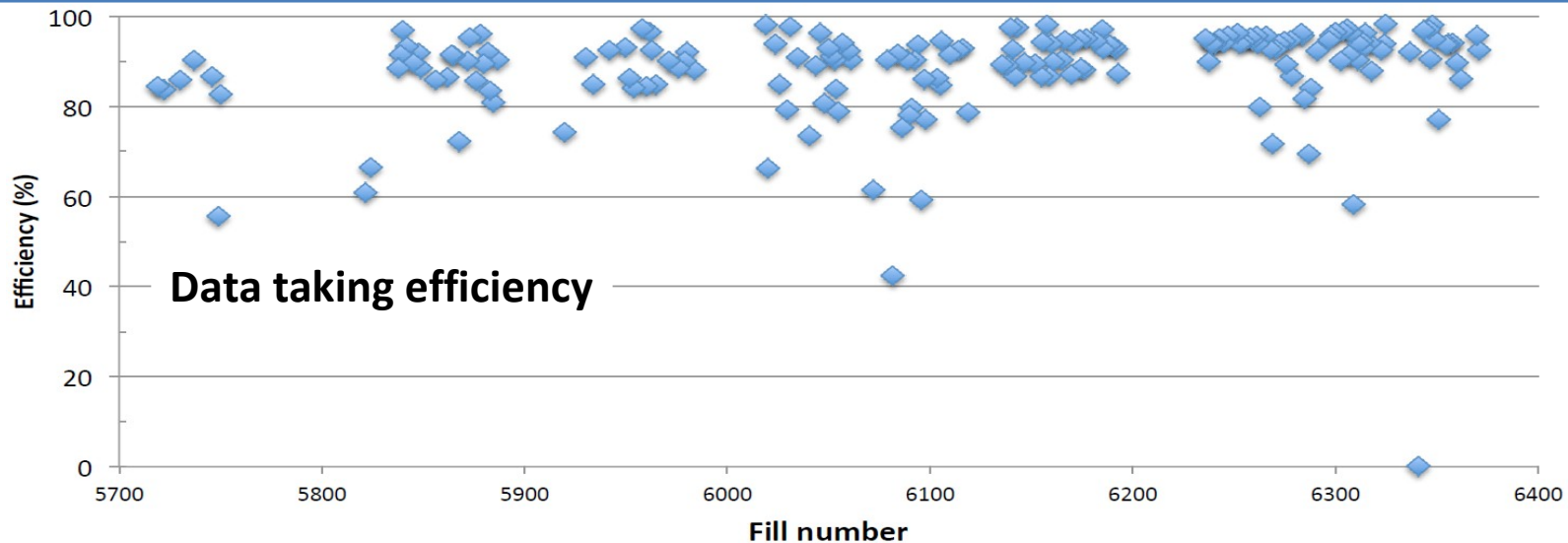


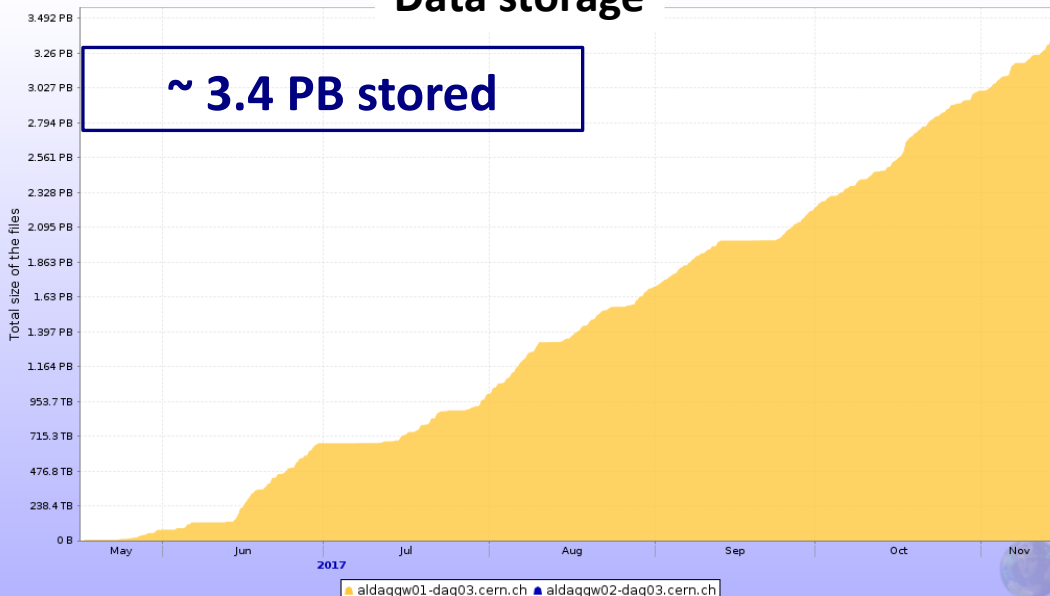
# Эксперимент ALICE: статус

Е. Крышень  
Научная сессия ОФВЭ  
26 декабря 2017

# Набор данных в 2017 году



## Data storage



- Эффективность ALICE ~92%
- Набор данных в pp при светимости 2.6 Hz/ub (~190kHz):
  - пайлап ~1.5%

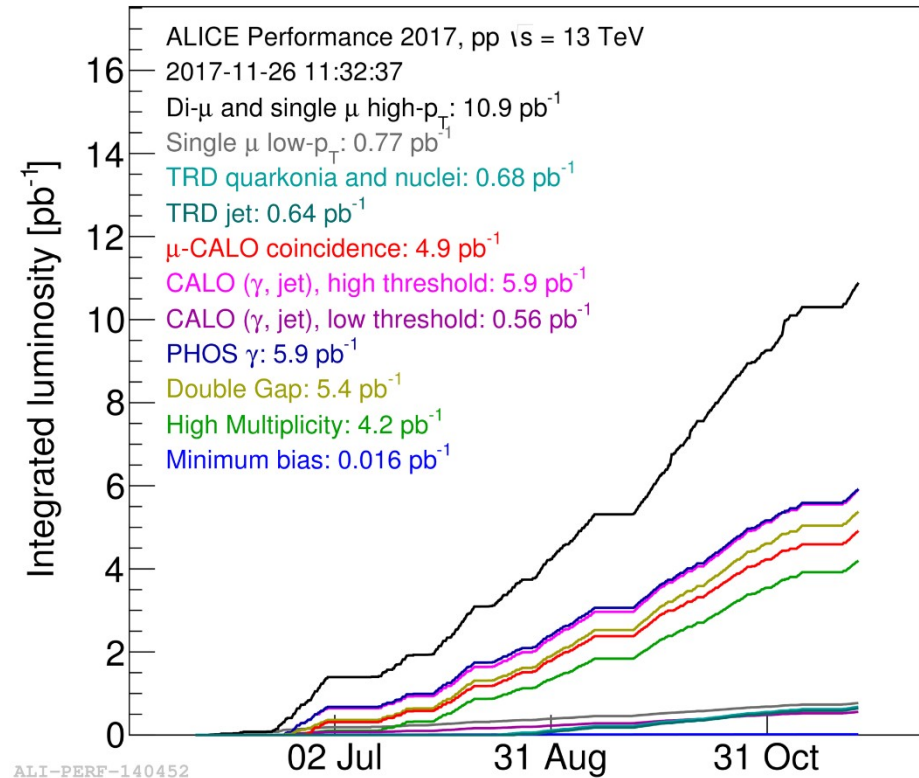
# Набранная статистика



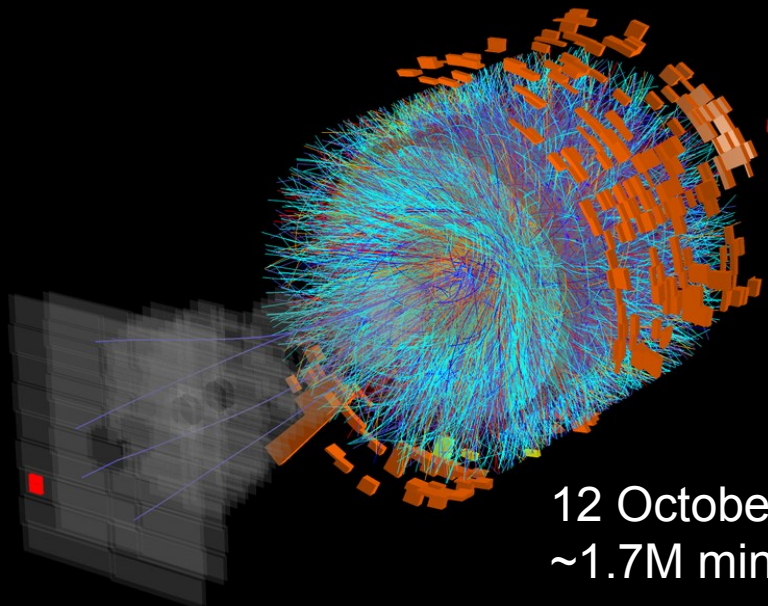
**Цель на ран 2:** увеличить статистику в  $\sim 10$  раз по сравнению с раном 1

Результаты 2017 года:

- **pp @ 13 TeV:**
  - $10^9$  минимум байас событий
  - $5-11 \text{ pb}^{-1}$  редких триггеров
- **pp @ 5.02 TeV** (ноябрь):
  - $10^9$  минимум байас событий
  - => референс для анализа Pb-Pb столкновений при той же энергии
- **Xe-Xe @ 5.44 TeV** (12 окт):
  - 1.7М минимум байас событий
  - => изучение влияния размера сталкивающихся ядер на динамику столкновений



# Xe-Xe @ 5.44 TeV



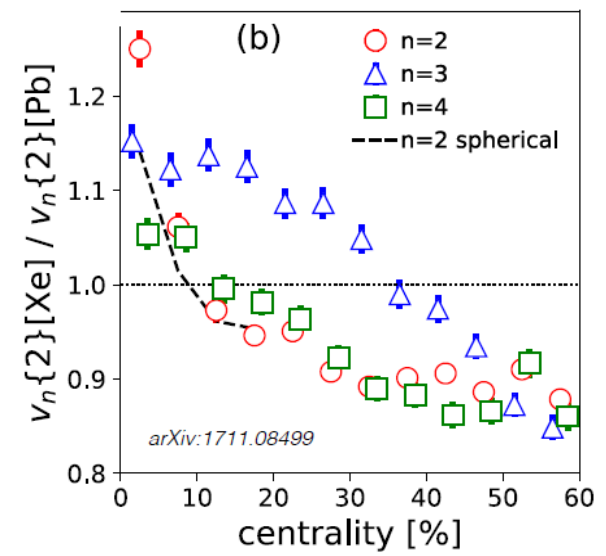
12 October 2017  
~1.7M min. bias

Run: 280235  
Timestamp: 2017-10-13 00:31:48(UTC)  
Colliding system: Xe-Xe  
Energy: 5.44 TeV

Xe: A=129    Z=54  
Pb: A=208    Z=82

Предсказания гидродинамики

⇒ изучение влияния размера сталкивающихся ядер на основные наблюдаемые параметры



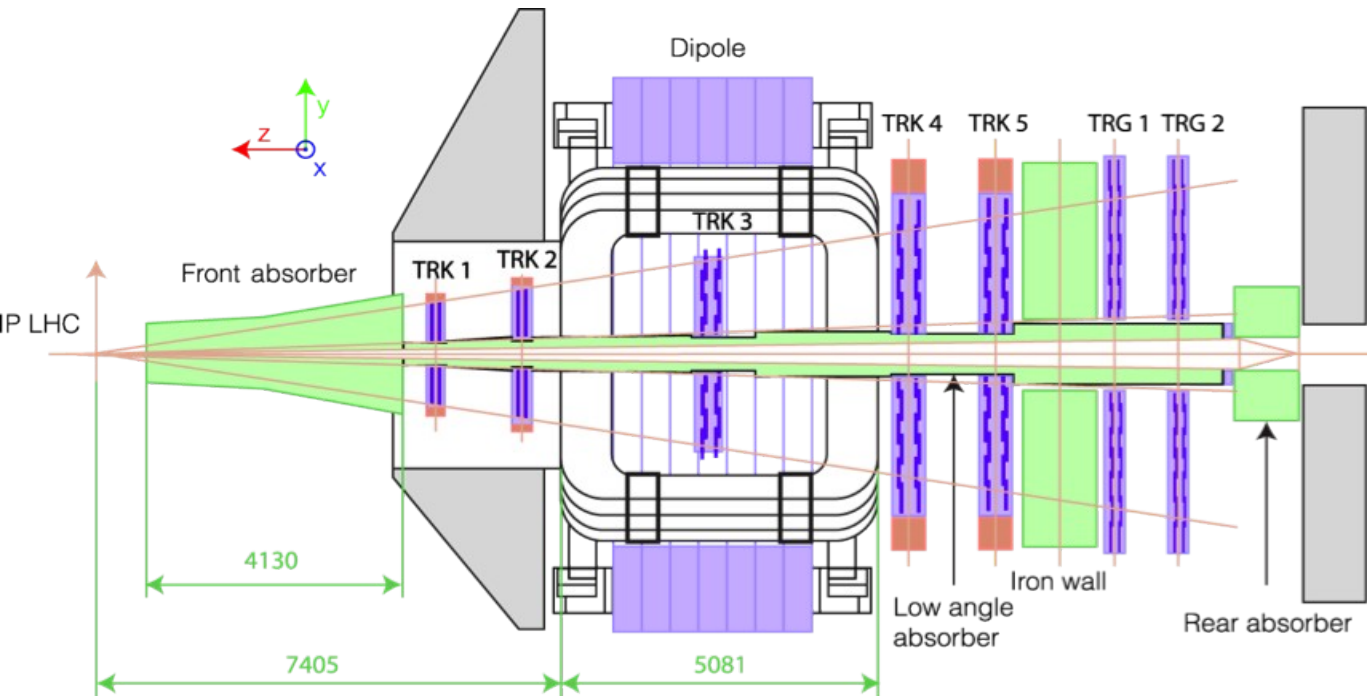
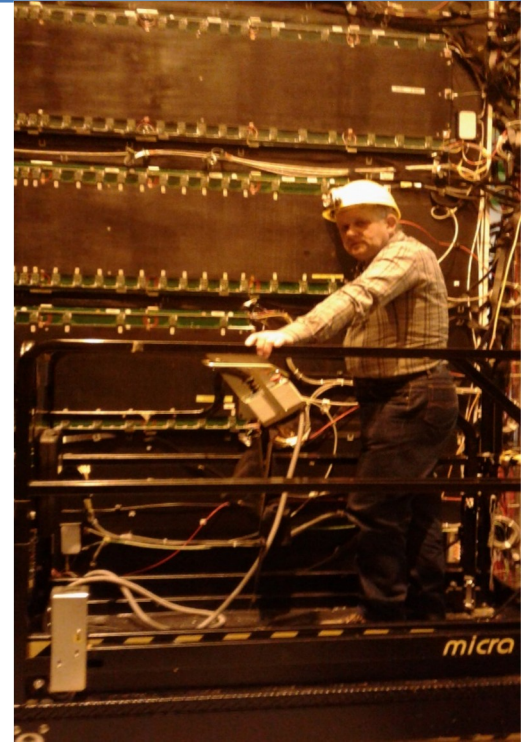
# Задачи группы ПИЯФ в 2017 году



- Участие в обработке данных по **центральной дифракции** в протон-протонных столкновениях и **фоторождению векторных мезонов** в ультра-периферических p-Pb и Pb-Pb столкновениях, включая:
  - проведение соответствующих теоретических расчетов
  - руководство физической группой PWG-UD: космика, дифракционные и ультра-периферические столкновения
  - участие в рабочей группе LHC по разработке стратегии изучения физики ультрапериферических и дифракционных столкновений в ране 3 и 4
- Участие в обработке данных по **рождению короткоживущих резонансов**:
  - руководство рабочей группой PWG-LF-Resonances, занимающейся изучением резонансов (В. Рябов)
- Разработка и поддержка централизованной **системы отбора физических событий**
- **Ремонт трековых камер** мюонного спектрометра
- Участие в сборке и монтаже **вершинного трекера мюонного плеча**
  - → доклад В. Никулина завтра, 27 декабря
- **Участие в сменах** (42 смены)

# Ремонт трековых камер мюонного спектрометра

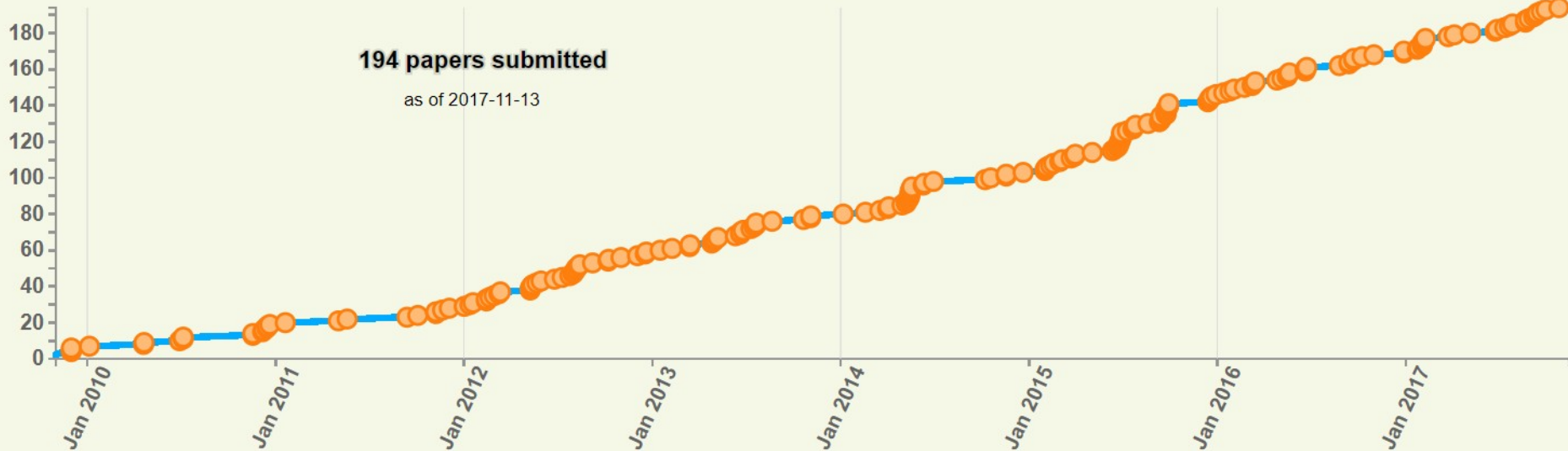
- Сотрудники ПИЯФ отвечают за обслуживание камер трековых станций 3, 4 и 5
- Основная проблема - эффект Мальтера (лавинообразное нарастание тока, связанное с большим коэффициентом вторичной эмиссии слоя эпоксидного клея, приводящее к искрению камеры при повышении загрузки)
- В 2017 году отремонтировано 5 камер





# Эксперимент ALICE: физические результаты

ALICE Physics Papers Timeline



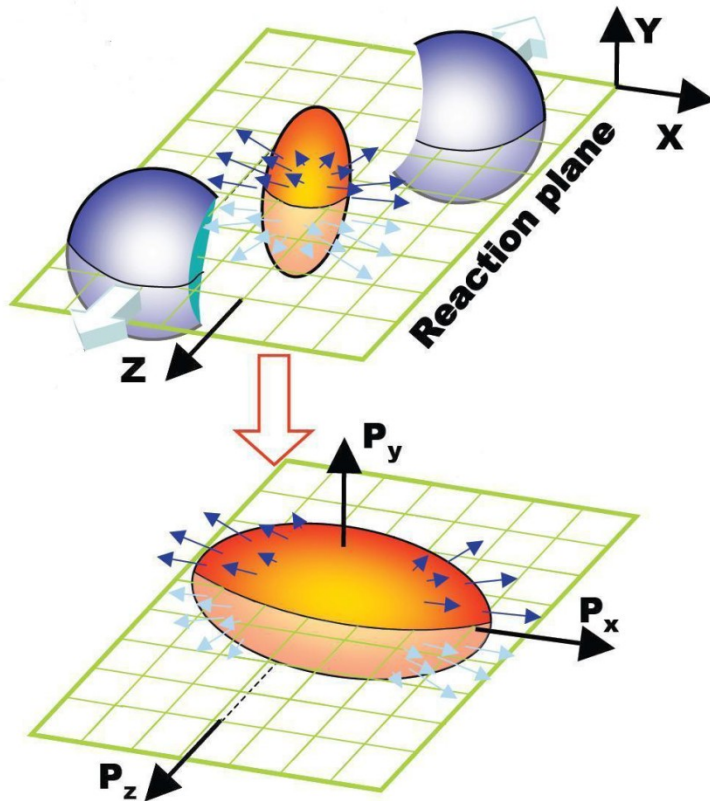
Е. Крышень

Научная сессия ОФВЭ

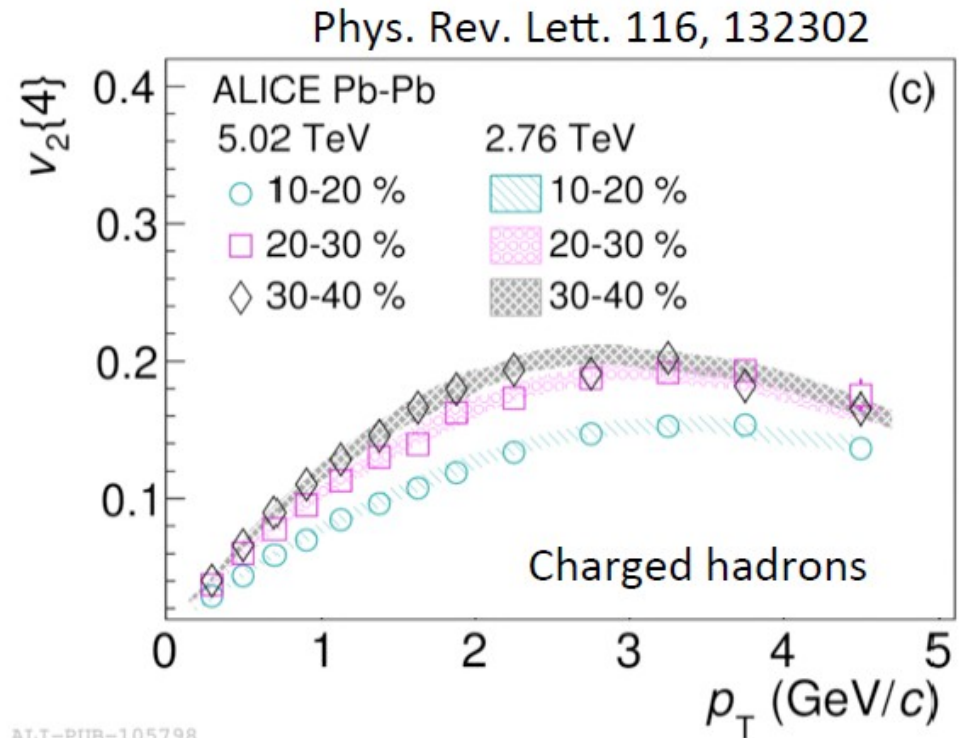
26 декабря 2017

# Анизотропный поток

Пространственная асимметрия приводит к асимметрии в импульсном пространстве:



$$\frac{dN}{d\varphi} \propto 1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} v_n \cos[n(\varphi - \Psi_n)]$$

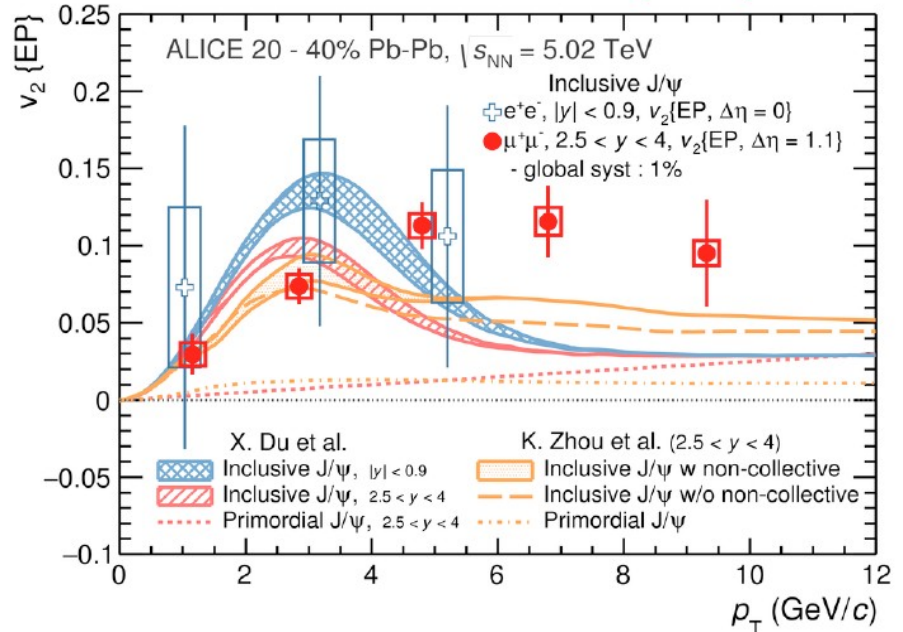


- Эллиптический поток ( $v_2$ ) прекрасно описывается в рамках гидродинамики сильно связанной системы с малой вязкостью ( $\eta/s \sim 0.2$ )



# Эллиптический поток J/ψ

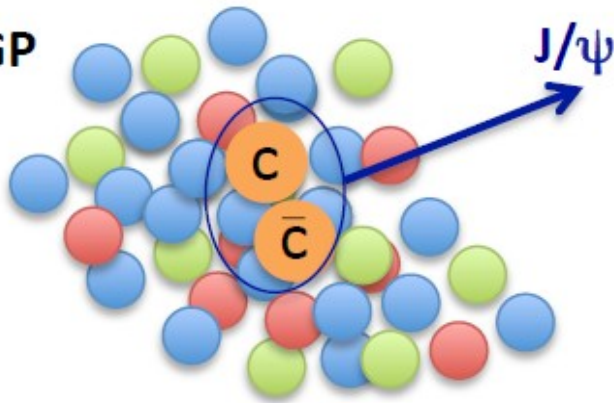
- В Pb-Pb столкновениях наблюдается ненулевой эллиптический поток J/ψ
- => Значительная доля J/ψ образуется за счет рекомбинации **термализованных** с-кварков



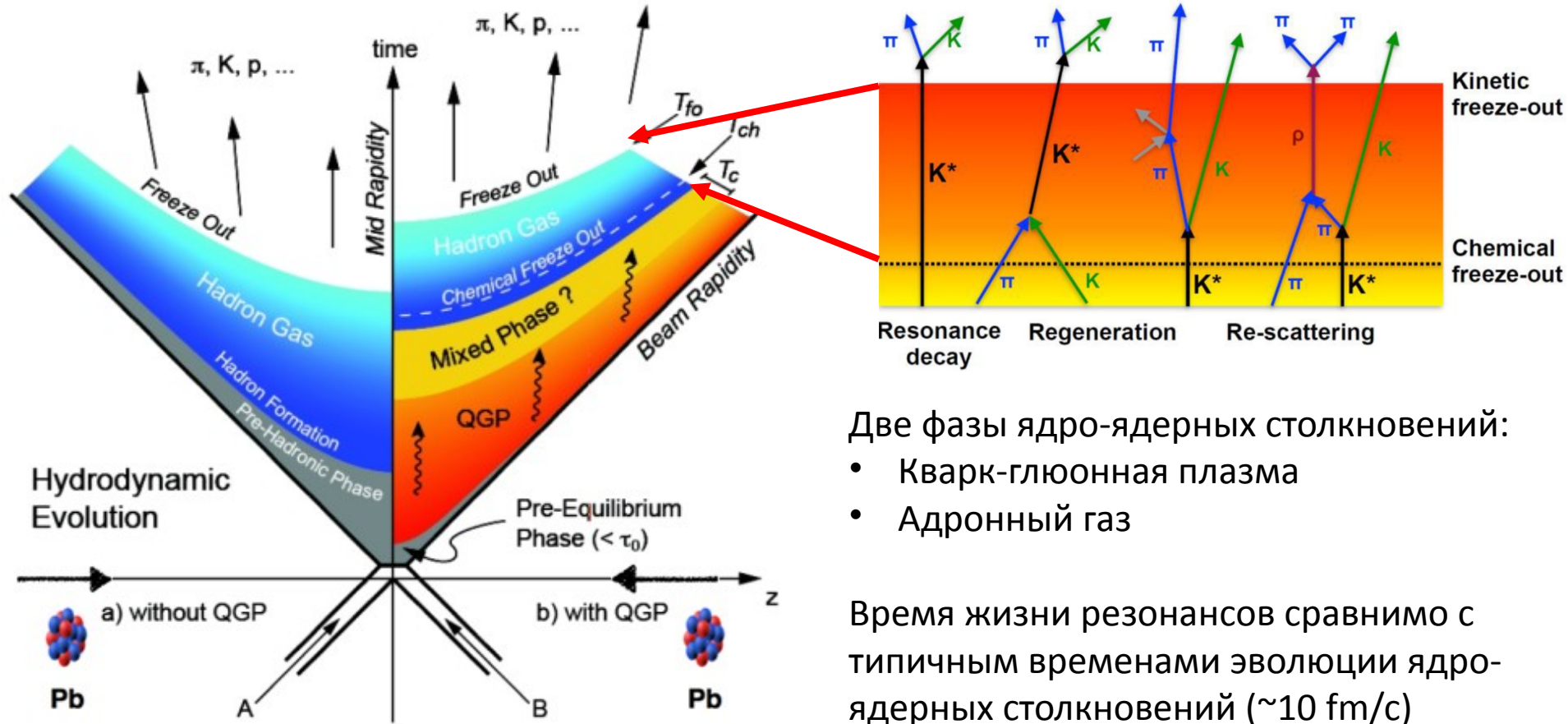
- Образование J/ψ через рекомбинацию с-кварков может объяснить эллиптический поток только при малых поперечных импульсах
- При больших поперечных импульсах (>5 GeV) работают другие механизмы:
  - Более вероятное поглощение J/ψ в направлении, перпендикулярном плоскости реакции
  - Появление анизотропии с-кварков под влиянием сильных магнитных полей

**Phys.Rev.Lett. 119 (2017) 242301**

QGP



# Изучение резонансов



Две фазы ядро-ядерных столкновений:

- Кварк-глюонная плазма
- Адронный газ

Время жизни резонансов сравнимо с типичным временем эволюции ядро-ядерных столкновений ( $\sim 10$  fm/c)

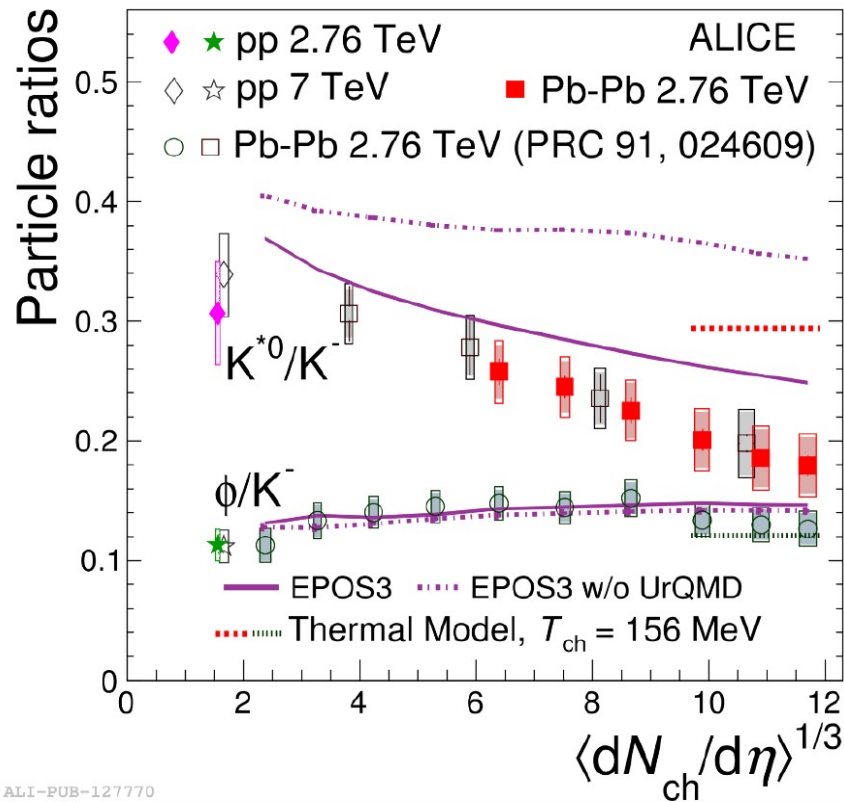
Изучение резонансов позволяет судить о времени существования адронной фазы

Lifetime [fm/c] :  $\rho$  [1.3] <  $K^*$  [4.2] <  $\Lambda^*$  [12.6] <  $\Xi^{0*}$  [21.7] <  $\phi$  [46.2]

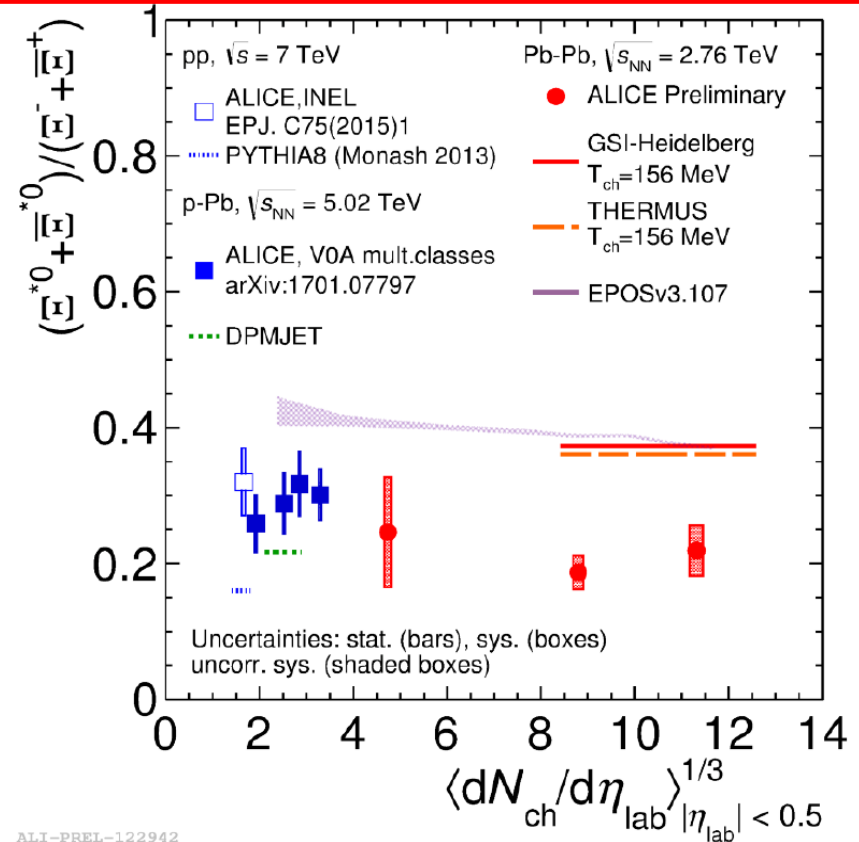
# Изучение резонансов



Lifetime [fm/c]:  $\rho$  [1.3] <  $K^*$  [4.2] <  $\Lambda^*$  [12.6] <  $\Xi^{0*}$  [21.7] <  $\phi$  [46.2]



Phys.Rev. C95 (2017), 064606



ALI-PREL-122942

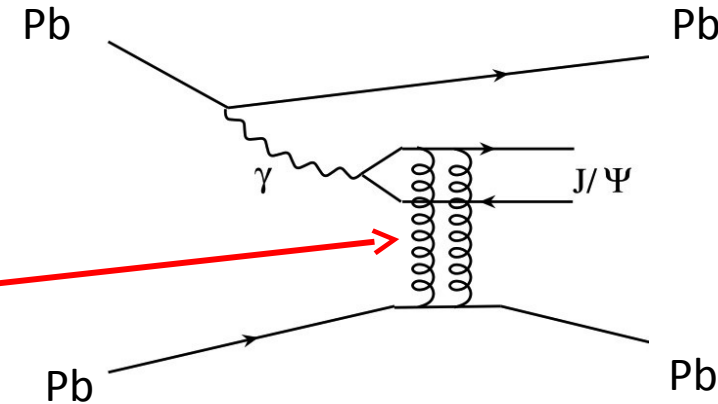
Наблюдается значительное подавление выхода короткоживущих резонансов с ростом центральности

# Фоторождение $J/\psi$ в URC



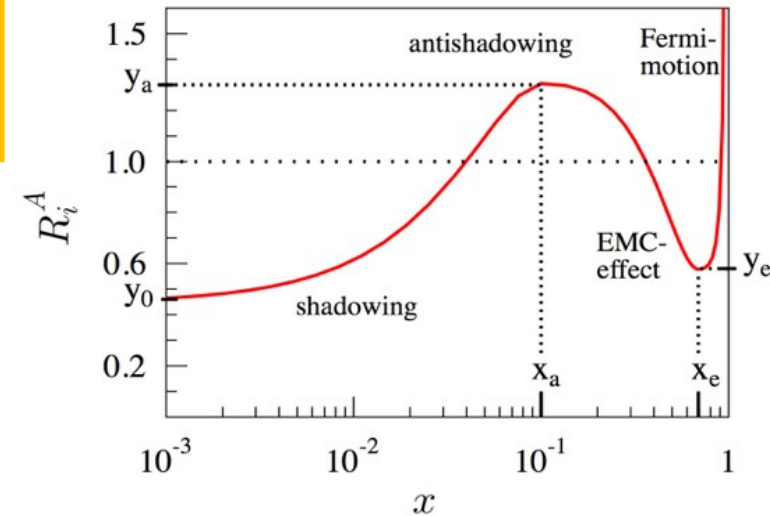
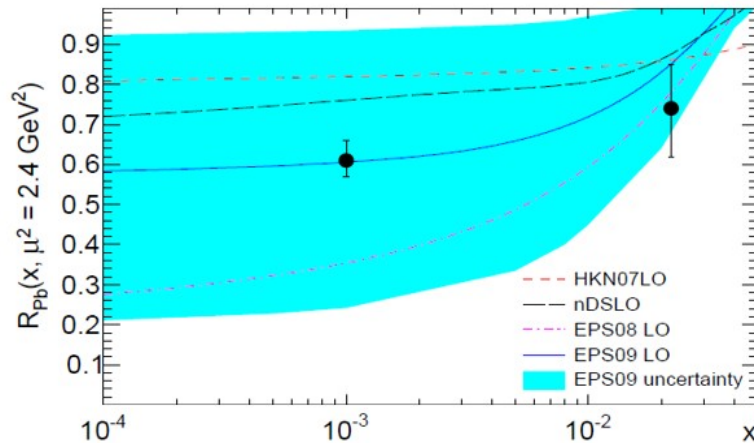
Сечение когерентного фоторождения  $J/\psi$  пропорционально квадрату глюонной плотности в ядрах:

$$\left. \frac{d\sigma_{\gamma A \rightarrow J/\psi A}}{dt} \right|_{t=0} = \frac{M_{J/\psi}^3 \Gamma_{ee} \pi^3 \alpha_s^2(Q^2)}{48 \alpha_{em} Q^8} [xg_A(x, Q^2)]^2$$



Сечение фоторождение  $J/\psi$  в ультра-периферических столкновениях чувствительно к ядерным глюонным экранировкам при малых  $x$

Результаты рана 1:

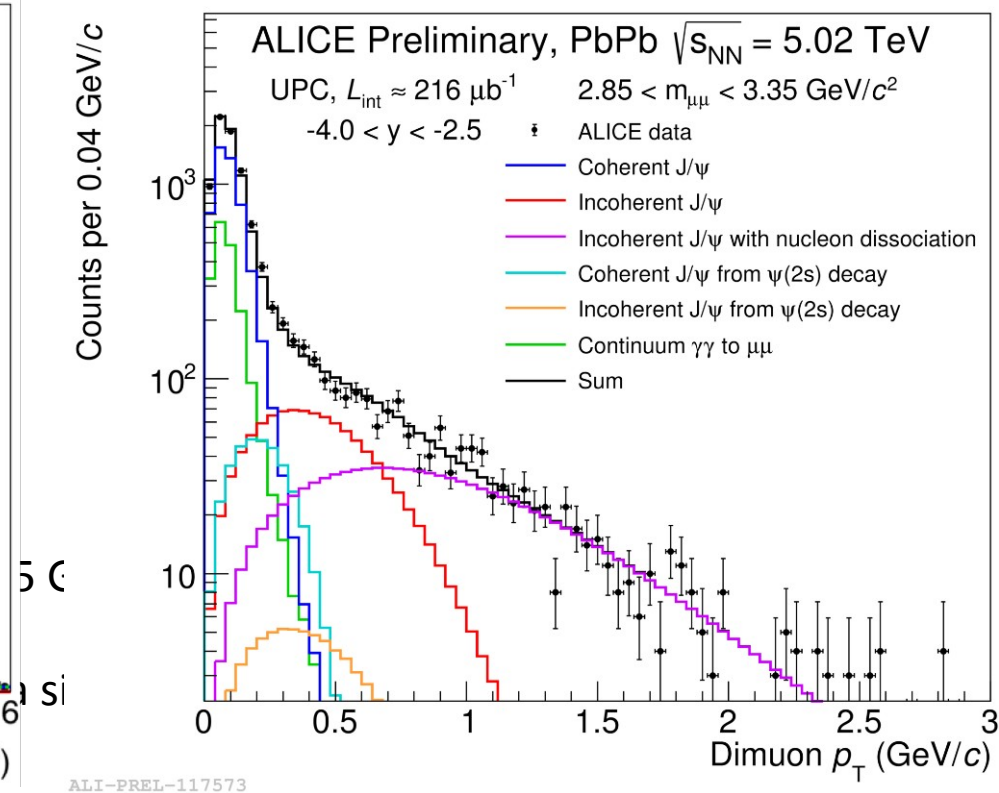
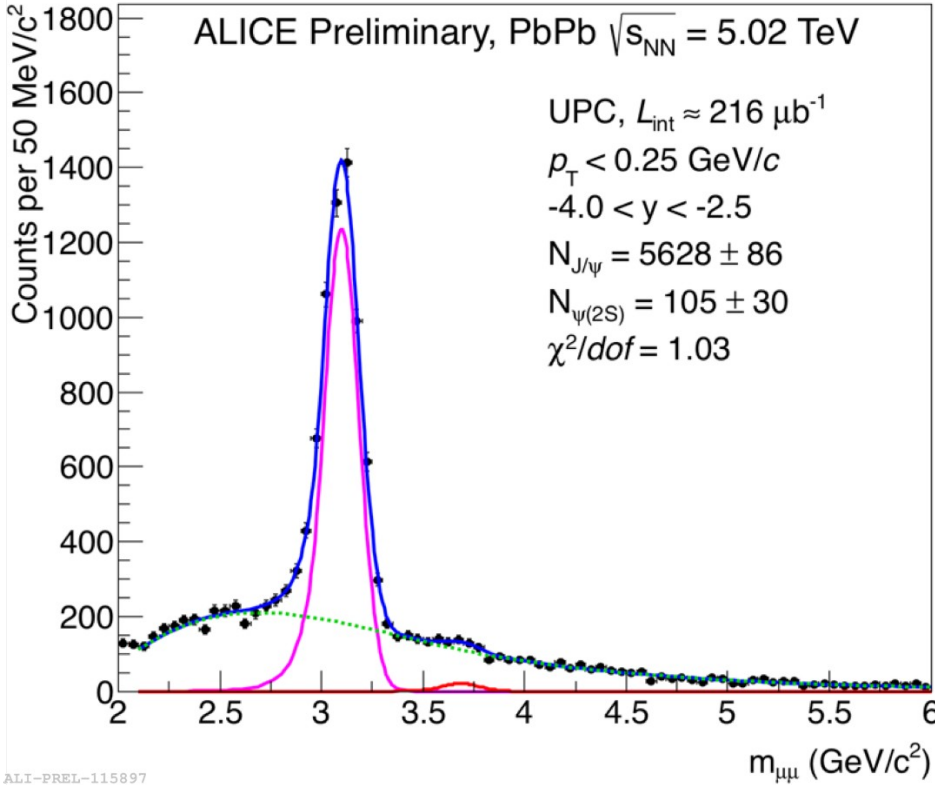


$$R_g^A(x, Q^2) = \frac{g_A(x, Q^2)}{A g_p(x, Q^2)}$$

Guzei, EK, Strikman, Zhilov. PLB 726 (2013) 290



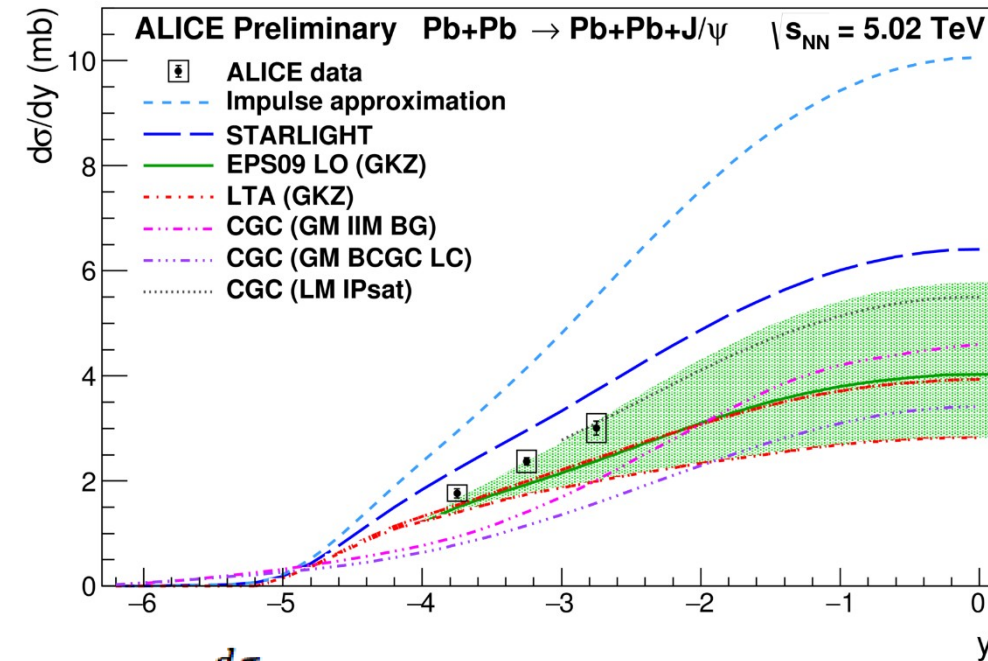
# Фоторождение $J/\psi$ в UPC: ран 2



## Contributions (templates from MC):

- Coherent  $J/\psi$ :
- Incoherent  $J/\psi$ :
- Incoherent  $J/\psi$  with nucleon dissociation
- $J/\psi$  from coherent and incoherent  $\psi'$  decays: fixed wrt primary  $J/\psi$  (~5-6%)
- $\gamma\gamma \rightarrow \mu\mu$ : fixed integral wrt  $J/\psi$  peak (~5%)

# Сечение когерентного фоторождение J/ψ: ран 2



- **Impulse approximation: no nuclear effects**
- **STARLIGHT: VDM + Glauber**, Klein, Nystrand et al: Comput. Phys. Commun. 212 (2017) 258
- **EPS09 LO (GKZ): EPS09 shadowing** Guzey, Kryshen, Zhalov, PRC93 (2016) 055206
- **LTA (GKZ): Leading Twist Approximation** Guzey, Kryshen, Zhalov, PRC93 (2016) 055206
- **GM: Color dipole model + IIM/BCGC CGC** Goncalves, Machado et al.: PRC 90 (2014) 015203, JPG 42 (2015) 105001
- **LM IPSat: Color dipole model + IPSat CGC** T. Lappi, H. Mäntysaari, PRC 83 (2011) 065202; 87 (2013) 032201

ALI-DEP-

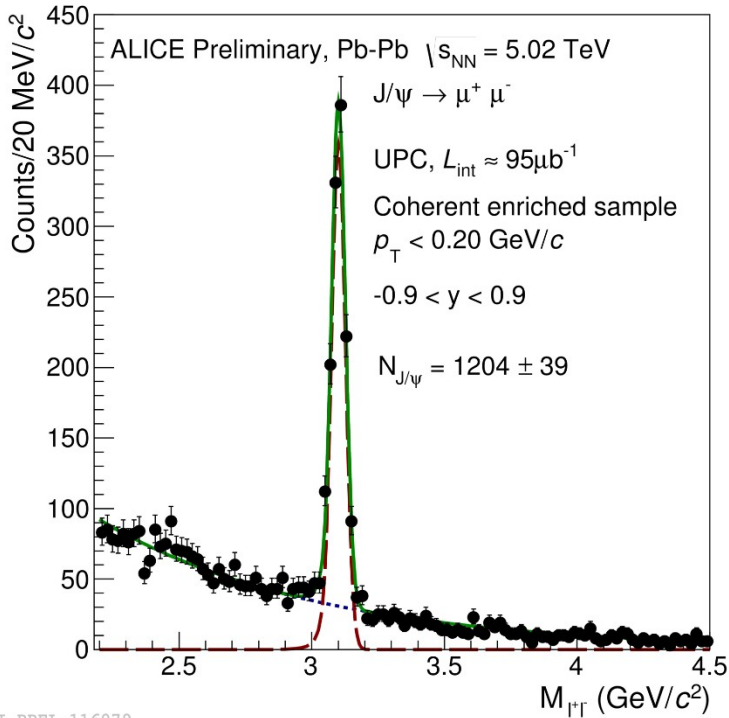
$$\frac{d\sigma_{UPC}}{dy} = n(\omega_1)\sigma_{\gamma T}(\omega_1) + n(\omega_2)\sigma_{\gamma T}(\omega_2)$$

Low energy (high-x)                      High energy (low-x)

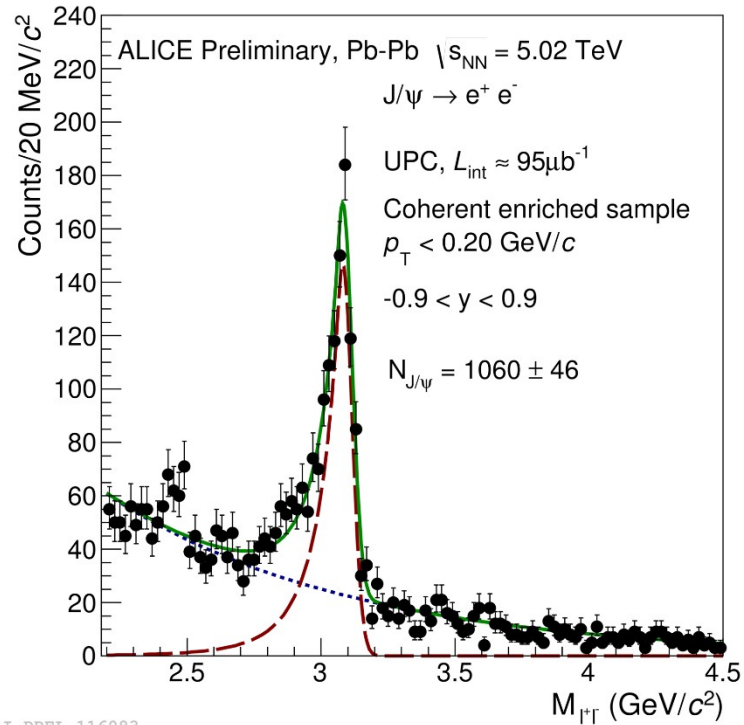
- 90-95% вклад больших x:  $0.7-3 \times 10^{-22}$
- Пренебрегая вкладом малых x:  
ALICE/Impulse approximation  $\sim 0.6 \Rightarrow$  экранировка  $\sim \sqrt{0.6} \sim 0.8$   
(см. Phys. Lett. B726 (2013) 290)



# + J/ψ в центральном барреле

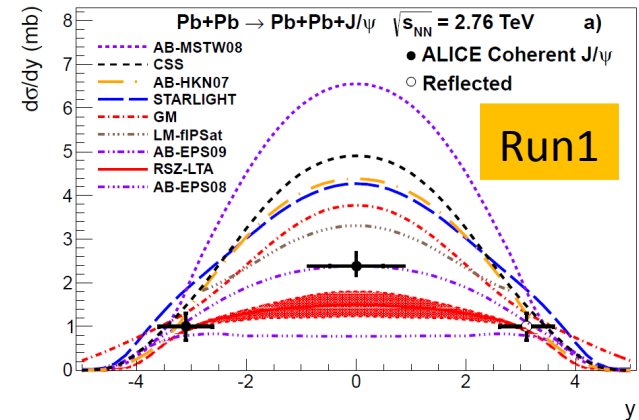


ALI-PREL-116079

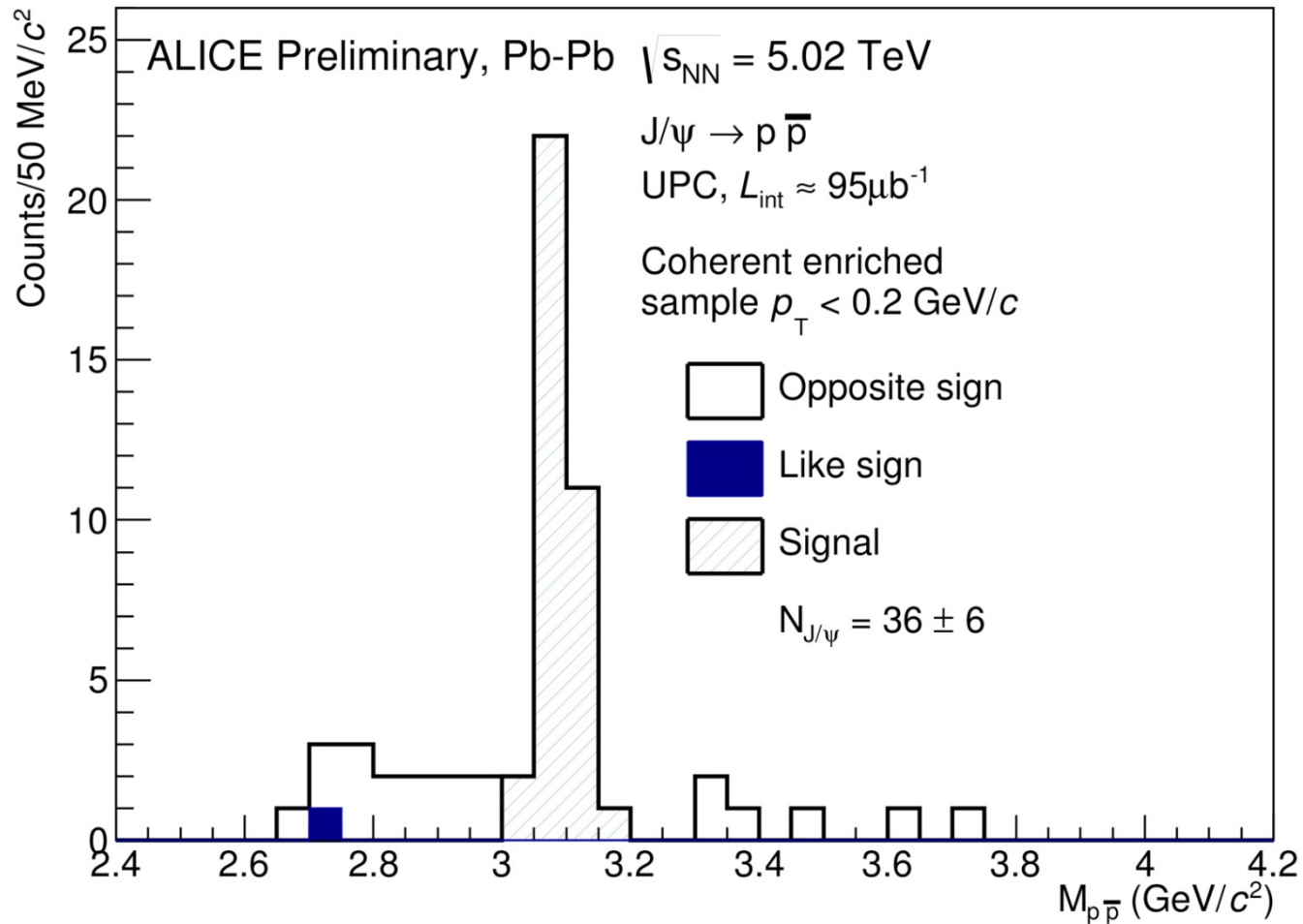


ALI-PREL-116083

- В 4 раза больше статистики в ране 2
- $x \sim 0.5 \times 10^{-3}$

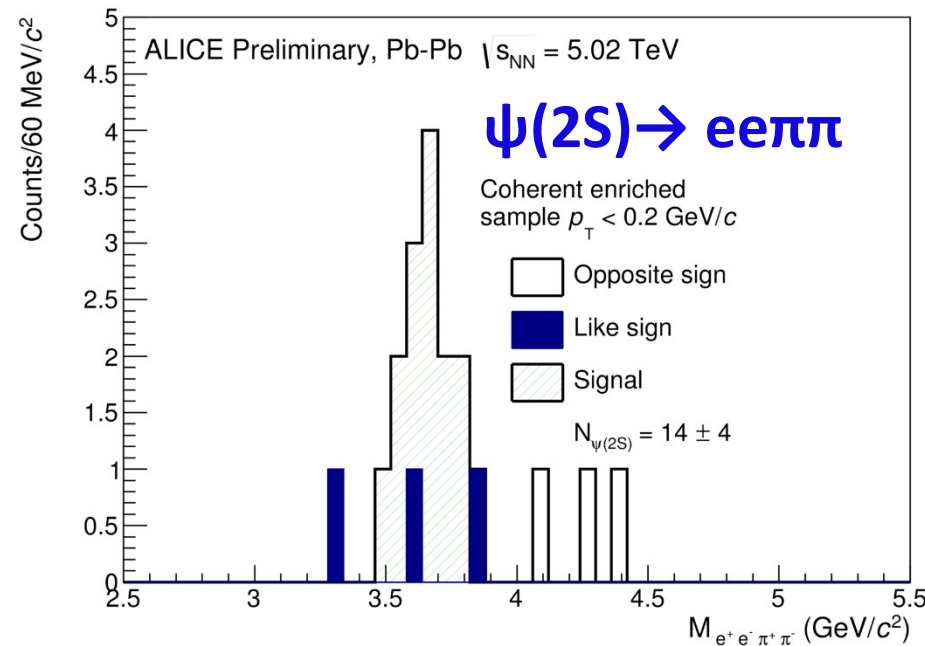
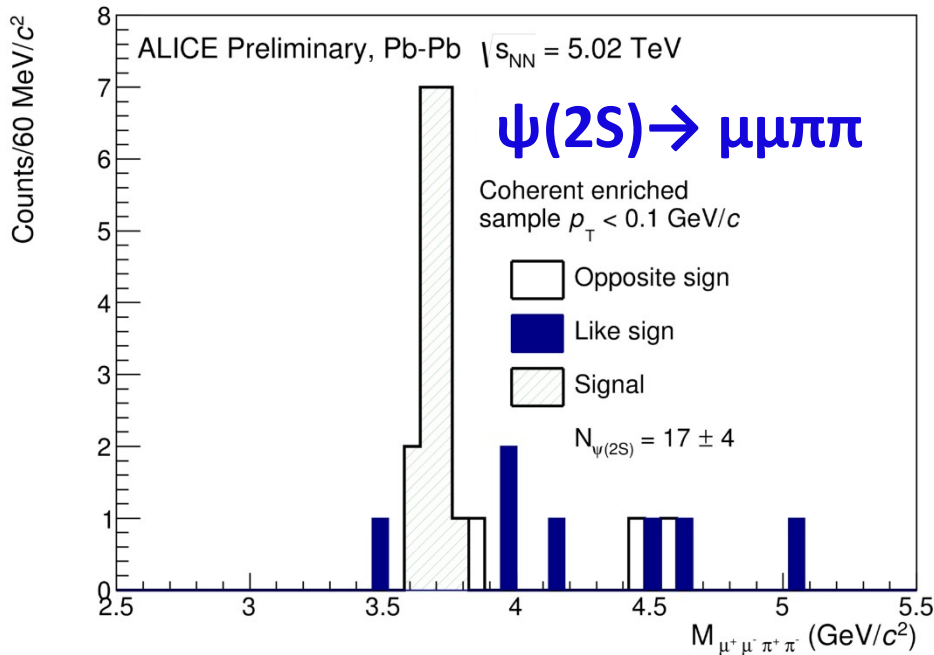


# First observation in UPC: $J/\psi \rightarrow p\bar{p}$



ALI-PREL-117138

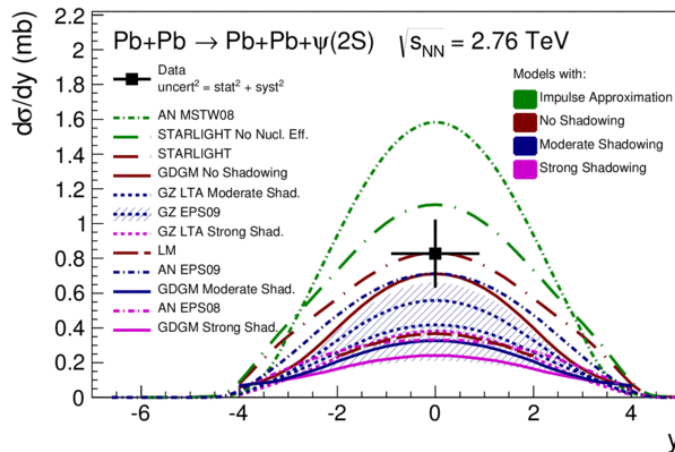
# + $\psi(2S) \rightarrow J/\psi \pi \pi$



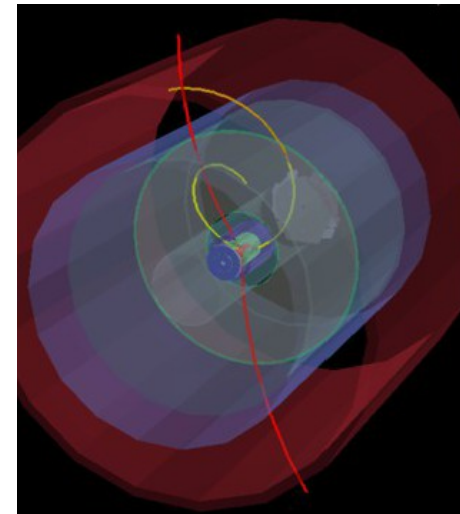
ALI-PREL-116095

I-PREL-116091

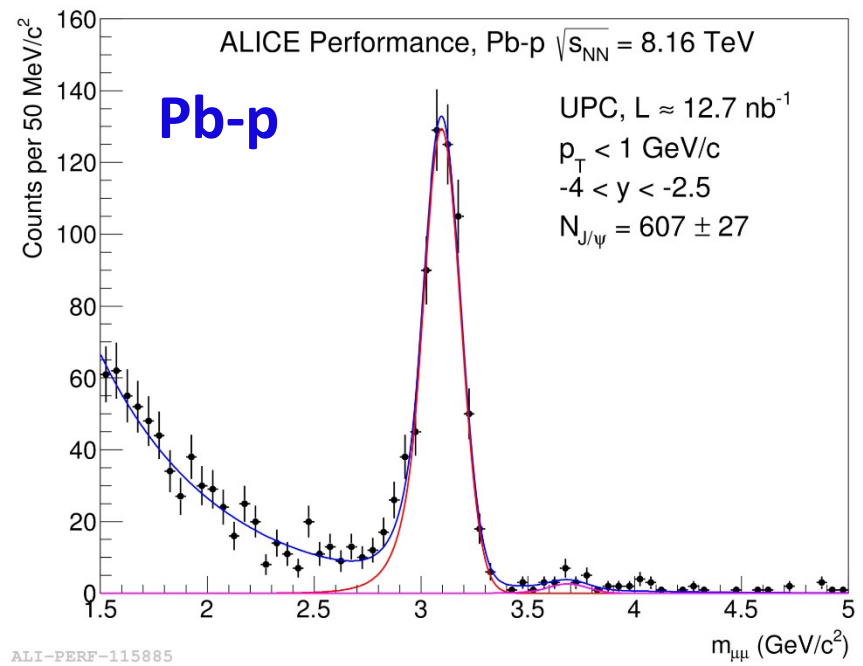
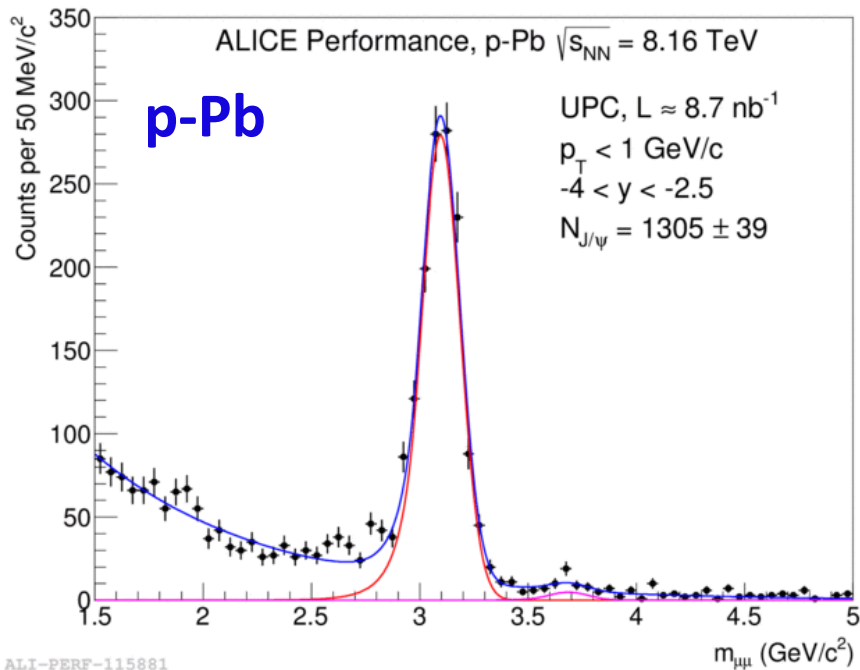
Run 1



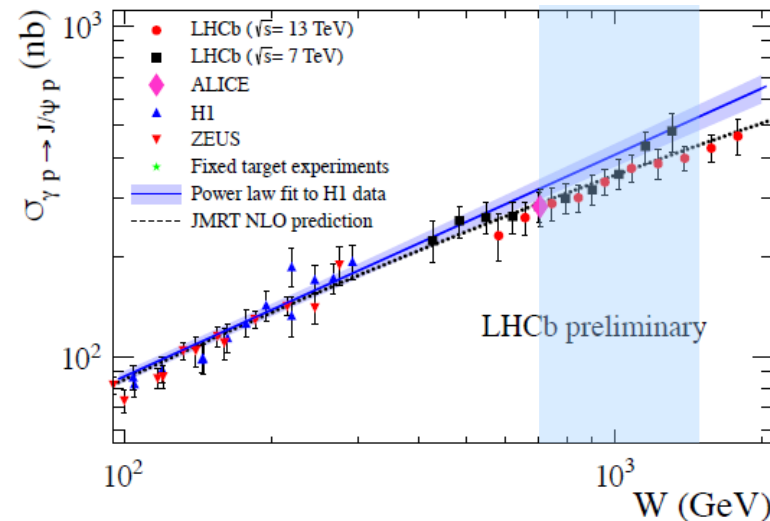
ALI-PUB-96039



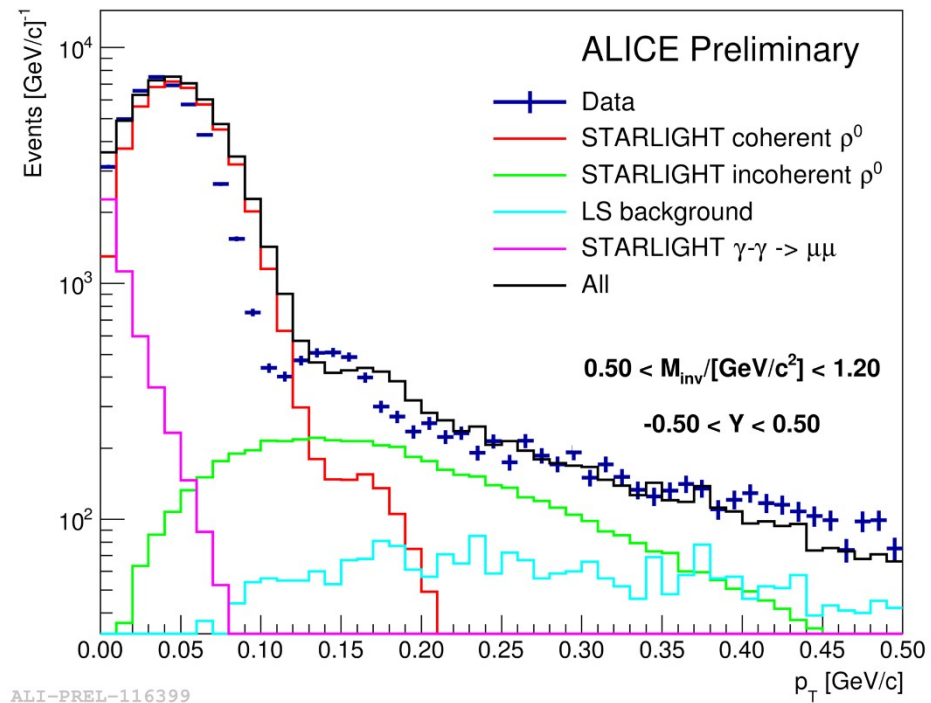
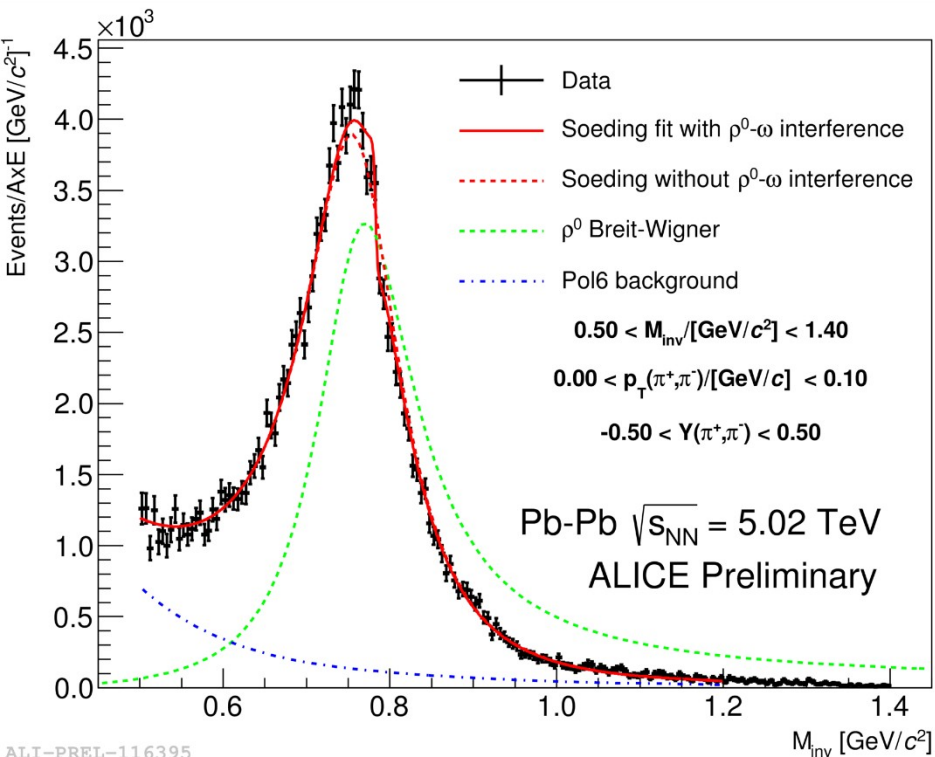
# UPC p-Pb @ 8 TeV



- В 10 раз больше статистики при  $W_{\gamma p} \sim 0.7-1.4$  TeV
- => поведение глюонной плотности в протоне при  $x \sim 10^{-5}$



# Фоторождение $\rho^0$ в Pb-Pb @ 5 TeV



$$\frac{d\sigma}{dm_{\pi\pi}} = |A \cdot BW + B + C \cdot e^{i\phi} \cdot BW|^2 + N \cdot \text{pol6}$$

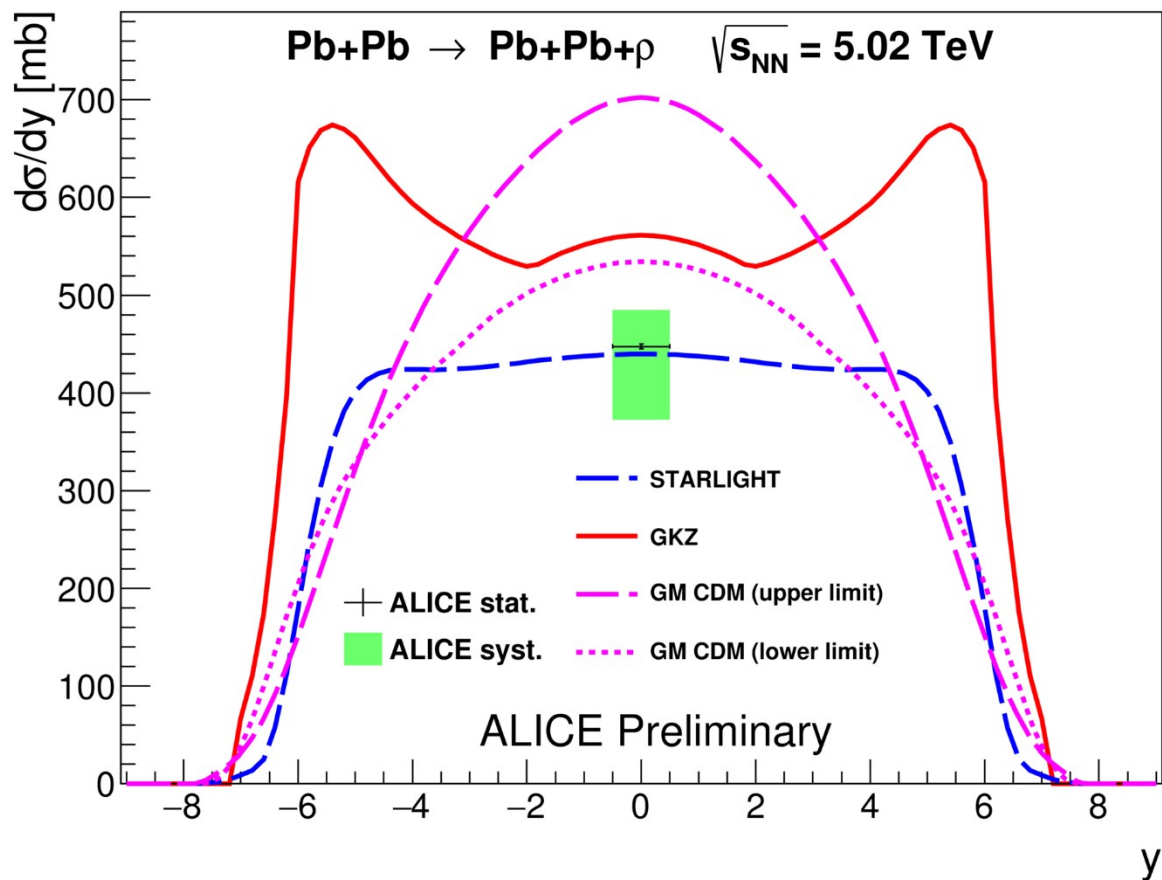
$p_T$  распределение когерентных  $\rho^0$

значительно уже, чем в модели, где  $p_T$

зависимость определяется просто форм-фактором ядра

=> экранировки зависят от прицельного параметра (e.g. Guzey, Strikman, Zhalov: Phys. Rev. C 95, 025204 (2017))

# Когерентное сечение $\rho^0$ при 5 ТэВ



ALI-PREL-116391

- **STARLIGHT: VDM + Glauber.** Klein, Nystrand et al: Comput. Phys. Commun. 212 (2017) 258
- **GKZ: Gribov-Glauber shadowing.** Guzey, Zhalov et al, PLB752 (2016) 51, PRC93 (2016) 055206
- **GM CDM.** Gonçalves, Machado et al, PRC80 (2009), 054901, PRC91 (2015) 025203



## Доклады:

- V. Riabov. *Measurements of hadronic resonances with ALICE at the LHC*. The 3rd international conference on particle physics and astrophysics (ICPPA-2017), 2-5 Oct 2017, Moscow, Russia
- E. Kryshen. *Photoproduction of heavy vector mesons in ultra-peripheral Pb-Pb collisions*. Quark Matter 2017. 7 Feb 2017. Chicago, USA.
- E. Kryshen. *ALICE results on vector meson photoproduction in ultraperipheral p-Pb and Pb-Pb collisions*. INT workshop 17-65W. Probing QCD in Photon-Nucleus Interactions at RHIC and LHC: the Path to EIC. 13 Feb 2017. Seattle USA.
- E. Kryshen. *Ultraperipheral collisions at the LHC*. EMMI Physics day 2017. 28 Nov 2017. GSI. Germany
- >30 докладов на внутренних совещаниях
- 3 доклада на семинарах ОФВЭ

## Публикации:

- 43 коллаборационных публикации, включая:
  - ALICE Collaboration.  $K^*(892)^0$  and  $\phi(1020)$  meson production at high transverse momentum in pp and Pb-Pb collisions at  $\sqrt{s_{NN}} = 2.76$  TeV. Phys.Rev. C95 (2017), 064606
- E. Kryshen. *Photoproduction of heavy vector mesons in ultra-peripheral Pb-Pb collisions*. In proceedings of the Quark Matter 2017 conference. Nucl. Phys. A967 (2017) 273.

# Теоретические доклады



- V. Guzey. *Nuclear shadowing and elastic charmonium photoproduction*, LHeC and FCC-eh Workshop, CERN, Geneva, Sep 11-13, 2017
- V. Guzey. *Nuclear gluon distributions at small-x from charmonium and dijet photoproduction on nuclei at the LHC*, RIKEN BNL Research Center Workshop “Synergies of pp and pA Collisions with an Electron-Ion Collider”, Brookhaven National Laboratory, USA, June 26-28, 2017
- V. Guzey, M. Zhalov. *Ultrapерipheral collisions of ions at the LHC and nuclear shadowing in photoproduction of vector mesons on nuclei*, International Session-Conference of the Section on Nuclear Physics, Physical Science Department, RAS, Nalchik, Russia, June 6-8, 2017
- V. Guzey, M. Zhalov. *Nuclear gluon distribution at small x from charmonium photoproduction in pA collisions at the LHC*, International Session-Conference of the Section on Nuclear Physics, Physical Science Department, RAS, Nalchik, Russia, June 6-8, 2017
- V. Guzey. *Diffraction dijet photoproduction in UPCs at the LHC*, Workshop INT-17-65W “Probing QCD in Photon-Nucleus Interactions at RHIC and LHC: the Path to EIC”, INT, Seattle, Feb 13-17, 2017
- V. Guzey. *Theory overview of vector meson photoproduction on nuclei in UPCs at the LHC*, Workshop INT-17-65W “Probing QCD in Photon-Nucleus Interactions at RHIC and LHC: the Path to EIC”, INT, Seattle, Feb 13-17, 2017
- V. Guzey.  *$J/\psi$  photoproduction on nuclei*, Workshop on LHCb Heavy Ion and Fixed Target Physics, CERN, Geneva, Switzerland, Jan 9-10, 2017
- V. Guzey. *Nuclear gluon distributions at small x from photoproduction of charmonia at the LHC*, 51th PNPI Winter School, Roshino, Russia, March 3, 2017

# Заключение

- Цели по набору данных на 2017 год выполнены
- ПИЯФ принимает активное участие в работе коллаборации ALICE:
  - Ремонт трековых камер, апгрейд мюонного плеча
  - Активное участие в двух физических группах
  - Общественно-полезные функции