

# Разработка и создание быстрого мюонного вето-гodosкопа для эксперимента NA62

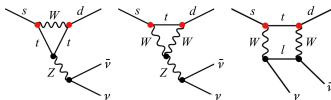
Алексей Худяков ИЯИ РАН

23 Декабря 2013

# NA62 — физическая программа

Основная цель:  $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ ,  $O(100)$  распадов

- FCNC-распад, Теоретические неопределённости  $\sim 10\%$
- Измерение  $V_{td}$ , поиск новой физики
- $BR_{SM} = (7.81 \pm 0.80) \times 10^{-11}$
- $BR_{exp} = 1.73^{+1.15}_{-1.05} \times 10^{-10}$  (E949)

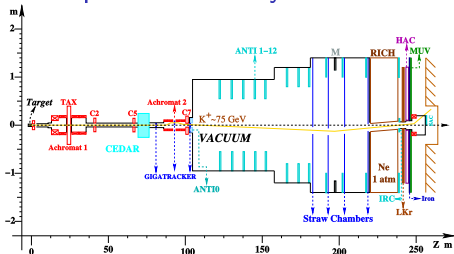


А также

- $K^+ \rightarrow \pi^+ \gamma \gamma$
- И др.

# NA62: экспериментальная установка

## Экспериментальная установка



## Стратегия

- Распады на лету — 75 ГэВ/с несепарированный пучок (6%  $K^+$ )
- Сверхвысокая интенсивность: пучок 800 МГц

## Отборы

- 92% распадов отбрасываются кинематически
- Герметичное фотонное вето ( $p_\pi < 35$  ГэВ)
- $e/\pi/\mu$  идентификация: RICH, MUV, LKr

# Мюонное вето

~70% распадов имеют мюон в конечном состоянии. Нужно надёжное разделение  $\pi/\mu$

## Offline-подавление

- RICH
- MUV1, MUV2 — адронный калориметр (железо-сцинтиллятор).
- MUV3 — вето-годоскоп, расположенный за 80 см железной стеной.

## Online-подавление

Кроме того необходимо подавлять мюоны на уровне триггера, чтобы уменьшить частоту до  $\approx 1$  МГц

Подавление  $\approx 100$  раз

## Требования к вето-годоскопу

Основное требование — высокое временное разрешение

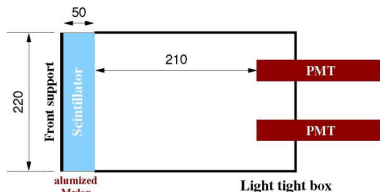
- Полная загрузка  $\approx 10$  МГц
- Чтобы уменьшить случайное вето до приемлемого уровня:  
 $\sigma < 1$  нс

# Конструкция

## Падовый годоскоп

- Позволяет ограничить загрузку на канал и иметь хорошее временное разрешение
  - Боковые стороны выложены ал. майларом
  - Передняя стенка: два варианта чернение и ал. майлар
  - Джиттер из-за геометрии:
    - $\approx 200$  пс — чернение
    - $\approx 800$  пс — ал. майлар
- $\sigma_t$  лучше с майларом — больше света.

## Схема ячейки

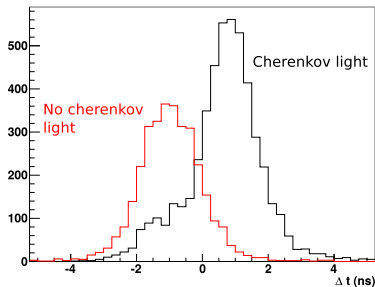


## Тестирование прототипа



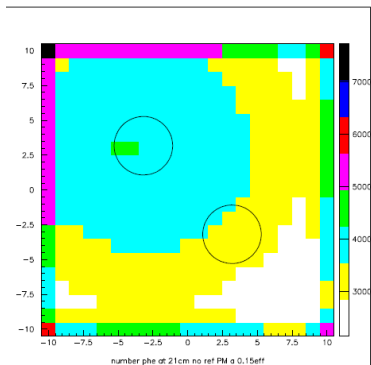
# Черенковский свет

- Черенковский свет в окне ФЭУ приходит раньше сцинтилляционного и портит временное разрешение.
- Решение: использовать 2 ФЭУ и брать сработавший позже.



Разности времён двух счётчиков

## Однородность светосбора - МС



Зависимость среднего числа фотоэлектронов (произвольные единицы) от точки прохождения мюона. (Монте-Карло)



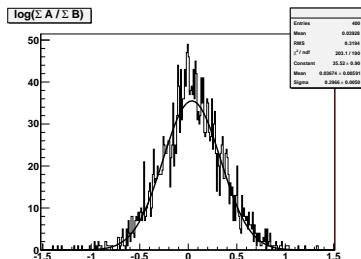
# Число фотоэлектронов - эксперимент

## Алгоритм

Пучок мюонов бьёт в центр тайла. В этом случае оба ФЭУ видят в среднем одинаковое количество света.

Тогда число фотоэлектронов можно получить из распределения  $\log(\Sigma A / \Sigma B)$ . Флуктуации ионизации в этом случае сокращаются.

- $N_{ph} = (\sqrt{2}/\sigma)^2$

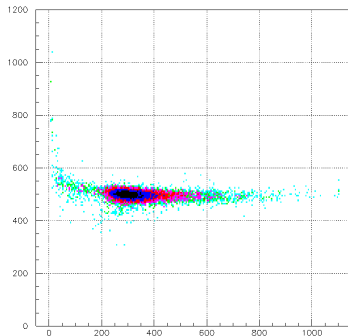


$$N_{black} = 22$$

$$N_{mylar} = 34$$

## Временное разрешение: электроника

- Обычный пороговый формирователь имеет сильную зависимость времени от амплитуды  
⇒ не подходит для точных временных измерений.
- Было решено использовать дискриминаторы со следящим порогом (CFD — Constant Fraction Discriminator)

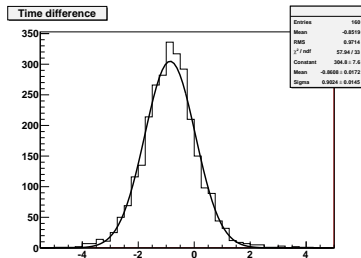


Зависимость  
время-амплитуда

## Временное разрешение: измерения

Было сделано много измерений  
временного разрешения, все они  
согласуются друг с другом:

$$\sigma_t = 500 - 600 \text{ пс}$$



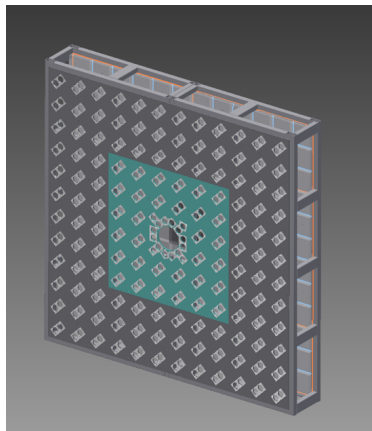
Разности времён двух  
счётчиков

$$\sigma(\Delta) = 0.9 \text{ ns}$$

$$\sigma(t) = \sigma(\Delta) / \sqrt{2} \approx 0.65 \text{ ns}$$

## Механическая конструкция

- Сцинтилляционные тайлы закреплены на алюминиевой стене
- ФЭУ и светоразделительные пластины крепятся на металлической раме
- Детектор состоит из двух половин



## Сборка

Детектор бы привезён в ЦЕРН  
и собран в конце 2011-2012 гг.



## Технический ран 2012

В ноябре-декабре 2012 г. прошёл технический ран с уменьшенной интенсивностью.

- MUV3 удовлетворительно отработал
- У старых CFD, которые собирались переиспользовать, обнаружился кроссток между каналами. Сейчас изготавливают новые CFD.

Спасибо за внимание