

# Измерение выхода инклюзивных фотонов в Pb-Pb столкновениях при энергии 5.02 ТэВ

Кусков Владислав

Научный руководитель: Блау Дмитрий Сергеевич

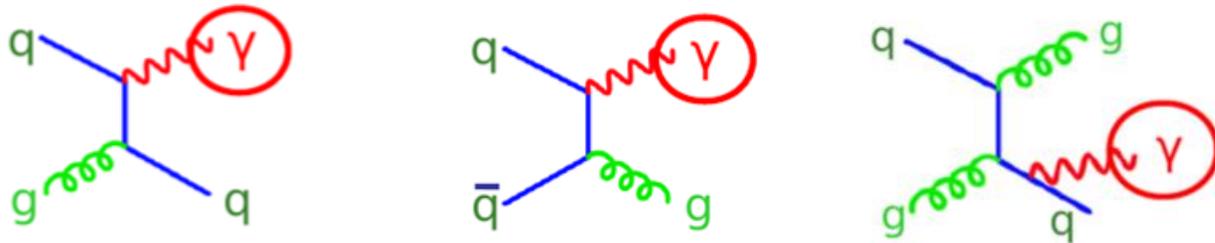
18.06.2024

# Введение

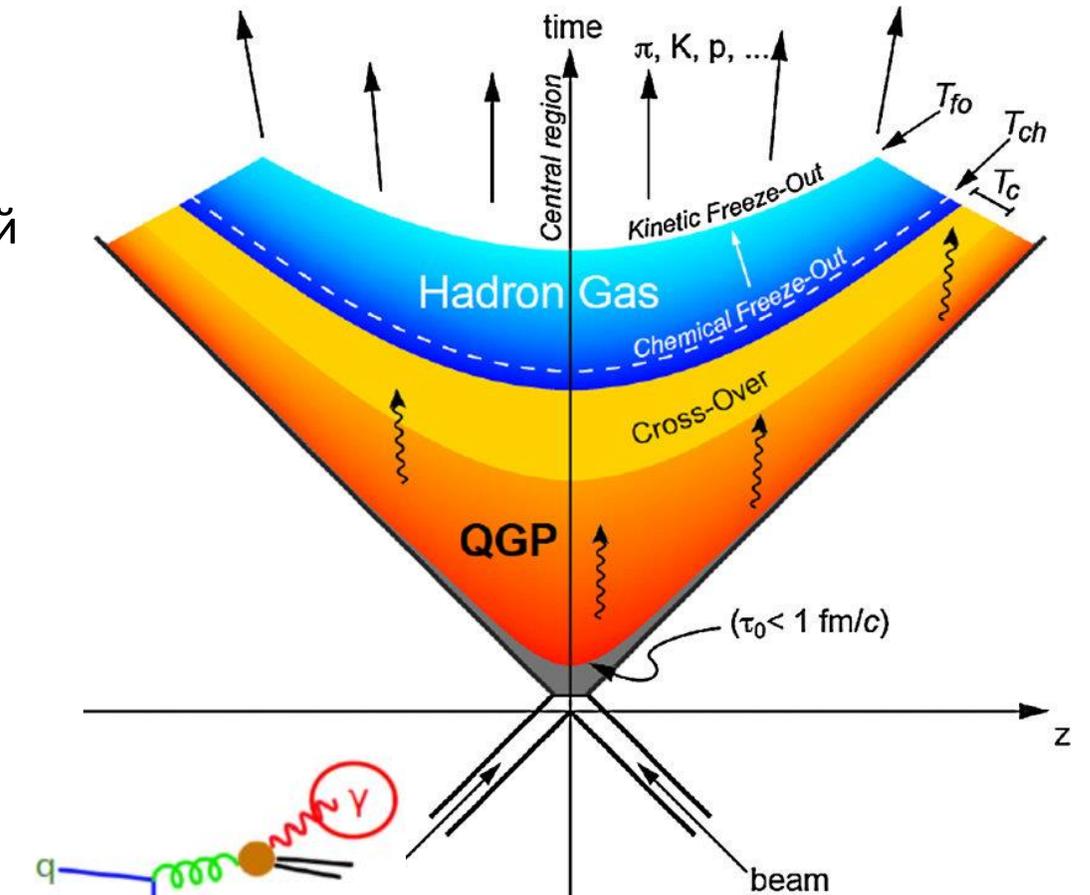
## Мотивация для измерения прямых фотонов:

- Прямые фотоны — нераспадные фотоны
  - термальные фотоны ( $\sim e^{-E_\gamma T}$ )
  - мгновенные фотоны ( $\sim 1/p_T^n$ )
- Изучение характеристик пространственно-временной эволюции горячей материи (интерпретируемой как кварк-глюонная плазма)
- Проверка различных PDF и FF
- Фактор ядерной модификации (выход в Pb-Pb по сравнению с выходом в pp), нормировка на  $N_{\text{coll}}$

## Мгновенные фотоны:



## Схема термального расширения горячей материи:



# Введение

**Для измерения выхода прямых фотонов необходимы:**

- Выход инклюзивных фотонов (прямые + распадные)
- Оценка выхода основных вкладчиков в выход распадных фотонов ( $\pi^0$ -,  $\eta$ -,  $\omega$ -мезоны и т.д.) – т.е. экспериментальный ввод для симуляций

На текущем этапе измерены выход инклюзивных фотонов и нейтральных пионов

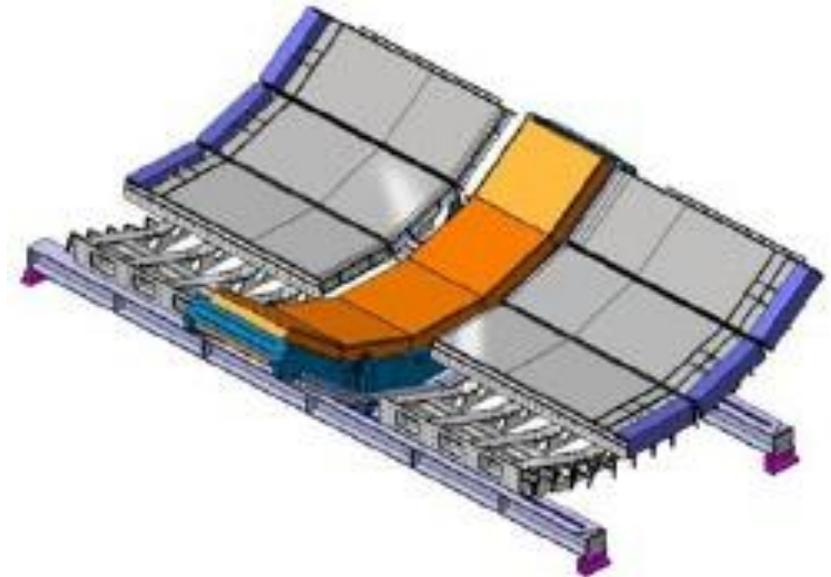
**Экспериментальная база детектора ALICE:**

- ITS, TPC, TRD для измерения конверсионных фотонов ( $\gamma \rightarrow e^- e^+$  в материале детектора)
- EMCal/Dcal – баррельный калориметр (покрывает не полный азимутальный угол) типа шашлык на основе свинца и пластикового сцинтиллятора
- PHOS – высокогранулярный калориметр на основе кристалла вольфрамата свинца (покрывает область центральных быстрот)

**Набор данных:**

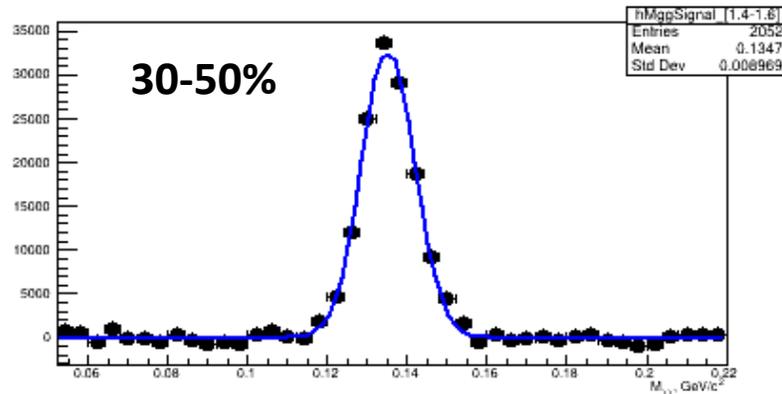
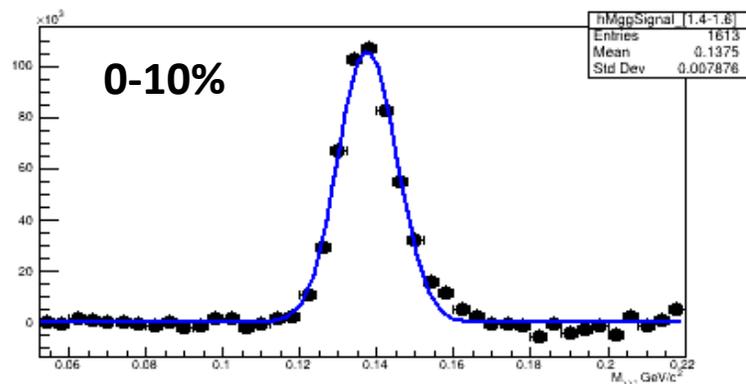
- MC HIJING + GEAN3 (детальная модель ALICE)
- Данные LHC Run 2 Pb-Pb столкновений при  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  ТэВ (за 2018 год):
  - Центральные события 0-10%
  - Полуцентральные 30-50%

**Модель калориметра PHOS:**



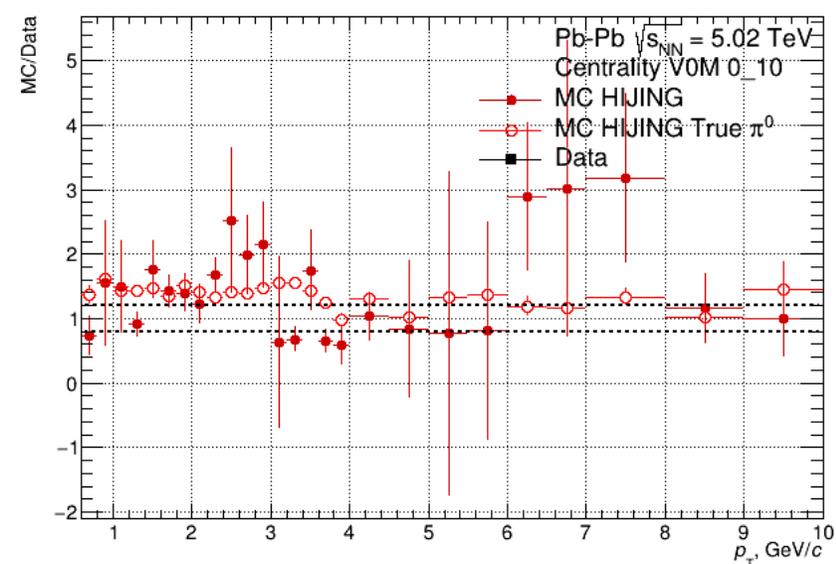
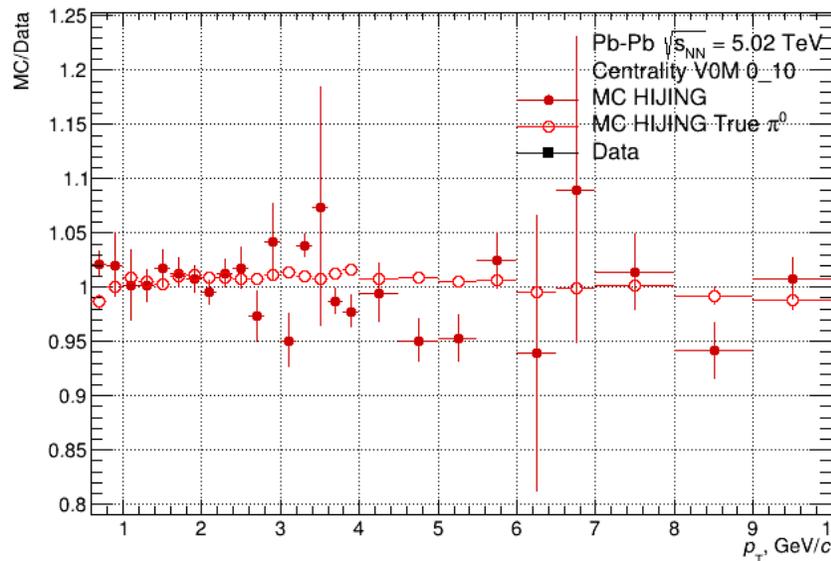
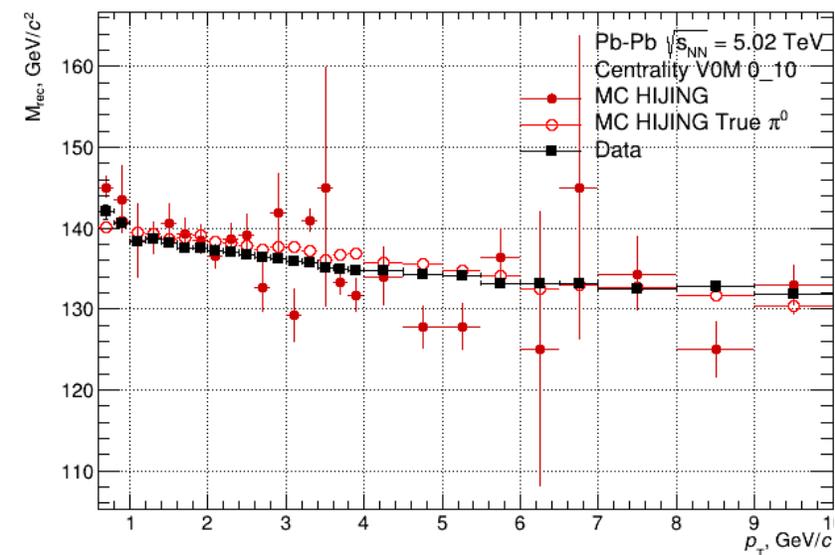
# Нелинейность калориметра PHOS

Распределение двухфотонных инв. масс ( $1.4 < p_T, \text{ГэВ}/c < 1.6$ ):



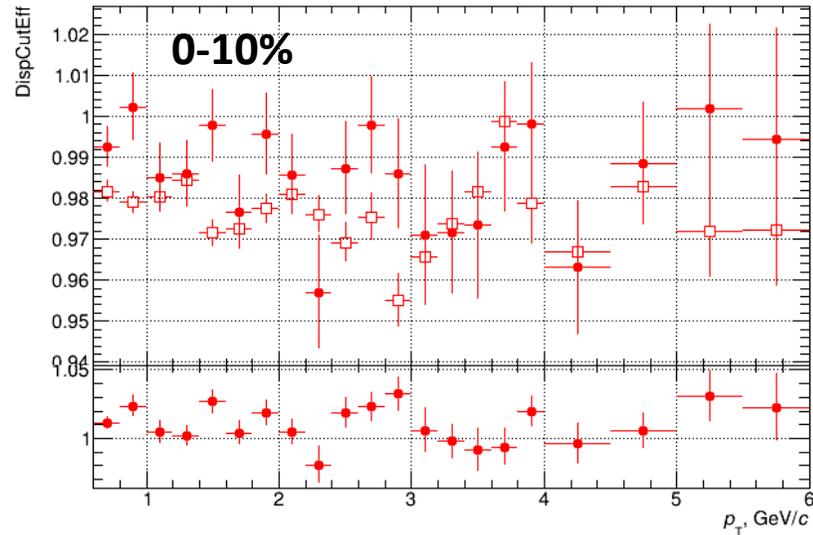
HIJING плохо воспроизводит ширину  $\pi^0$  пика из-за переоценки множественности событий HIJING по сравнению с реальными данными

Сравнение параметров параметризации (MC vs Data):

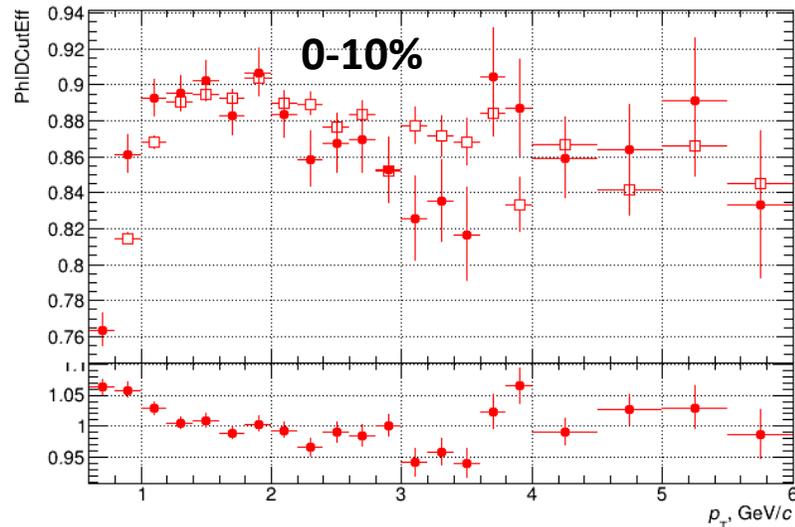


# Эффективность критериев отбора фотонов

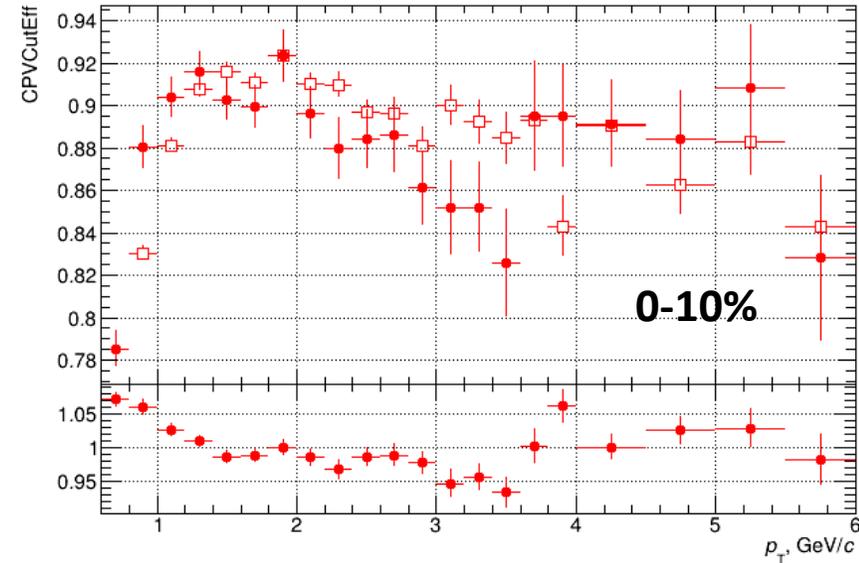
По форме кластера PHOS:  
DispCutEff



PhIDCutEff



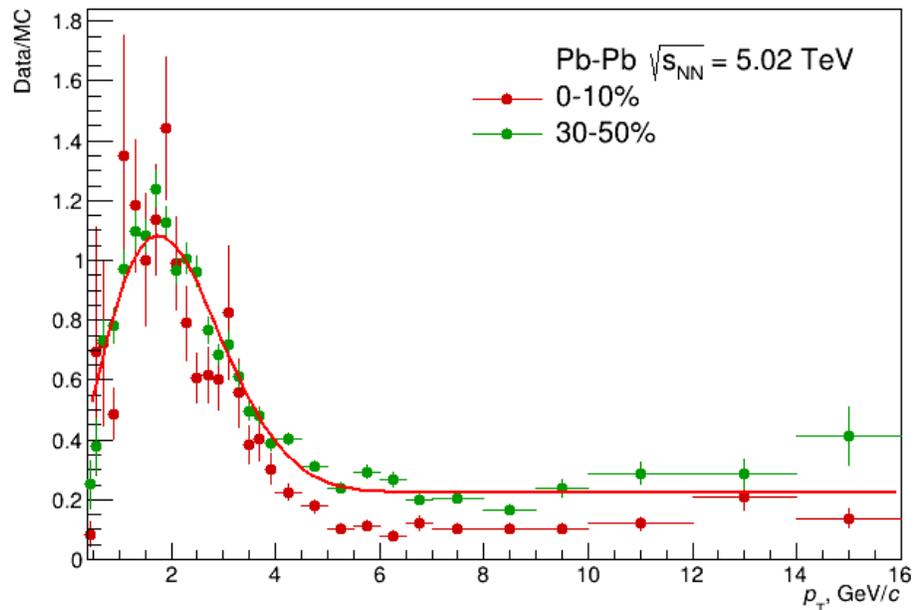
По вето на заряженные частицы:  
CPVCutEff



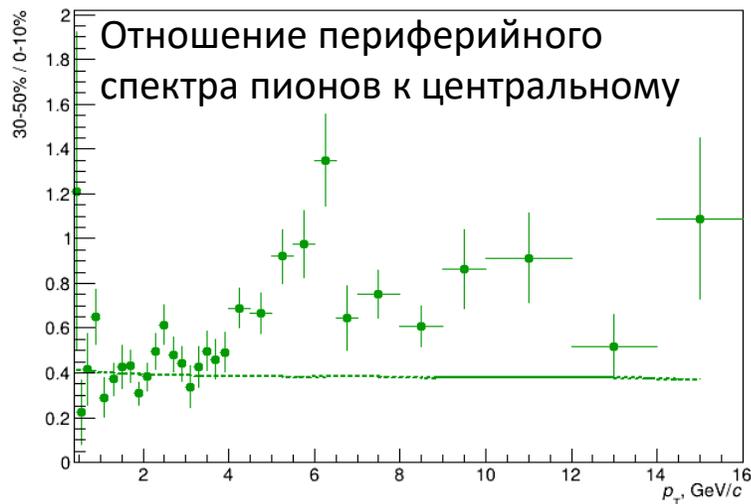
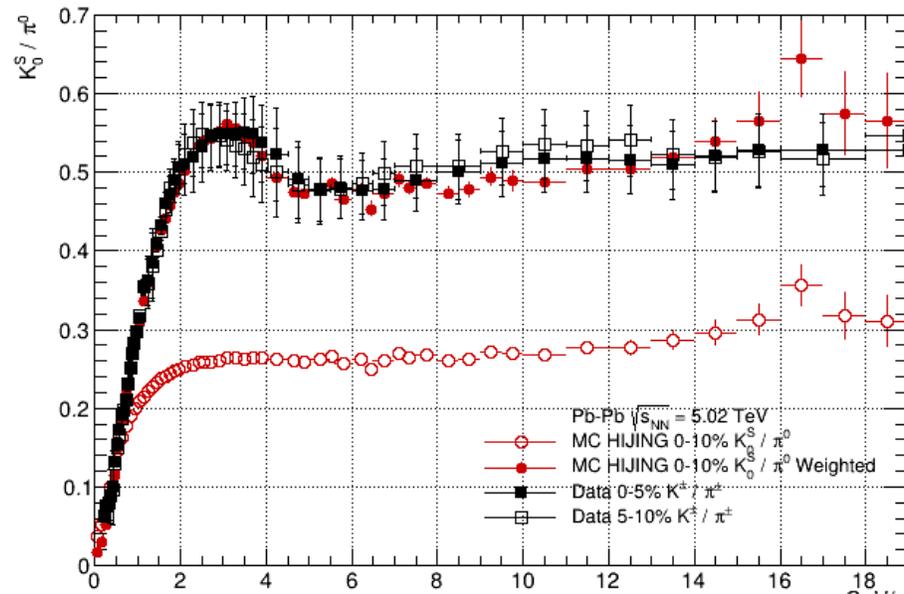
Характерное отклонение MC HIJING в эффективности отбора по вето заряженных частиц также свидетельствует о завышенной множественности событий в HIJING

# Подстройка выхода частиц HIJING

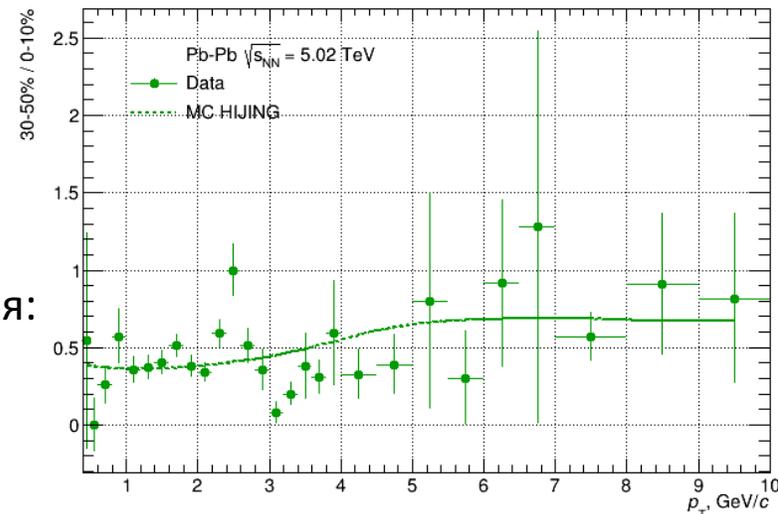
Сравнение инвариантного выхода пионов  
(Data vs MC):



Дополнительный вес для воспроизведения  
спектра каонов:

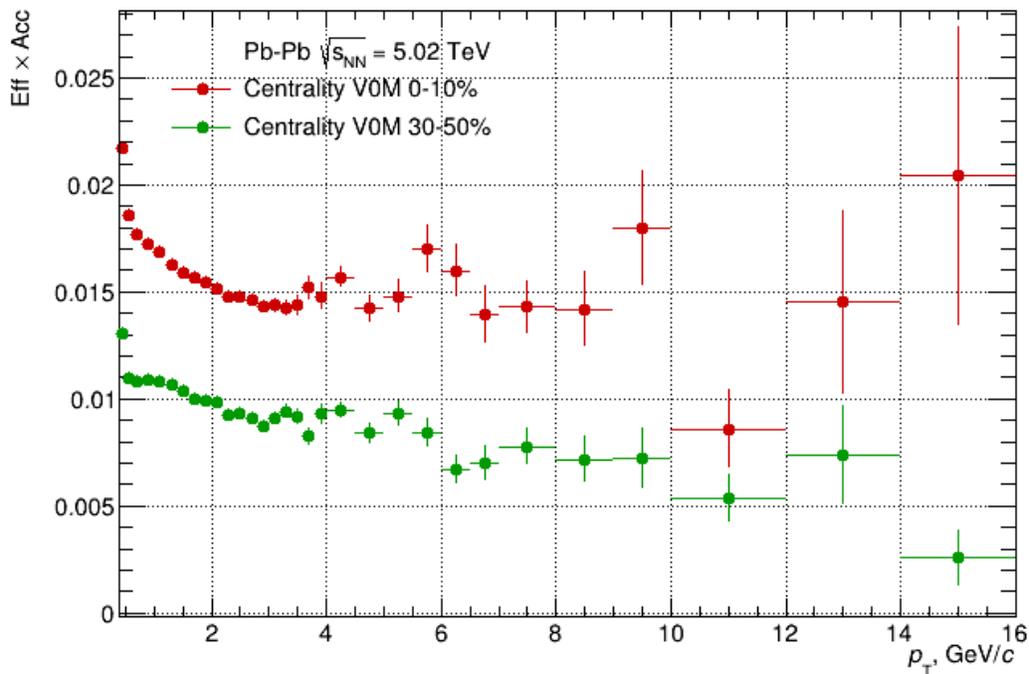


После  
  
 перевзвешивания:



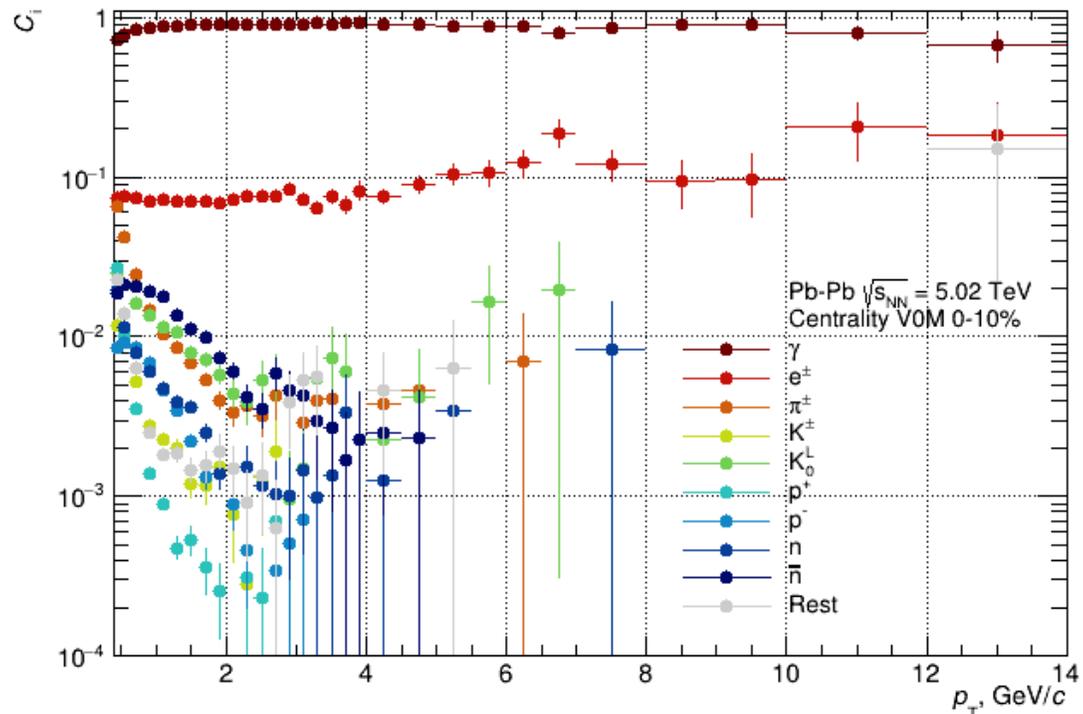
# Эффективность реконструкции фотонов

Эффективность реконструкции фотонов в PHOS:



Доля фотонов, восстановленных в PHOS, относительно всех фотонов, сгенерированных в  $-0.5 < y < 0.5$  (HIJING)

Чистота фотонных кластеров PHOS:

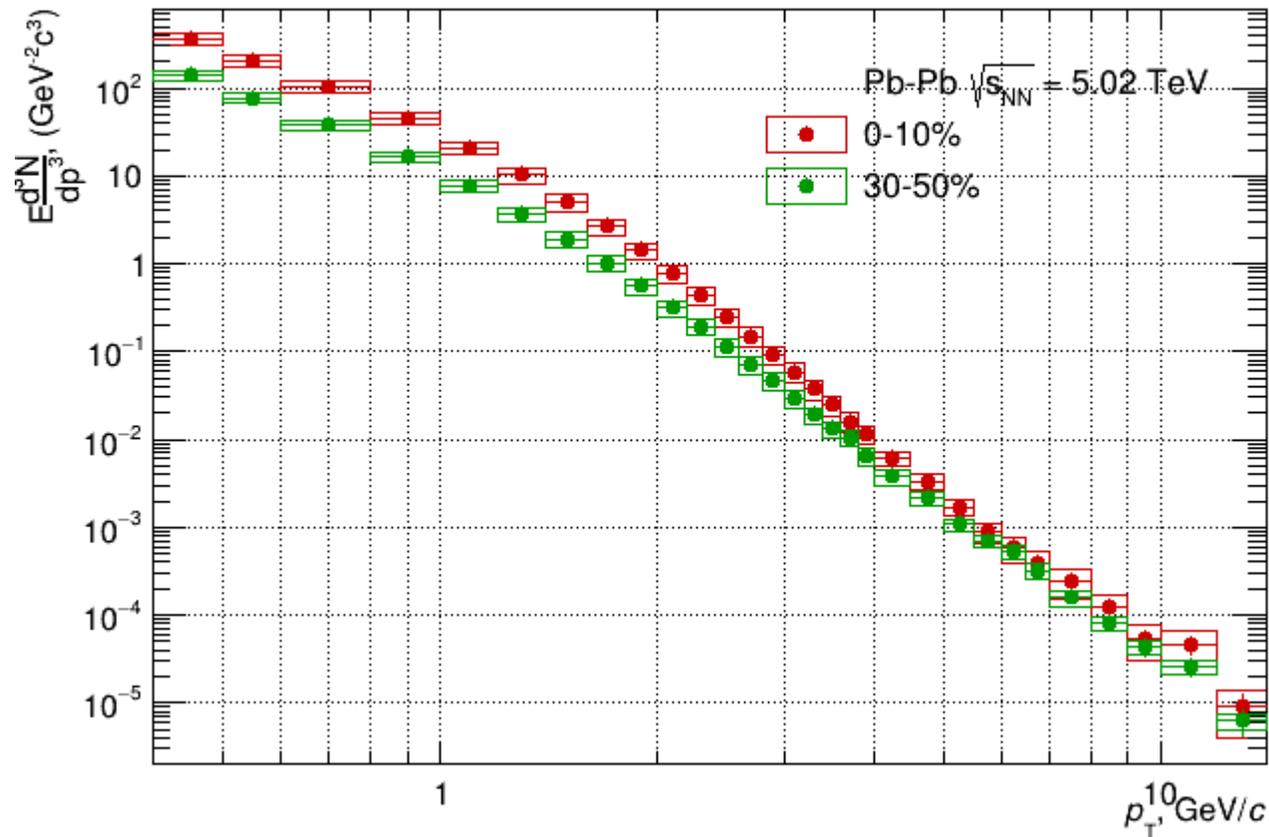


Доля фотонных кластеров PHOS среди всех кластеров PHOS

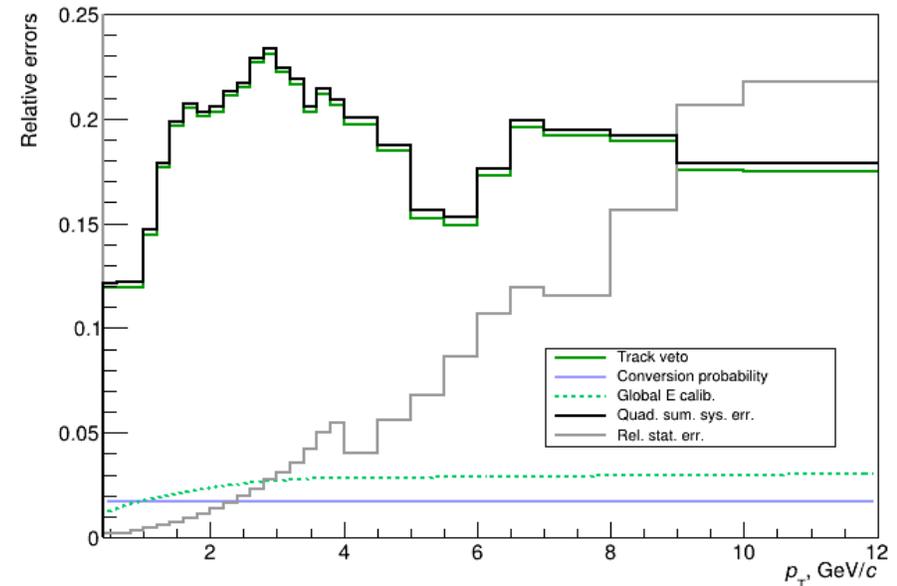
# Инвариантный выход инклюзивных фотонов

Инвариантный выход рассчитан как:

$$E \frac{d^3 N_{\gamma inc}}{dp^3} = \frac{1}{2\pi} \times \frac{1}{p_T} \frac{dN}{dp_T} \times P \times \frac{1}{\Delta y} \times \frac{1}{\varepsilon} \times \frac{1}{N_{ev}}$$



Оценка систематических погрешностей:



Огромные систематические погрешности от вариации PID критериев → требуется уточнение

# Заключение

- В результате проделанной работы получены инвариантные выходы инклюзивных фотонов и нейтральных пионов в Pb-Pb столкновениях при  $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$  ТэВ

## Планы для дальнейшей работы:

- Уточнение полученных результатов (систематические погрешности)
- Оценка вклада распадных фотонов от  $\pi^0$ -,  $\eta$ -,  $\omega$ -мезоны и т.д.
- Построение спектра прямых фотонов в Pb-Pb столкновениях и референтный спектр в pp столкновениях при  $\sqrt{s} = 5$  ТэВ

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

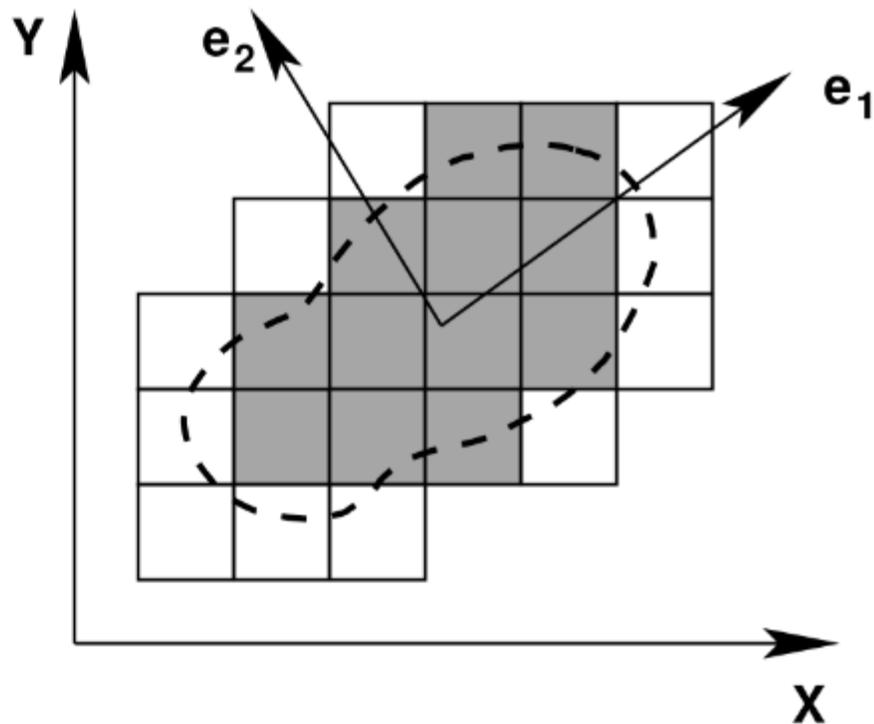
# Васкуп

$$S = \begin{pmatrix} s_{xx} & s_{zx} \\ s_{xz} & s_{zz} \end{pmatrix}, \quad (4)$$

где

$$s_{xx} = \langle (x_i - \bar{x})^2 \rangle$$

$$\lambda_{1,2} = \frac{s_{xx} + s_{zz} \pm \sqrt{(s_{xx} - s_{zz})^2 + 4s_{xz}^2}}{2} \quad (5)$$



Собственные значения (большая и малая оси) профиля электромагнитного ливня

# Backup

Функции, описывающие пионный пик в распределении инвариантных масс:

$$f(m_{\gamma\gamma}, \sigma, \alpha) = \begin{cases} C \left[ e^{-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}} + e^{\frac{m_{\gamma\gamma} - m}{\alpha}} \left( 1 - e^{-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}} \right) \right], & m_{\gamma\gamma} < m \\ C \exp\left(-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}\right), & m_{\gamma\gamma} > m \end{cases} \quad (2)$$

$$f(m_{\gamma\gamma}, \sigma, n, \alpha) = \begin{cases} A(B - (m_{\gamma\gamma} - m)/\sigma)^n, & m_{\gamma\gamma} - m < -\alpha\sigma \\ C \exp\left(-\frac{(m_{\gamma\gamma} - m)^2}{2\sigma^2}\right), & m_{\gamma\gamma} - m > -\alpha\sigma \end{cases} \quad (3)$$