

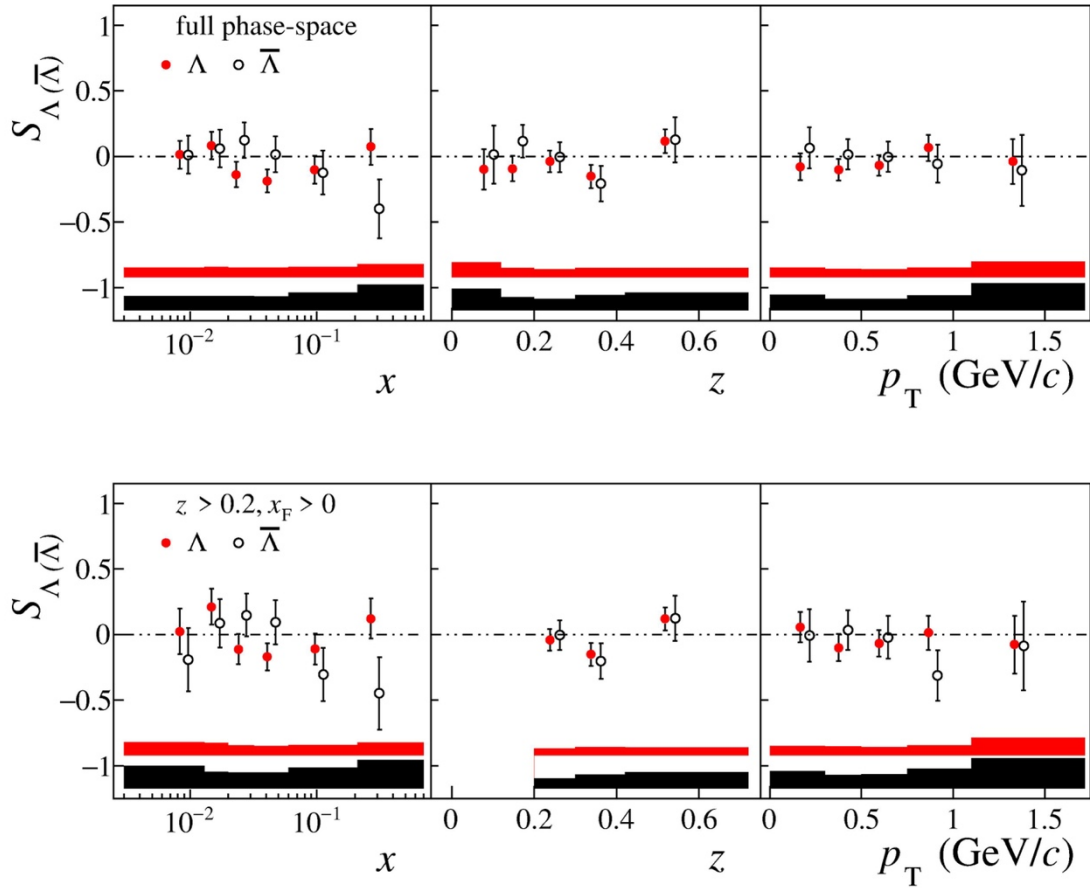
## **Отчёт по теме 02-0-1085-2009/2023 (проект COMPASS) за период 2021-2022**

В 2021-2022 гг. группа ОИЯИ в эксперименте COMPASS приняла успешное участие в сеансе с мюонным пучком с импульсов 160 ГэВ/с, рассеивавшимся на поперечно поляризованной  ${}^6\text{LiD}$  мишени. Полученные данные позволят завершить работу по изучению вкладов кварков в поперечную спиновую структуру нуклона. В ходе сеанса группа ОИЯИ обеспечивала стабильную работу таких подсистем установки COMPASS, как система идентификации рассеянного мюона MW1 и адронный калориметр HCAL1. Следует отметить, что детекторы были запущены после длительной остановки, связанной с пандемией COVID19 и переносом сроков сеанса. Кроме того, группа ОИЯИ, в основном выполнила свои обязательства по сменам на установке.

В 2021-2022 годах был продолжен анализ данных, набранных в предыдущие годы. При непосредственном участии команды ОИЯИ были получены следующие результаты:

### **Исследование поперечности путем измерения поляризации $\Lambda$ в процессах полуинклюзивного глубоко-неупругого рассеяния.**

В изучении асимметрий, связанных с поперечным спином мишени при рождении одного адрона и пары адронов в измерениях полуинклюзивного глубокого неупругого рассеяния (SIDIS), были достаточно хорошо определены функции распределения кварков с киральной нечетной поперечностью  $h_1^q$ . Первоначально было предложено несколько возможных каналов доступа к этим функциям. Одним из кандидатов является измерение поляризации  $\Lambda$ -гиперонов, образующихся в SIDIS от поперечно поляризованных нуклонов, где поперечная поляризация взаимодействующего кварка может быть перенесена в гиперон конечного состояния (Рис. 1).



**Рисунок 1:** Передача спина для полного фазового пространства (вверху) и для текущей области фрагментации (внизу) в зависимости от  $x$ ,  $z$  и  $p_T$ .

В данном исследовании представлены результаты по поперечности поляризации  $\Lambda$  и  $\bar{\Lambda}$  гиперонов, образующихся в SIDIS от поперечно поляризованных протонов. В пределах экспериментальных неопределенностей не наблюдалось существенного отклонения от нуля [2] (Рис.2).

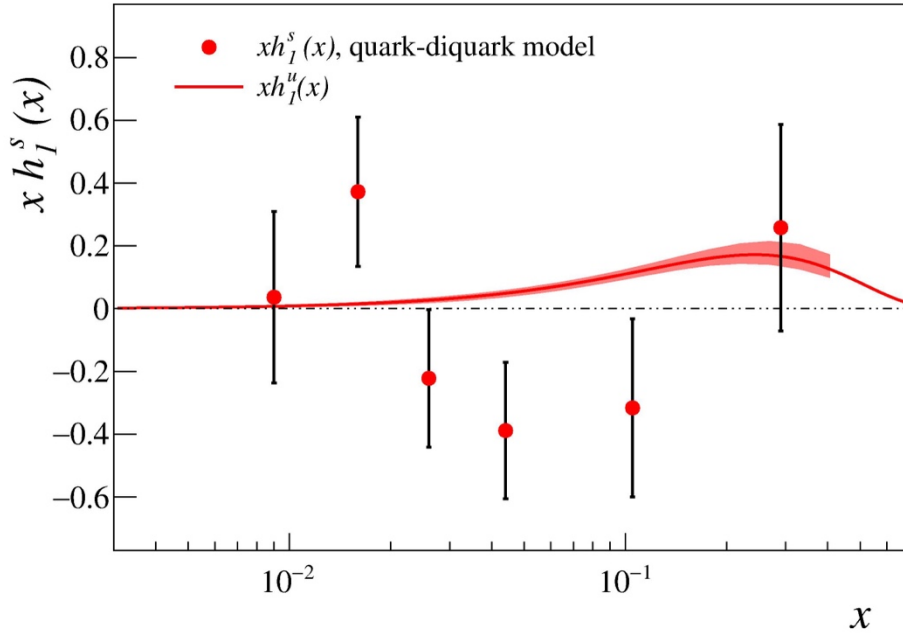


Рисунок 2: Извлеченные значения  $xh_1^s(x)$  в соответствии с кварк-дикваркой моделью. Для сравнения приведена кривая поперечности  $u$ -кварка.

### Изучение экзотического мезона $\pi_1(1600)$ с $J^{PC} = 1^{-+}$ с распадом в $\rho(770)\pi$

Коллаборация КОМПАСС выполнила изучение спин-экзотической амплитуды  $J^{PC} = 1^{-+}$  при однократной дифракционной диссоциации пионов 190 ГэВ/с на  $\pi-\pi-\pi^+$  с использованием водородной мишени [6]. Была подтверждена амплитуда  $\pi_1(1600) \rightarrow \rho(770)$ , которая влияет на нерезонансную амплитуду  $1^{-+}$ . Было показано, что противоречивые выводы из предыдущих исследований этих амплитуд могут быть отнесены к различным моделям анализа и различной трактовке зависимости амплитуд от передачи квадрата четырех импульсов, и таким образом, были согласованы экспериментальные результаты по этим амплитудам. Были также изучены нерезонансные вклады в конечное состояние  $\pi-\pi-\pi^+$  с использованием псевдоданных, сгенерированных на основе модели Дека (Рис.3). Подвергая псевдоданные и реальные данные одному и тому же анализу парциальных волн, было найдено хорошее согласие в отношении спектральной формы и ее зависимости от квадрата переданного четырех импульсов для амплитуды  $J^{PC} = 1^{-+}$ , а также для амплитуд с другими квантовыми числами  $J^{PC}$ . Впервые была исследована амплитуда  $\pi-\pi^+$  подсистема с  $J^{PC} = 1^{-}$  в амплитуде  $3\pi$  с  $J^{PC} = 1^{-+}$  с использованием нового схема анализа свободных изобар. Было показано, что в этой амплитуде  $\pi^+\pi^+$  преобладает  $\rho(770)$  как для  $\pi_1(1600)$ , так и для нерезонансного вклада. Были также определены параметры резонанса  $\rho(770)$  в конечном состоянии трех пионов (Рис.4). Эти результаты в значительной степени подтверждают основные предположения изобарной модели, используемой во всех предыдущих анализах парциальных волн, для  $J^{PC} = 1^{-+}$  амплитуд.

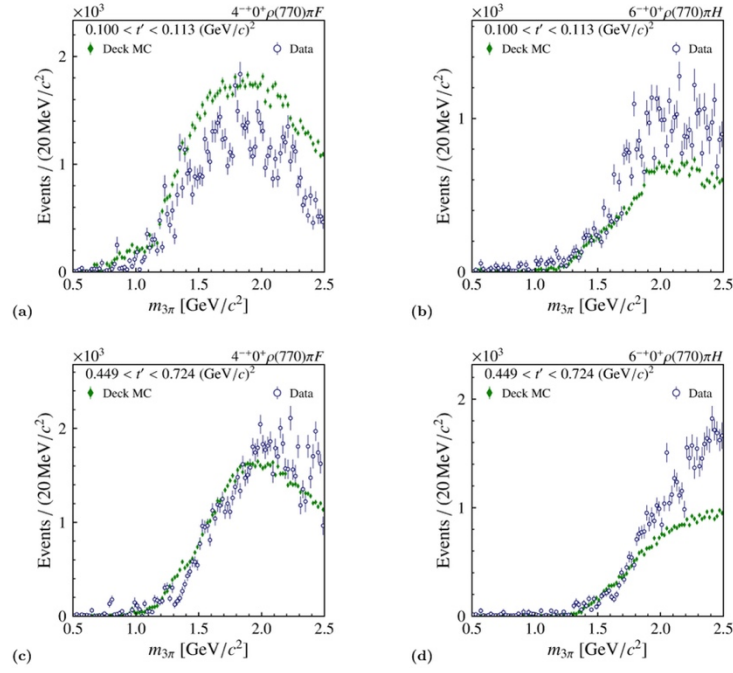


Рисунок 3: Распределения интенсивности волны  $4^{-+}0^{+}\rho(770)\pi F$  (левый столбец) и волны  $6^{-+}0^{+}\rho(770)\pi H$  (правый столбец). Реальные данные представлены синими точками; псевдоданные теории Дека - зелеными точками.

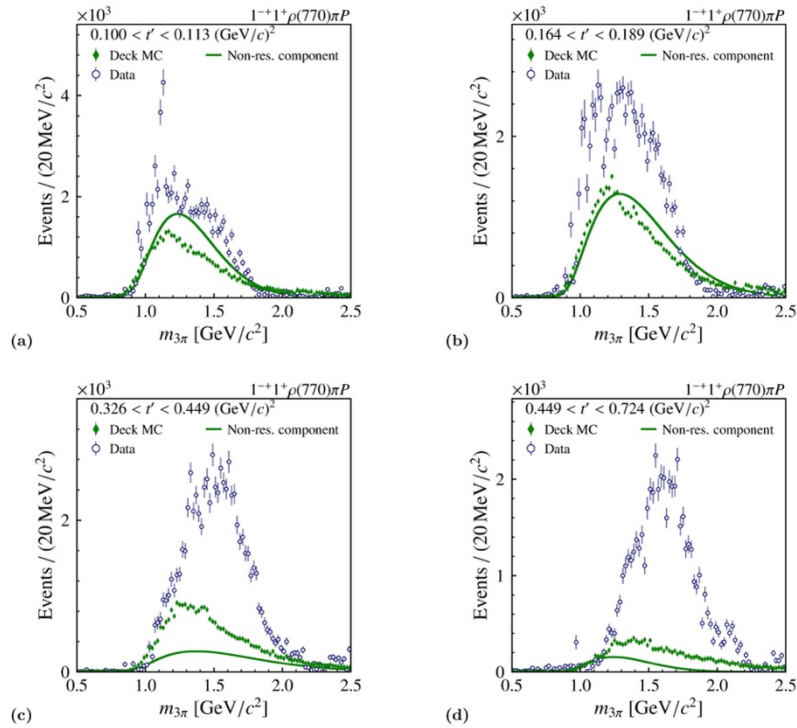


Рисунок 4: Распределения интенсивности волны  $1^{-+}1^{+}\rho(770)\pi P$ . Реальные данные представлены синими точками; псевдоданные теории Дека - зелеными точками. Зеленая кривая представляет нерезонансную составляющую, определенную в резонансной модели [7].

Группа ОИЯИ получила предварительные результаты для продольной двойной спиновой асимметрии в эксклюзивном рождении  $\rho^0$ -мезона с использованием протонных и дейтронных данных COMPASS, а также для константы связи  $F_{3\pi}$  в эксклюзивной реакции  $\pi^-A \rightarrow \pi^- \pi^0 A$ .

Важный результат для поперечных азимутальных спиновых асимметрий в рождении на пионном пучке  $J/\psi$  был получен (см. рисунок) из данных сеанса Дрелл-Яна 2015 и 2018 годов. В целом все асимметрии оказались малы и совместимы с нулем в пределах ошибки измерения.

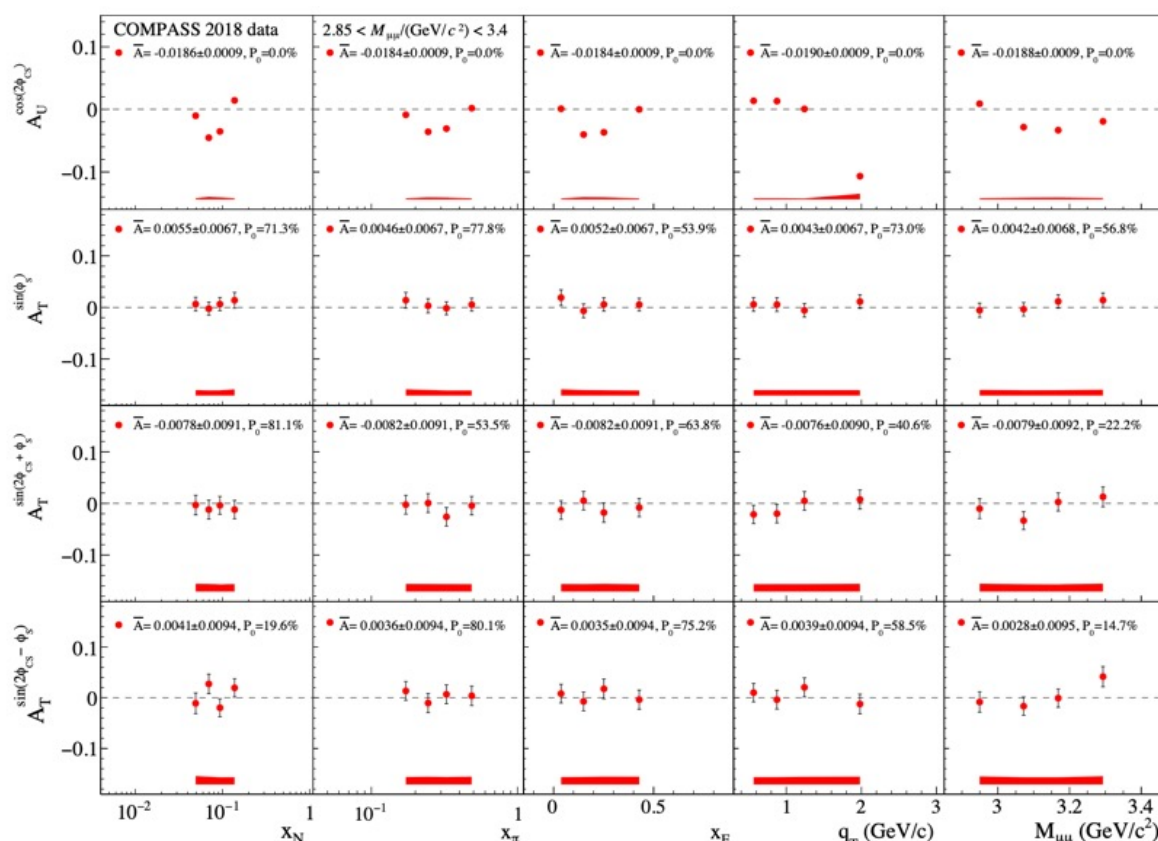


Рисунок 5: Односпиновые азимутальные асимметрии в рождении  $J/\psi$  на пионном пучке.

### Рождение пар $J/\psi$ в пион-ядерном взаимодействии.

Инклюзивное рождение пар  $J/\psi$  изучалось во взаимодействии пионного пучка с различными ядерными мишенями. Было измерено дифференциальное сечение процесса как функция  $M_{2J/\psi}$ ,  $x_{||}^{2J/\psi}$ ,  $p_T^{2J/\psi}$  and  $\Delta x_{||}$ . В рамках имеющейся статистики не было найдено указаний на какие-либо резонансы, распадающиеся на пару  $J/\psi$ . Дифференциальное сечение  $d\sigma_{2J/\psi}/dx_{||}^{2J/\psi}$  было использовано для разделения вкладов механизмов внутреннего чарма и однопартонного рессеяния. Обе гипотезы были использованы для аппроксимации полученных данных для  $d\sigma_{2J/\psi}/dx_{||}^{2J/\psi}$ . Был установлен верхний предел на возможный вклад в сечение внутреннего чарма пиона.

При этом гипотезы однопартонного рассеяния достаточно для описания данных. Вклад внутреннего чарма в пределах экспериментальных ошибок можно считать нулевым.

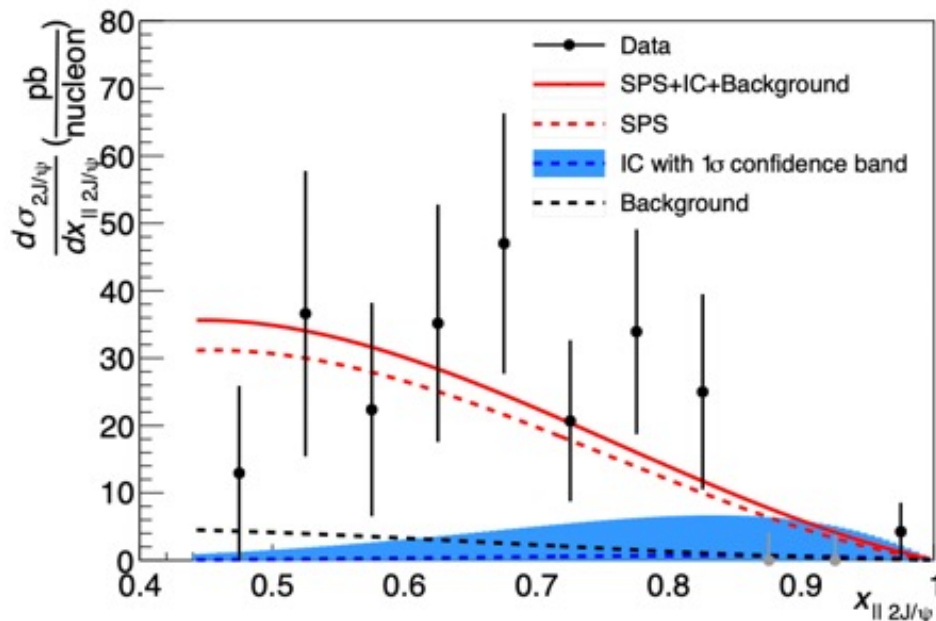


Figure 6: Сечение рождения пар  $J/\psi$  как функция доли продольного импульса конечного состояния,  $x_{|| 2J/\psi}$ .

В рамках темы 1085 продолжается подготовка предложения для участия в новом проекте AMBER (NA66) на ускорителе SPS в ЦЕРНе. Целью проекта является изучение возникновения адронных масс через изучение структуры и свойств мезонов и барионов.

В отчетном периоде группа ОИЯИ сделала 6 докладов на международных конференциях, опубликовала 3 статьи и 3 отправила в журнал. Была защищена одна магистерская диссертация, защита одной кандидатской диссертации ожидается в 2023 году.