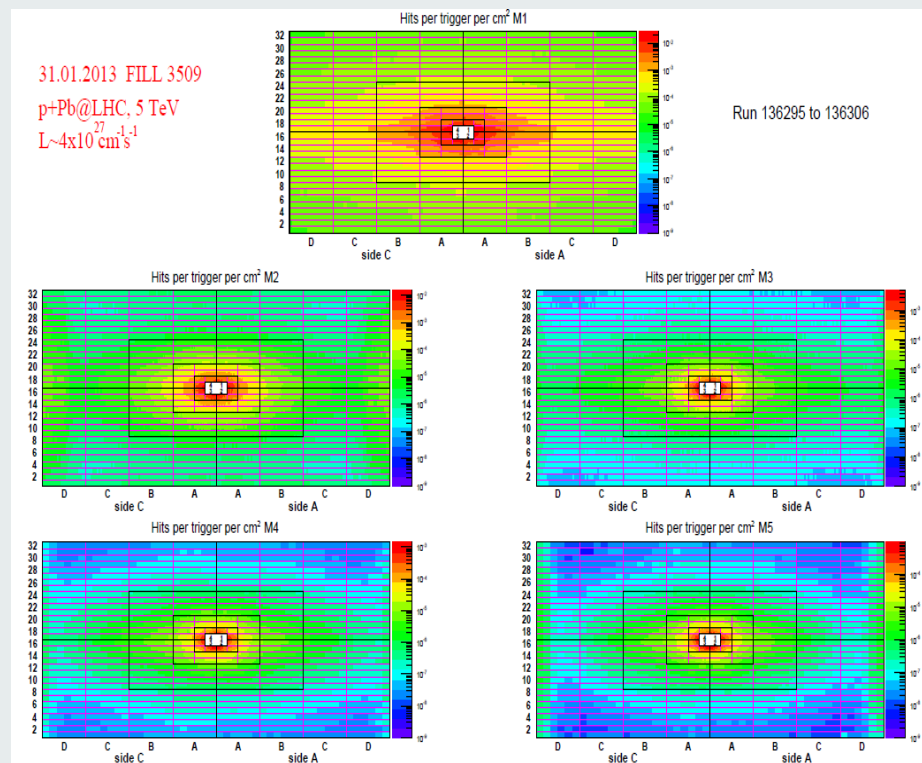




## Состояние мюонного детектора на начало работы 2010 год

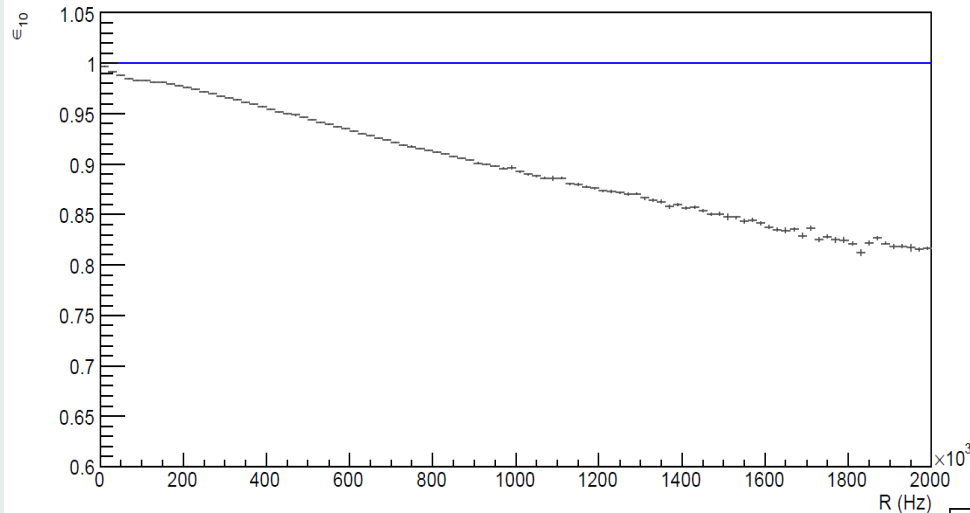


## Состояние мюонного детектора на окончание работы 2013 год



Постоянный контроль за состоянием детектора и незамедлительное устранение неполадок в его работе позволило не только сохранить, но даже улучшить Эффективность несмотря на возросшую в  $\sim 5$  раз загрузку.

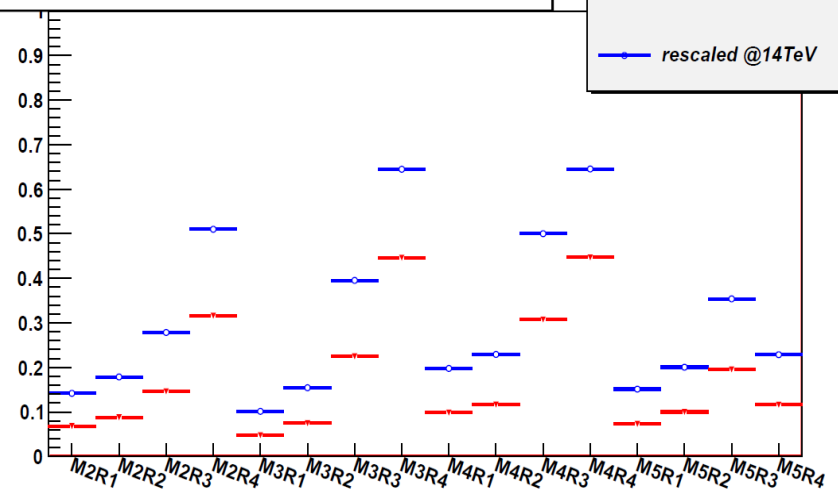
## Тестовые измерения мюонной системы при высоких нагрузках



Измеренная зависимость эффективности камер от загрузки (центральные регионы)

Оценка мёртвого времени -  $75 \pm 25$  нс

Fraction of correlated hits in 2 bigaps



**Свою задачу мы видим в обеспечении эффективной работы детектора в новых условиях:**

Энергия –  $7 + 7$  ТэВ;

Период банчировки – 25нс;

Светимость пучка –  $4-6 \cdot 10^{32}$  и возможно больше

**Для выполнения этой задачи необходимо:**

- **Установить и запустить вторую очередь высоковольтной системы**
- **Устранить все выявленные проблемы в работе детектора**
- **Исследовать возможности работы детектора при дальнейшем возрастании загрузки вплоть до частичной замены камер в наиболее загруженных регионах детектора**

**Установка второй очереди высоковольтной системы является первой плановой задачей по модернизации мюонного детектора**

В задачу входит удвоение высоковольтных модулей  
 Перевод управления на USB интерфейс  
 Модернизация программ управления и калибровок

МВ модули  
 Было - 8  
 Стало - 16

RDB модули  
 Было - 56  
 Стало - 112

Высокое напряжение 112 линий

Управление

МВ 2 линии

RDB 8 линий

Управление

Питание



Блок Управления



8 стоек с модулями RDB



2 крейта с модулями МВ

1. **Повышенная загрузка частицами верхней части последней мюонной станции (M5) вторичными частицами от магнита в туннеле** – Установлена дополнительная защита
2. **Протечки в системе водяного охлаждения крейтов** – Заменены все прокладки в подводящих шлангах водяного охлаждения
3. **Периодические поломки турбин воздушного охлаждения электроники** – Замены все турбины в стойках электроники и вентиляторы в источниках питания
4. **Резкое возрастание тока камер при повышенной загрузке (Мальтер эффект)** – проблема под постоянным контролем
5. **Неустойчивая работа усилителей на некоторых камерах при повышенной загрузке** – работа проводится





## 1. Дополнительная защита станции M5

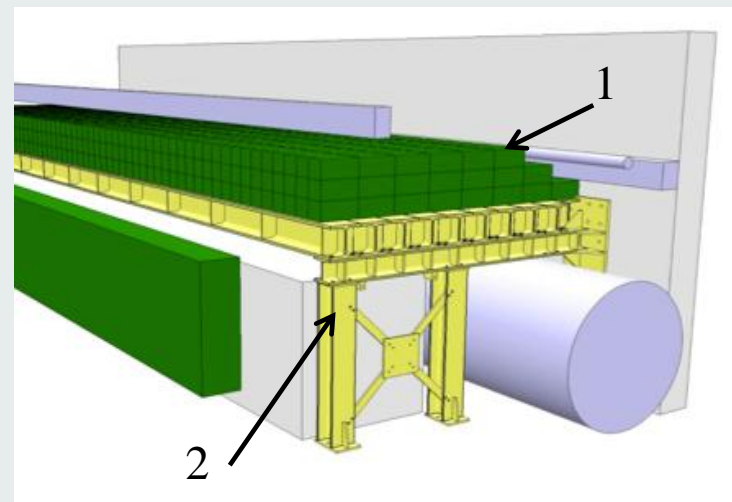
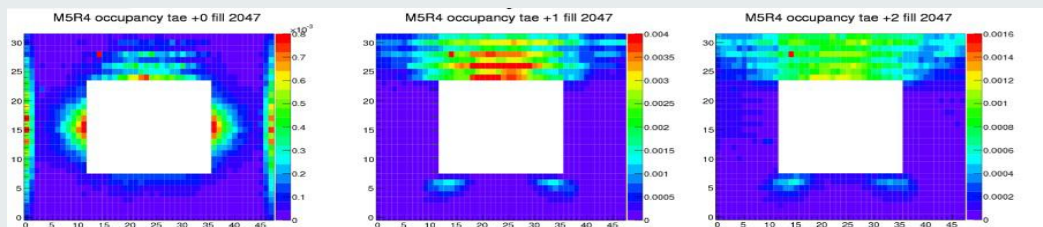
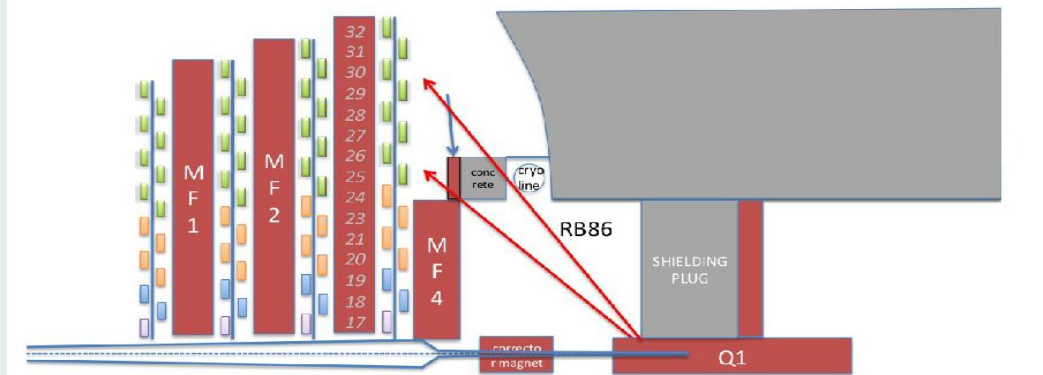
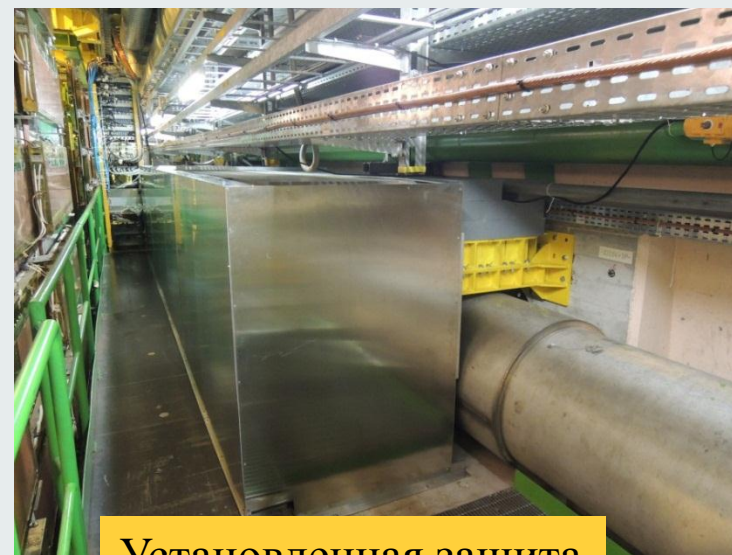


Схема предложенной защиты



Засветка верхней части станции M5 обратным потоком вторичных частиц

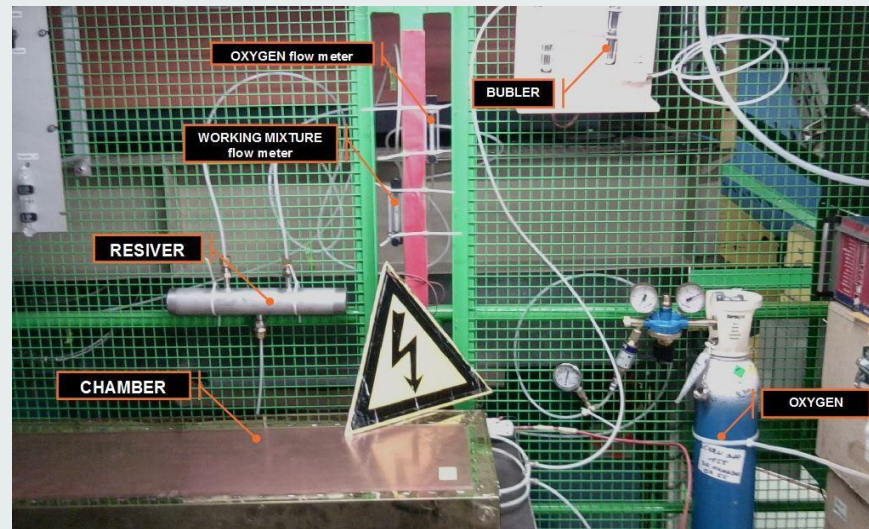
Защита составляет 300 мм железа (1) (блоки 100 x 100 x 200 mm<sup>3</sup> - 3000шт.) расположенного на специальной конструкции (2)



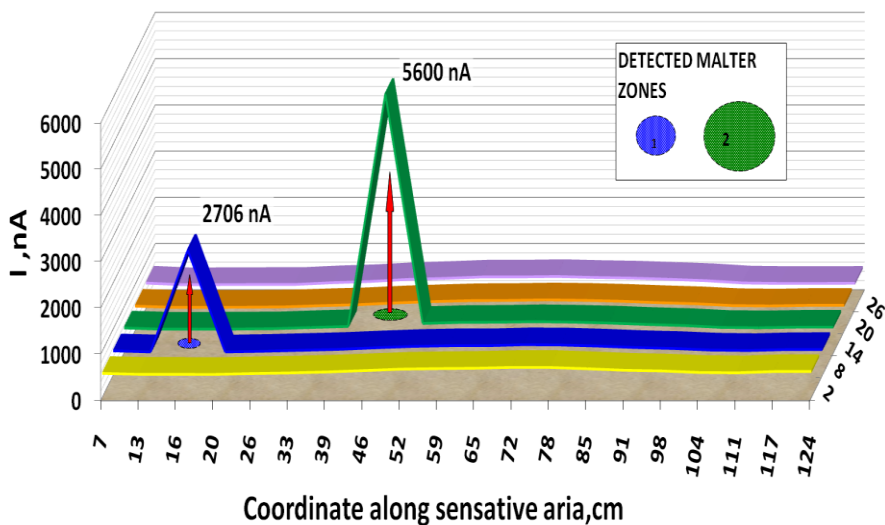
Установленная защита

Устранение Мальтер эффекта во время набора статистики возможно, но является продолжительным и трудоёмким процессом. Предлагается (Г. Гаврилов) использовать газовую смесь с добавкой кислорода. Собрана установка и проведены первые измерения (Д. Майсузенко, О.Маев).

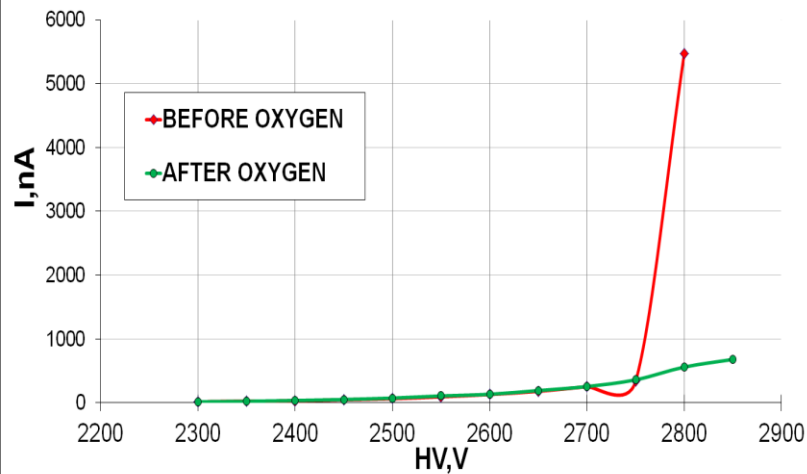
Источник  $Sr^{90}$   
 Макс. ток 5600 нА



Currents from  $Sr^{90}$  along the chamber, GAP A



CVC CMB M2R4#041\_GAP A\_  $Sr^{90}$  in MALTER ZONE 2  
 $Ar(45\%)+CO_2(50\%)+CF_4(5\%)$





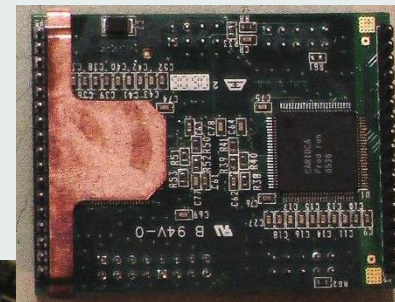
Неустойчивая работа электроники проявляется в том, что усилители на некоторых камерах начинают сильно шуметь или даже входят в режим генерации при возрастании загрузок.

Причина – с ростом загрузки возрастает уровень сигнала синхронной обратной связи  
Способы борьбы:

- ✓ Поднять пороги – метод оперативный, используется во время набора данных.
- ✓ Уменьшить глубину обратной связи.

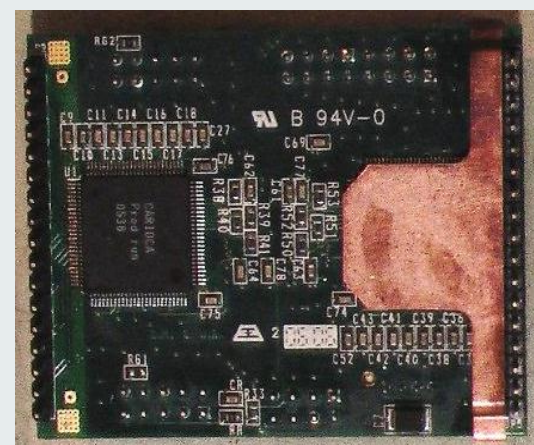
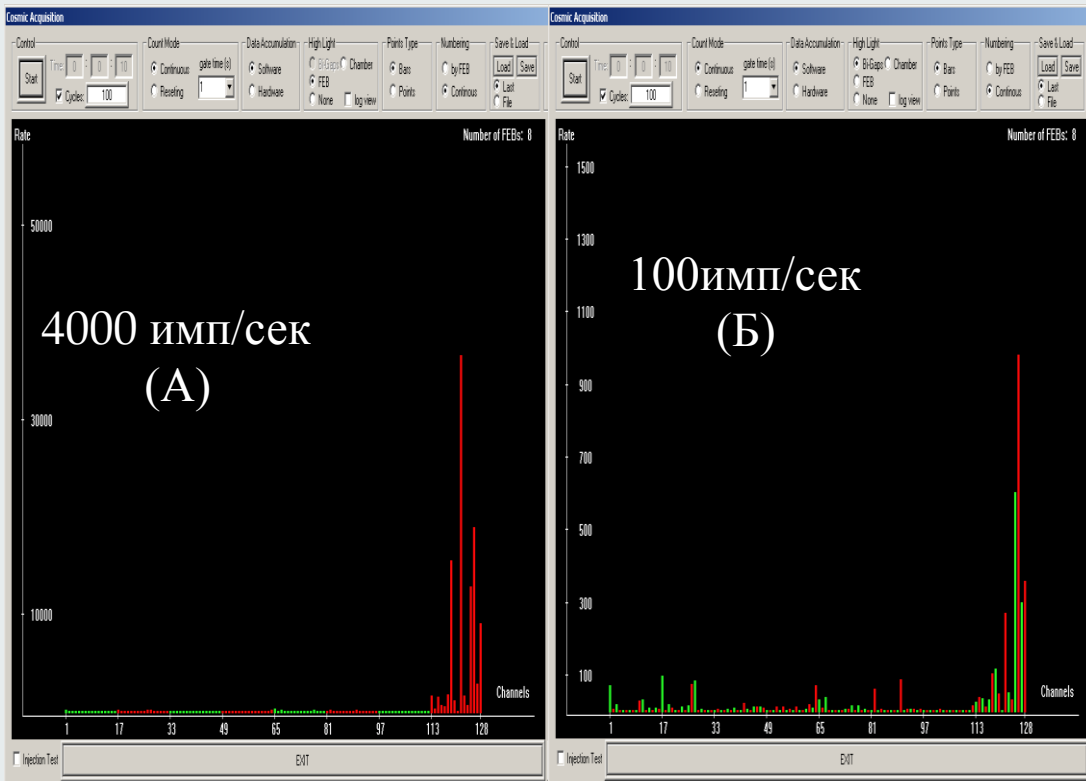
Предложено и реализуется :

- Замена усилителей с сильно шумящими каналами и установка экранов на микросхемы усилителей – по необходимости
- Усиление земляных цепей внутри камер.  
Камеры M2R1, M2R2, M3R1, M3R2. – 72 камеры
- Установка кабельных фильтров на все сигнальные кабели  
Всего - 7000 фильтров



### Камера М3R1 #01

Катодные усилители имеют повышенную склонность к самовозбуждению особенно при большой входной ёмкости.



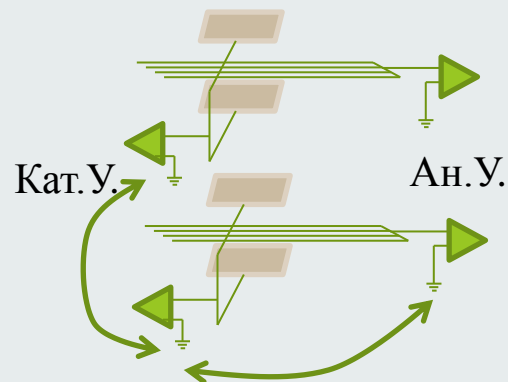
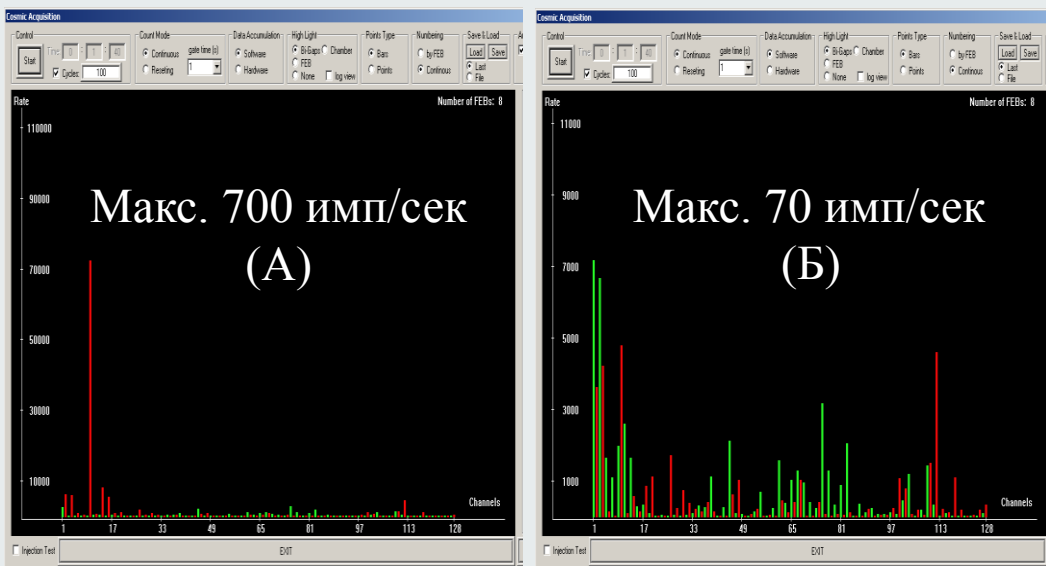
Эффект заметно подавлен, если микросхема усилителя закрыта экраном

Уровень шума с камеры без экрана (А) и с экраном (Б)

Экран устанавливаем, если усилитель шумит больше, чем предсказывает шумовой скан и при замене усилителей



4UACER02200007

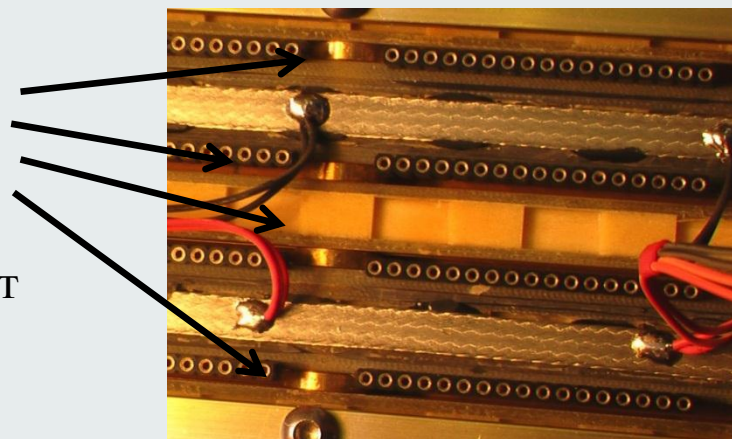


Земляные цепи должны иметь минимальное сопротивление и максимальную надёжность

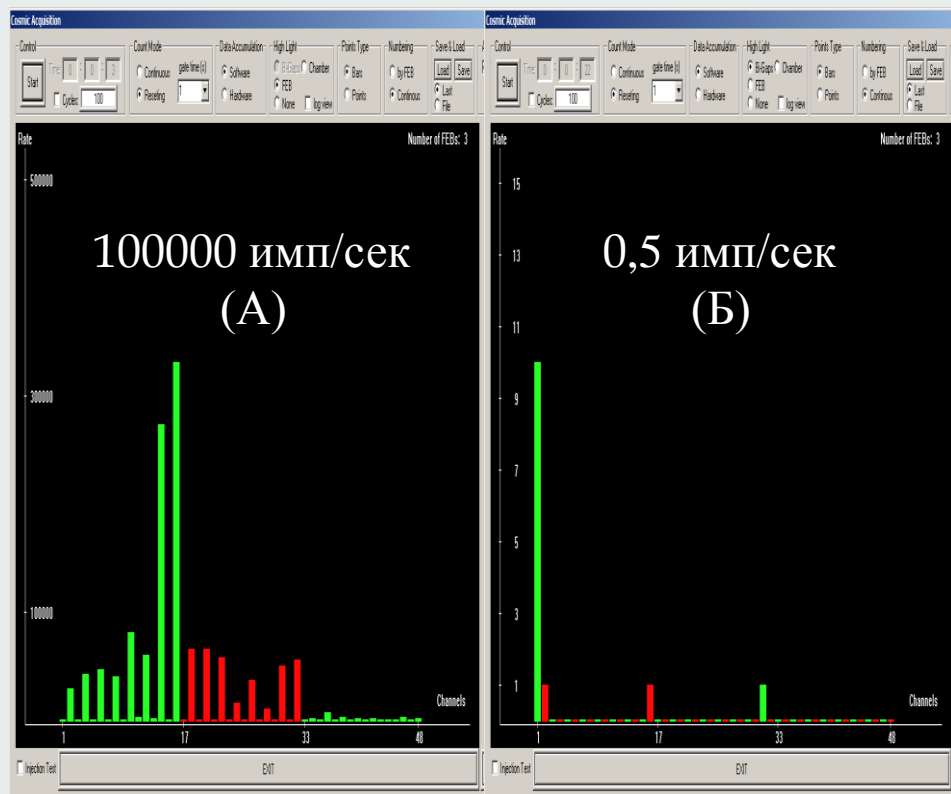
В данных камерах электрический контакт между плоскостями осуществлён металлическими шайбами, стянутыми болтами.

По разным причинам в некоторых камерах контакт пропал. Соединение дополнено перемычками

Шум с камеры до (А) и после (Б) модификации



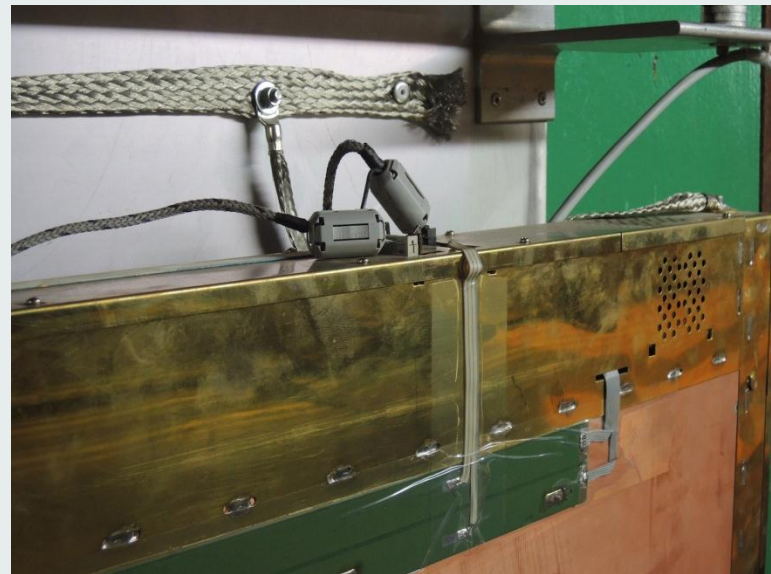
## Камера M5R4 #65



Уровень шума с камеры  
без фильтров (А) и с фильтрами (Б)

Принято решение установить фильтры на все сигнальные кабели  
Всего надо установить более 7000 фильтров

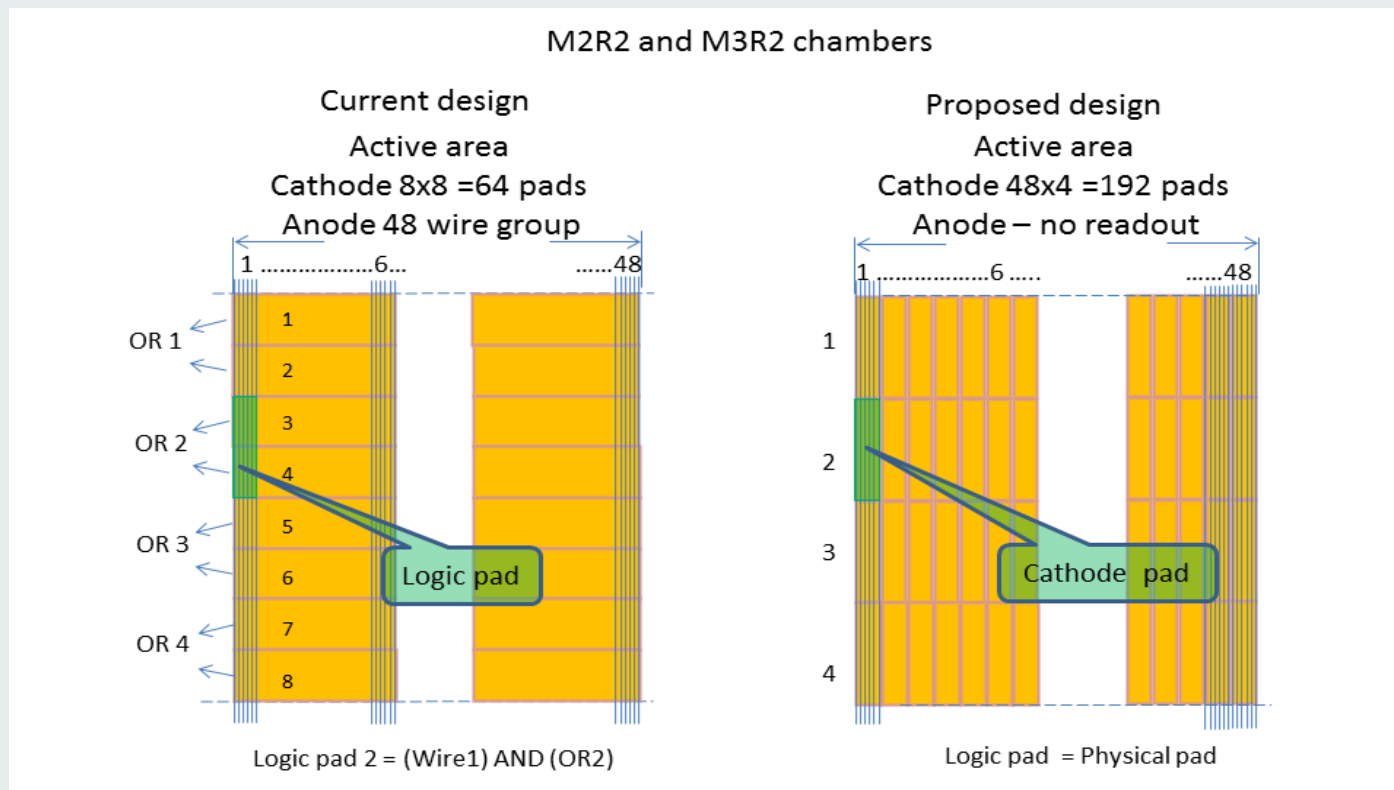
Кабельные фильтры существенно  
снижают вероятность жесткого  
возбуждения усилителей



В последнее время детектор работал на предельной возможности по загрузке - в 5 раз выше расчётной. При дальнейшем увеличении загрузки детектор захлебнётся.

В настоящее время прорабатываются варианты модификации камер для центральных регионов детектора.

Нами предлагается вариант камеры, который позволит работать при загрузке в 4 раза выше.







*С Новым*

**2014**

*Годом!*



# Back up slides