

# Измерение флуктуаций числа фотонов и адронов в $pp$ , $p$ -Pb и Pb–Pb столкновениях при энергиях БАК

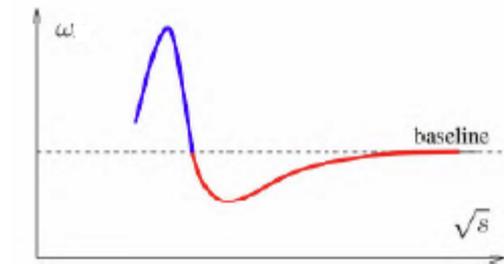
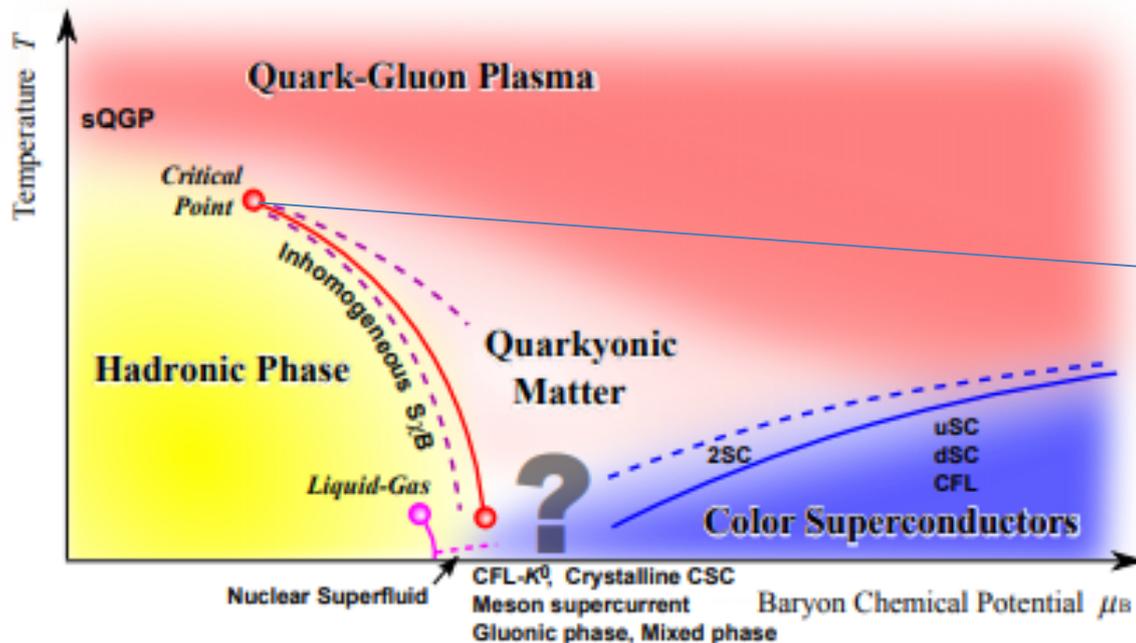
*Некрасова Е.А.*

Национальный исследовательский центр  
"Курчатовский институт"

# Введение

## Близость к критической точке КХД

Xiaofeng Luo, Hua-Zhong, Nu Xu, Hua-Zhong, Nucl.Sci.Tech. 28 (2017) no.8, 112



# Измерение величины флуктуаций

$$\omega = (\langle N_1^2 \rangle - \langle N_1 \rangle^2) / \langle N_1 \rangle$$

Относительная дисперсия:  
(+) простая переменная  
(-) сложная зависимость от  
множественности в случае  
нескольких источников

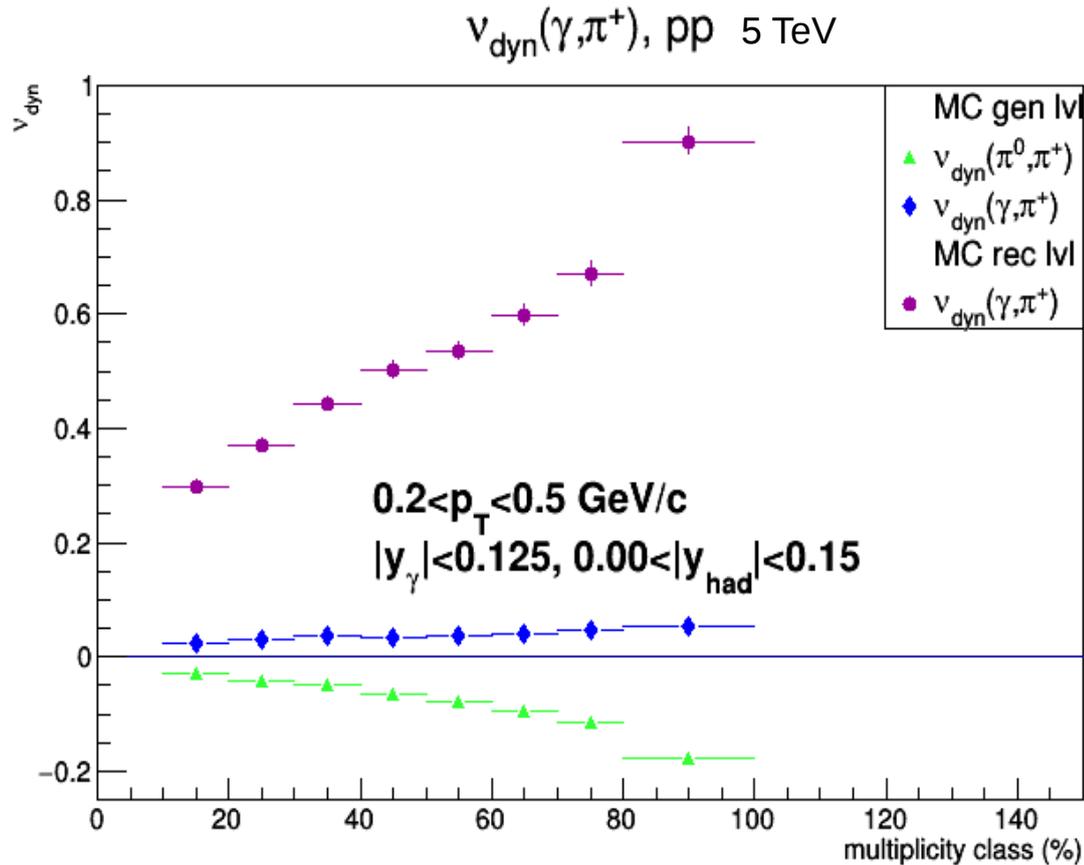
Переменная, слабо зависящая от флуктуаций числа источников  
**C. Pruneau, S. Gavin, S. Voloshin, Phys.Rev. C66 (2002) 044904**

$$\nu_{\text{dyn}}(1,2) = \frac{\langle N_1(N_1 - 1) \rangle}{\langle N_1 \rangle^2} + \frac{\langle N_2(N_2 - 1) \rangle}{\langle N_2 \rangle^2} - 2 \frac{\langle N_1 N_2 \rangle}{\langle N_1 \rangle \langle N_2 \rangle}$$

$N_1$  и  $N_2$  - число частиц типа 1 и 2 на событие,  
а треугольными скобками обозначено  
усреднение по событиям.

# Зависимость $v_{\text{dyn}}$ от класса

## множественности в pp столкновениях



Моделирование с помощью генератора событий Pythia8

$v_{\text{dyn}}$  для пионов близка к 0 и отклоняется от него при уменьшении множественности (класс множественности 100%)

Фотон-пионная переменная  $v_{\text{dyn}}$  отличается от пионной  $v_{\text{dyn}}$

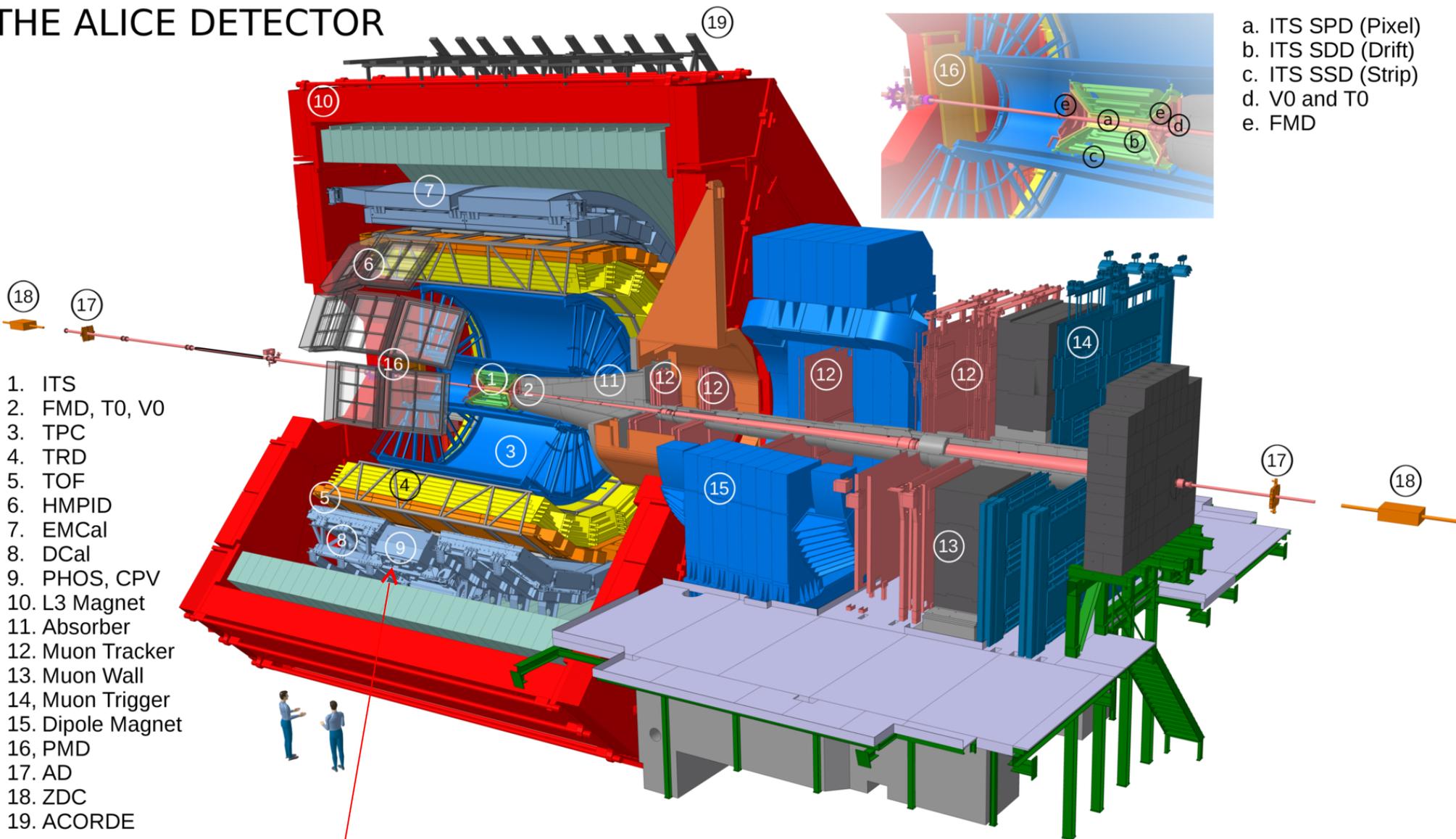
То же для реконструированных фотонов отличается еще заметнее

В чем причина отличия  $v_{\text{dyn}}(\gamma, \pi^+)$  от  $v_{\text{dyn}}(\pi^0, \pi^+)$ ?

# Эксперимент ALICE



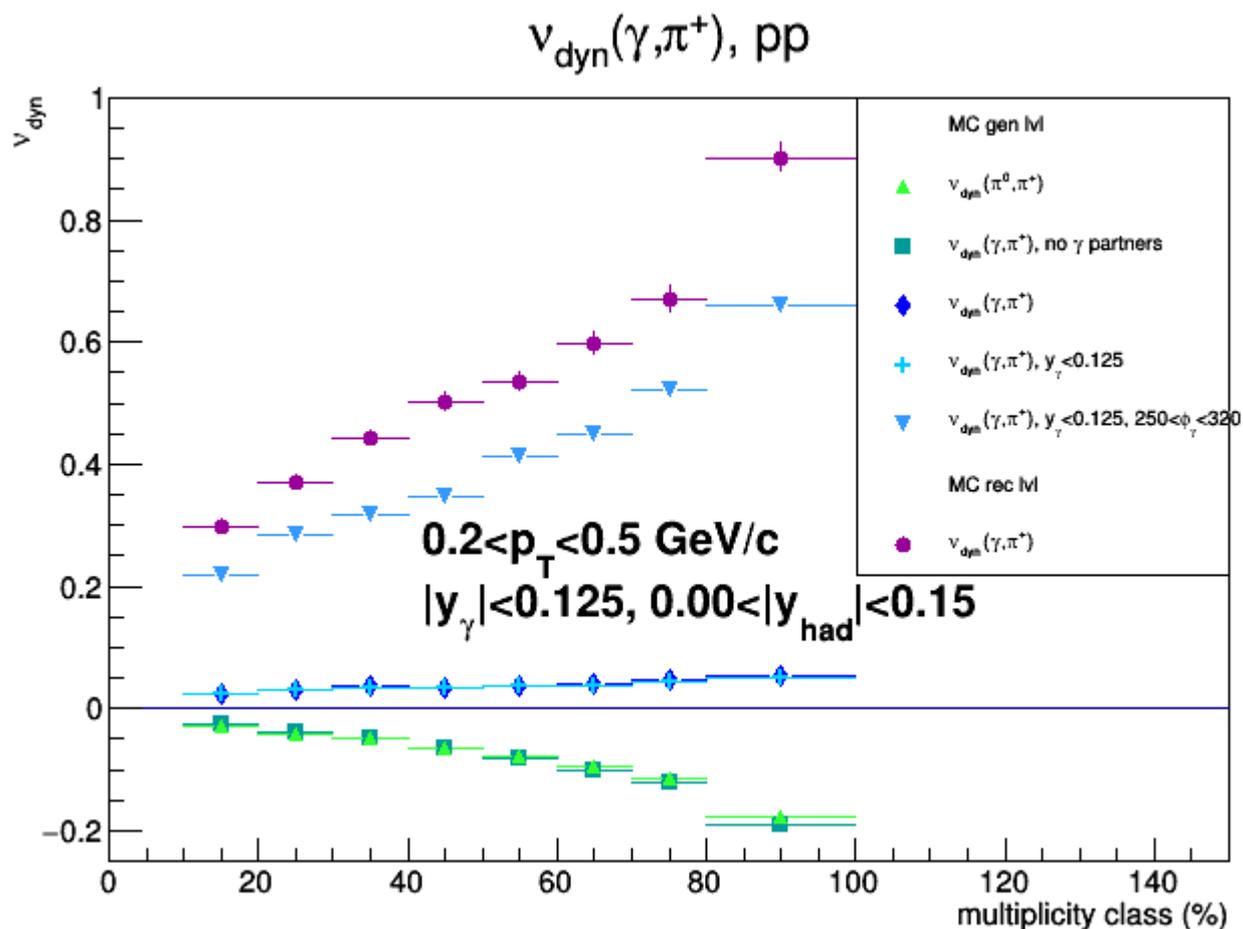
## THE ALICE DETECTOR



ЭМ калориметр PHOS

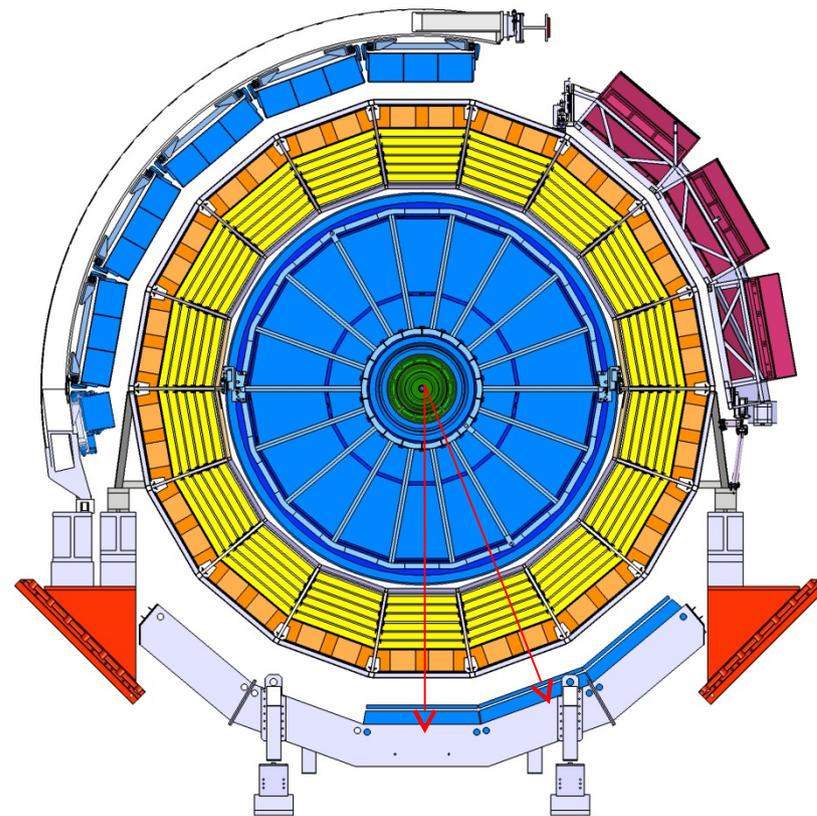


# $v_{\text{dyn}}$ на разных этапах МК моделирования



При отборе только одного фотона из пары оказывается, что  $v_{\text{dyn}}(\gamma, \pi^+) = v_{\text{dyn}}(\pi^0, \pi^+)$

# Поправка на парное рождение фотонов



$\beta$  – вероятность зарегистрировать оба фотона

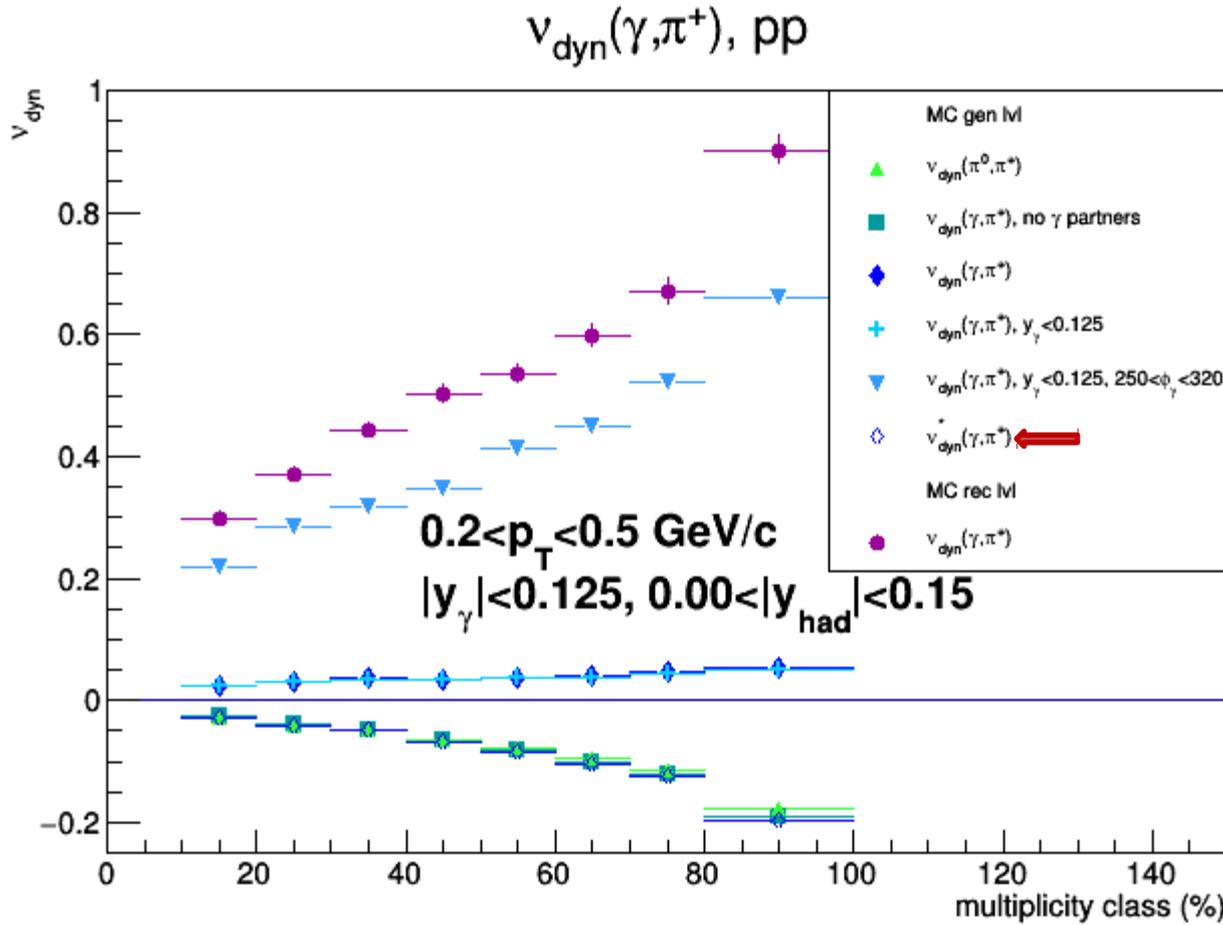
$\alpha$  – вероятность зарегистрировать один фотон

$$P(n = n_1 + 2n_2) = P(N) * \frac{N!}{n_1! n_2! (N - n_1 - n_2)!} \alpha^{n_1} \beta^{n_2} (1 - \alpha - \beta)^{N - n_1 - n_2}$$

$$\nu_{\text{dyn}}(1,2) = \frac{\langle N_1(N_1 - 1) \rangle}{\langle N_1 \rangle^2} + \frac{\langle N_2(N_2 - 1) \rangle}{\langle N_2 \rangle^2} - 2 \frac{\langle N_1 N_2 \rangle}{\langle N_1 \rangle \langle N_2 \rangle}$$

$$\nu_{\text{dyn}}^*(1,2) = \frac{\langle N_1(N_1 - 1) \rangle}{\langle N_1 \rangle^2} + \frac{\langle N_2(N_2 - 1) \rangle}{\langle N_2 \rangle^2} - 2 \frac{\langle N_1 N_2 \rangle}{\langle N_1 \rangle \langle N_2 \rangle} - 2 \frac{1}{((\alpha/\beta) + 2)} \frac{1}{\langle N_1 \rangle}$$

# Поправка на парное рождение фотонов



Учет вклада парных фотонов позволяет воспроизвести  $v_{dyn}(\pi^0, \pi^+)$  с помощью  $v_{dyn}(\gamma, \pi^+)$

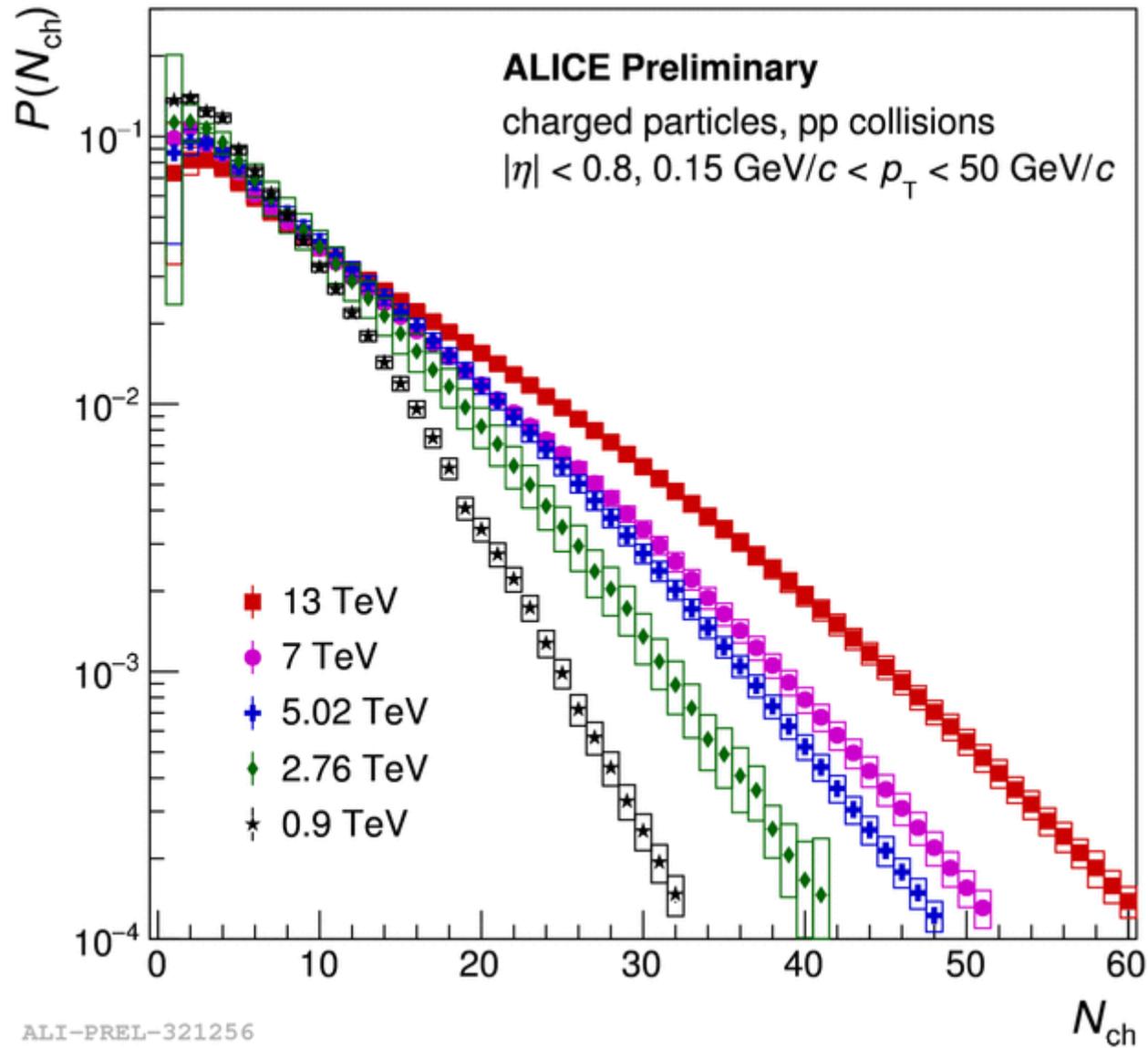
$$v_{dyn}^*(1,2) = \frac{\langle N_1(N_1 - 1) \rangle}{\langle N_1 \rangle^2} + \frac{\langle N_2(N_2 - 1) \rangle}{\langle N_2 \rangle^2} - 2 \frac{\langle N_1 N_2 \rangle}{\langle N_1 \rangle \langle N_2 \rangle} - 2 \frac{1}{((\alpha/\beta) + 2)} \frac{1}{\langle N_1 \rangle}$$

# Заключение

- Ожидается, что флуктуации числа пионов будут чувствительны к ряду эффектов: образованию дезориентированного кирального конденсата, Бозе-конденсата пионов или близости к критической точки КХД.
- Возможность регистрации двух, одного или ни одного фотона существенно меняет величину  $v_{\text{dyn}}$
- Предложена поправка, позволяющая вычислить флуктуации числа пионов по числу фотонов.
- Продолжается анализ реальных данных в pp, p-Pb, Pb-Pb

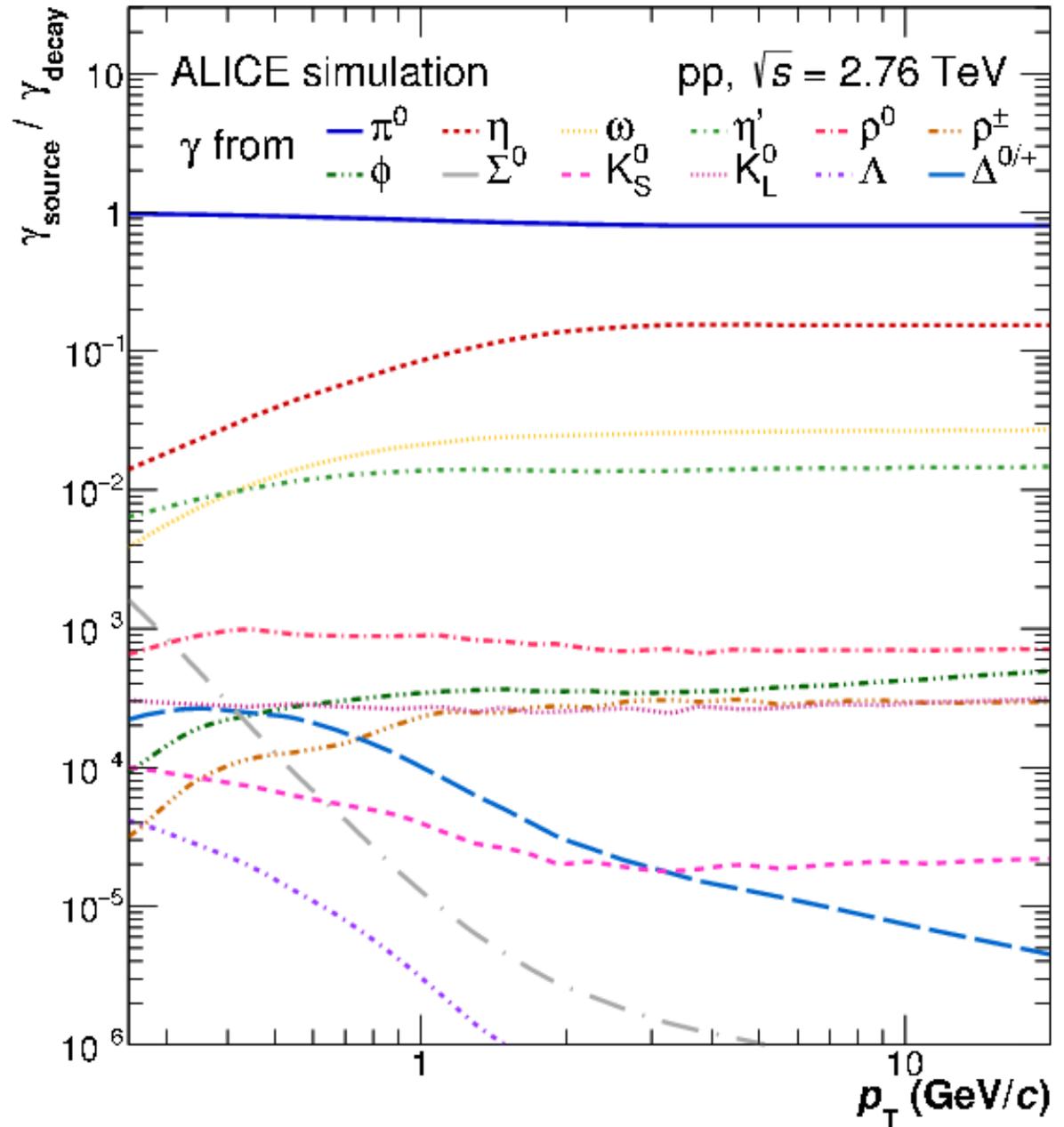
Спасибо за внимание!

# Классы множественности в pp столкновениях



ALI-PREL-321256

Отношение количества фотонов из разных источников к полному количеству



ALICE Collaboration ([Shreyasi Acharya](#)) Phys.Rev. C99 (2019) no.2, 024912 (2019-02-22)