

Результаты лаборатории тяжёлых частиц и резонансов

ОЭФВЭ

Гладилин Л.К.



Конференция НИИЯФ МГУ по итогам 2024 года, 24.02.2025



Результаты в коллаборации ATLAS

- сечения рождения J/ψ и $\psi(2S)$ в pp столкновениях при 13 ТэВ, EPJC 84 (2024) 169
- сечения рождения $D_s^+ \rightarrow \phi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ и $D^+ \rightarrow \phi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ при 13 ТэВ, arXiv:2412.15742 (submitted to JHEP)
- работа над несколькими статьями (всё ещё в ATLAS)

Детекторный и софтверный вклад в NA64

- Поиск темных секторов, PRL 132 (2024) 211803

Наработки в коллаборации SPD @ NICA

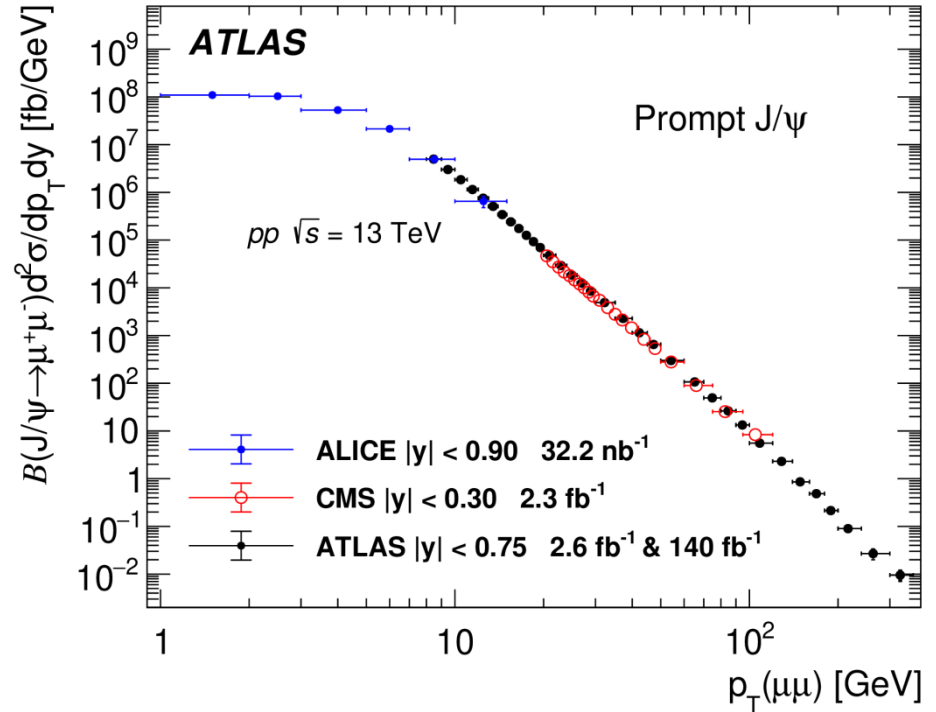
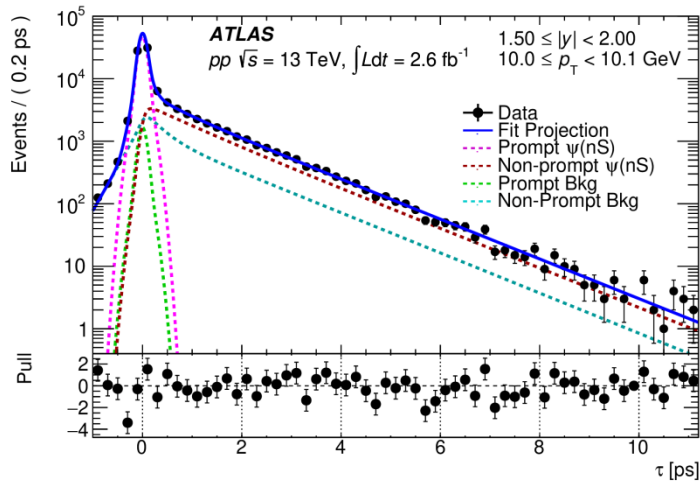
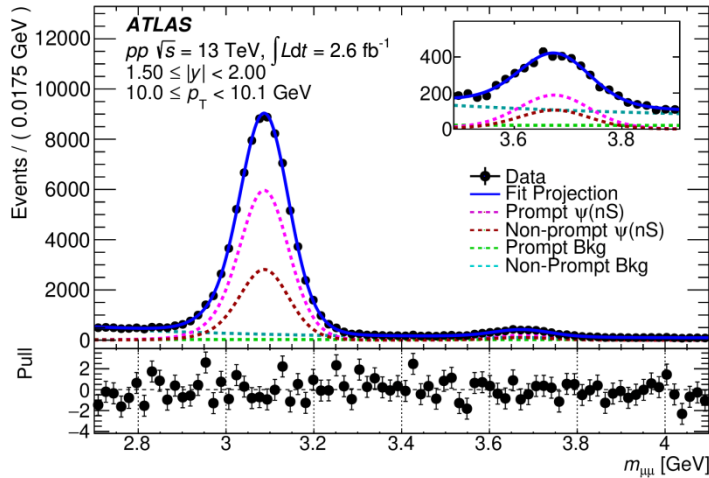
- методика изучения Δ^{++} и легких трижды-заряженных пентакварков, Δ^{+++} и Δ_s^{+++}
- методика измерения упругого и дифракционного pp рассеяния

Подготовка к исследованиям на CEPC

- CEPC Technical Design Report – Accelerator, Radiat.Detect.Technol.Methods 8 (2024) 1, arXiv:2312.14363
- вклад в Российские проекты участия в CEPC

Сечения рождения J/ψ и ψ(2S) в pp столкновениях при 13 ТэВ

EPJC 84 (2024) 169

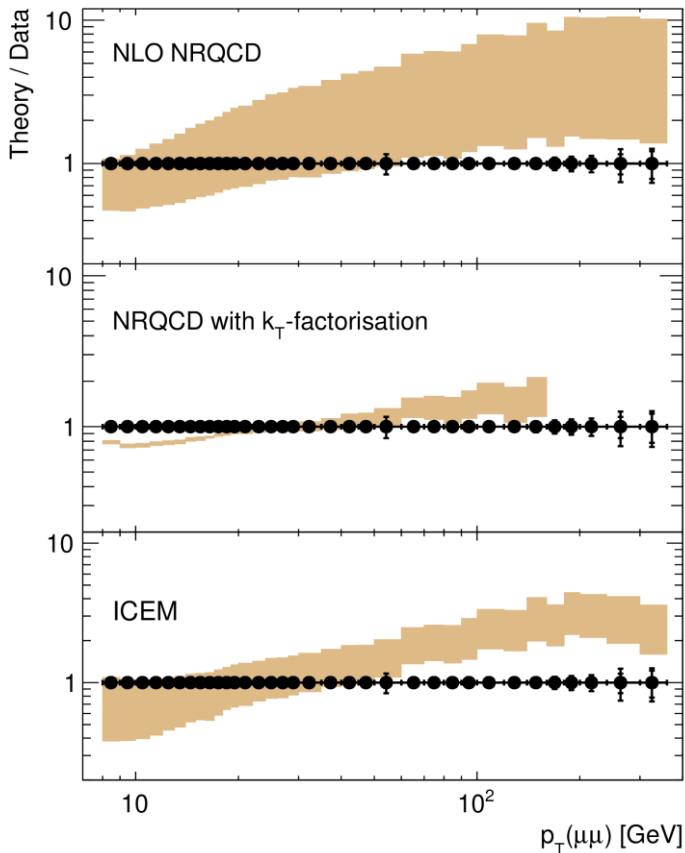


$$\tau = \frac{m L_{xy}}{c P_T}$$

Проведено измерение дважды-дифференциальных сечений рождения J/ψ и ψ(2S) мезонов в pp столкновениях с энергией 13 ТэВ в области поперечных импульсов мезонов от 8 до 360 ГэВ и быстрот $|y| < 2$. Сечения рождения были измерены отдельно для прямого и непрямого (от распадов B-адронов) механизмов образования $c\bar{c}$ мезонов. Были также измерены доля непрямого рождения и отношение сечений рождения ψ(2S) и J/ψ мезонов в зависимости от их поперечного импульса. Было проведено сравнение полученных сечений с рядом теоретических КХД расчётов. Не один из расчётов не описывает поведение сечений во всей области их измерения, что указывает на необходимость совершенствования КХД расчётов.

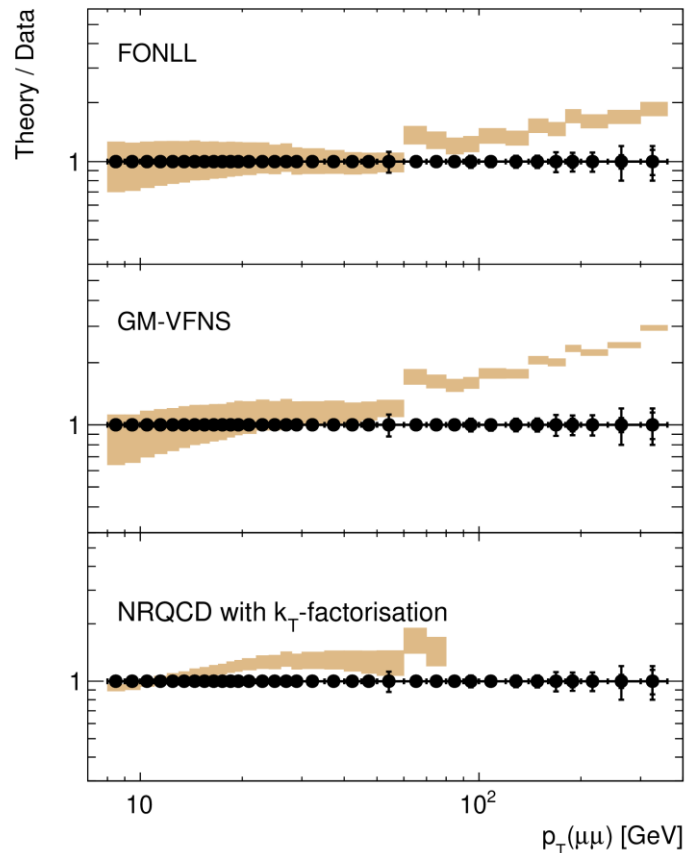
ATLAS

$pp \sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ $\int Ldt = \begin{matrix} 2.6 \text{ fb}^{-1} & p_T < 60 \text{ GeV} \\ 140 \text{ fb}^{-1} & p_T \geq 60 \text{ GeV} \end{matrix}$
 $0 \leq |y| < 0.75$
 Prompt J/ψ



ATLAS

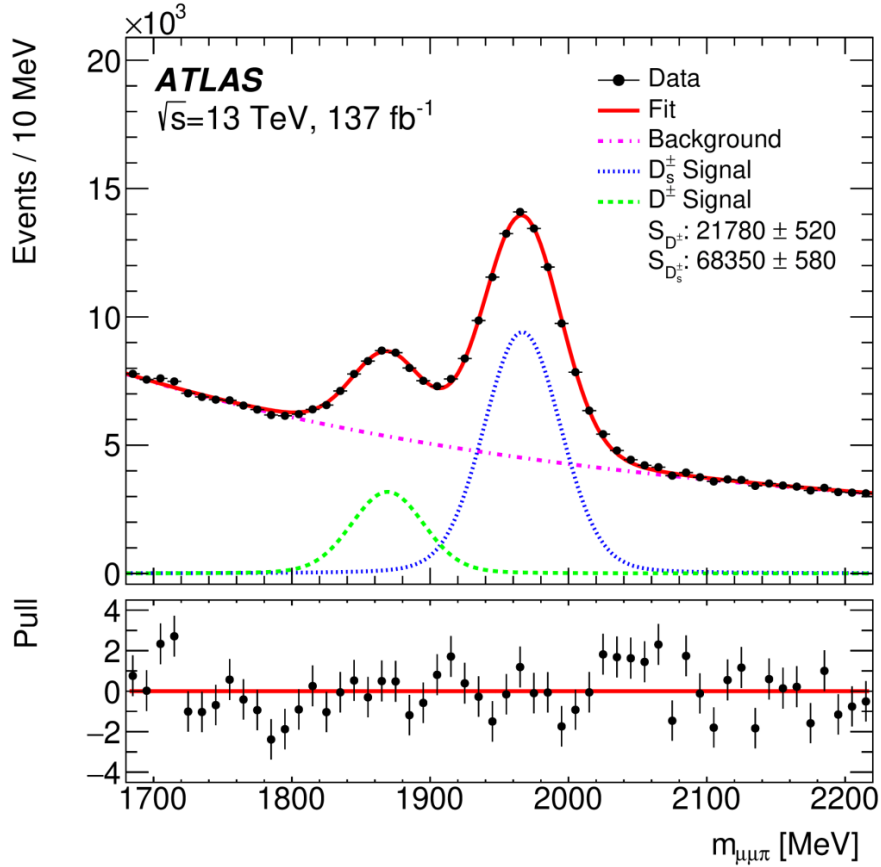
$pp \sqrt{s} = 13 \text{ TeV}$ $\int Ldt = \begin{matrix} 2.6 \text{ fb}^{-1} & p_T < 60 \text{ GeV} \\ 140 \text{ fb}^{-1} & p_T \geq 60 \text{ GeV} \end{matrix}$
 $0 \leq |y| < 0.75$
 Non-prompt J/ψ



Отношение теоретических предсказаний к измеренным сечениям рождения J/ψ мезонов в зависимости от поперечного импульса мезонов. Слева показаны отношения для прямого рождения мезонов, справа – для непрямого (от распадов B -адронов) рождения.

Сечения рождения $D_s^+ \rightarrow \varphi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ и $D^+ \rightarrow \varphi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ при 13 ТэВ

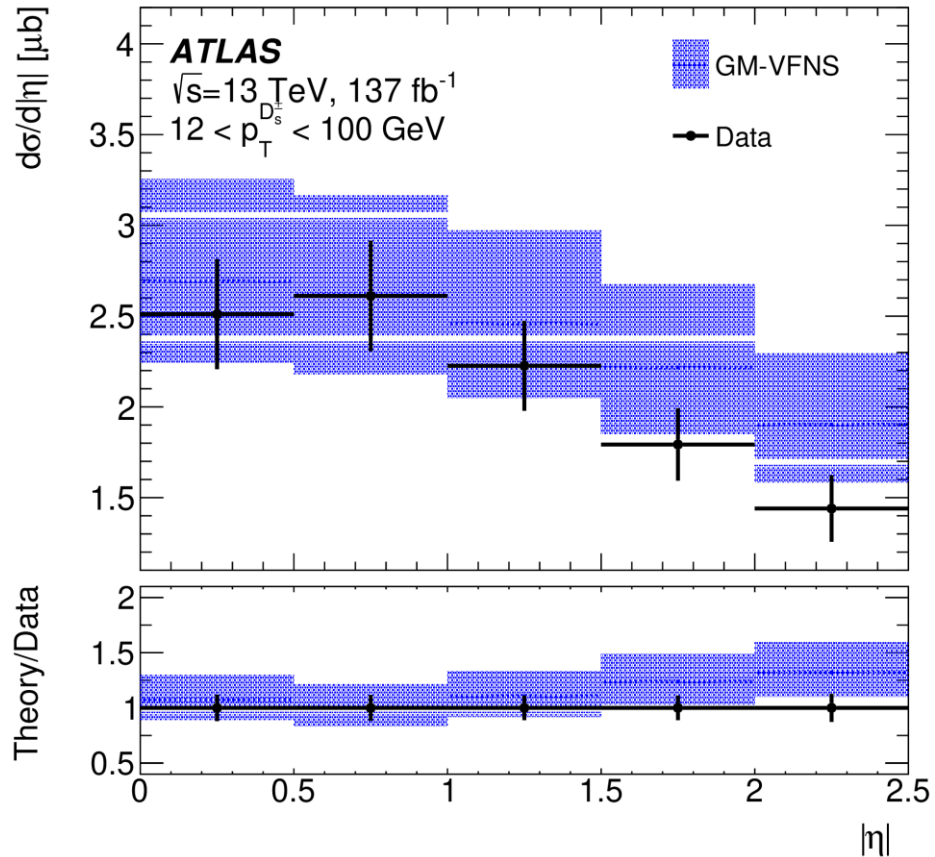
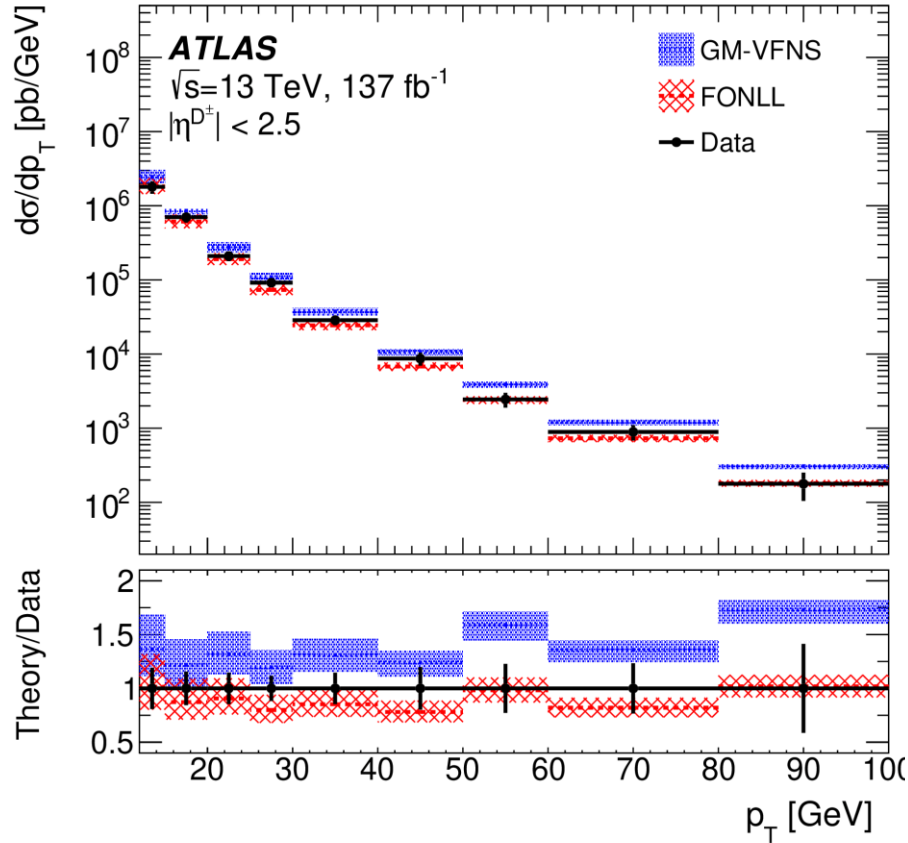
arXiv:2412.15742 (\rightarrow JHEP)



	D^\pm inclusive fiducial cross-section [nb]		
	ATLAS	GM-VFNS	FONLL
	$\sigma \pm \delta_{\text{total}}$	$\sigma \pm \delta_{\text{theory}}$	$\sigma \pm \delta_{\text{theory}}$
$\sqrt{s} = 13$ TeV	1690 ± 270	2200^{+310}_{-290}	1480^{+230}_{-190}
$\sqrt{s} = 7$ TeV	888 ± 97	980^{+120}_{-150}	620^{+100}_{-80}
Ratio (13 TeV/7 TeV)	1.9 ± 0.4	2.24 ± 0.04	2.38 ± 0.01
	D_s^\pm inclusive fiducial cross-section [nb]		
	ATLAS	GM-VFNS	
	$\sigma \pm \delta_{\text{total}}$	$\sigma \pm \delta_{\text{theory}}$	
$\sqrt{s} = 13$ TeV	810 ± 100	950^{+140}_{-130}	
$\sqrt{s} = 7$ TeV	510 ± 100	470^{+56}_{-69}	
Ratio (13 TeV/7 TeV)	1.6 ± 0.4	2.02 ± 0.05	

Сечения рождения $D_s^+ \rightarrow \varphi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ и $D^+ \rightarrow \varphi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ при 13 ТэВ

arXiv:2412.15742 (\rightarrow JHEP)



Работа над несколькими статьями (всё ещё в ATLAS)

Все бывшие российские участники – Signing-only authors, 01.12.2024 – 30.11.2025

Александрова М.Ю., Гладилин Л.К. - External personnel in ATLAS, 01.12.2024 – 31.12.2025

- measurement of B^+ χ -sections at 13 GeV and their ratios to those at 7 GeV
- measurement of $R(D^{*+}) = \text{Br}(B^0 \rightarrow D^{*-} \tau^+ \nu) / \text{Br}(B^0 \rightarrow D^{*-} \mu^+ \nu)$
- search for B_c^{*+} meson
- studies of Z_c and Z_{cs} tetraquarks in B decays
- studies of di- J/ψ and J/ψ - $\psi(2S)$ tetraquarks
- search for $W^+ \rightarrow J/\psi \pi^+$ decay

Наработки в коллаборации SPD @ NICA

[Technical Design Report of the Spin Physics Detector at NICA](#)

arXiv:2404.08317



- методика изучения Δ^{++} и легких трижды-заряженных пентакварков, Δ^{+++} и Δ_s^{+++} (Егор Жулев, 3-ий курс)

[Пентакварки @ NICA, Научная сессия секции ядерной физики ОФН РАН, Дубна, 1-5.04.2024](#)

- методика измерения упругого и дифракционного pp рассеяния (Давид Максимов, 2-ой курс)

Interesting options for NICA :

Triply charged pentaquarks: $(uuuu\bar{d}) = \Delta^{+++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) \pi^+$

$(uuuu\bar{s}) = \Delta_s^{+++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) K^+$

Pentaquarks with hidden strangeness: $(uuus\bar{s}) = P_s^{++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) \phi (\rightarrow K^+ K^-)$

$(uuds\bar{s}) = P_s^+ \rightarrow p \phi (\rightarrow K^+ K^-)$

$(udds\bar{s}) = P_s^0 \rightarrow \Lambda^0 (\rightarrow p \pi^-) K_s^0 (\rightarrow \pi^+ \pi^-)$

Check for $(udud\bar{s}) = \theta^+ : \theta^+ \rightarrow K_s^0 p, \theta^+ \rightarrow K^+ n (?)$

and with charm at NICA II :

Charmed pentaquarks: $(uuuu\bar{c}) = \Delta_c^{++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) D^0 (\rightarrow K^+ \pi^-)$

$(uuud\bar{c}) = \Delta_c^+ \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) D^- (\rightarrow K^+ \pi^- \pi^-)$

Search for $(udud\bar{c}) = \theta_c^0 \rightarrow \theta^+ \pi^-, p K^0 \pi^-, D^{(*)-} p, \dots$

Pentaquarks with hidden charm $(uuuc\bar{c}) = P_c^{++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) J/\psi (\rightarrow \mu^+ \mu^-)$

$(uudc\bar{c}) = P_c^+ \rightarrow p J/\psi, \Lambda_c^+ (\rightarrow K^- p \pi^+) D^0 (\rightarrow K^+ \pi^-)$

$(uddc\bar{c}) = P_c^0 \rightarrow \Lambda_c^+ (\rightarrow K^- p \pi^+) D^- (\rightarrow K^+ \pi^- \pi^-)$

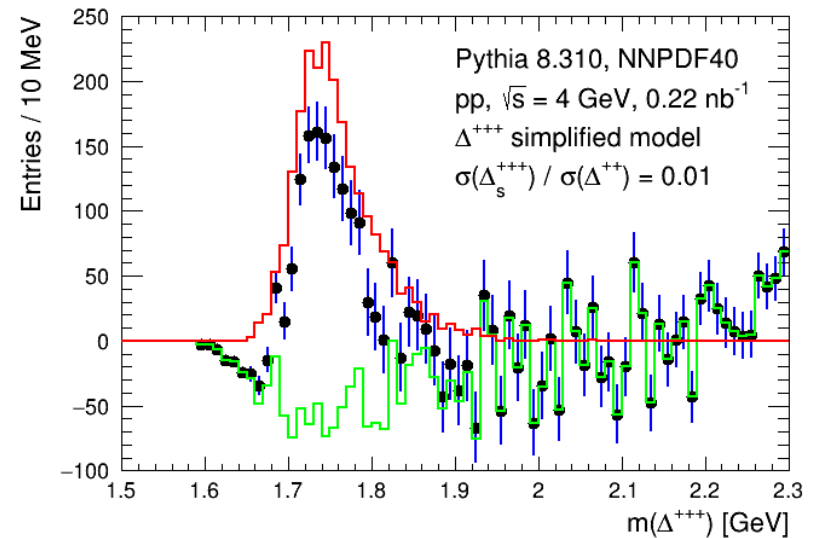
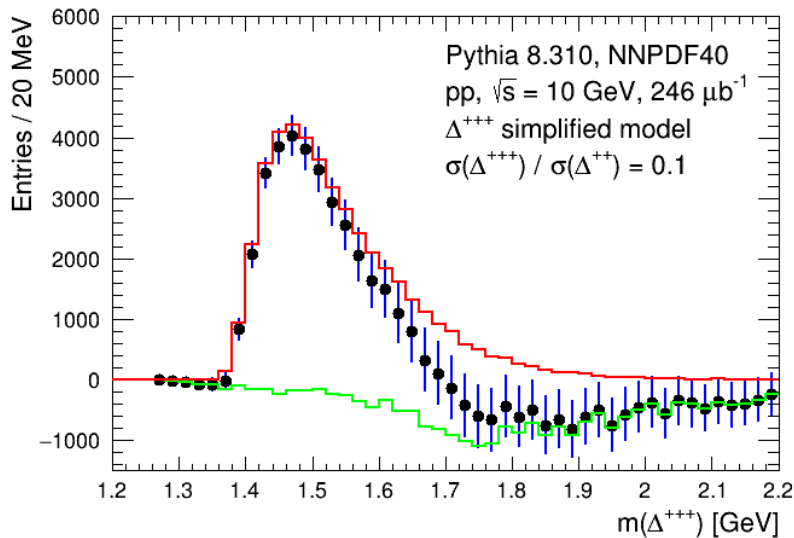
There are interesting options for pentaquark measurements at NICA

$(uuuud\bar{)} = \Delta^{+++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) \pi^+$ and

$(uuuus\bar{)} = \Delta_s^{+++} \rightarrow \Delta^{++} (\rightarrow p \pi^+) K^+$ can be searched at NICA :

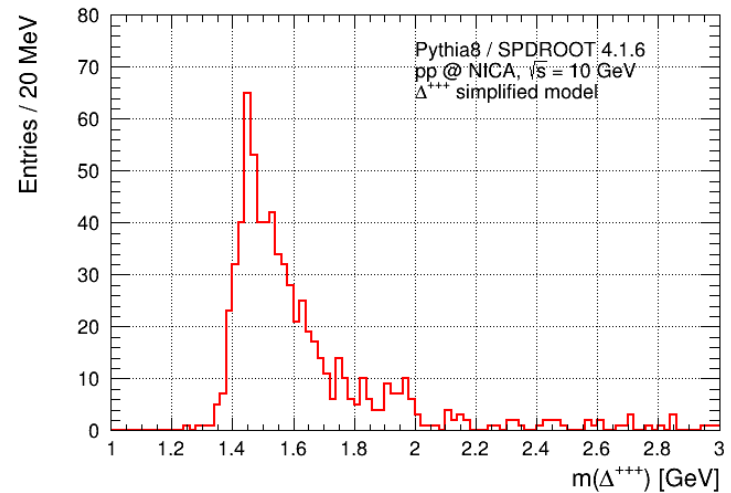
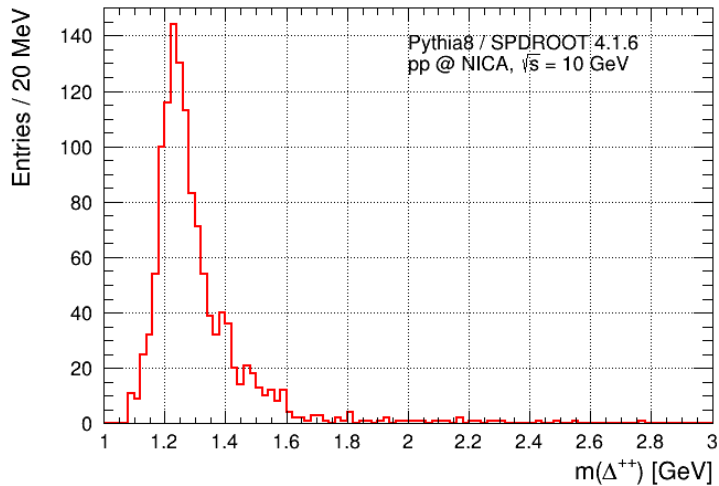
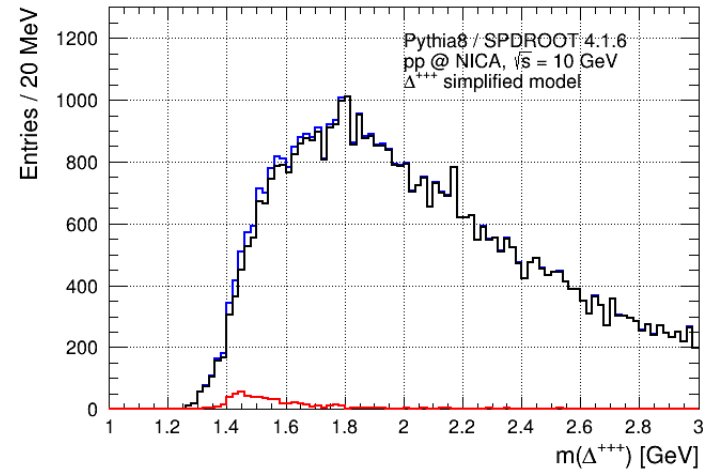
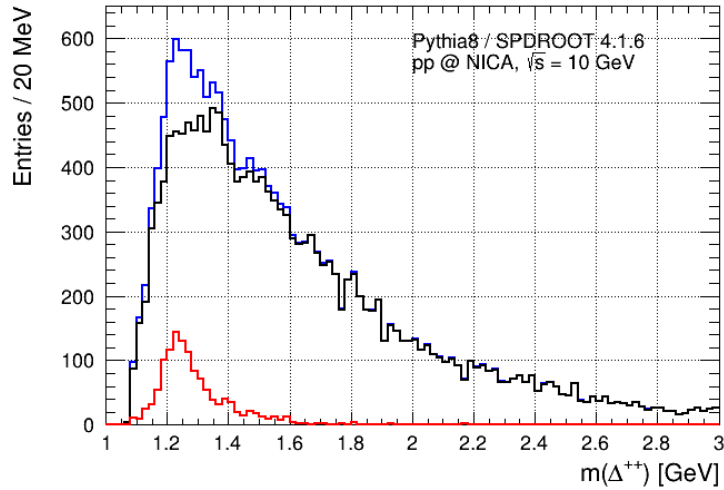
either observations

or limits on $\sigma(\Delta_{(s)}^{+++})/\sigma(\Delta^{++})$



it can be a few overlapping $\Delta_{(s)}^{+++}$ states though

Δ^{++} and Δ^{+++} in SPD with SPDroot



Подготовка к исследованиям на CEPC

CEPC Technical Design Report – Accelerator,
Radiat.Detect.Technol.Methods 8 (2024) 1, arXiv:2312.14363

Detailed preparation of **CEPC EDR** phase (**2024-2027**) before construction working plan and beyond have been established and executed with the aim for **CEPC proposal** to be presented to and selected by Chinese government around **2025** for the construction start during the "**15th five year plan (2026-2030)**" (for example, around **2027**) and completion around **2035**.

**Для проекта Перспективной Федеральной Программы по Физике
Фундаментальных свойств материи (ФСМ):**

В полный список задач проекта входит настройка методики следующих измерений:

- a) Прецизионное измерение парциальных ширин распадов бозона Хиггса и установление точного верхнего предела на распады бозона Хиггса на неизвестные частицы.
- b) Прецизионное измерение массы и ширины W -бозона методом порогового скана.
- c) Прецизионное измерение массы и наложение точных верхних пределов на аномальные распады топ-кварков.
- d) Измерение рождения, свойств и распадов B -адронов, в том числе верификация аномалий в распадах B -адронов и изучение экзотических состояний (тетракварков и пентакварков) в распадах B -адронов.

Возможно также участие сотрудников НИИЯФ МГУ в разработке дизайна детекторов для CEPC.

Результаты лаборатории тяжёлых частиц и резонансов ОЭФВЭ

Результаты в коллаборации ATLAS

- сечения рождения J/ψ и $\psi(2S)$ в pp столкновениях при 13 ТэВ, EPJC 84 (2024) 169
- сечения рождения $D_s^+ \rightarrow \phi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ и $D^+ \rightarrow \phi(\mu^+\mu^-)\pi^+$ при 13 ТэВ, arXiv:2412.15742 (submitted to JHEP)
- работа над несколькими статьями (всё ещё в ATLAS)

Детекторный и софтверный вклад в NA64

- Поиск темных секторов, PRL 132 (2024) 211803

Наработки в коллаборации SPD @ NICA

- методика изучения Δ^{++} и легких трижды-заряженных пентакварков, Δ^{+++} и Δ_s^{+++}
- методика измерения упругого и дифракционного pp рассеяния

Подготовка к исследованиям на CEPC

- CEPC Technical Design Report – Accelerator, Radiat.Detect.Technol.Methods 8 (2024) 1, arXiv:2312.14363
- вклад в Российские проекты участия в CEPC