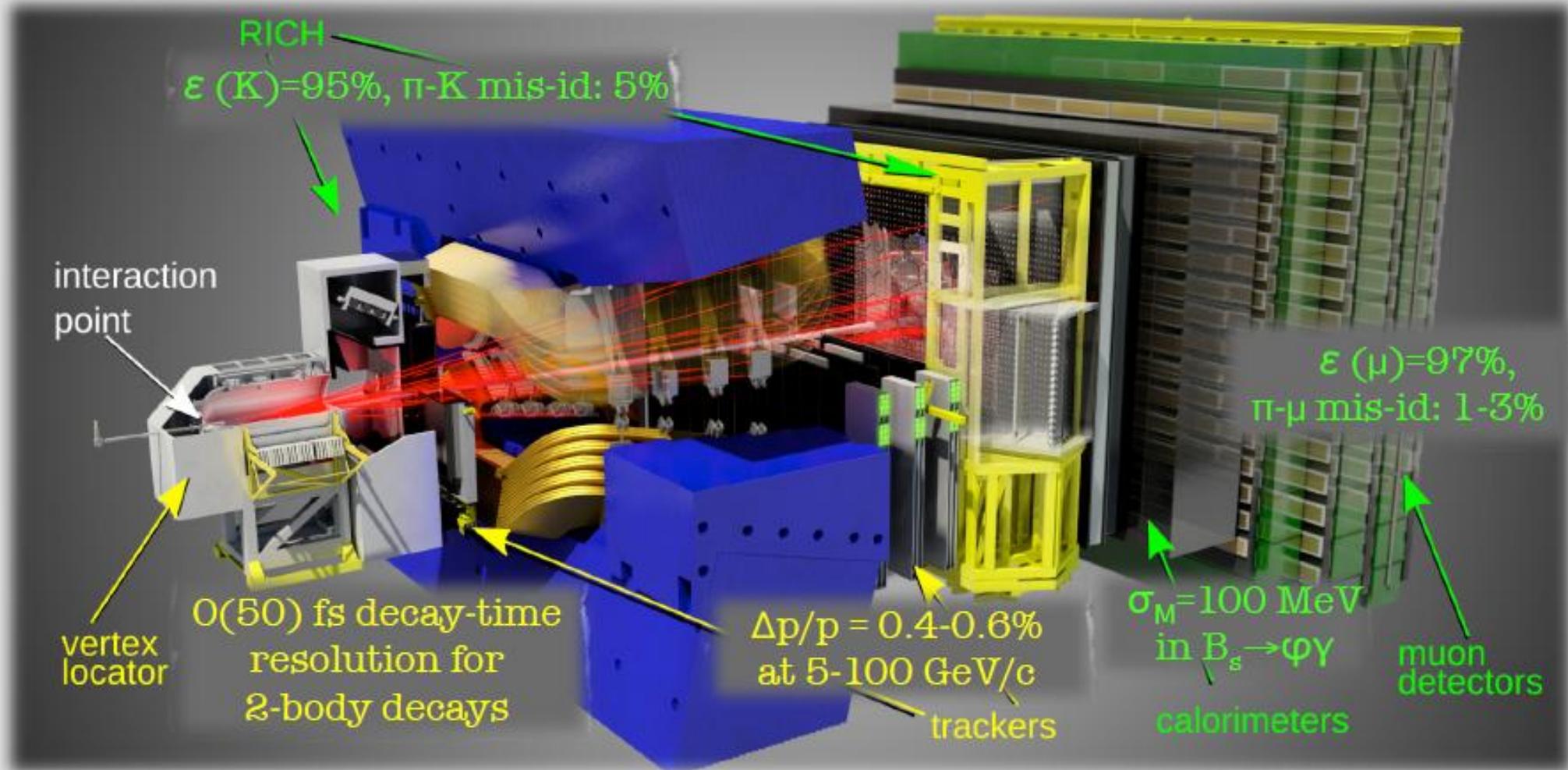


Large Hadron Collider *b*eauty



Завершение работ в LS1

Закрытие детекторов

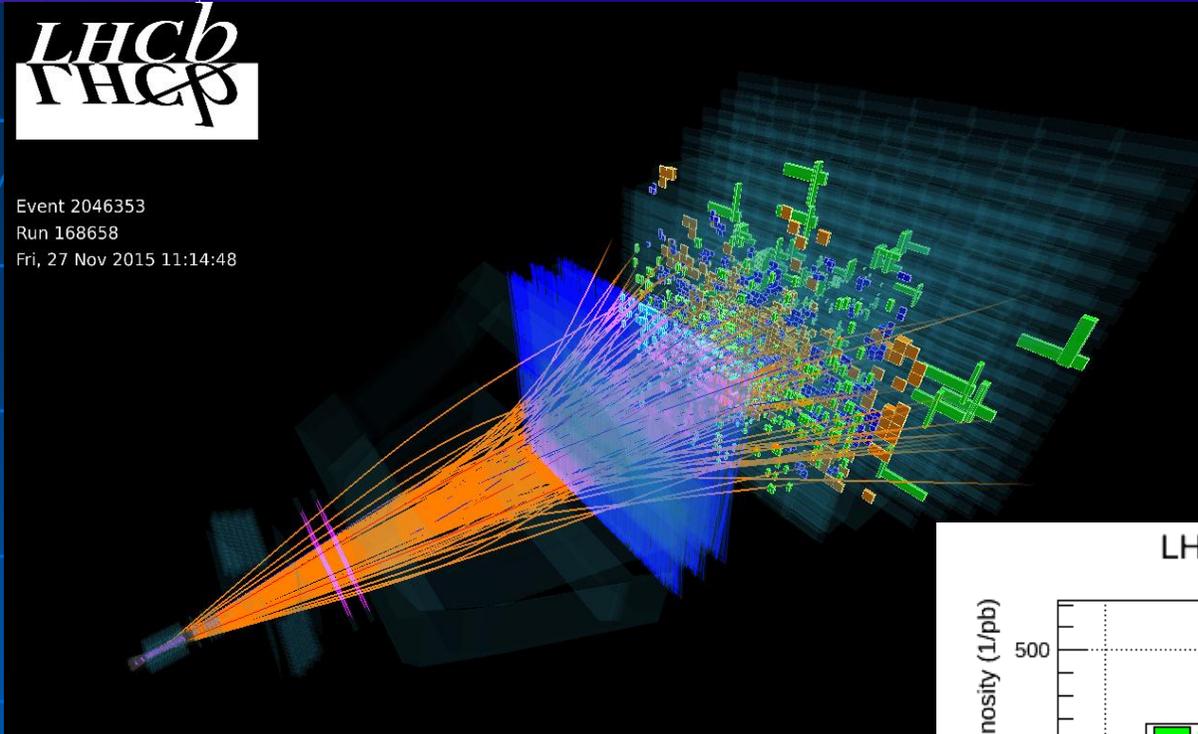
Работа в тестовом режиме, проверки, оперативные вмешательства

Набор статистики





Event 2046353
Run 168658
Fri, 27 Nov 2015 11:14:48



БАК в 2015 году.

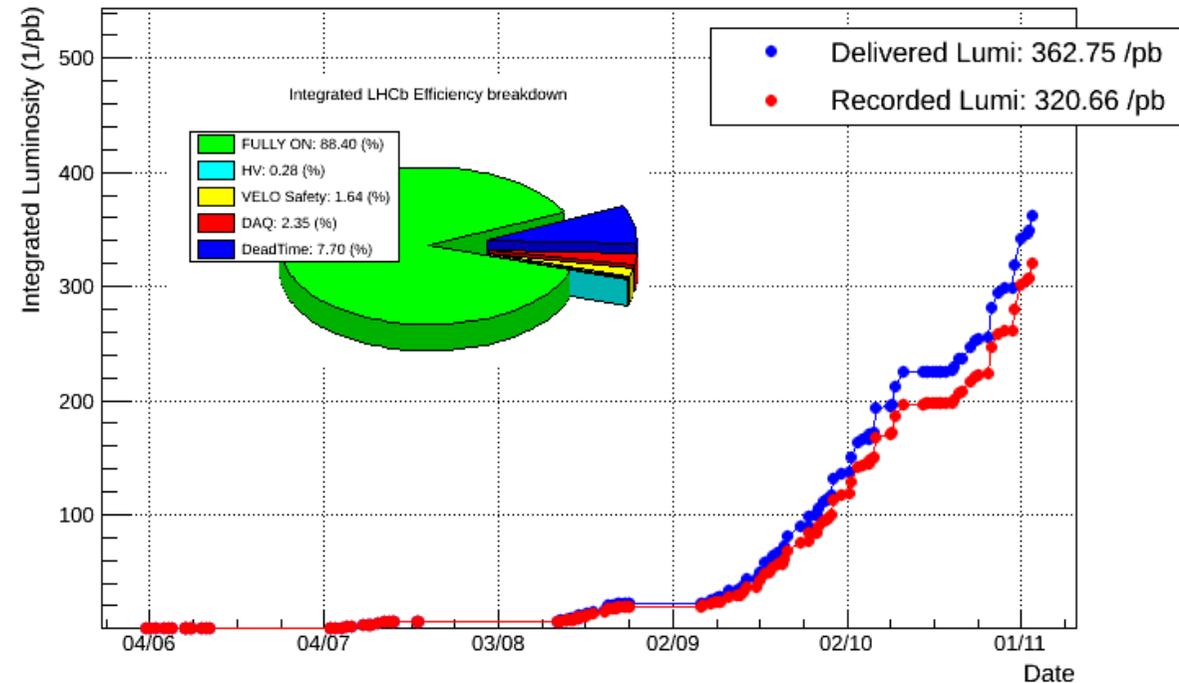
Энергия pp 13 TeV,
Период банчей 25ns

Количество сталкивающихся банчей
CMS/ATLAS - 2244 банчей/сек
LHCb - 1866 банчей/сек
светимость примерно как и в 2012 г.

Светимость в LHCb в 2015 году:
доставленная 362.75 1/pb
набранная 320.66 1/pb

В конце года PbPb
В LHCb 24 банча
Также PbPb + Ar, pAr, PbAr...

LHCb Integrated Luminosity at p-p 6.5 TeV in 2015





ИЯСб 2015

Мюонный детектор

Работы проведенные за время остановки БАК

1. Обслуживание пропорциональных камер (ПК)

- а. Устранение темновых токов в камерах
- б. Борьба с «Мальтер» эффектом
- с. Замена вышедших из строя камер

2. Работы с прикамерной электроникой

- а. Усилены земляные контуры в камерах с двойным (анодным и катодным) считыванием
- б. Установлены экраны на катодные усилители, где требовалось
- с. Установлены кабельные ферритовые фильтры
- д. Заменены шумящие и неисправные усилители
- е. Упрощена процедура определения порогов фронт-энд электроники



ЛНСб 2015

Мюонный детектор

3. Модернизация высоковольтной системы (ВВ) Аппаратная часть удвоена

- a. Новые МВ модули протестированы, откалиброваны и установлены в детектор,
- b. Старые МВ модули переоснащены новыми регуляторами, протестированы, откалиброваны и установлены в детектор
- c. Завершено окончательное тестирование и калибровка новых модулей RDB (56 модулей) и установка их в детектор
- d. Все относящиеся к данной системе камеры подключены по новой схеме
- e. Осуществлён переход управления системой на USB-интерфейс



LHCb 2015

Мюонный детектор

4. Модернизация высоковольтной системы (ВВ) Программная часть

- а. Высоковольтная система интегрирована в общую схему контроля высоковольтной системы детектора
- б. Программы управления USB-интерфейса адаптированы для 64 разрядного процессора
- с. Полностью переработано пользовательское программное обеспечение для контроля за высоковольтной системой, реализованное на базе пакета WINCC OA



ЛНСб 2015

Мюонный детектор

Набор статистики и обслуживание детектора

1. Участие в управлении детектором в период набора данных
2. Постоянный контроль Мюонного детектора во время сбора данных.
Модернизация программ для мониторинга и контроля мюонного детектора
3. Полный контроль за запасным оборудованием
4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году



LHCb 2015

Мюонный детектор

1. Участие в управлении детектором в период набора данных

Четверо сотрудников ПИЯФ несут нагрузку в период набора данных в 2015-м году в качестве:

Run Chief LHCb – 14 дней

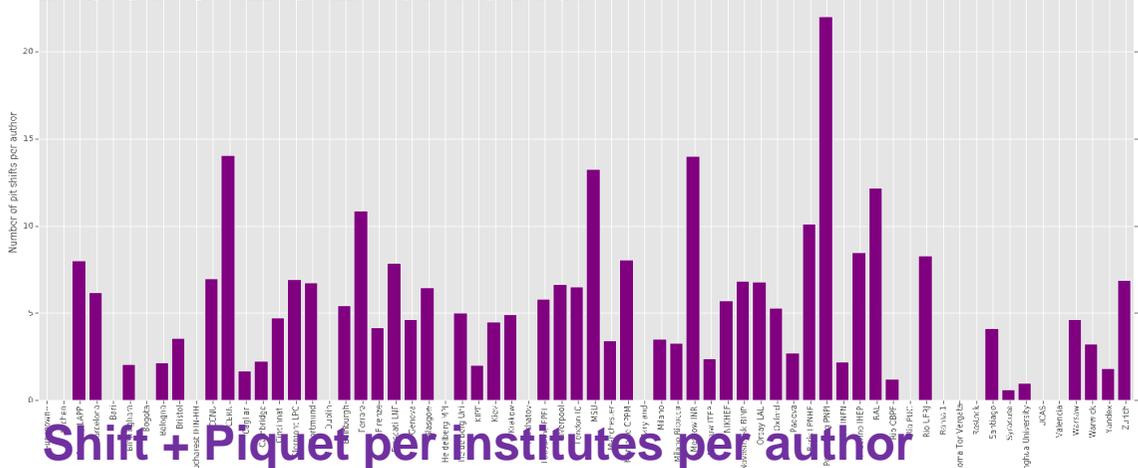
Shift Leader LHCb – 24 смены по 8 часов

Data Manager LHCb - 6 по 8 часов

Muon Piquet – 50+43+7+7 = 107 дней

Всего 151 смена

ПИЯФ



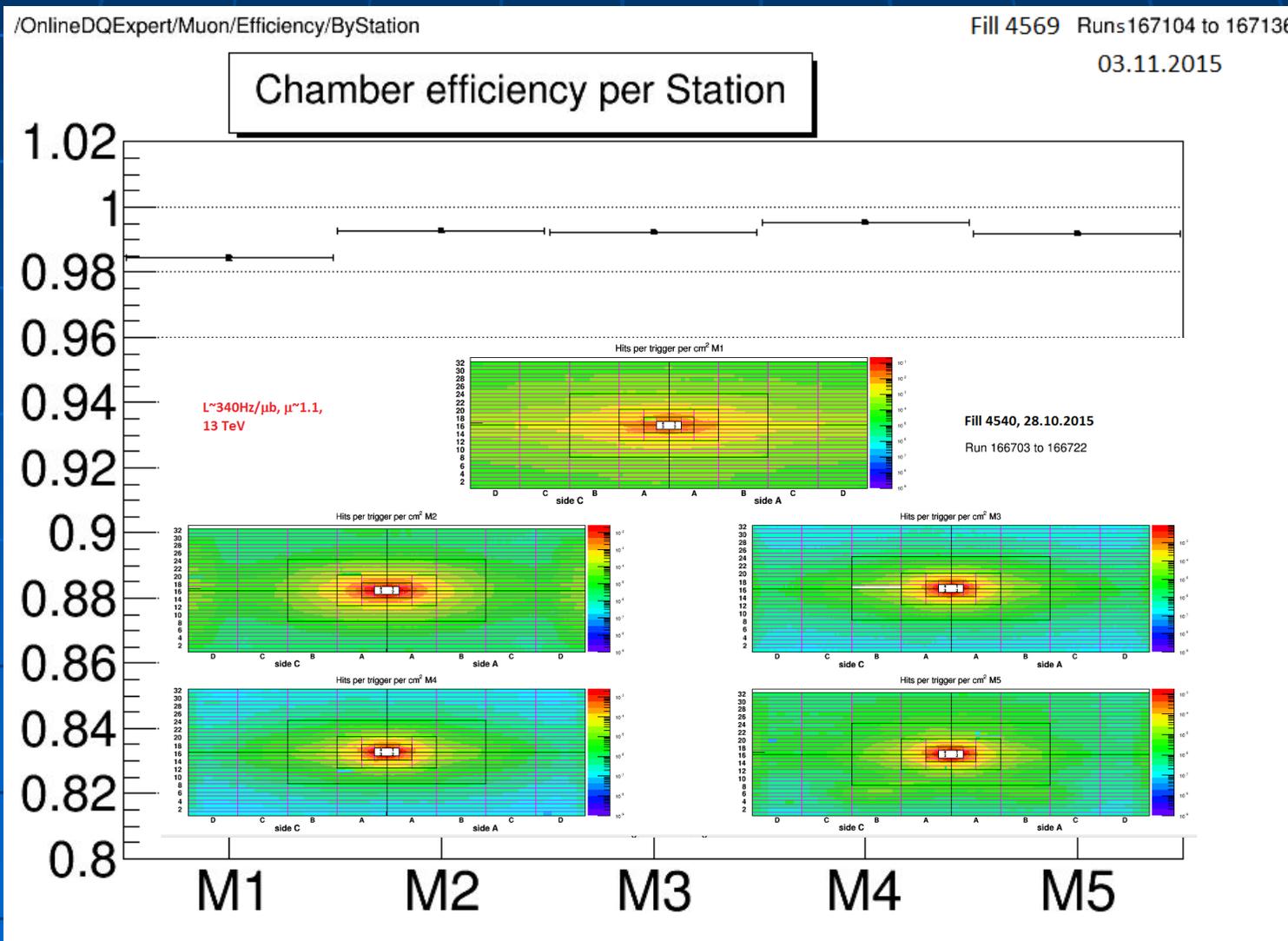
Muon expert on call – 2 человека 100% времени



LHCb 2015

Мюонный детектор

Эффективность регистрации





LHCb 2015

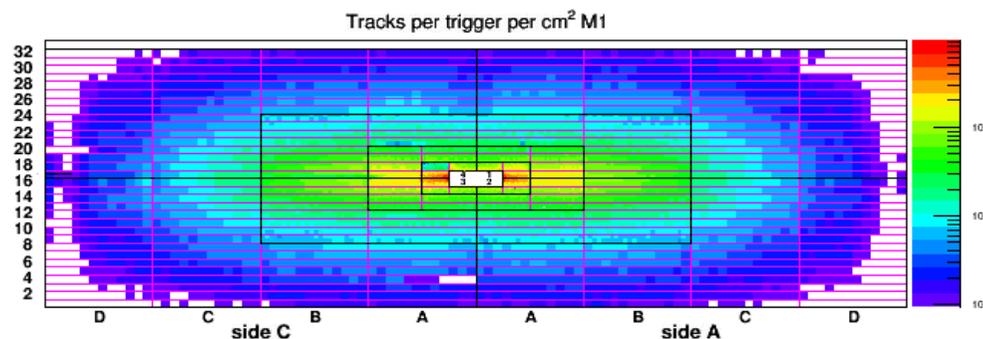
Мюонный детектор

Геометрическое распределение сигналов, ассоциированных с треками частиц, проходящими через весь детектор в плоскости XY.

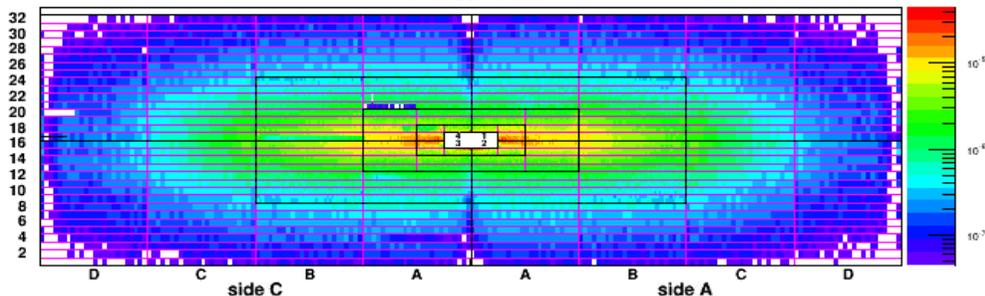
$L \sim 340 \text{ Hz}/\mu\text{b}$, $\mu \sim 1.1$,
13 TeV

Fill 4540, 28.10.2015

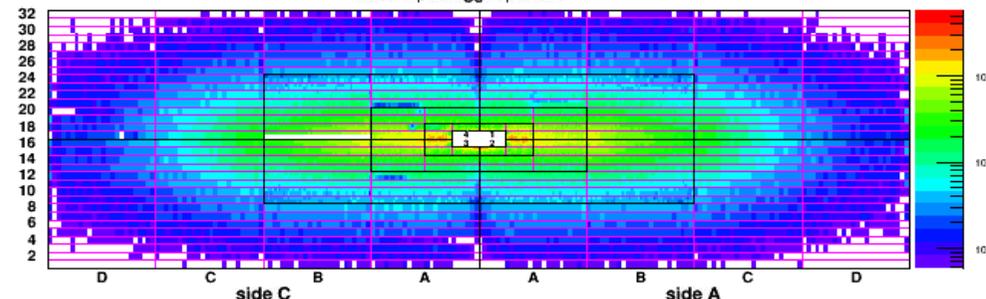
Run 166703 to 166722



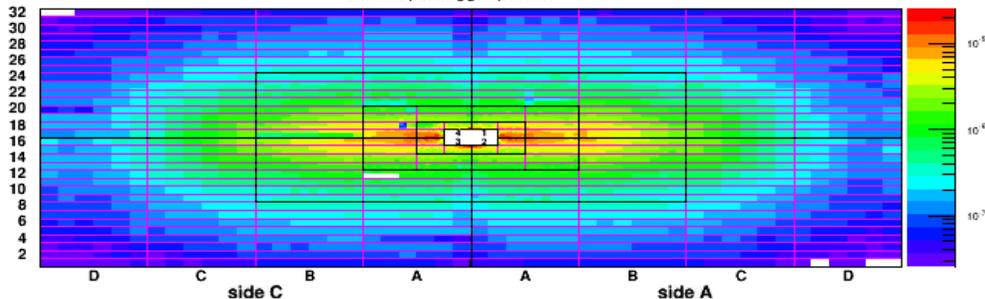
Tracks per trigger per cm² M2



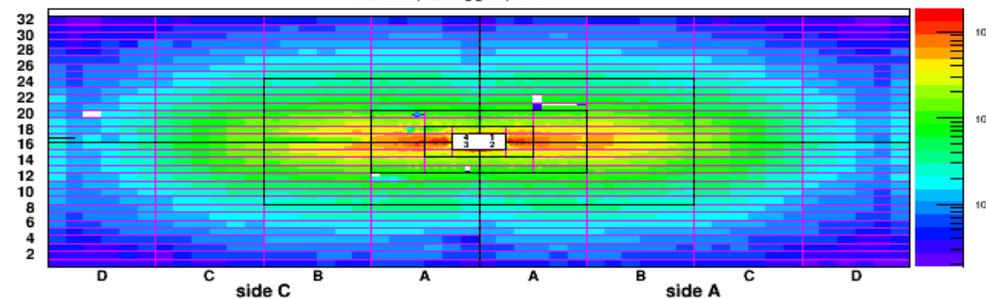
Tracks per trigger per cm² M3



Tracks per trigger per cm² M4



Tracks per trigger per cm² M5



ЛНСб 2015

Мюонный детектор

2. Постоянный контроль Мюонного детектора

Зона прямой ответственности - элементы детектора произведённые в ПИЯФ

а. 576 камер 4-х регионов для станций М2-М4. Произведены на двух фабриках ПИЯФ (всего в детекторе 1368 MWPC камер и 12 GEM – детекторов)



б. 3860 каналов высоковольтной системы.

Используется для камер 3 - 4-х регионов в станциях М2-М5 (кроме этого, в детекторе 1632 HV-канала производства CAEN и 72 канала для GEM детекторов производства INFN)





ЛНСб 2015

Мюонный детектор

2. Постоянный контроль Мюонного детектора Зона реальной ответственности намного шире

- а. Постоянный контроль Мюонного детектора во время сбора данных:
- обеспечение GG во всех имеющихся MWPC
 - включает постоянную тренировку камер на пучке от темновых токов
 - постоянный контроль всей детекторной электроники
 - включает постоянный **мониторинг конфигурации системы**
 - установку и подстройку, в случае необходимости, порогов усилителей
 - **экспертное решение проблем связанных с обеспечением бесперебойной работы всех систем контроля и сбора данных**
- б. Группа ПИЯФ осуществляет и несёт ответственность за абсолютное большинство работ, связанных с техническим обеспечением работы детектора:
- замена (во многих случаях ремонт) вышедшего из строя оборудования
 - большинство интервенций осуществляется непосредственно сотрудниками ПИЯФ
 - постоянно ведётся плановая работа по улучшению работы детектора во время технических остановок ЛНС и в зимние перерывы (планирование и реализация)
 - контроль и участие в регламентном обслуживании систем детектора
 - **сотрудниками ПИЯФ проводится постоянная деятельность по улучшению программного обеспечения систем контроля и сбора данных**



LHCb 2015

Мюонный детектор

2. Постоянный контроль Мюонного детектора

Модернизация программ для мониторинга и контроля мюонного детектора

Благодаря нашим молодым коллегам, это Алексей Чубыкин и Софья Котряхова, удалось в краткие сроки заметно улучшить пользовательский интерфейс мюонного детектора

- контроль систем обеспечения сбора данных
- контроль температуры
- мониторинг примесей в газовой смеси
- мониторинг систем подачи высокого напряжения
- мониторинг систем подачи низковольтного питания при детекторной и офф-детекторной электроники

LHCb 2015

Мюонный детектор



3. Полный контроль за запасным оборудованием:

- хранение и тестирование камер,
- тестирование электроники,
- инвентаризация запасного оборудования, включая камеры, электронные модули, кабельное хозяйство, и пр...



ЛНСб 2015

Мюонный детектор

4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году

Апгрейд электроники

Изначально детектор рассчитывался на светимость пука $1 \cdot 10^{32}$.

На самом деле детектор прекрасно работает вплоть до $4 \cdot 10^{32}$.

Планируется довести светимость до уровня $5 \cdot 10^{33}$,
и уже идут разговоры о светимости $1 \cdot 10^{34}$.

Вопрос о возможности работы мюонного детектора при такой светимости рассматривался в течение последних 3 лет. Однозначно, что триггерная и считывающая части электроники уже не справятся с такой нагрузкой - режим приёма данных с частотой 40 МГц, период банчей 25 нс (сейчас максимум 1.1 МГц).

Разработкой новой электроники занимается итальянская группа.

Для тестирования и подготовки программного обеспечения
подключен наш сотрудник Чубыкин Алексей.



LHCb 2015

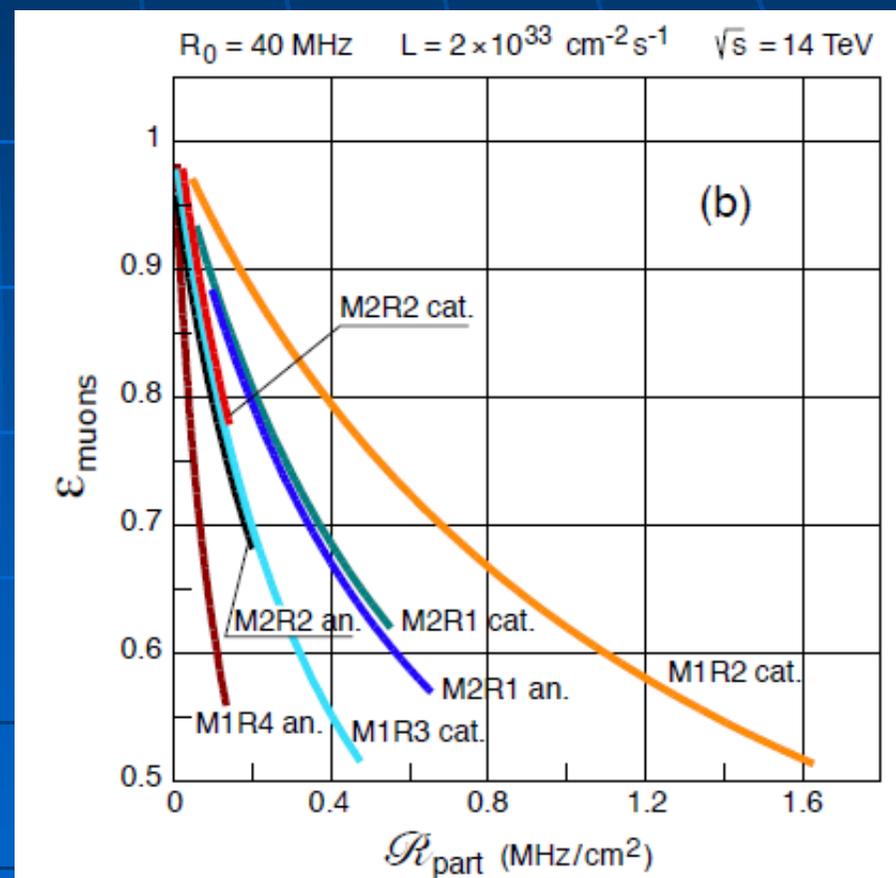
Мюонный детектор

4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году

В конце 2012 года были измерены загрузки физических каналов для светимости $4 \cdot 10^{32}$ по всему детектору и сделана оценка загрузок для светимости $2 \cdot 10^{33}$. Оказалось, что уже сейчас в центральных регионах детектора имеются каналы электроники с нагрузками близкими к критическим (около 1 МГц). К счастью таких каналов пока мало и их влияние на эффективность детектора ничтожное.

При светимости $2 \cdot 10^{33}$ загрузки на самые горячие каналы могут достигать 4 МГц для M2R2

Предварительные расчёты показывают, что при новых условиях эффективность центральных камер сильно упадет до 57% на M2R1, и до 68% на M2R2 - это в среднем по региону.



Ожидаемая эффективность существующих камер при светимости $2 \cdot 10^{33}$

ЛНСб 2015

Мюонный детектор

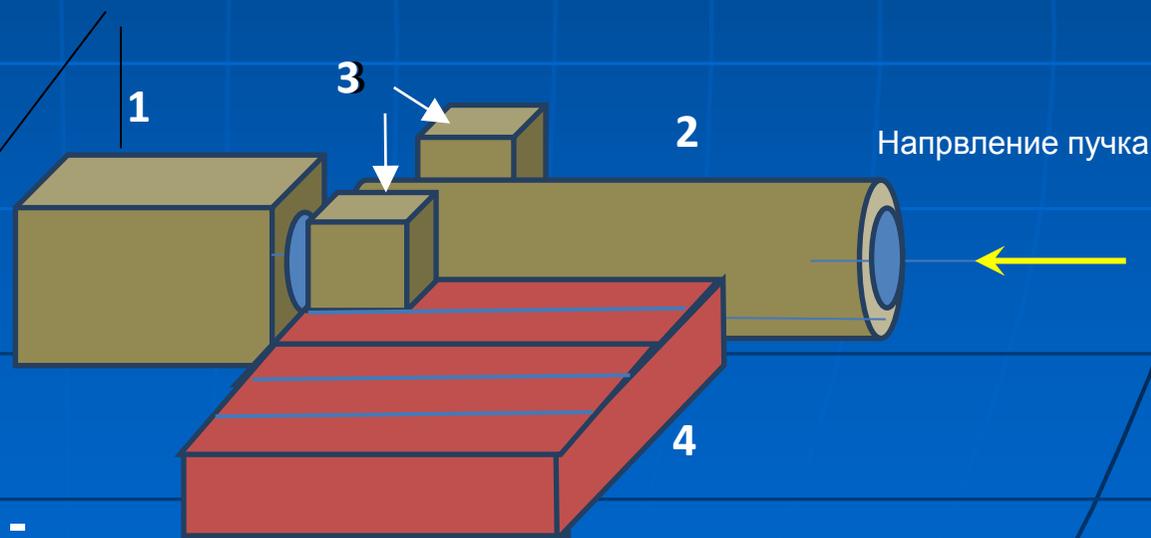
4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году

Дальнейшие измерения показали, что в центральных регионах полезных частиц всего 10%, а остальные не дают треков в детекторе (не коррелированные события).

Предложена следующая защита станции М2 от низкоэнергетичного фона из вольфрама.

Общий вид предлагаемой защиты для мюонного детектора

1. Блок защитного пенала на входе М2
2. Первая секция защитного пенала адронного калориметра
3. Дополнительные защитные блоки на выходе калориметра
4. Блок переделанного адронного калориметра



ПИЯФ берется изготовить Блок 1 -
блок защиты на входе М2

Расчётная Эффективность защиты ~ 50%



ЛНСб 2015

Мюонный детектор

4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году

Прототип камеры повышенной гранулярности

Особенность камер М2 и М3 первого и второго регионов заключается в том, что размеры физических падов, подключенных к усилителям по площади больше логических падов, используемых для определения координат частиц
катодные в 3 раза,
анодные - в 4 раза.

Наше предложение сделать физический пад равный по площади логическому паду.

Принципиальных возражений от коллаборации нет, но есть ряд требований:

1. Показать, что камеры будут иметь приемлемую эффективность при светимости $5 \cdot 10^{33}$, чтобы не пришлось переделывать эти камеры еще раз.
2. Согласовать с триггерной группой новую форму падов.
3. Обеспечить совместимость с существующей фронт-энд электроникой
4. Показать, новые камеры не потребуют глобальных изменений в мюонных станциях таких как дополнительные источники питания, крейты и пр...

ЛНСб 2015

Мюонный детектор

4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году

Прототип камер с повышенной гранулярности



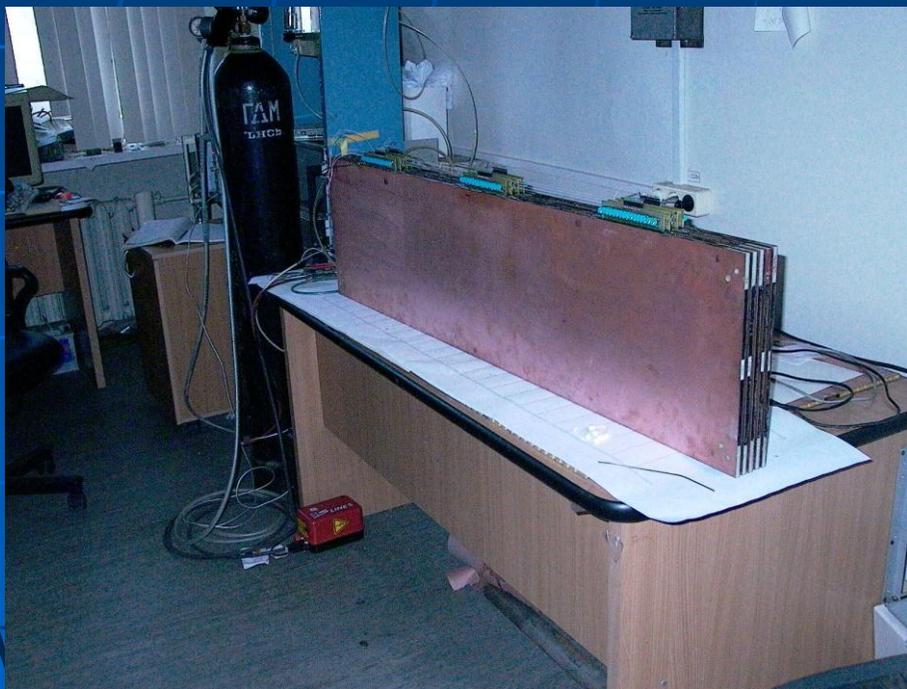
К настоящему времени изготовлена часть деталей для первого прототипа камер M2R2. Здесь площадь физического пада равна площади логического пада, геометрически этот пад в 2 раза ниже, но в 2 раза шире. Как показывают расчеты такая геометрия падов наиболее оптимальная как по эффективности, так и по FOI.

ЛНСб 2015

Мюонный детектор

4. Участие в подготовке к модернизации Мюонного детектора в 2019 году

Изготовление запасных камер мюонного детектора



В настоящее время оказалось, что по некоторым позициям либо совсем не осталось запасных камер, либо их слишком мало.

Изготовление недостающих запасных камер разделено примерно пополам между фабриками INFN и ПИЯФ.

Все части камер изготовлены в Италии и доставлены в ПИЯФ.

Первая камера в ПИЯФ уже изготовлена

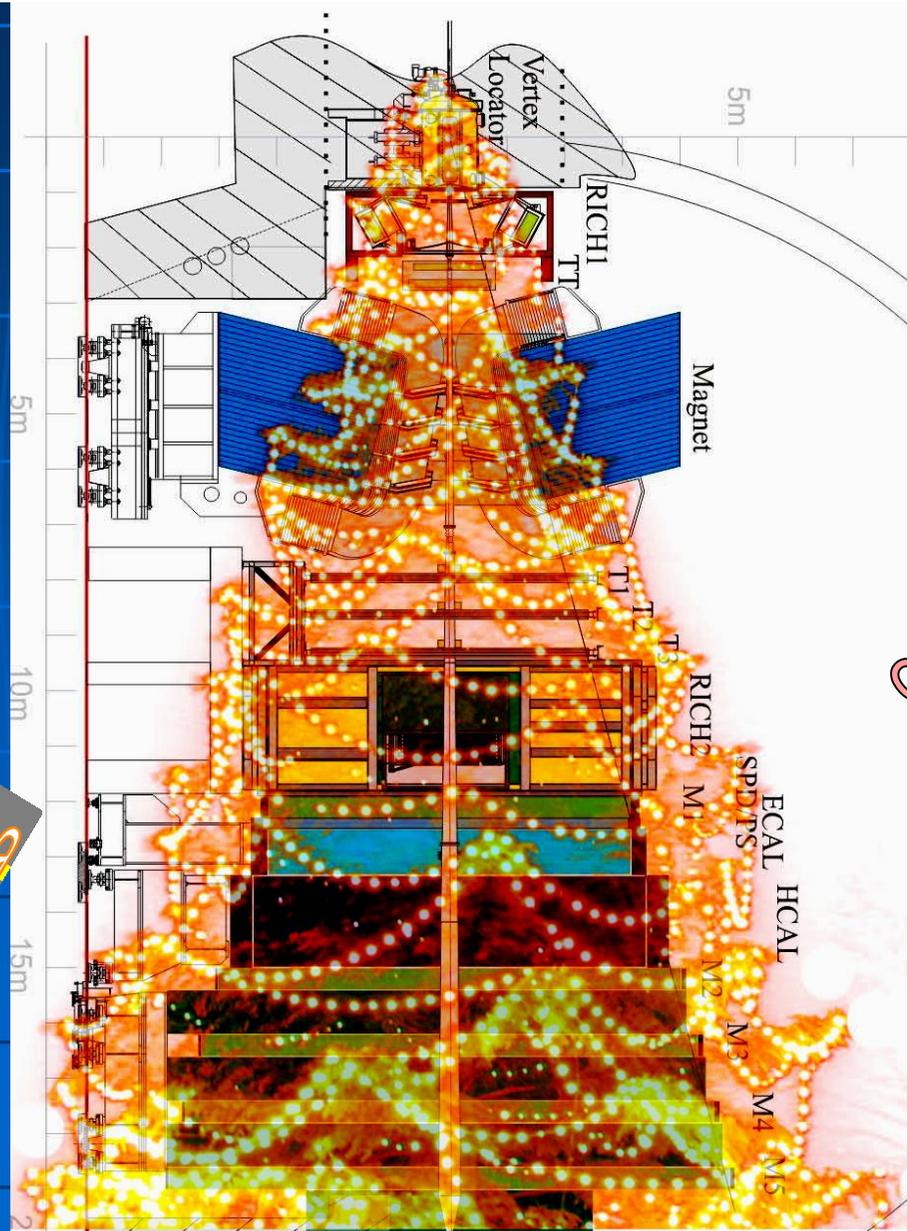
Большое спасибо всем тем, кто помог в доставке клея в ПИЯФ.



С Новым 2016 Годом !

А. Воробьёв

А. Дзюба Ю. Щеглов Н. Сагидова



О. Маев Н. Бондарь С. Котряхова А. Чубыкин

Б. Бочин С. Теуц и Все, Все, Все...

Spare slides

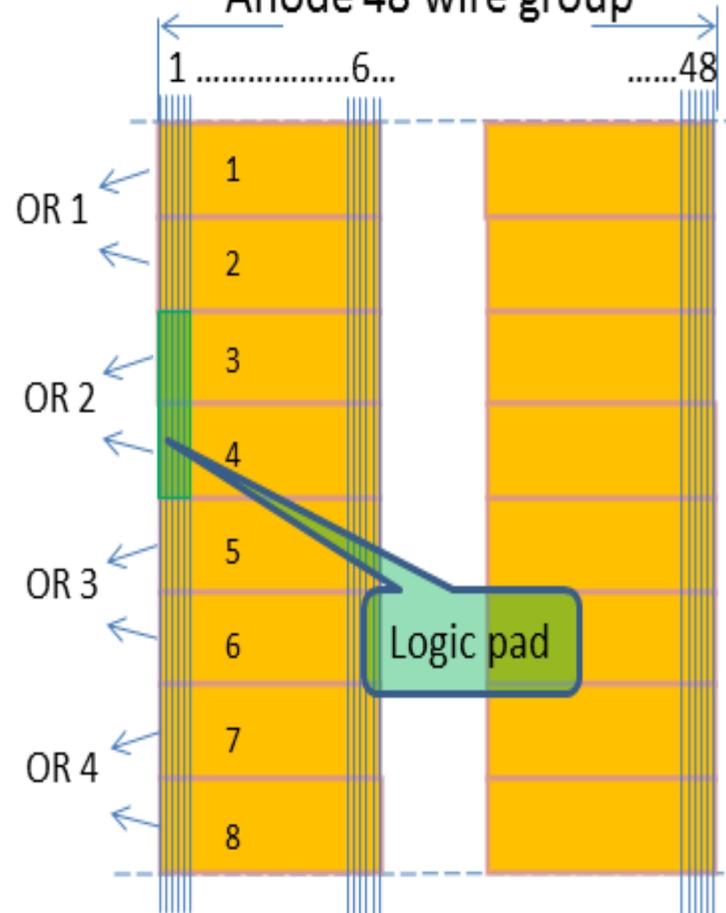
M2R2 and M3R2 chambers

Current design

Active area

Cathode $8 \times 8 = 64$ pads

Anode 48 wire group



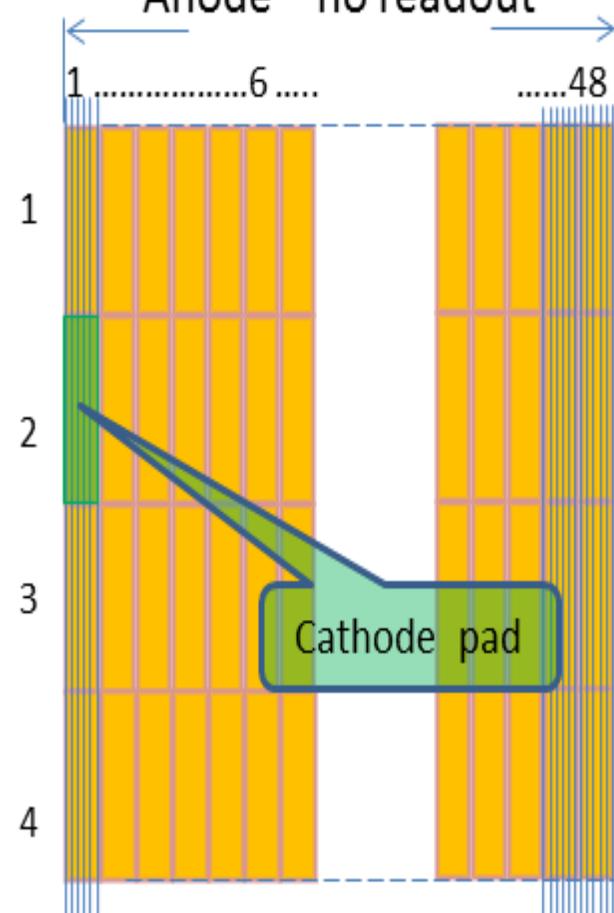
Logic pad 2 = (Wire1) AND (OR2)

Proposed design

Active area

Cathode $48 \times 4 = 192$ pads

Anode – no readout



Logic pad = Physical pad