

Эксперимент ALICE в 2023 году



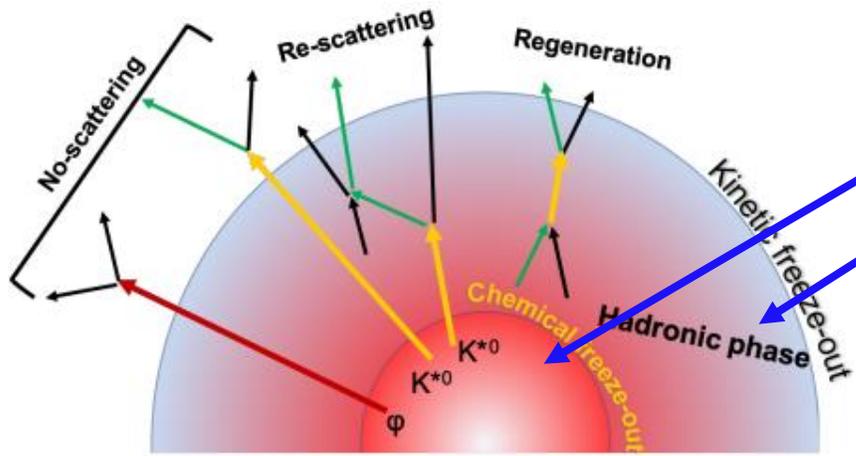
Группа ПИЯФ: Н. Бурмасов, М. Жалов, В. Иванов, Е. Крышень, М. Малаев,
В. Никулин, Е. Рошин, А. Рябов, В. Рябов, Ю. Рябов, А. Ханзадеев

Задачи группы ПИЯФ



- Участие в обработке данных по рождению короткоживущих резонансов
- Участие в обработке данных по рождению дилептонов и векторных мезонов в ультра-периферических Pb-Pb столкновениях, включая проведение соответствующих теоретических расчетов
- Исследование возможностей поиска новой физики в UPC
- Разработка и поддержка централизованной системы отбора событий для Run 3
- Разработка и поддержка системы мониторинга и расчета светимости
- Участие в сменах (включая on-call смены мюонного плеча)

Измерение выходов $K^{*\pm}$



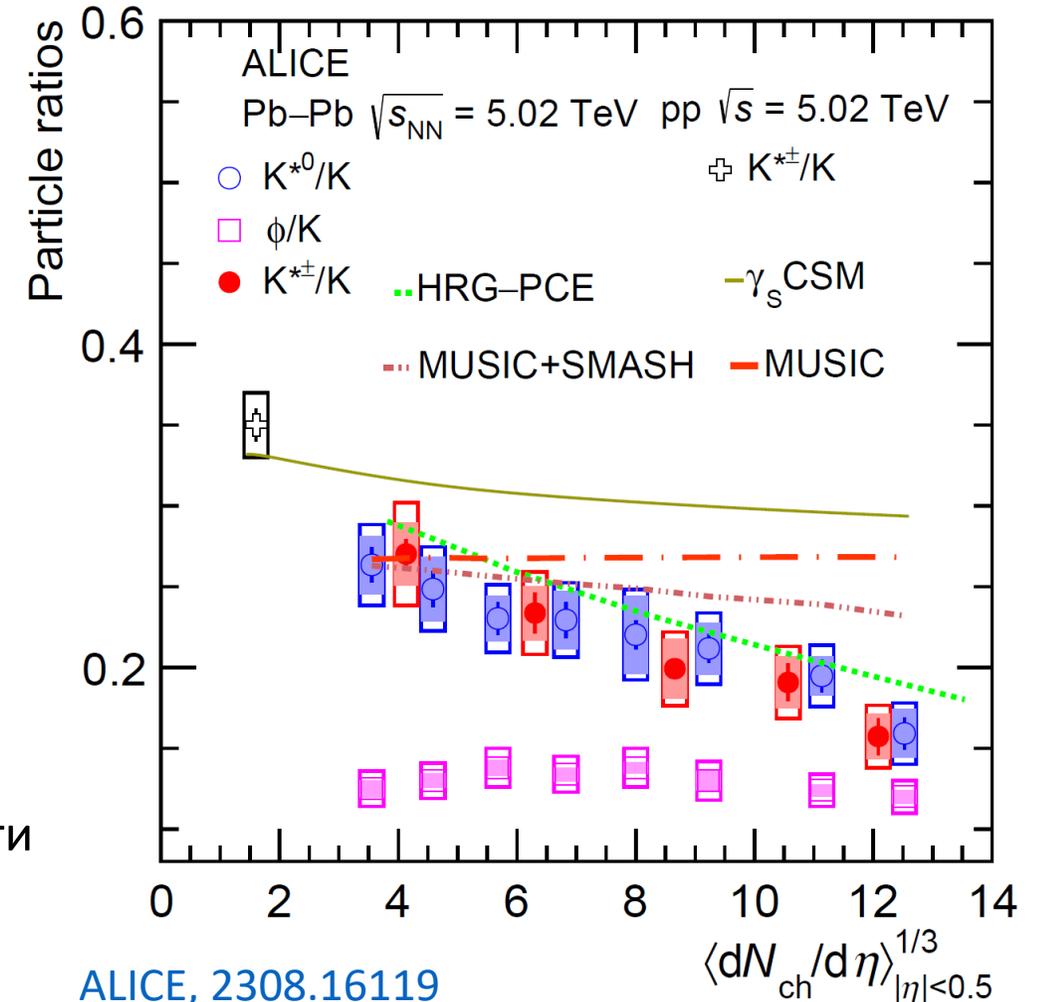
Две фазы ядро-ядерных столкновений:

- Кварк-глюонная плазма
- Адронный газ

Время жизни резонансов сравнимо с типичными временами эволюции ядро-ядерных столкновений (~ 10 fm/c)

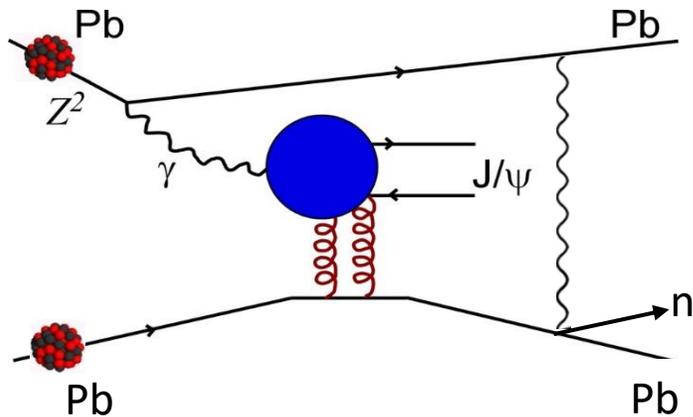
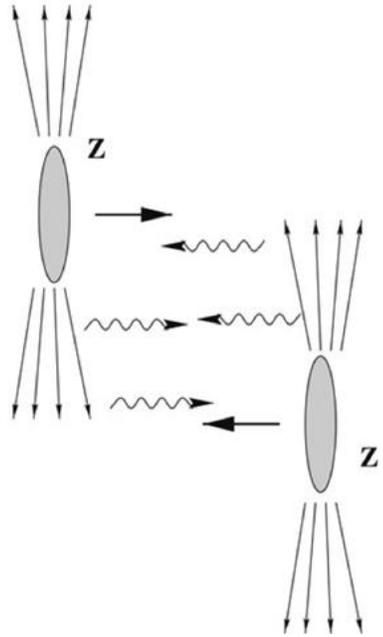
→ Изучение резонансов позволяет судить о времени существования адронной фазы

- Измерены отношения выходов $K^{*\pm}/K$
- Согласие с K^{*0}/K
- Отношения выходов падает с увеличением множественности

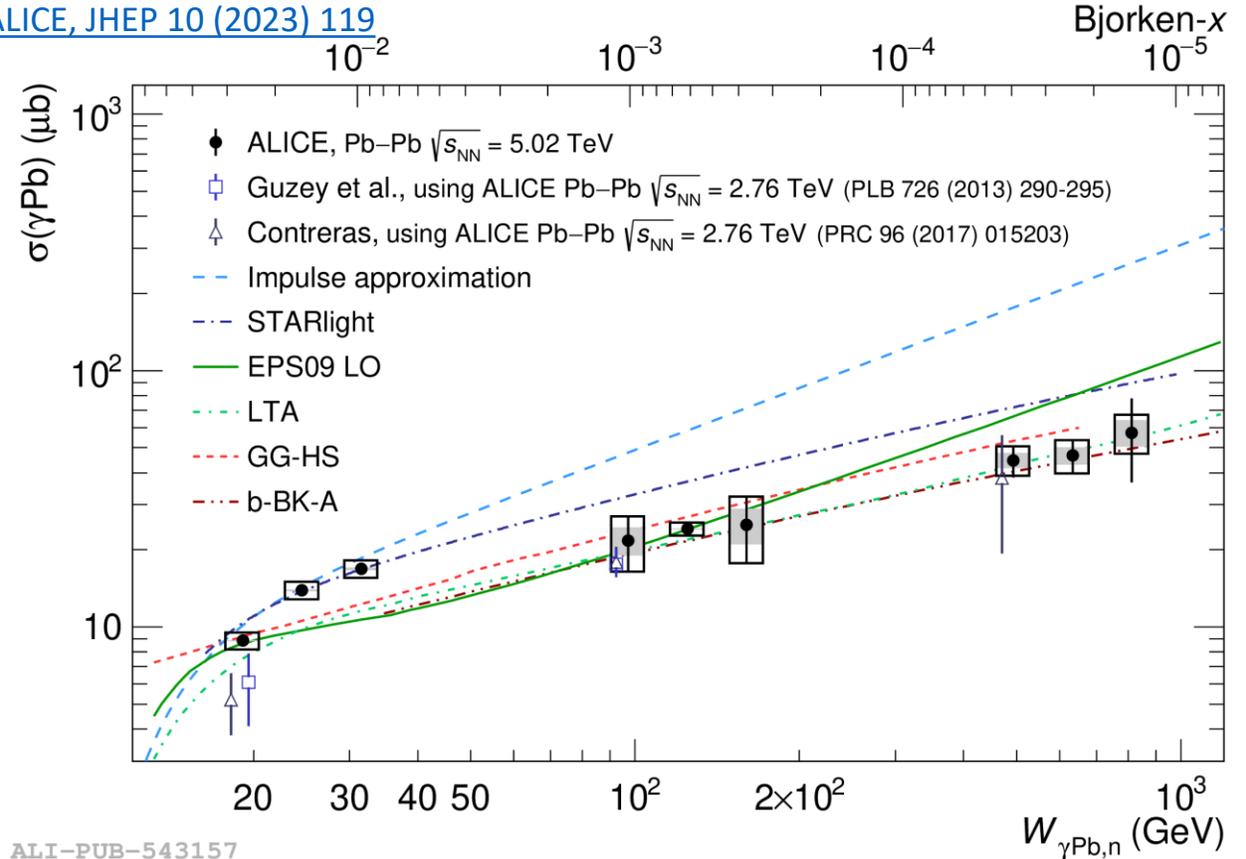


Lifetime [fm/c]: ρ [1.3] < K^* [4.2] < Λ^* [12.6] < Ξ^{*0} [21.7] < ϕ [46.2]

Initial state with ultra-peripheral collisions



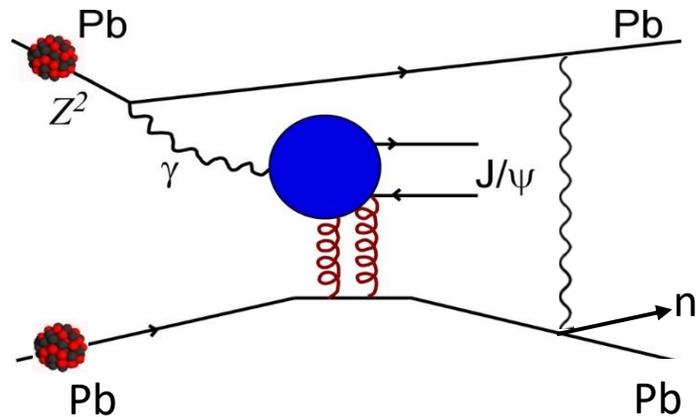
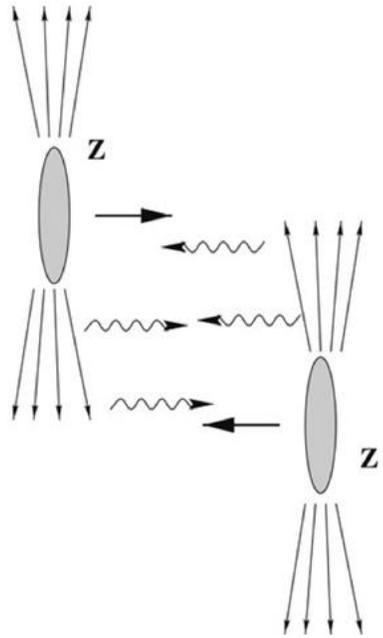
ALICE, JHEP 10 (2023) 119



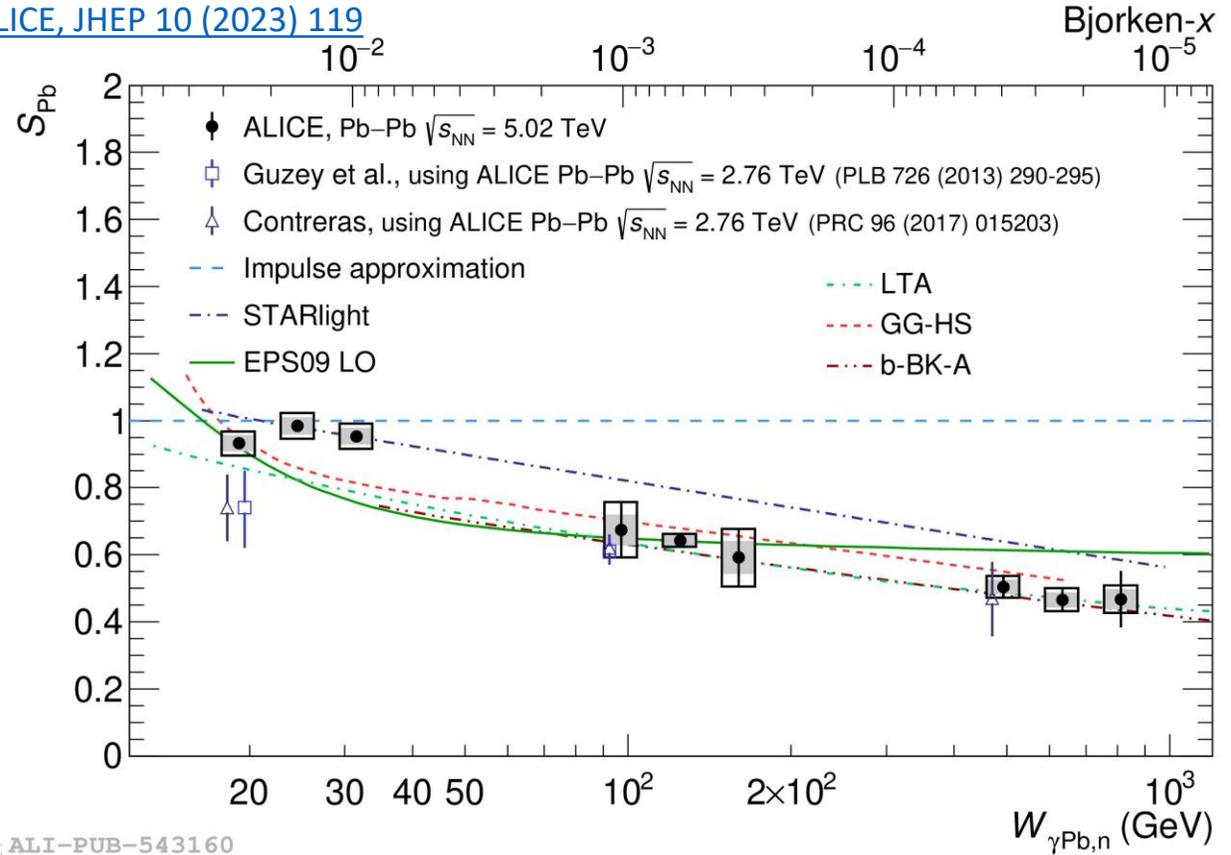
ALI-PUB-543157

- Coherent J/ψ photoproduction: probing low- x gluon PDFs in the nucleus
- Neutron emission due to EMD helps to decouple low- x and high- x contributions

Initial state with ultra-peripheral collisions



ALICE, JHEP 10 (2023) 119

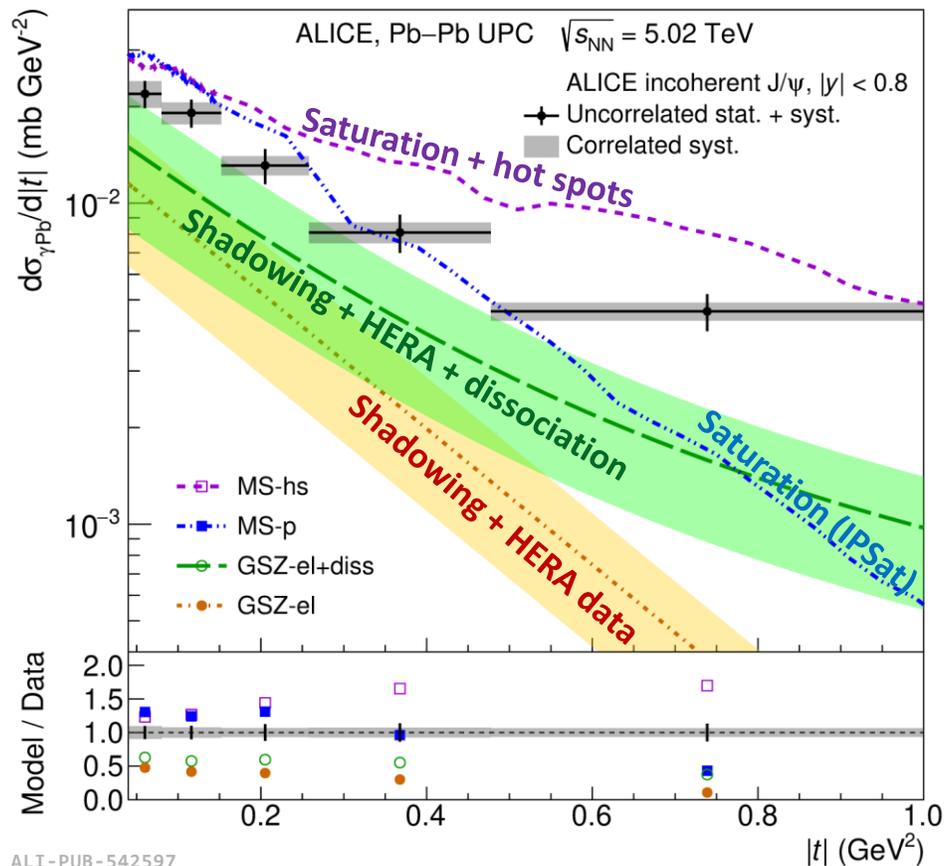


ALI-PUB-543160

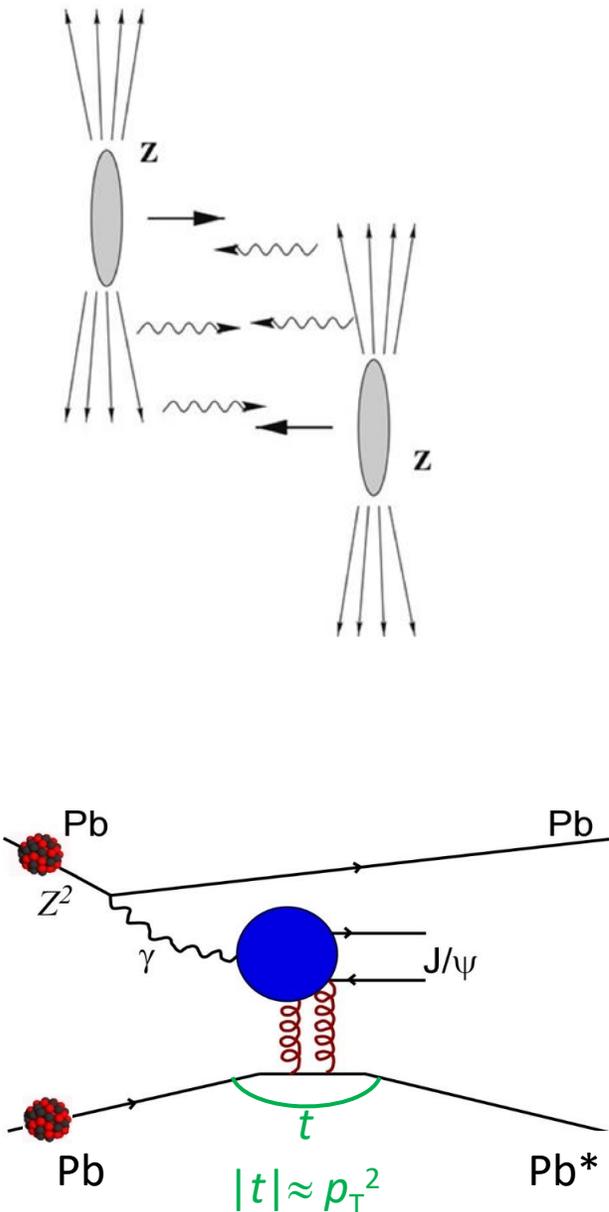
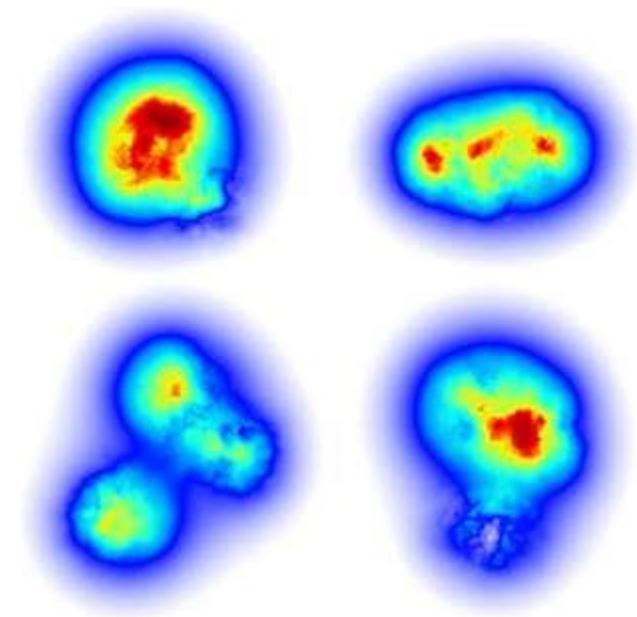
- Coherent J/ψ photoproduction: probing low- x gluon PDFs in the nucleus
- Neutron emission due to EMD helps to decouple low- x and high- x contributions
- Comparison with the **impulse approximation** (no nuclear effects) allows for extraction of the gluon shadowing factor: $R_g \sim 0.5$ at $x \sim 10^{-5}$

Probing transverse profile of Pb nuclei

ALICE, arXiv:2305.06169



ALI-PUB-542597



- Incoherent J/ψ : t -dependence sensitive to the variance of the gluon field
- Data better described by models with sub-nucleon degrees of freedom

Поляризация когерентных J/ψ

- Первое измерение поляризации J/ψ в UPC!

$$W(\cos \theta, \varphi) \propto \frac{1}{3 + \lambda_\theta} [1 + \lambda_\theta \cos^2 \theta + \lambda_\varphi \sin^2 \theta \cos 2\varphi + \lambda_{\theta\varphi} \sin 2\theta \cos \varphi]$$

Measured values

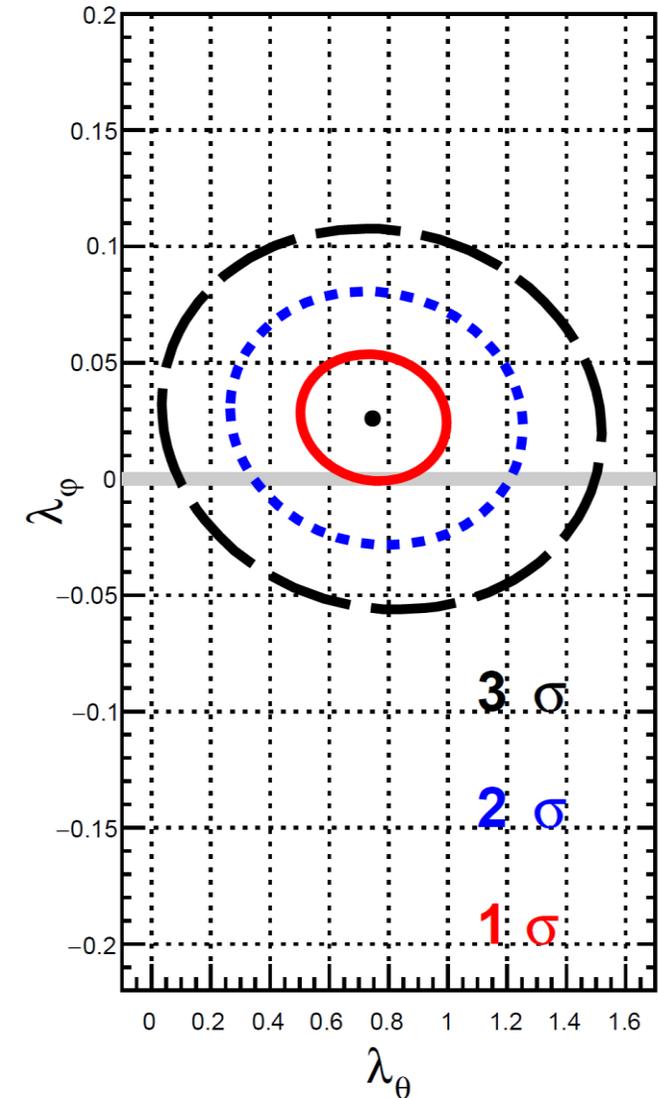
$$\begin{aligned} \lambda_\theta &= 0.75 \pm 0.25 \pm 0.24 \\ \lambda_\varphi &= 0.03 \pm 0.03 \pm 0.02 \\ \lambda_{\theta\varphi} &= 0.10 \pm 0.05 \pm 0.06 \end{aligned} \equiv \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$(\lambda_\theta, \lambda_\varphi, \lambda_{\theta\varphi}) = (1, 0, 0)$$

Transverse polarization

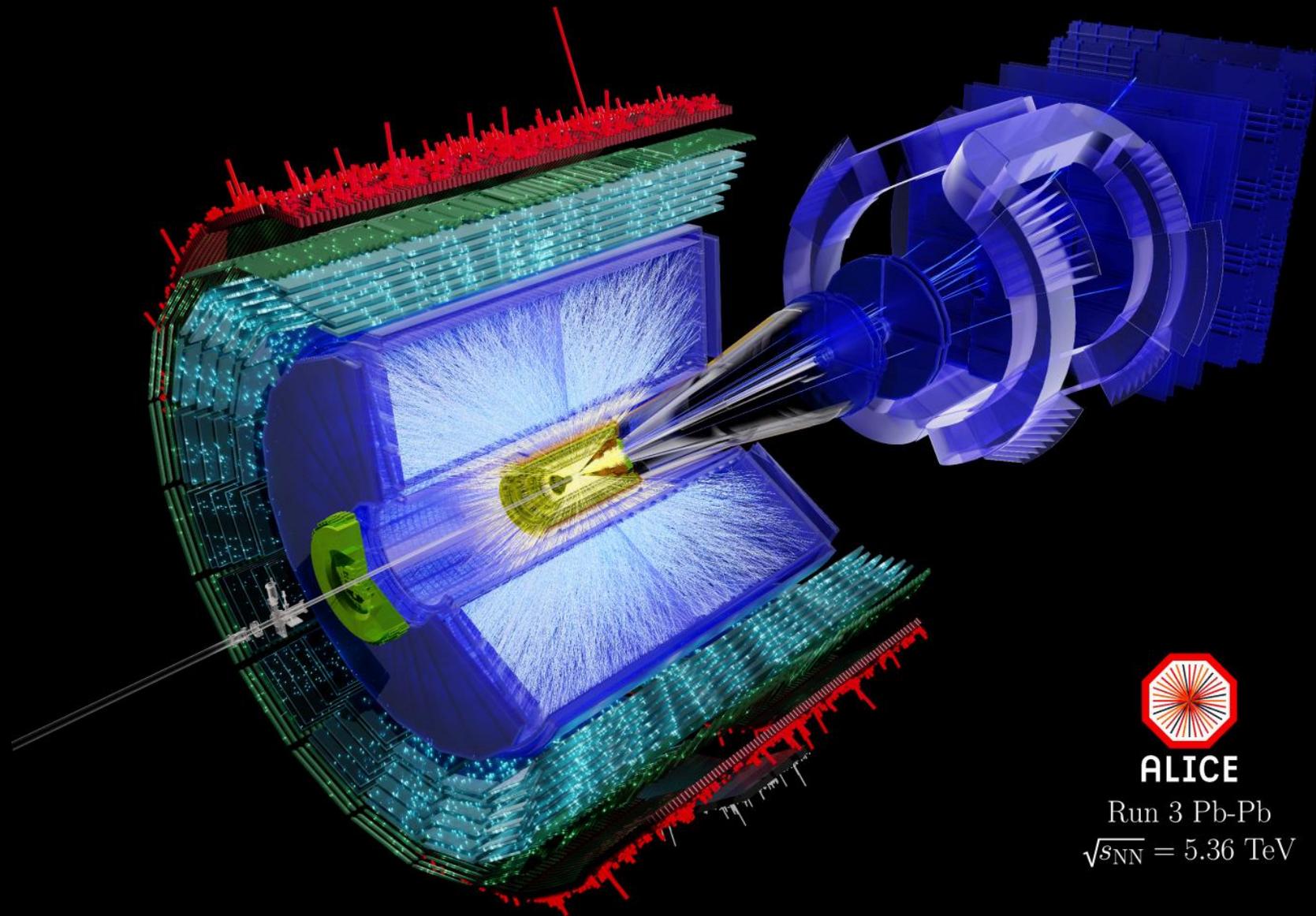
$$(\lambda_\theta, \lambda_\varphi, \lambda_{\theta\varphi}) = (-1, 0, 0)$$

Longitudinal polarization



- Согласие с результатами по фоторождению на HERA
- Подтверждение гипотезы s-канального сохранения спиральности в процессе фоторождения

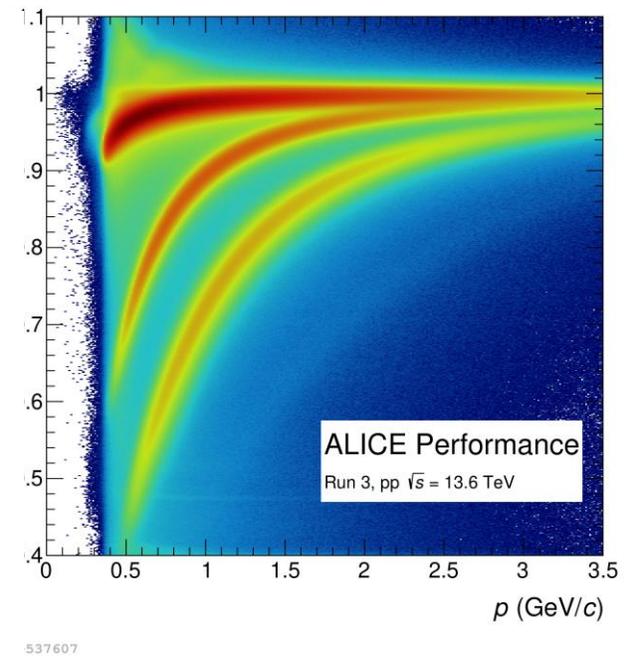
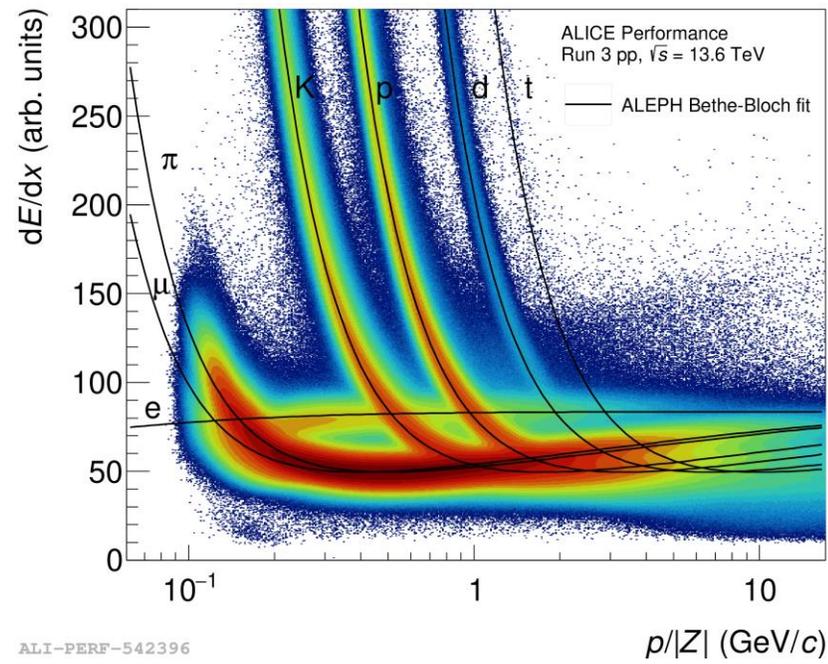
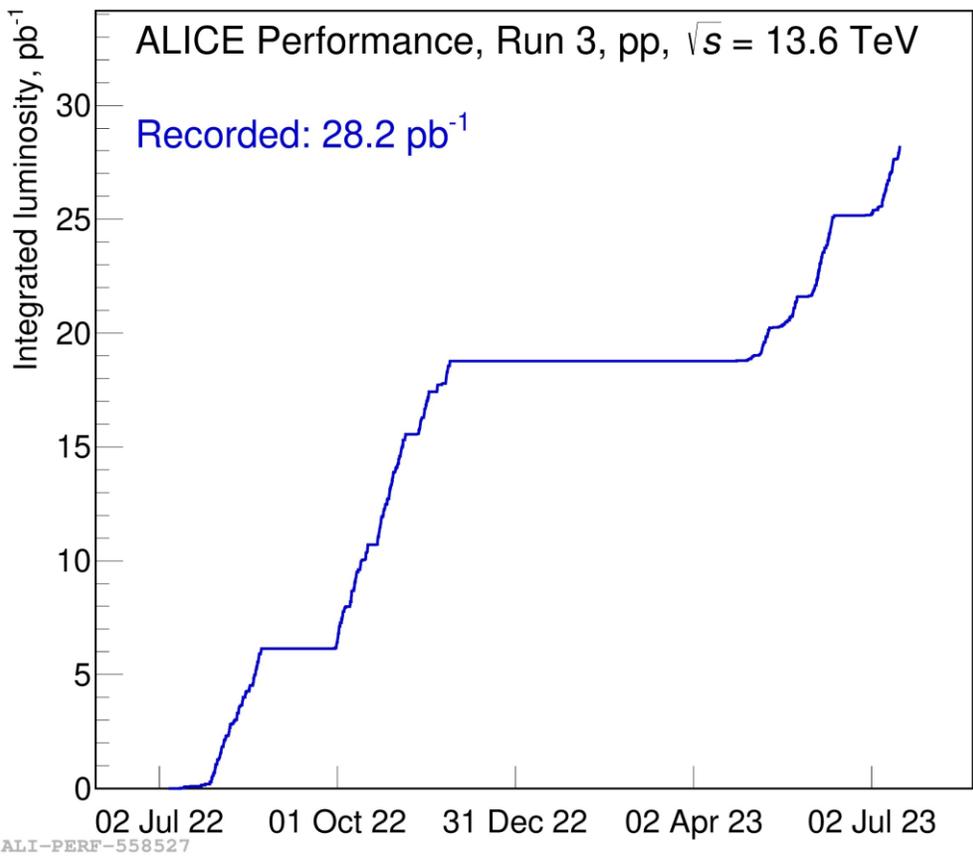
pp data taking in Run 3



ALICE performance in Run 3: pp data taking



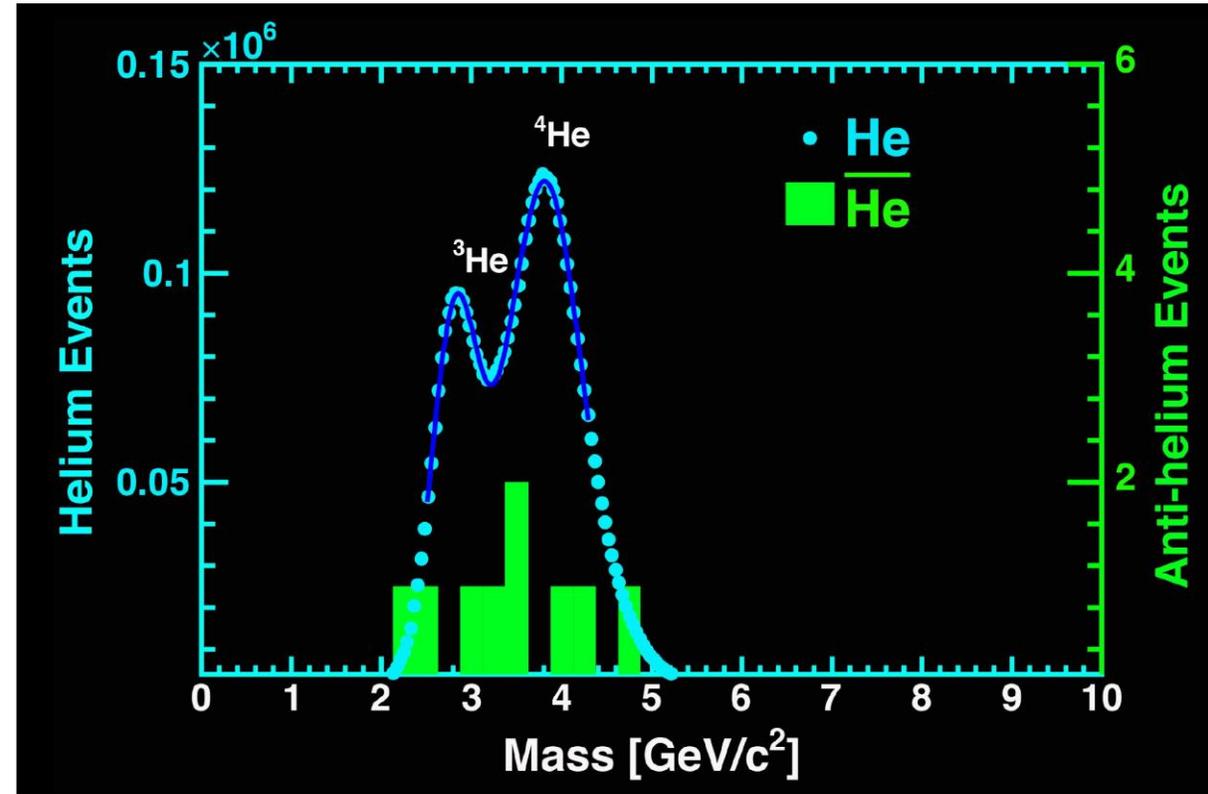
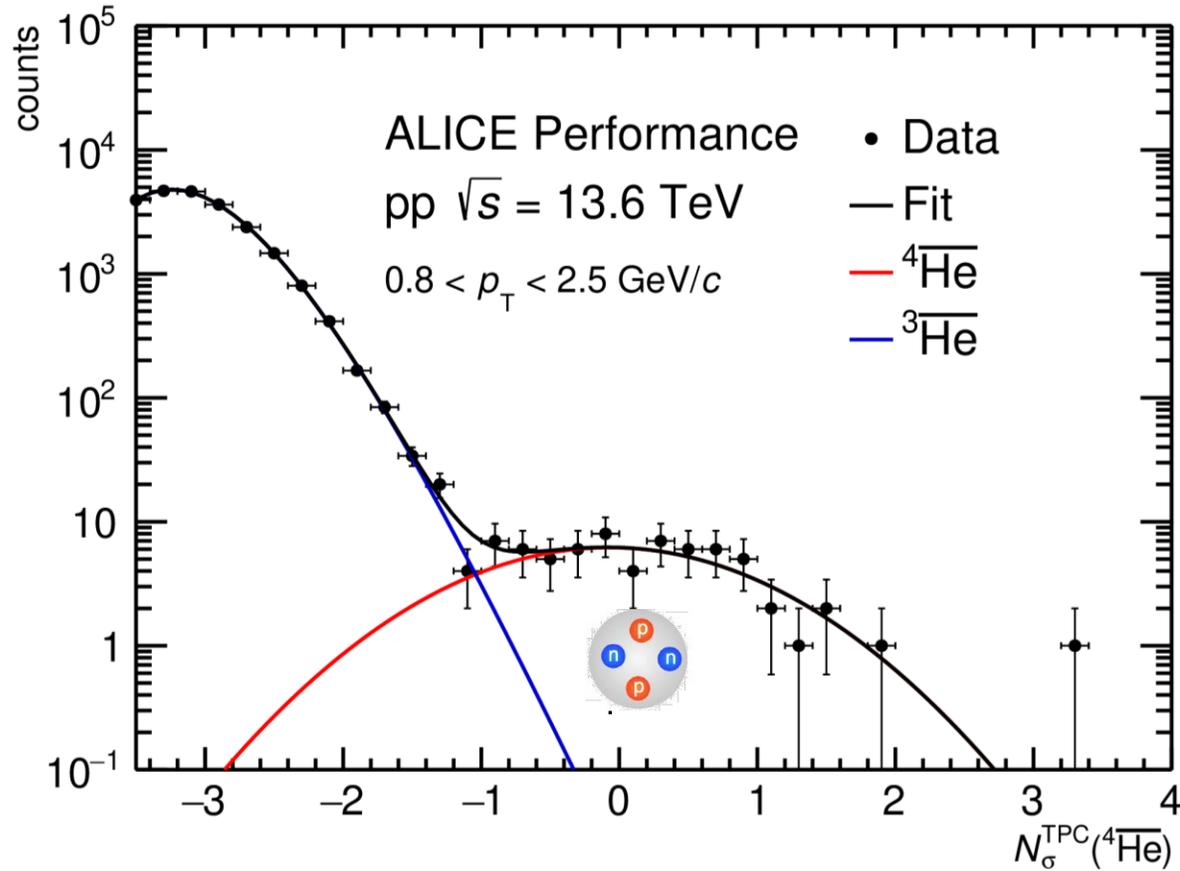
Excellent PID performance!



- **pp data taking at ~500 kHz**
- $\mu \sim 0.03$
- Permanent storage of 10^{-4} selected time frames: using high-level software-based triggers

28.2 /pb = 2200 В minimum bias событий
Для сравнения: в Run2 набрано ~2В

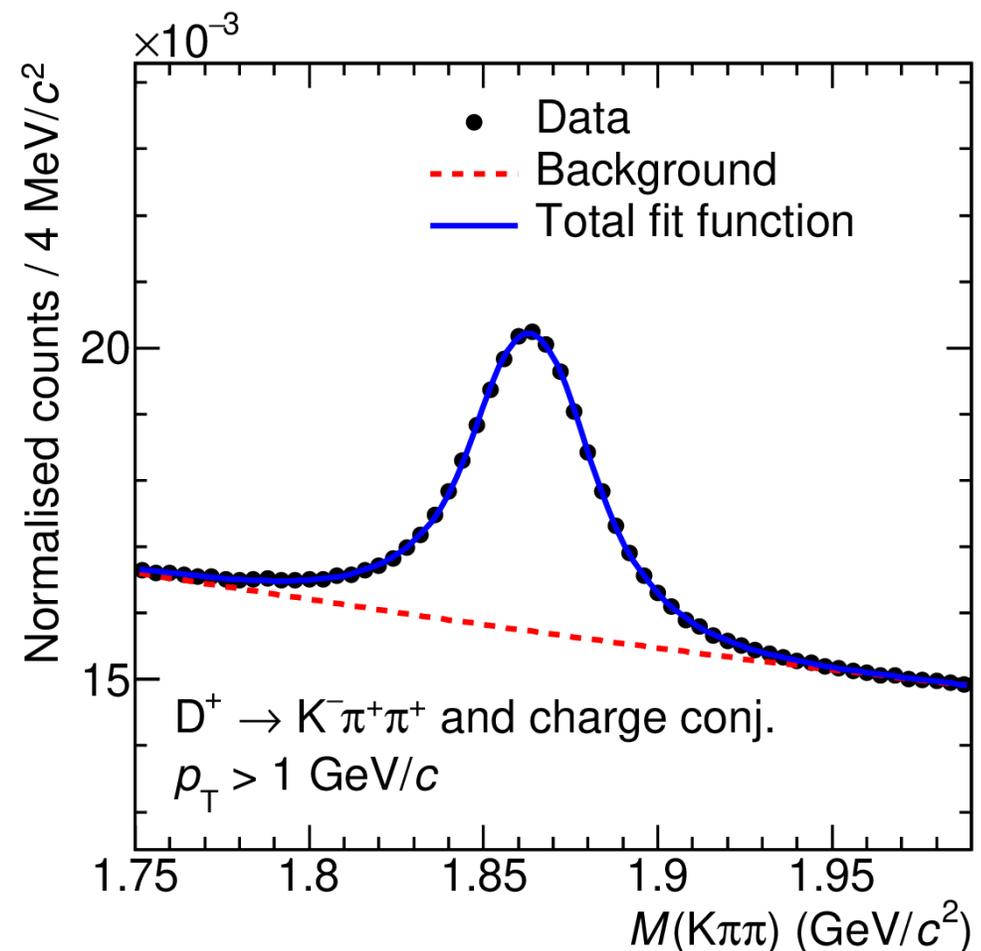
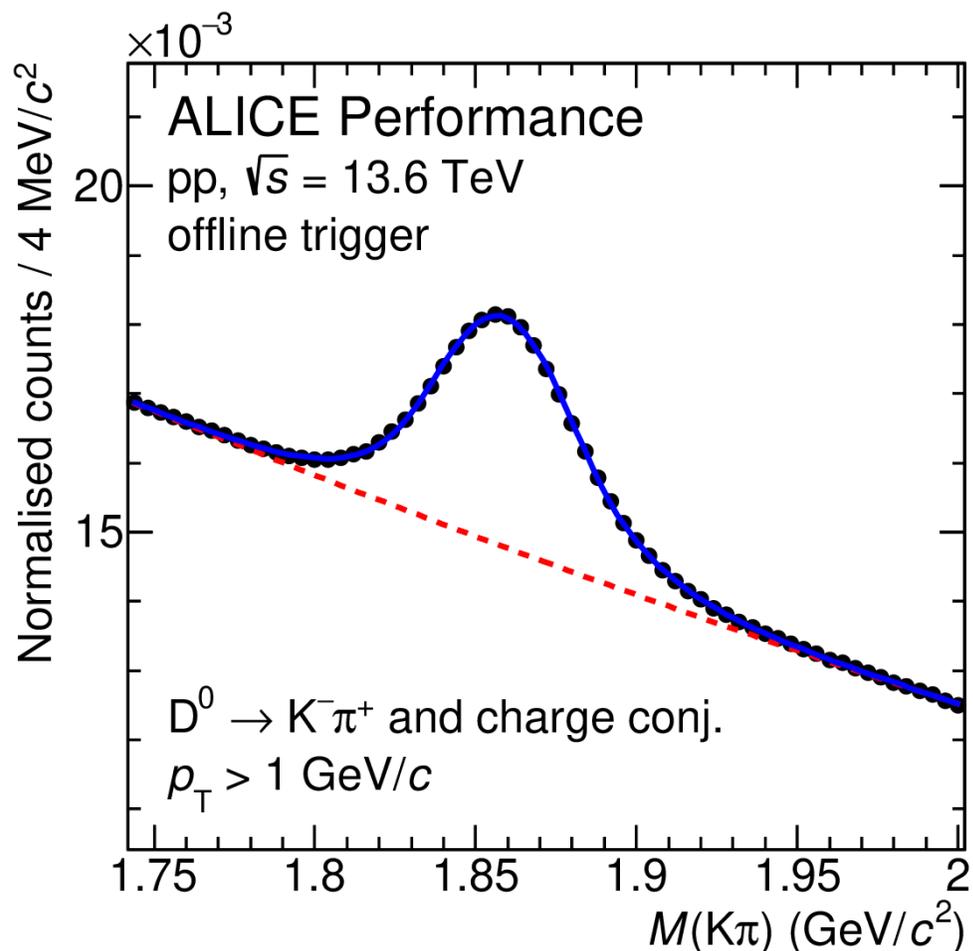
Первое наблюдение ${}^4\overline{\text{He}}$ в pp!



[AMS, MIAPP 2022 workshop](#)

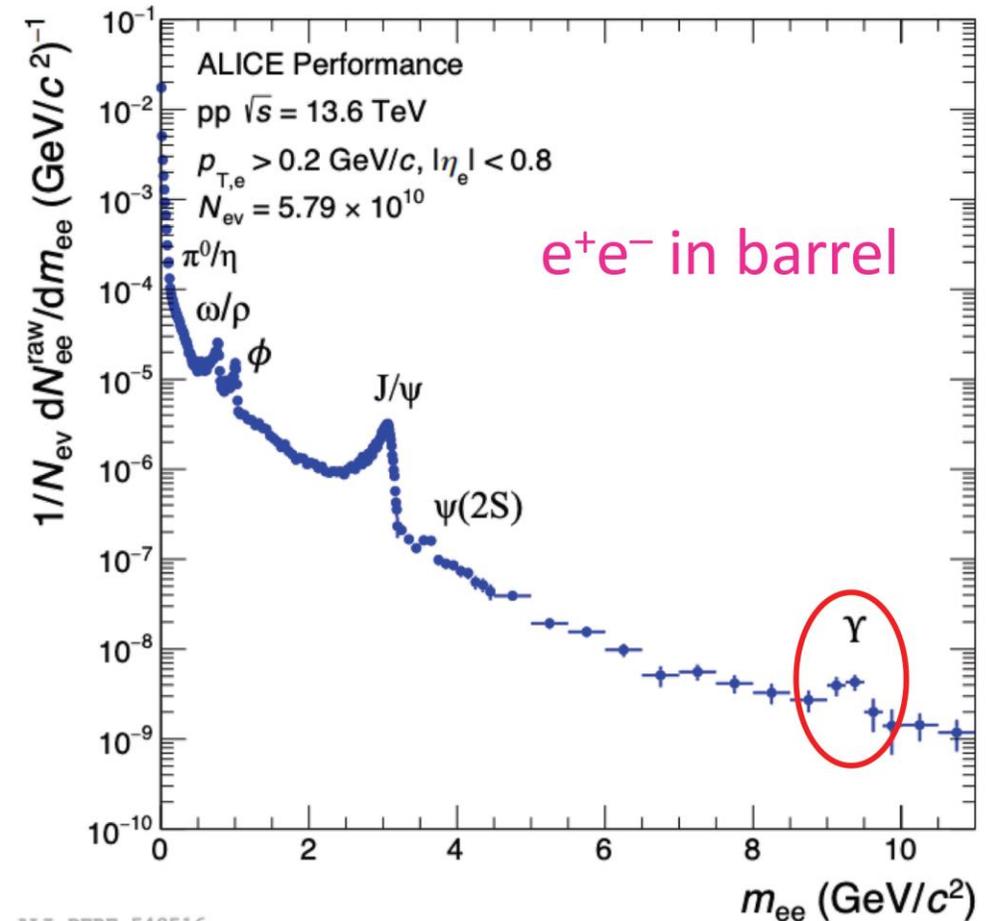
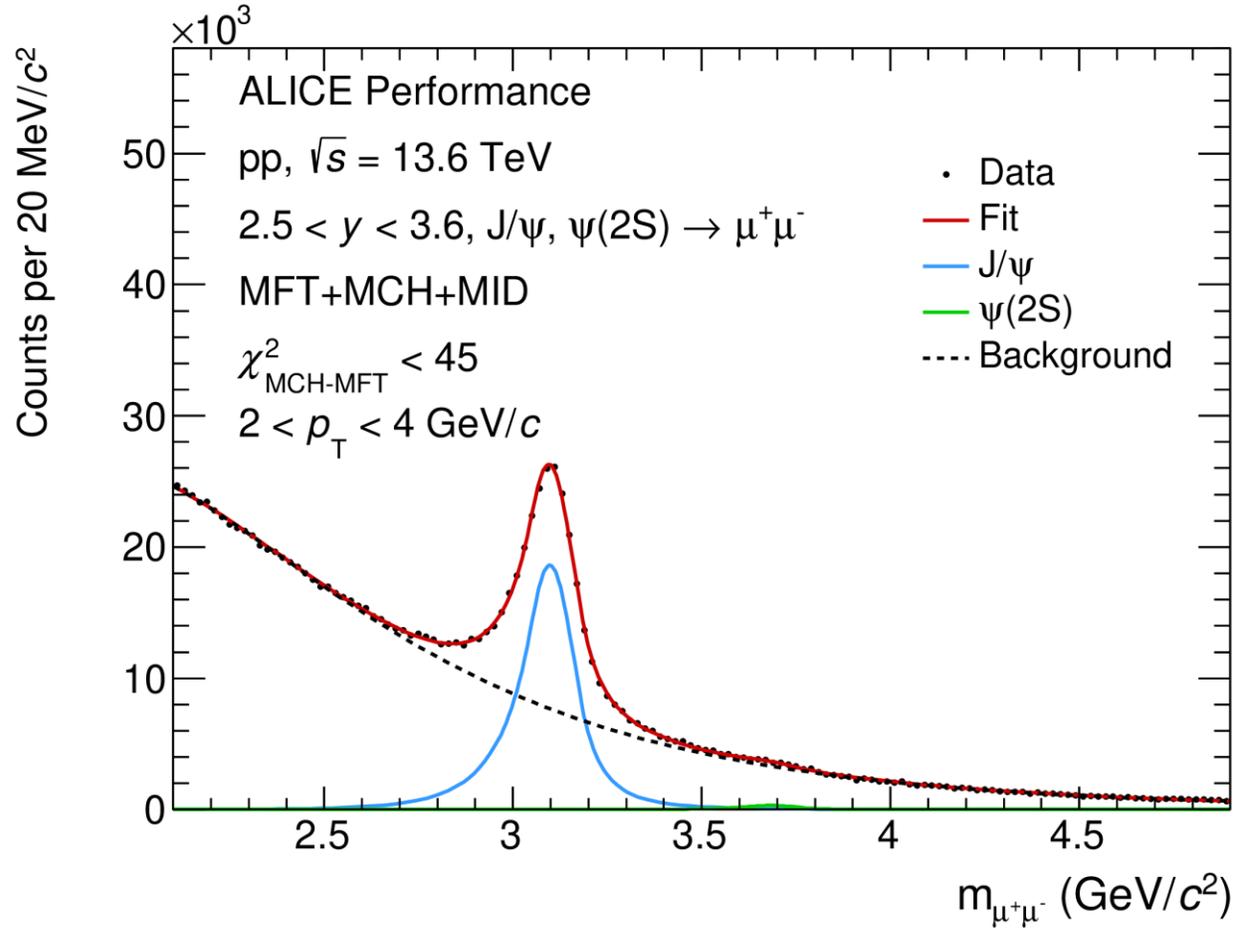
- До сих пор ${}^4\overline{\text{He}}$ был измерен только в Pb-Pb столкновениях
- Измерения в pp имеют важное значение для астрофизики (см. аномально большой выход ${}^4\overline{\text{He}}$ в AMS)

ALICE performance in Run 3: charm



В 100 раз больше статистики в режиме непрерывного считывания по сравнению с Run 2!

Dileptons at forward and central rapidity

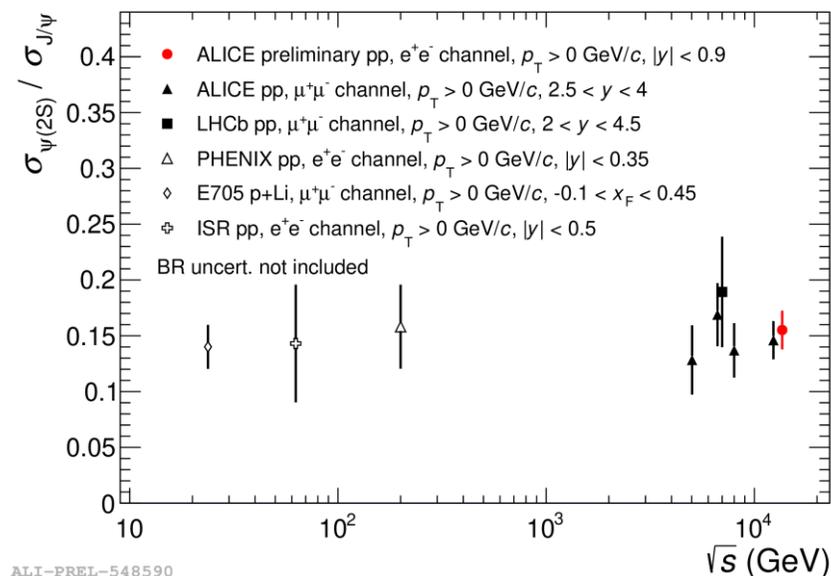
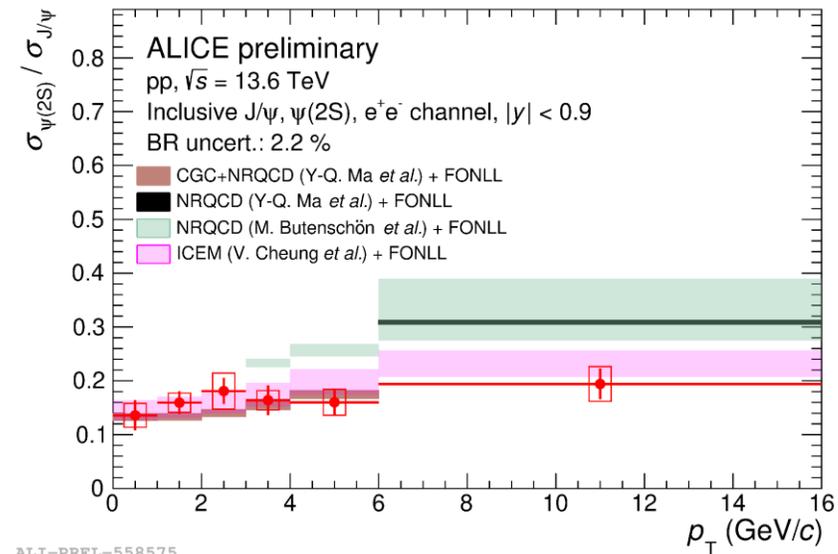
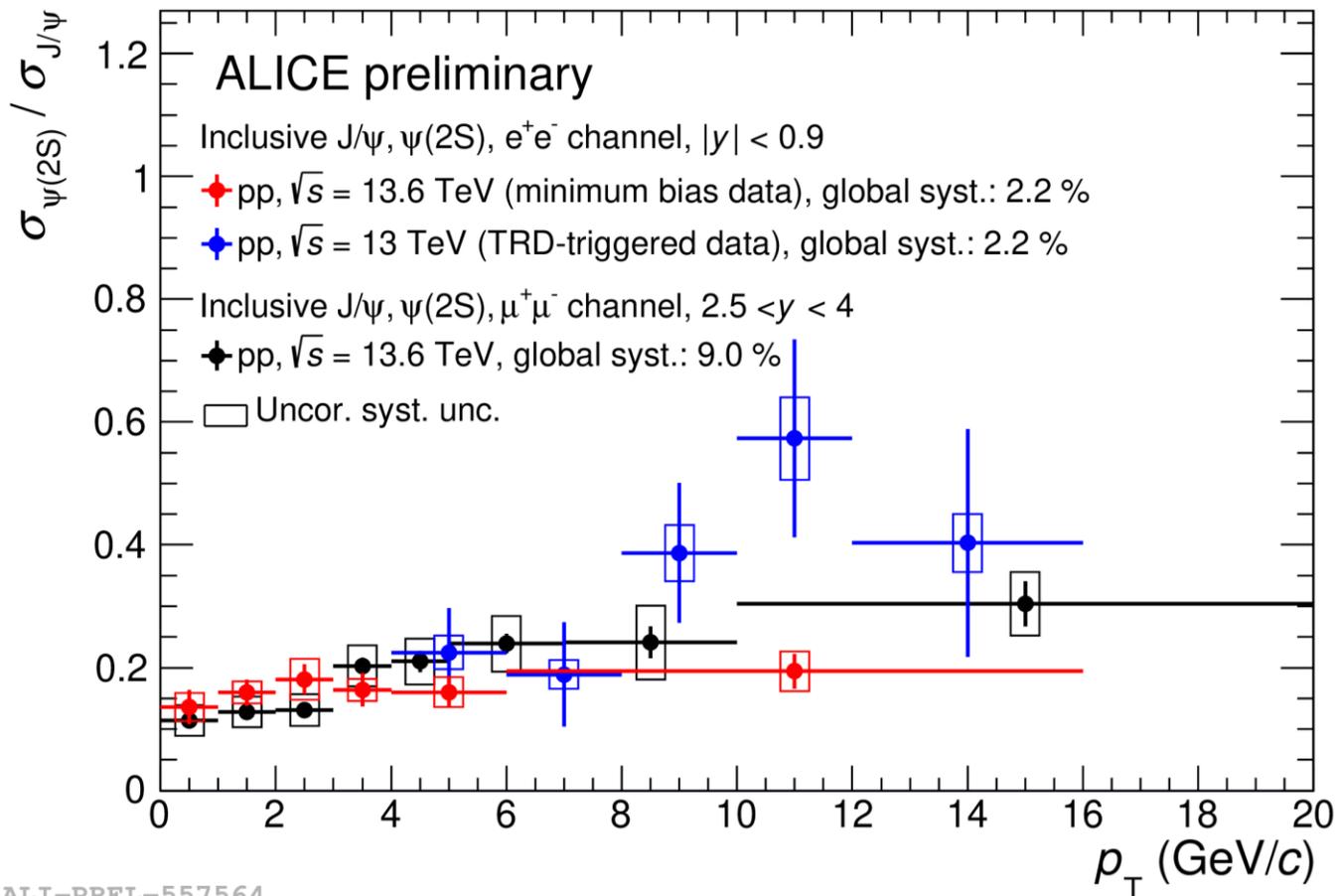


ALI-PERF-549850

ALI-PERF-548516

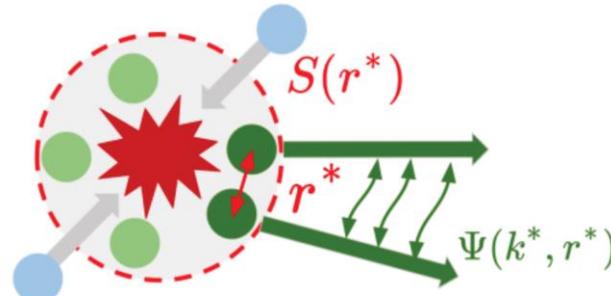
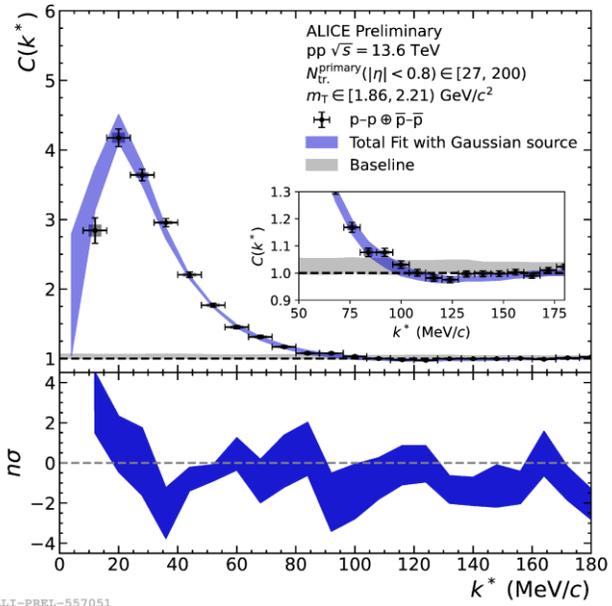
- На несколько порядков больше статистики для анализа диэлектронных распадов в центральном барреле

ψ' -to- J/ψ ratio

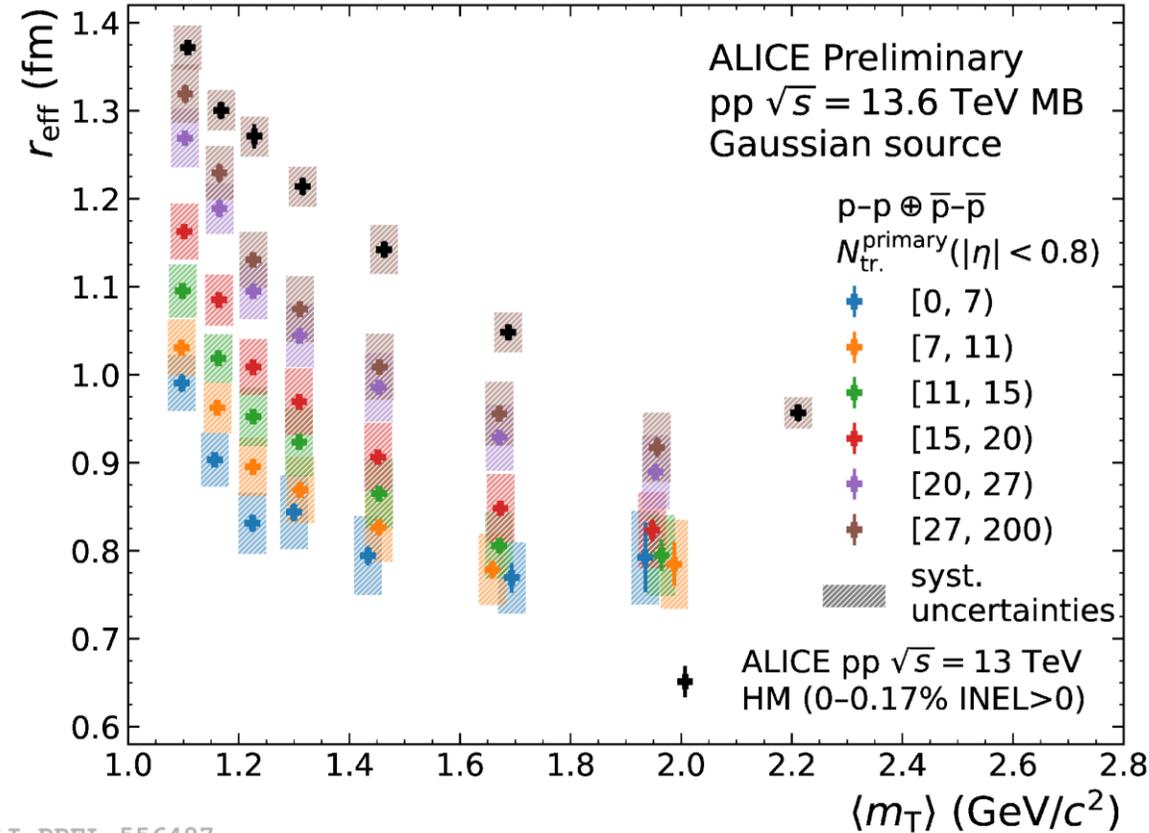


- Первый физический результат в Run 3

ALICE performance in Run 3: femtoscscopy

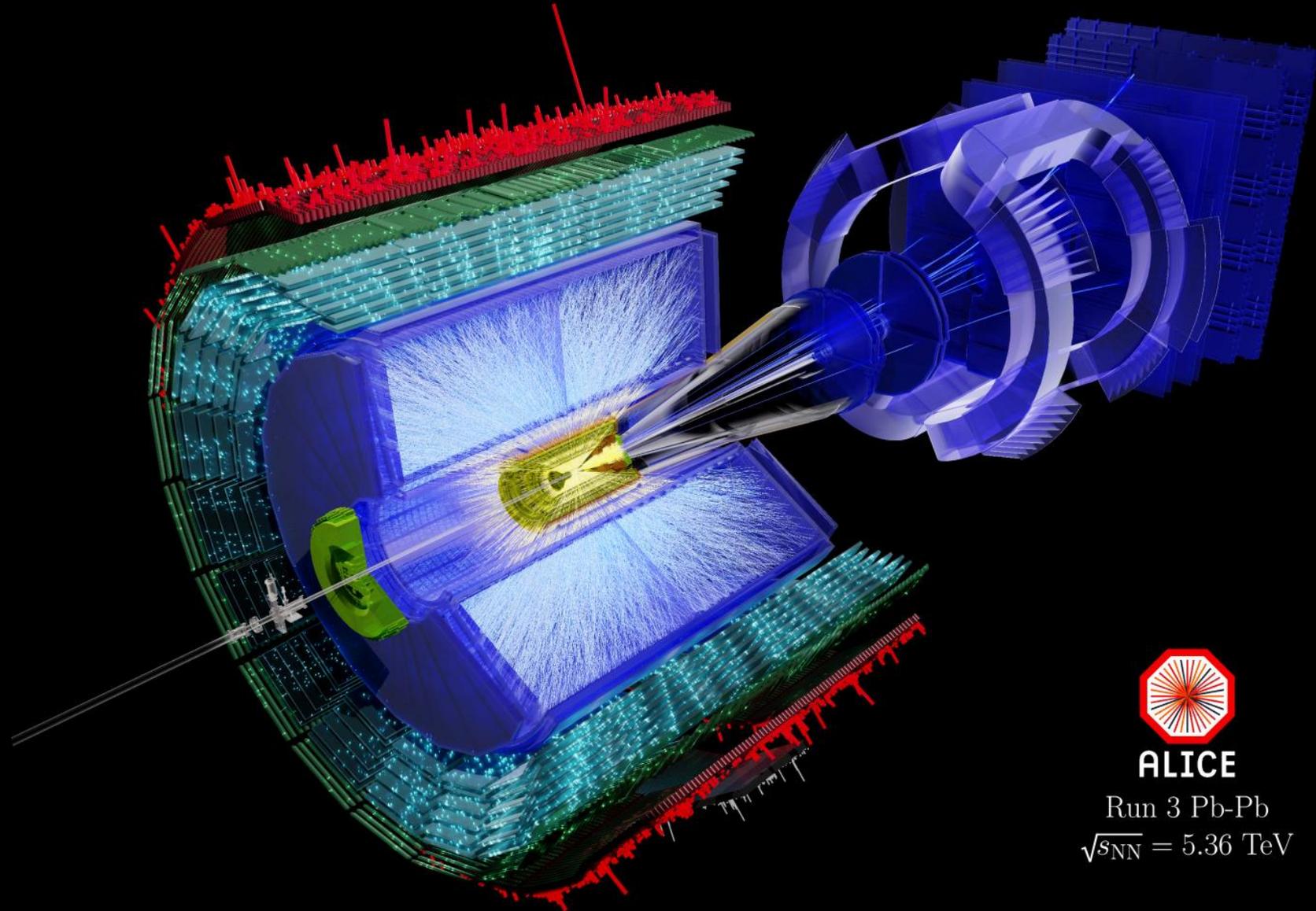


$$C(k^*) = \underbrace{\mathcal{N} \frac{N_{SE}(k^*)}{N_{ME}(k^*)}}_{\text{Experiment}} = \underbrace{\int S(r^*) |\Psi(k^*, r^*)|^2 d^3 r^*}_{\text{Theory}}$$



- 600 M minimum bias pp событий на данных 2022 года
- Размер источника:
 - Растет с ростом множественности
 - Уменьшается с увеличением $\langle m_T \rangle$

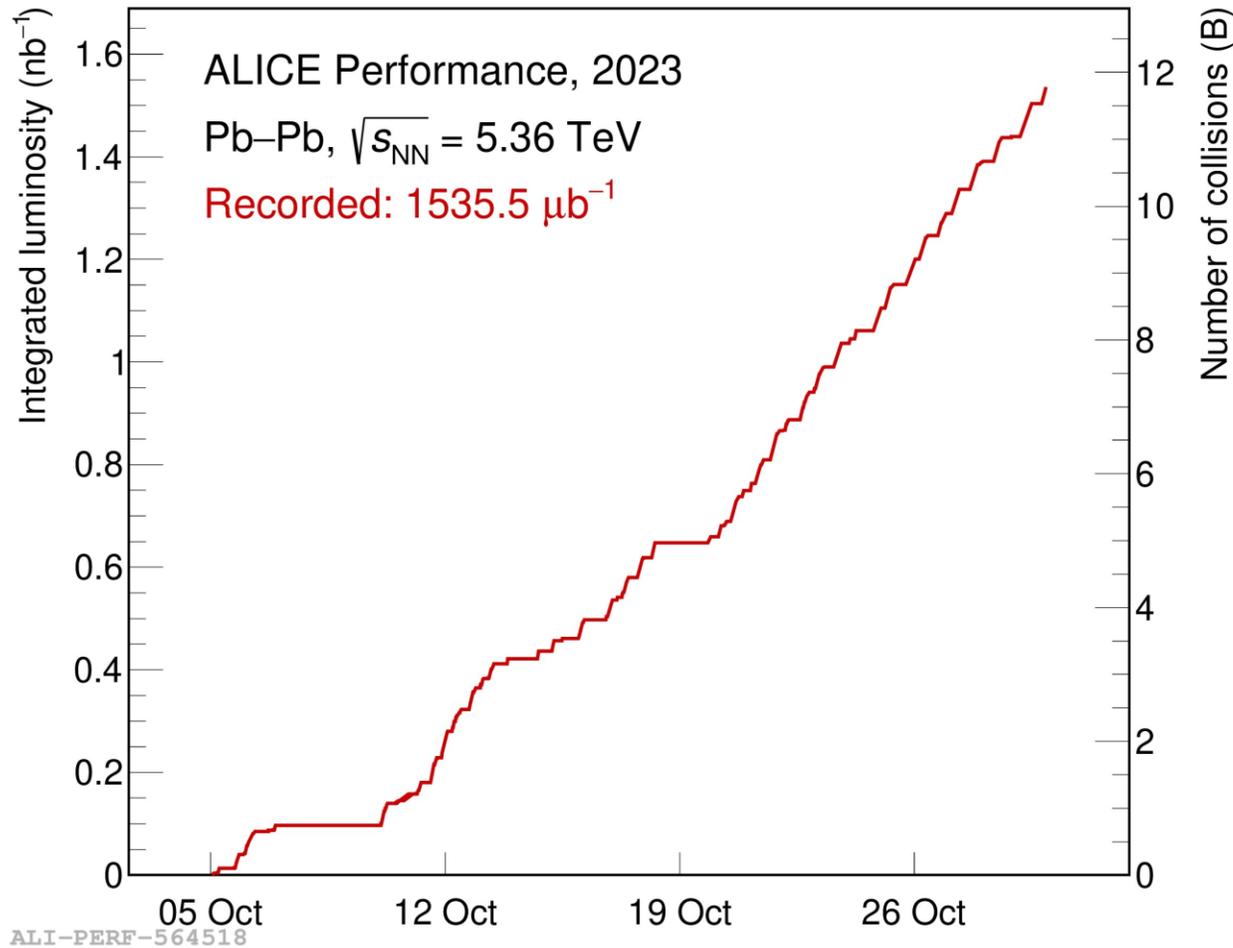
Pb-Pb data taking in Run 3



ALICE

Run 3 Pb-Pb
 $\sqrt{s_{NN}} = 5.36$ TeV

ALICE performance in Run 3: Pb-Pb



Набрано 12 миллиардов Pb-Pb событий

(в 40 раз больше минимум-байас событий по сравнению с Run 1-2)

ALICE 2 opens a new era

15 detectors
Data Volume as predicted
Acquisition and online compression
with 364 equivalent MI 50 EPNs

Writing up to 190 GB/s
without interruption

Run 544167	FLP	StfBuilder	StfSender	TFBuilder	DPL in	CTF Writer
544167						
Start of run	2023-10-06 19:21:39					
Env ID	2i6Y3Bq7ENV					
Run number	544167					
Detectors	ZDC FT0 FV0 PHS HMP MFT TOF CPV ITS MID MCH FDD TPC					
State	RUNNING					
Run type	PHYSICS					
		747 GB	747 GB	744 GB/s	747 GB/s	186 GB/s

19:15 06 Oct '23 ION PHYSICS : STABLE BEAMS Fill 9234 Energy= 6799 (GeV)

BEAM INFO	LHC LUMINOSITY	BEAM Instr. BACKGROUND
50ns_1240b_1088_1088_398_56bpi_PbPb	BRAN L2 2.00e+03 Hz/ubarn	BCM-A RS2 DUMP TH % 1.60
Particles Type PB82 - PB82	BRAN R2 6.56e+03 Hz/ubarn	BCM-A RS32 DUMP TH % 5.34
Int. Bunches (IP2) 1088	ALICE VISTAR STATUS	
Displaced Coll. 112	STANDBY	
B1 Non-Int. 40	ALICE CLOCK STATUS	
B2 Non-Int. 40	MANUAL / BEAM1 (0) Ph.Sh. 5.65	
Beam Intensity B1 1.59e+13	ALICE BACKGROUND	
Beam Intensity B2 1.54e+13	FTO NORM SIDE A (HZ) 10156	
Collisions Ready	FTO NORM SIDE C (HZ) 3173	
ALICE TRIGGER RATES		
FTOCE 24.119 KHz	Target instant. 0.00 Hz/ubarn	FTO NORM SUM (HZ) 13330
FTOSC 30.933 KHz	μ_h 3.92e-03 Hz/ubarn	
FTOVX 1570.069 KHz	Instantaneous 6.31e-03 Hz/ubarn	
FVOCH 23.650 KHz	Delivery Stable 2023 0.33 nbarn ⁻¹	
ZNA 1272.874 KHz	Leveling Enabled <input type="radio"/> Beta* Leveling <input type="radio"/>	
ZNC 1273.005 KHz		
BEAM INTS. - TRIGGER RATES	LUMINOSITY	BACKGROUND
	Instantaneous (ZNC)	SIDE A SIDE C SUM

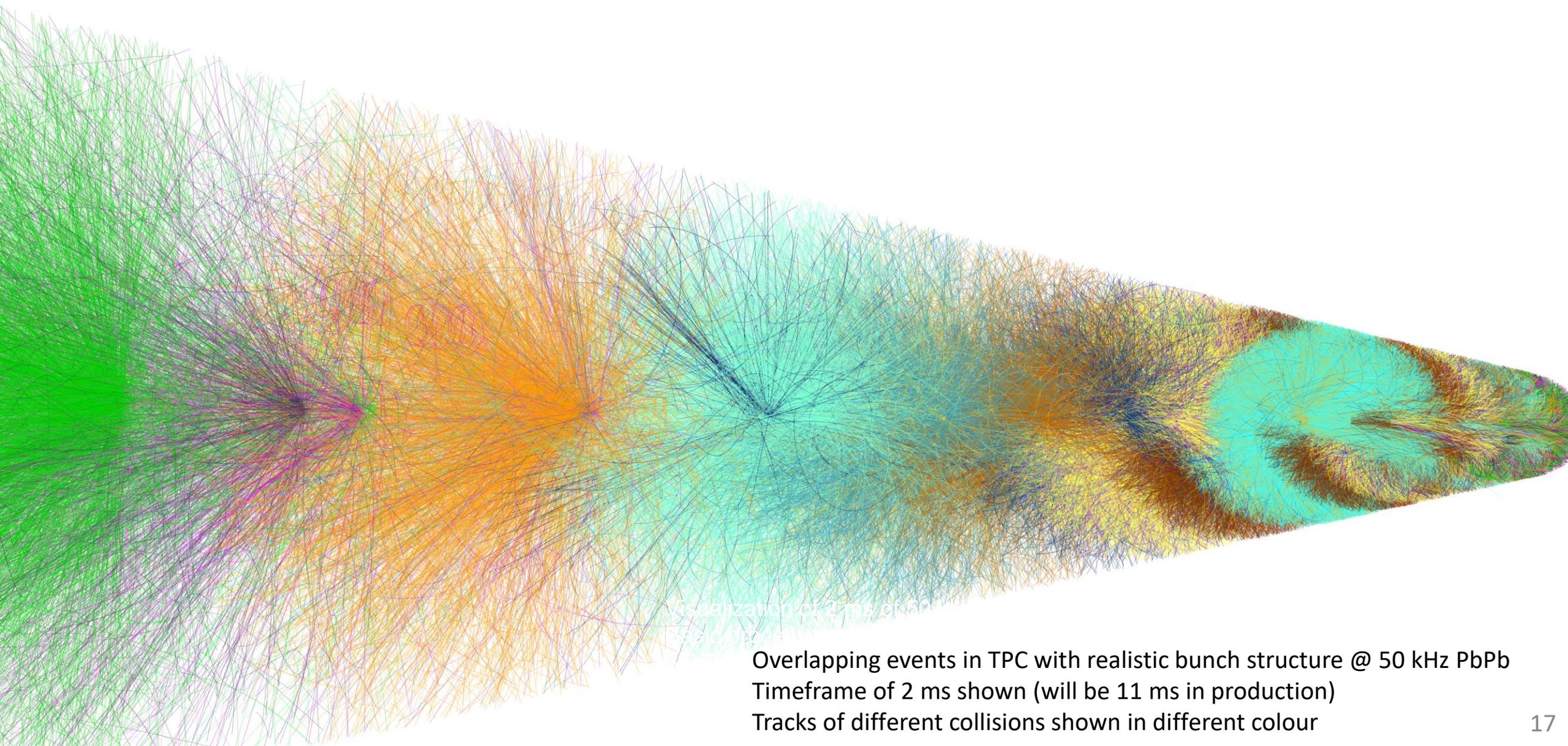
45 kHz Hadronic Interaction Rate

EPN input data rate showing the natural fluctuations from centrality distributions



Upgrade fully operational

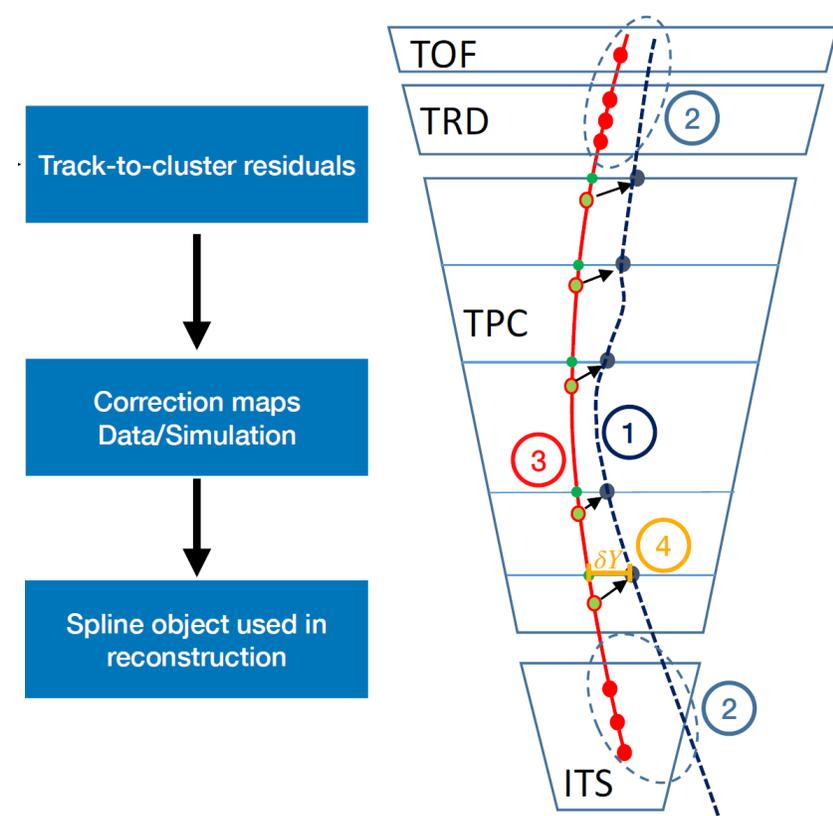
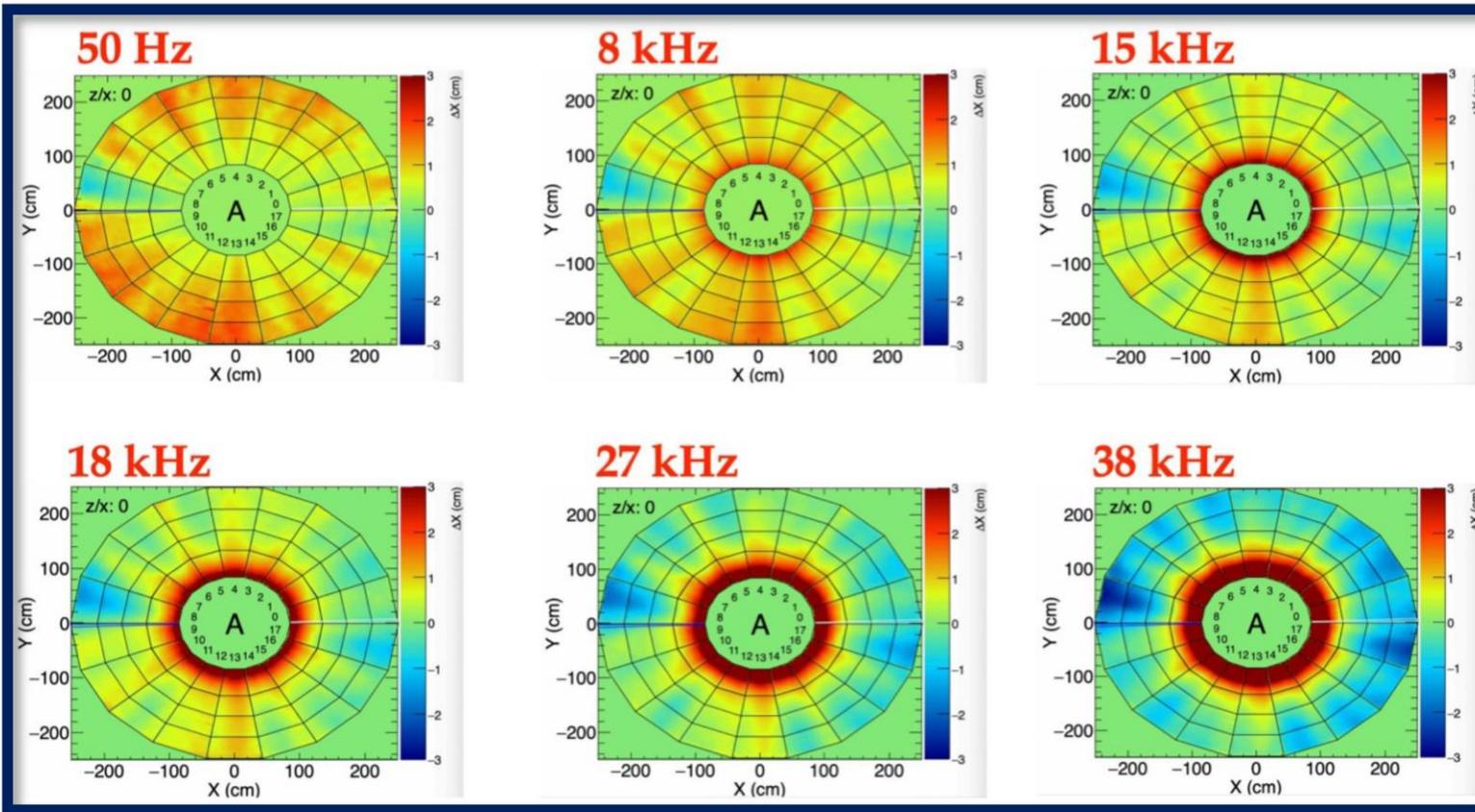
Data processing challenge in Run 3



Visualization of 2 ms of 50 kHz PbPb
basic people

Overlapping events in TPC with realistic bunch structure @ 50 kHz PbPb
Timeframe of 2 ms shown (will be 11 ms in production)
Tracks of different collisions shown in different colour

Space-point distortions in TPC



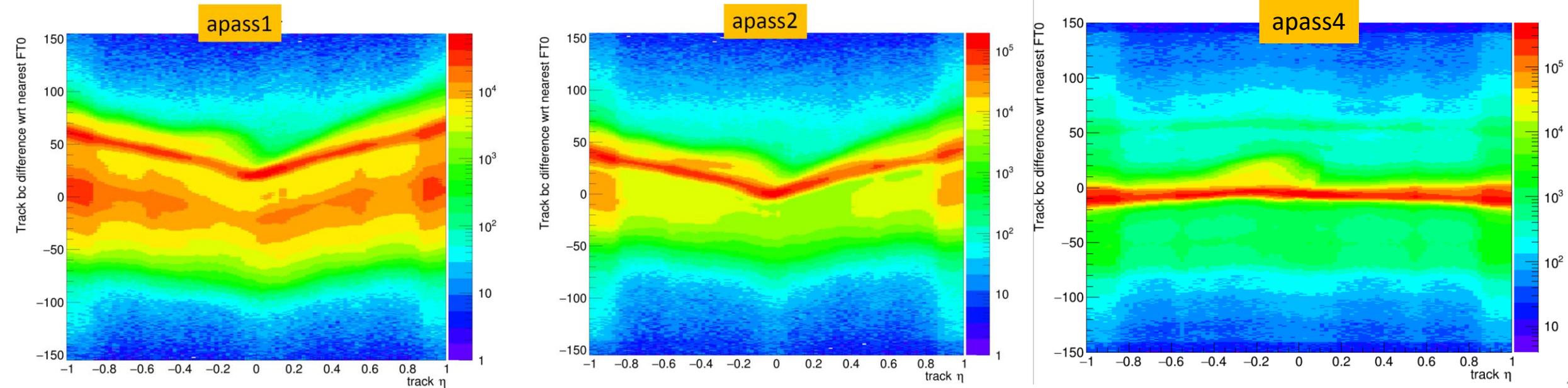
- Основная трудность: искажение координат кластеров в TPC из-за пространственного заряда
- Метод решения: создание 3D-карт отклонений координат кластеров от соответствующих треков

Централизованная система отбора событий

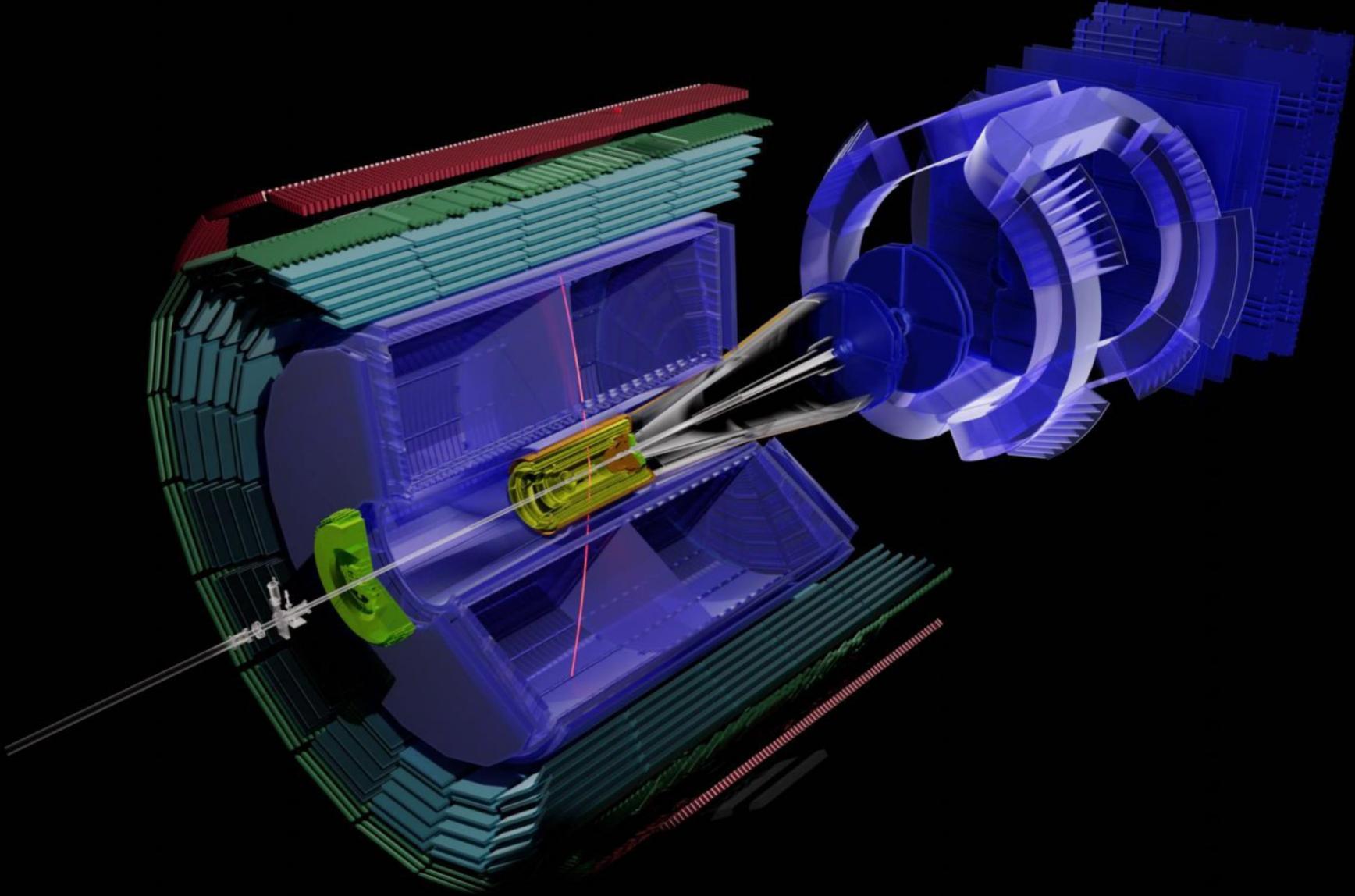


Main duties:

- Matching of primary vertices and forward detector info (new in Run 3)
- Selection of triggered events
- Tools for beam-gas and pileup rejection
- Preserve compatibility with Run2-converted data
- Quality control of event selection
- Luminosity and statistics monitoring tools
- Maintenance of event selection QA site: <https://evsel-qa.web.cern.ch/data/>
- Reports at coordination meetings of the Data Preparation Group



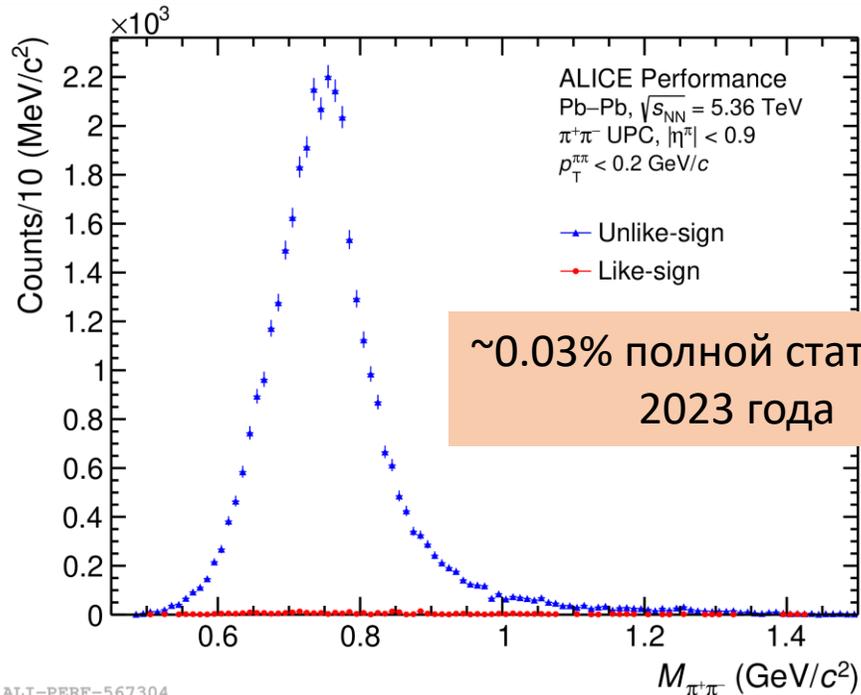
First UPCs in Run 3!



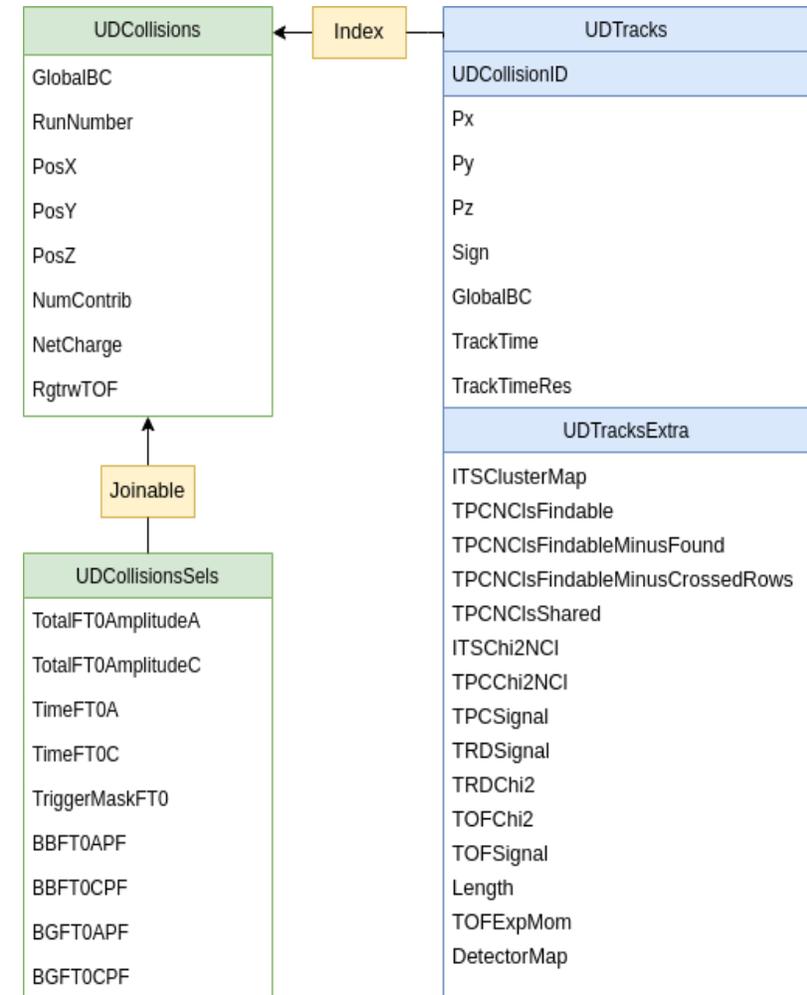
Система отбора ультра-периферических событий



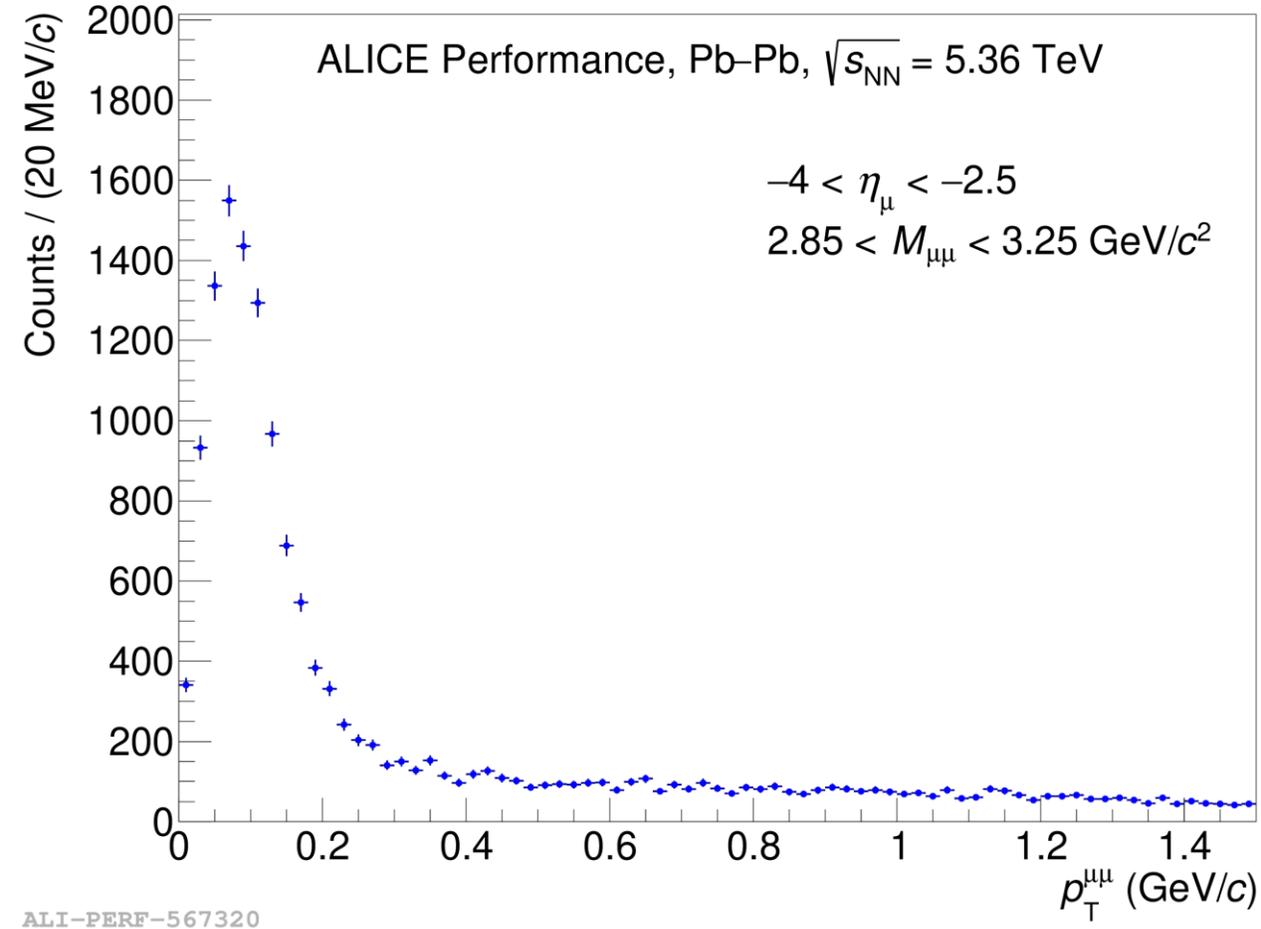
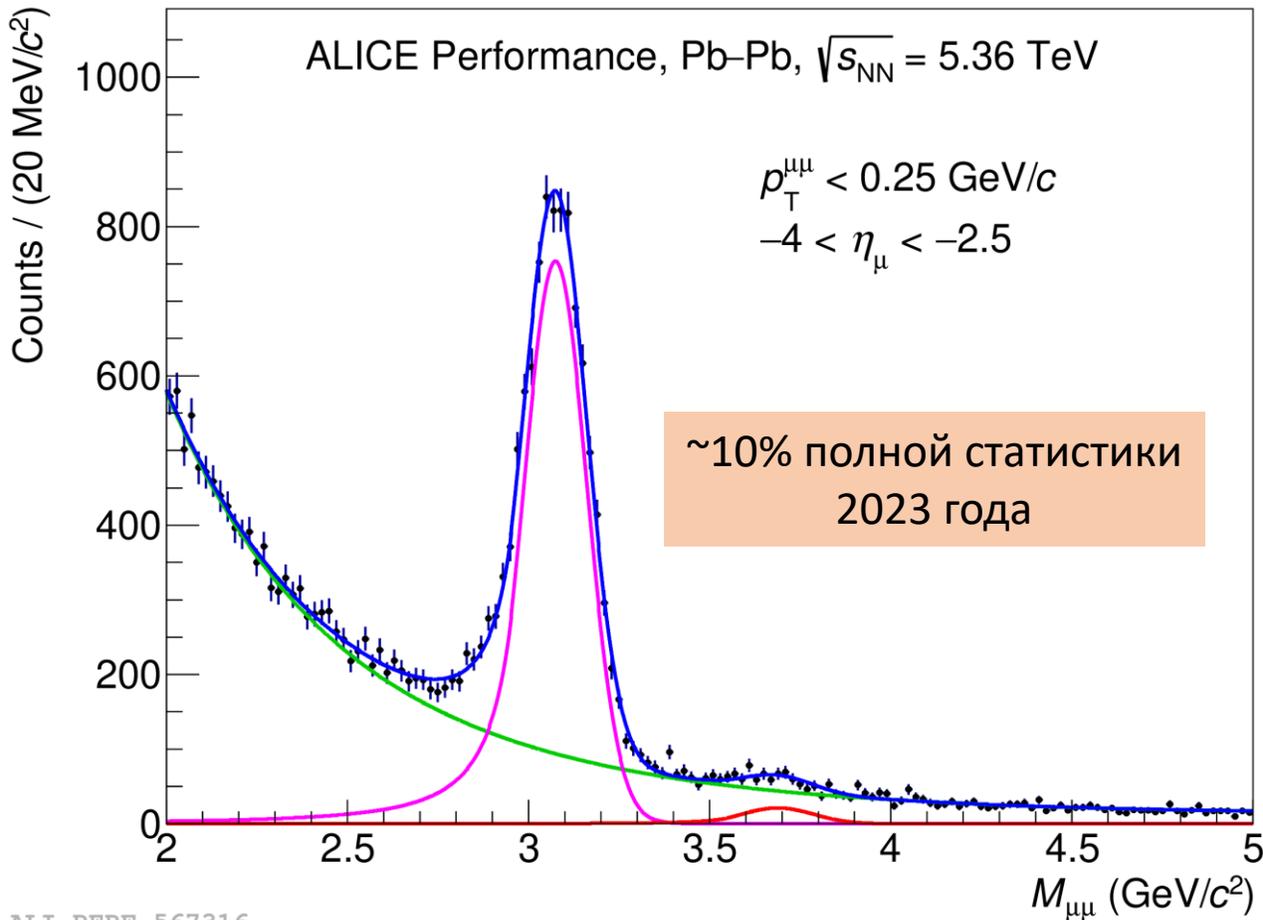
- Новая модель данных + режим непрерывного считывания → необходимо с нуля разработать алгоритмы отбора UPC
- Группой ПИЯФ разработана система отбора UPC событий, модель UPC данных и алгоритмы оценки качества реконструкции данных: <https://github.com/AliceO2Group/O2Physics/tree/master/PWGUD>
- Два этапа: фильтрация + анализ
- Также подходят для анализа событий центральной дифракции в pp



- Алгоритмы успешно протестированы на новых Pb-Pb данных



UPC в форвардной области



- Отработаны алгоритмы для отбора событий в форвардной области
- Разработаны алгоритмы для контроля эффективности методом tag-and-probe
- Цель: измерение сечений когерентных J/ψ и димюонного континуума до конца 2024 года

Доклады на конференциях:

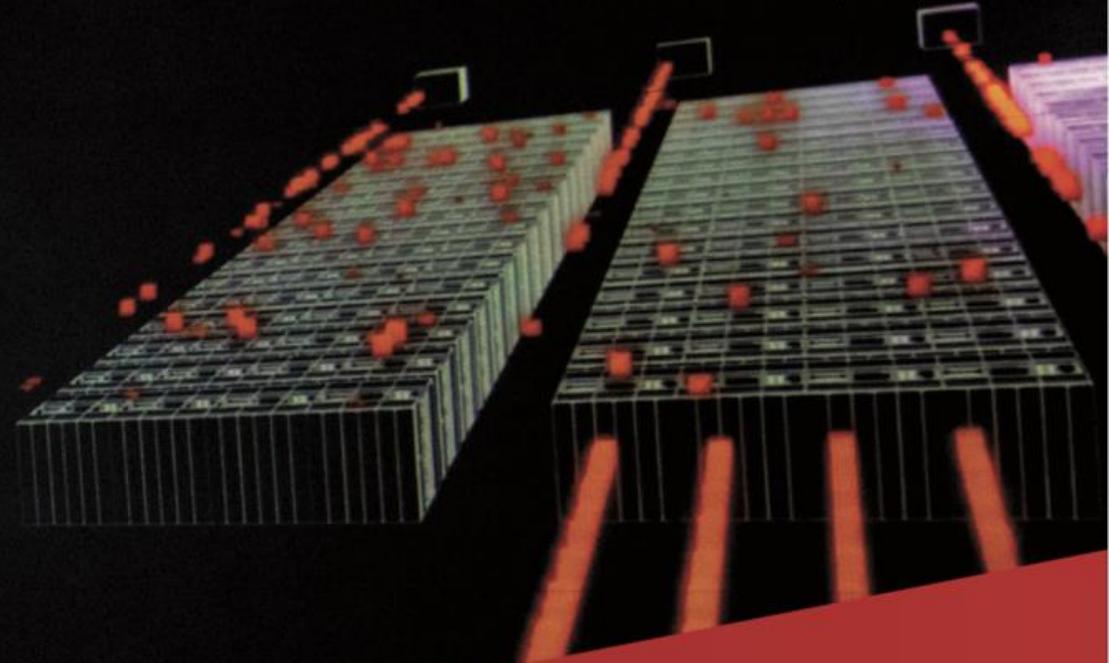
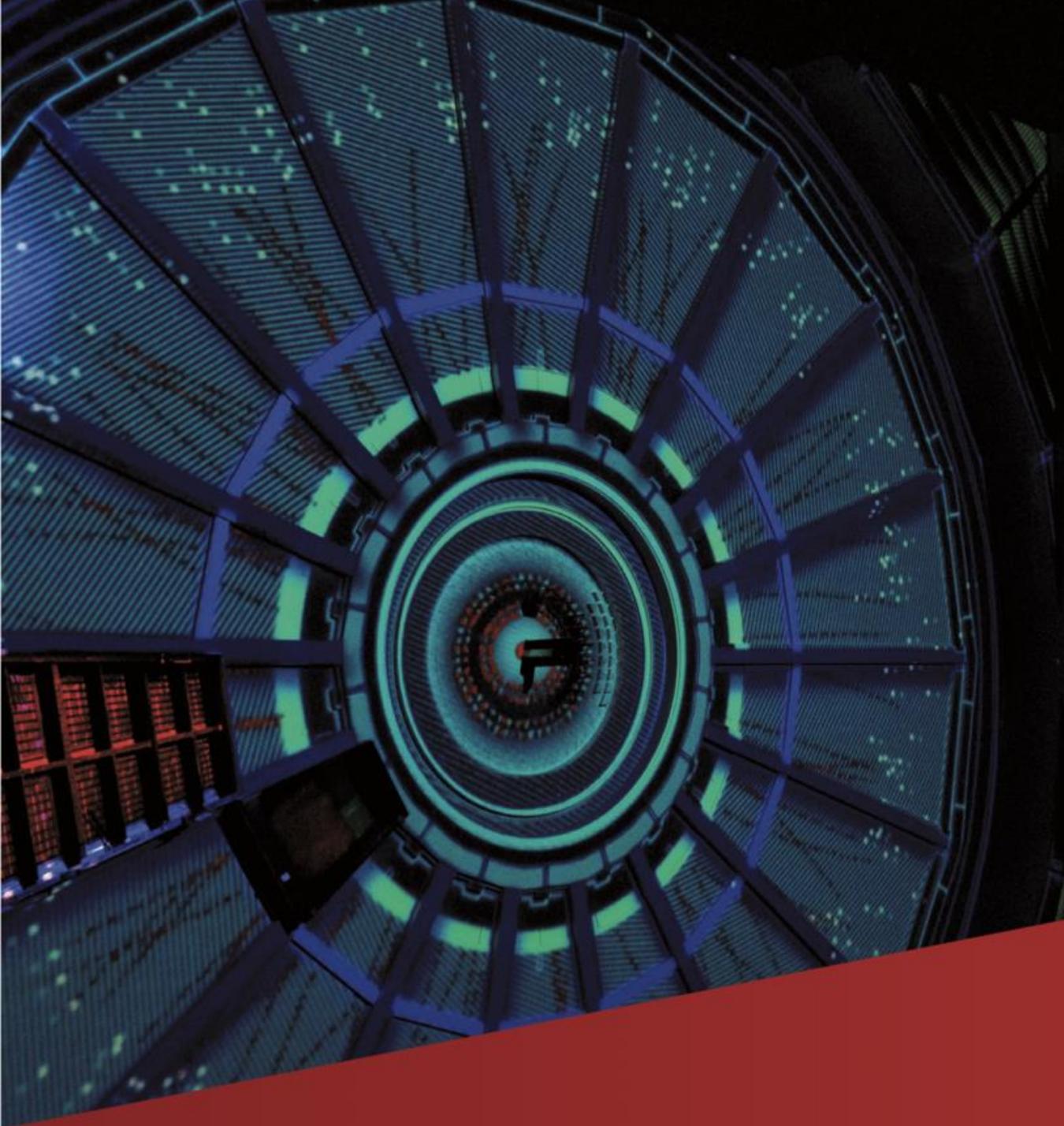
- V. G. Riabov, Resonance production in heavy-ion collisions. Конференция «Infinite and Finite Nuclear Matter (INFINUM-2023) – JINR» 27 February - 3 March, 2023
- E. Kryshen, Overview of recent ALICE results. XXI Lomonosov Conference (МГУ, Москва, 26 Августа 2023)
- N. Burmasov, Results and prospects of two-photon interaction studies with the ALICE experiment at the LHC. XXI Lomonosov Conference (МГУ, Москва, 25 Августа 2023)
- M. Malaev, Feasibility studies for the measurements of open heavy-flavor mesons with ALICE-3 at the HL-LHC. XXI Lomonosov Conference (МГУ, Москва, 28 Августа 2023)
- E. Kryshen, Overview of recent ALICE results. XXXV International Workshop on High Energy Physics (ИФВЭ, Протвино, 29 Ноября 2023)

Семинары ИФВЭ:

- Е. Крышень. Фоторождение векторных мезонов в ультрапериферических столкновениях на Большом Адронном Коллайдере.

- **95 коллаборационных публикаций (63 опубликованы в 2023 году)**
- **Неколлаборационные публикации:**
 - N. Burmasov, E. Kryshen, P. Bühler, R. Lavicka, Feasibility Studies of Tau-Lepton Anomalous Magnetic Moment Measurements in Ultraperipheral Collisions at the LHC, Phys.Part.Nucl. 54 (2023) 590
 - Н. А. Бурмасов, Е. Л. Крышень, П. Бюлер, Р. Лавичка, Исследование возможности проведения измерений аномального магнитного момента τ -лептона в ультрапериферических столкновениях на LHC, Физика элементарных частиц и атомного ядра 54 (2023) 740
 - D. d'Enterria, N. Burmasov, ... E. Kryshen et al. Opportunities for new physics searches with heavy ions at colliders J.Phys.G 50 (2023) 050501
 - Н. А. Бурмасов, Поиск новой физики в ультрапериферических столкновениях на Большом Адронном Коллайдере, Ядерная физика 86 (2023) 204
 - N. A. Burmasov, Search for New Physics in Ultraperipheral Collisions at the Large Hadron Collider, Physics of Atomic Nuclei 85 (2022) 942
 - E. Kryshen, M. Strikman, M. Zhalov; Photoproduction of J/ψ with neutron tagging in ultraperipheral collisions of nuclei at RHIC and at the LHC ; Phys.Rev.C 108 (2023) 2, 024904
 - M. Malaev, V. Riabov; Feasibility Studies for the Measurement of Open-Charm Mesons at ALICE-3 Using Decay Channels with Neutral Mesons and Photons in the Final State; Particles 2023, 6(1), 364-372

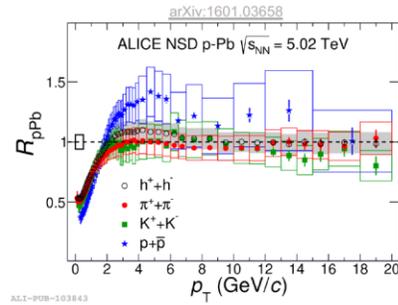
SEASON'S GREETINGS



ALICE

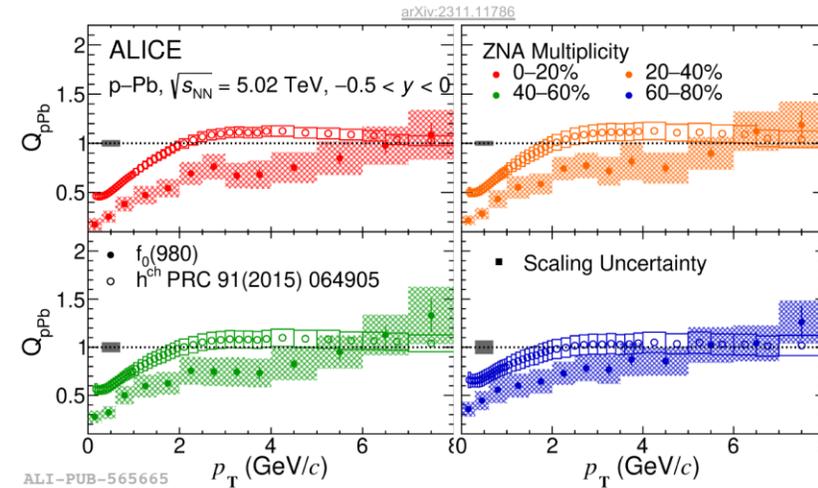


$f_0(980)$: abnormal suppression in p-Pb collisions



- $f_0(980)$ nuclear modification factor is lower than unity : suppression
- for $p_T < 4$ GeV/c
 - lower than charged hadrons
 - difference increases with increasing multiplicity
- No enhancement, Cronin-like (coalescence), at intermediate $p_T \Rightarrow$ hints at two-quark instead of tetraquark structure

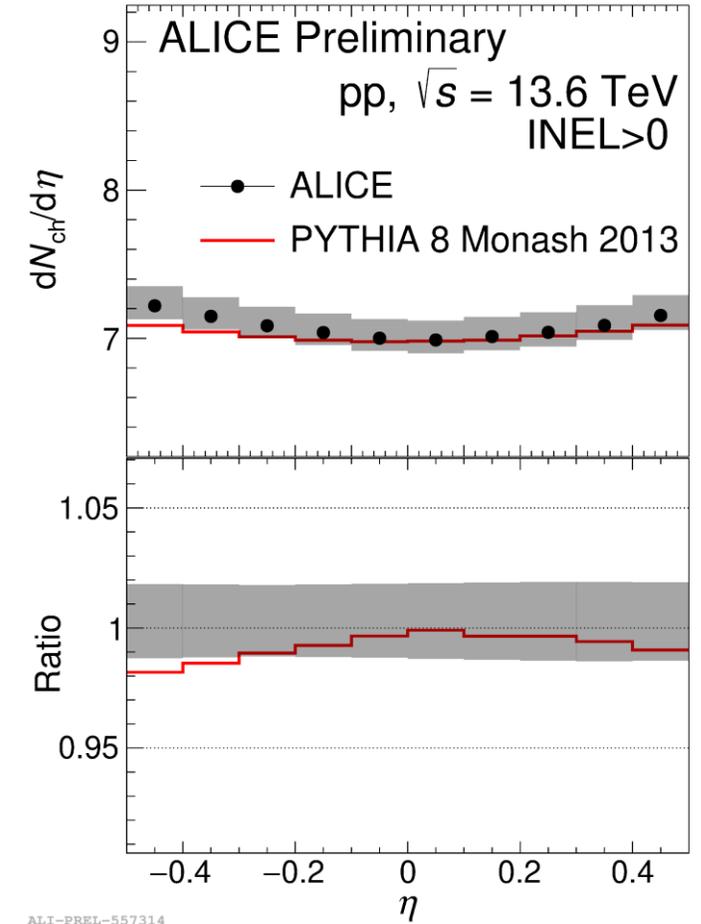
$$Q_{pPb} = \frac{d^2 N_{f_0(980)}^{pPb} / dp_T dy}{\langle T_{pPb} \rangle d^2 \sigma_{f_0(980)}^{pp} / dp_T dy}, \quad \text{Nuclear modification factor adapted to p-Pb collisions}$$



Clear suppression of f_0 production suggests impact of final state scattering and meson like structure

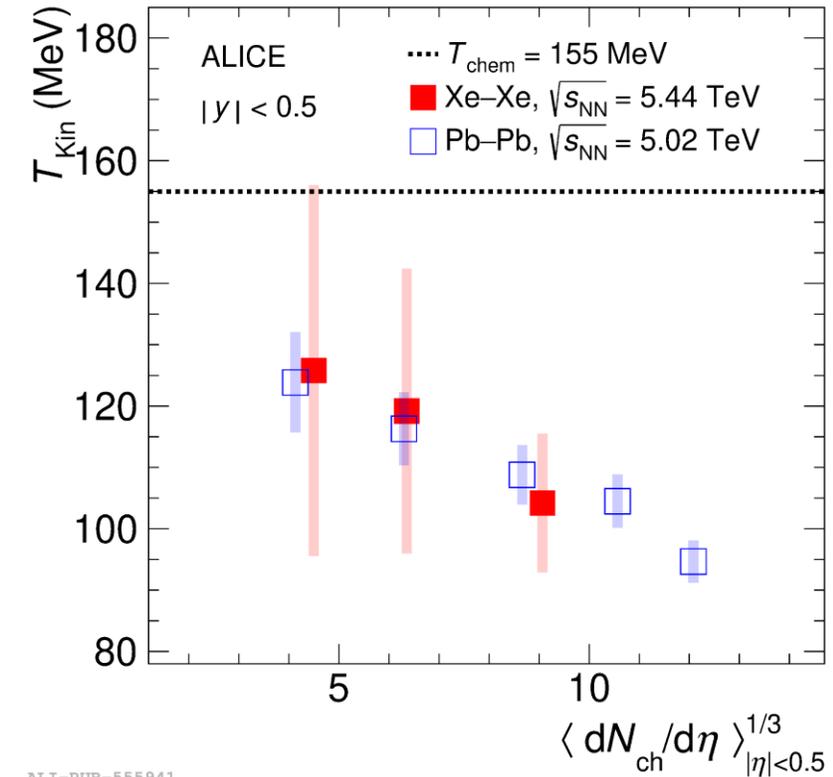
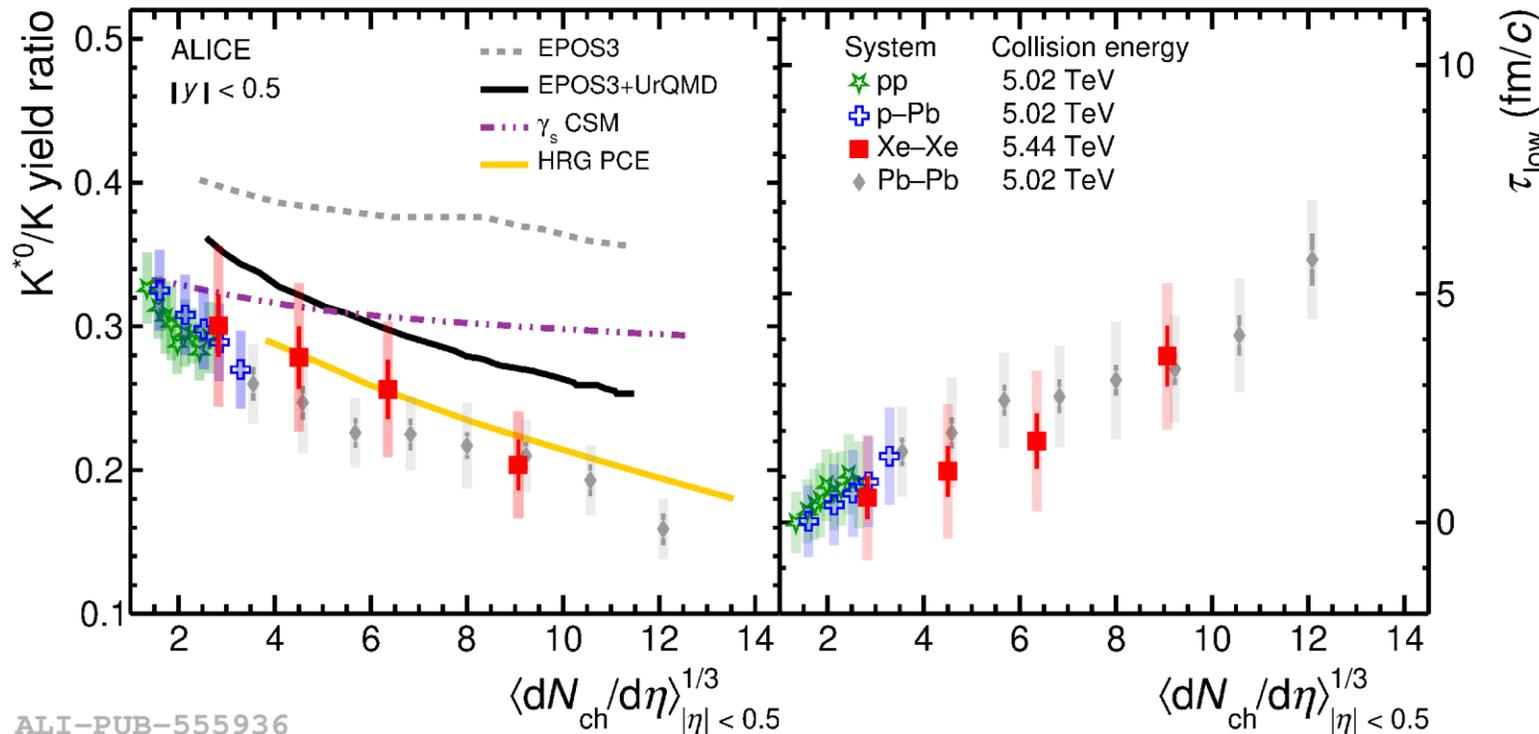
sarah.porteboeuf@clermont.in2p3.fr

First physics preliminaries from Run 3



Resonance production – duration of hadronic phase (Xe-Xe)

arXiv:2308.16115, arXiv:2308.16119

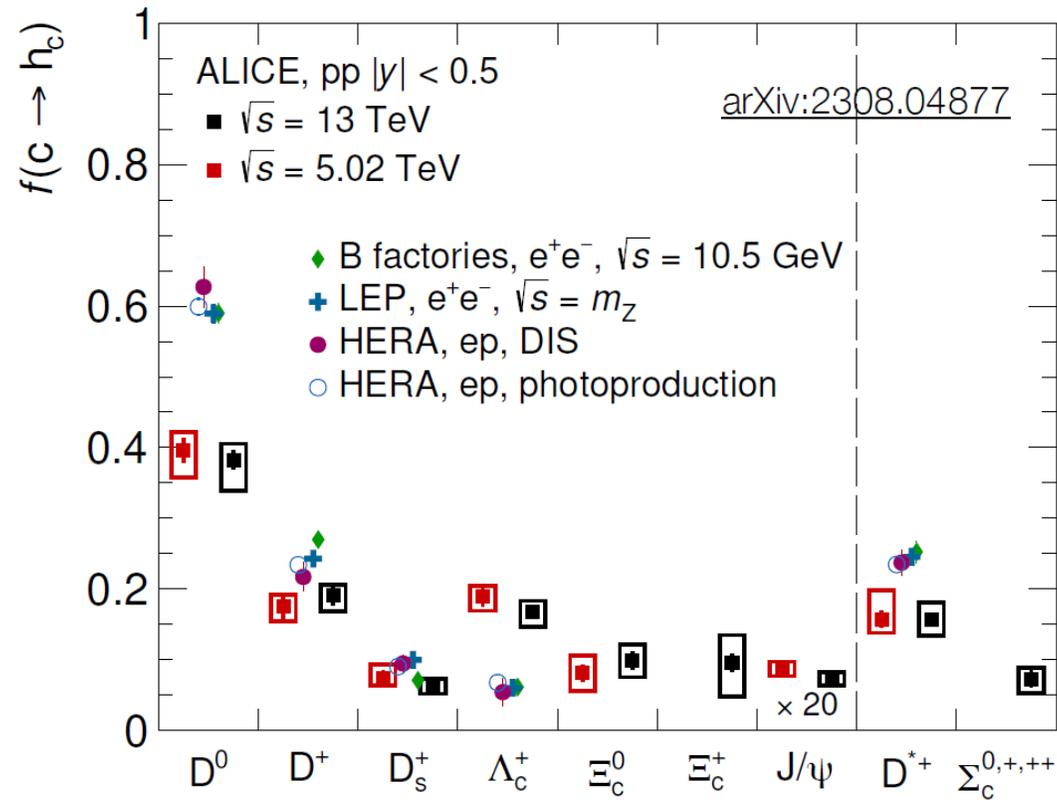


ALI-PUB-555941

$$\frac{K^*}{K^0} = \frac{K^*}{K^0} \Big|_{chem} \exp(-\tau/\tau_{K^*})$$

K^*/K ratio decreases with centrality: duration of hadronic phase increases with centrality

Charm fragmentation fraction



ALI-PUB-546222

Baryon production larger in pp than e^+e^-
 Λ_c , Ξ_c , Σ_c measured