

Отзыв научного руководителя

о магистерской работе **Кравцова Павла Сергеевича**, магистранта кафедры «Физика высоких энергий и элементарных частиц» Физического факультета СПбГУ «**Фрагментация цветной струны и ближние быстроекорреляции во взаимодействиях адронов высоких энергий**».

В настоящее время в экспериментах ALICE, CMS и ATLAS на Большом Адронном Коллайдере (БАК) в ЦЕРН активно изучаются, т.н. парные корреляционные функции между выходами различных заряженных частиц в столкновениях протонов и ядер (pp, pA, AA) при сверхвысоких энергиях. Еще ранее эти корреляционные функции изучались в столкновениях адронов при более низких энергиях на коллайдере RHIC и в эксперименте NA61/SHINE на SPS. При энергиях БАК в центральной области быстрой, где сейчас проводятся экспериментальные исследования парных корреляционных функций, для симметричных реакций (pp и AA) имеет место трансляционная инвариантность по быстрой. В результате эти корреляционные функции оказываются зависящими лишь от разности быстрой и азимутальных углов регистрируемых частиц (при условии, что не накладывается никаких дополнительных ограничений на область поперечных импульсов этих частиц).

Задачей Павла было провести теоретические расчеты (по возможности аналитически) вида парной корреляционной функции в рамках модели, в которой наблюдаемые адроны образуются в результате фрагментации отдельных одиночных цветных (кварк-глюонных) струн. Ранее, в своей бакалаврской работе, он уже рассчитал вклад в корреляционную функцию, возникающий из условия равенства нулю суммарного импульса кварка и антикварка, образующихся из вакуума цветным полем струны при ее разрыве. Этот вклад позволяет качественно описать азимутальные корреляции между частицами, вылетающими в противоположные стороны, т.е. при разности их азимутов близкой к 180 градусам. В магистерской работе перед ним была поставлена задача описания поведения корреляционной функции в области, т.н. переднего пика, т.е. при малой разности азимутов и быстрой, образующихся частиц.

Для этого необходимо было учесть в модели, что в главном приближении фрагментация отрезка струны в наблюдаемые адроны происходит через образование промежуточного ро-мезонного резонанса (т.к. экспериментально известно, что большинство пионов, образуются от распада ро-мезонов). Т.е. его первоочередной задачей являлся расчет (по возможности аналитический) формы корреляционной функции между положительно и отрицательно заряженными пионами, образующимися от распада нейтрального ро-мезона.

С этой задачей Павел полностью справился. В магистерской работе им получены замкнутые явные аналитические выражения для расчета парной корреляционной функции как функции разности быстрой и азимутов регистрируемых пионов, образующихся от распада ро-мезона с данным поперечным импульсом R и массой M . Показано, что при реалистических значениях поперечного импульса ро-мезона, R , в самом центре переднего пика парной корреляционной функции (при разности азимутов и быстрой равных нулю) возникает провал (кратероподобная структура).

Интересно, что подобная структура наблюдается в последних экспериментальных данных коллаборации ALICE в т.н. балансной функции, которая является разностью между парными корреляционными функциями противоположно и одноименно заряженных частиц [ALICE Collaboration, Eur.Phys.J.C 76 (2016) 86]. В этой работе данный эффект интерпретировался, как дополнительный вклад от Бозе-Эйнштейновских (НВТ) корреляций в канале с тождественными частицами $p_i^+ p_i^+$ или $p_i^- p_i^-$. Работа Павла

позволяет дать этой структуре альтернативное более простое объяснение, как чисто кинематический эффект, возникающий в канале $p_{i+} - p_{i-}$ от распада нейтрального ро-мезона.

Надежность аналитических результатов, полученных П.Кравцовым, подтверждается проведенными им же дополнительными расчетами парной корреляционной функции методом Монте-Карловских (МК) симуляций. Результаты, полученные этими двумя методами, хорошо согласуются друг с другом.

К сожалению, по объективным причинам, Павел не всегда мог отдавать все свое время работе над ВКР. Поэтому, несмотря на то, что основная, наиболее трудоемкая часть исследования, им была выполнена, некоторые дополнительные вопросы, необходимые для полного сравнения полученных результатов с экспериментальными данными, остались за кадром. Так, из-за недостатка времени, не удалось провести расчеты с реалистическими распределениями по поперечному импульсу, R , и массе, M , ро-мезона. Не удалось также пока объединить результаты расчета парной корреляционной функции в области переднего пика, полученные им в настоящей магистерской работе, с результатами, полученными им ранее в его бакалаврской работе, для вида корреляционной функции при разлете частиц на большие углы. Это позволило бы рассчитать вид корреляционной функции во всем диапазоне изменения азимутальных углов.

В целом, несмотря на эти замечания и учитывая, что основная, наиболее трудоемкая часть исследования, П.С.Кравцовым была выполнена, и им были получены результаты представляющие физический интерес для интерпретации данных эксперимента ALICE на БАК, считаю, что его работа заслуживает отличной оценки.

Вечернин

Научный руководитель
доктор физ.-мат. наук, проф. Вечернин В.В.