

Отзыв официального оппонента о докторской диссертации
Попова Алексея Валерьевича
«Поиск новой физики и изучение процессов квантовой
хромодинамики в эксперименте D0».

Диссертационная работа Алексея Валерьевича Попова посвящена экспериментальному исследованию в рамках эксперимента D0 трёх актуальнейших проблем современной физики высокой энергии: поиску частиц за пределами Стандартной модели, изучению двойного партонного рассеяния в парном рождении кваркониев и поиску тяжёлых экзотических адронов.

Касаясь поиска частиц за пределами Стандартной модели, следует отметить, что несмотря на перенормируемость и самосогласованность Стандартной модели, а также её неоспоримые успехи, имеются убедительные свидетельства того, что Стандартная модель не является полной теорией. Например, в её рамках нельзя объяснить барионную асимметрию Вселенной, наличие в ней тёмной материи, массивность нейтрино. Стандартная модель также не лишена внутренних проблем, таких как проблемы иерархии и унификации бегущих калибровочных констант связи. В связи с этим поиск явлений за рамками Стандартной модели является одной из приоритетных задач современной физики высоких энергий.

Парное рождение кваркониев в адронных взаимодействиях крайне интересно тем, что по всей видимости в него вносят вклад два принципиально разных механизма: привычное одинарное партонное рассеяние (SPS) и двойное партонное рассеяние (DPS). Если в механизме SPS взаимодействует одна пара партонов, то в механизме DPS — две. Измерение доли двухпартонных взаимодействий в таких процессах может дать информацию о пространствен-

ном распределении партоннов в протоне. Кроме того, изучение однопартонного взаимодействия для системы $J/\Psi J/\Psi$ может улучшить наше понимание экзотических адронных состояниях.

Исследованию экзотических адронных состояний, а именно изучению рождения заряженного чармония $Z_c^+(3900)$ в условиях эксперимента D0, полностью посвящен ещё один раздел рассматриваемой диссертационной работы. Здесь следует сказать, что это очень важное и бурно развивающееся направление, практически каждый год приносящее открытия. При этом, не смотря на все усилия, научное сообщество очень плохо понимает природу этих состояний, которые с очевидностью не могут быть описаны в рамках тех же моделей, что и обычные мезоны или барионы.

Из сказанного выше можно заключить, что актуальность темы исследования, выбранной А.В. Поповым для докторской диссертации, не может вызывать никаких сомнений.

Не вызывает сомнений и научная значимость полученных А. В. Поповым результатов. Так, им проведён поиск суперсимметричных партнёров калибровочных бозонов и бозонов Хиггса в рамках модели минимальной суперсимметрии в конечном состоянии с тремя лептонами и большой недостающей энергией; поиск RS -гравитонов, распадающихся на пару фотонов или электронов; исследованы события с двумя фотонами с большим поперечным импульсом и большой недостающей энергией с целью выявления с последующей интерпретации результатов в рамках модели суперсимметрии GMSB и модели универсальных дополнительных измерений UMD. Полученные в этих исследования верхние пределы являлись рекордными на момент соответствующих публикаций.

Кроме того, А. В. Поповым впервые измерены сечения парного рождения J/ψ отдельно для механизмов SPS и DPS. А. В. Поповым обнаружено уменьшение эффективного сечения двухпартонных взаимодействий

в глюон-глюонных взаимодействиях по сравнению с кварк-кварковыми и кварк-глюонными взаимодействиями в начальном состоянии.

Также А. В. Поповым впервые получено свидетельство рождения экзотического состояния $Z_c^+(3900)$ в полуинклюзивных распадах прелестных адронов с J/ψ , π^+ и π^- в конечном состоянии и впервые произведён поиск процесса прямого рождения кваркония $\psi(4260)$ с последующим распадом на $Z_c^+(3900)$ и π^- .

Помимо участия в анализе физических данных А. В. Поповым разработана методика мониторинга передней мюонной системы и системы измерения светимости эксперимента D0 на основе измерения мюонных выходов, которая применялась в 2004 – 2011 годах.

Необходимо отметить, что в работе имеется небольшое количество недостатков. Так, по всей видимости, систематическая ошибка в результатах по отдельному измерению сечений парного рождения J/Ψ в механизмах SPS и DPS занижена, так как разделение экспериментально полученного сечения на эти две компоненты сильно зависит от теоретической модели, применяемой для описания J/Ψ в механизме SPS. Кроме того, следует отметить, что дифференциальный аналог формулы (3.2) формулы может описывать данные весьма приближённо, а это обстоятельство тоже увеличивает систематическую ошибку. В работе также содержится незначительное количество опечаток, а оси Y на некоторых графиках не имеют подписи (например, это графики на рисунках 3.8, 3.16 и 3.28). Также необходимо отметить, что аббревиатуры «фбн» и «нбн» более распространены в русской научной литературе, нежели аббревиатуры «фб» и «нб», которые используются автором диссертационной работы.

Очевидно, что перечисленные недостатки абсолютно не влияют на научную значимость обсуждаемого исследования.

Результаты диссертации опубликованы в реферируемых журналах и доло-

жены на конференциях. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Определяющий вклад автора в представленное исследование подтверждён экспериментом D0. Полученные в диссертации результаты представляют значительный интерес для современной физики высоких энергий.

Таким образом, диссертационная работа А.В. Попова отвечает всем требованиям предъявляемым ВАК России к докторским диссертациям. Её результаты представляют значительный интерес для современной физики высоких энергий и востребованы в теоретических и экспериментальных исследованиях.

Считаю, что соискатель Попов Алексей Валерьевич безусловно заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.23 — «физика высоких энергий».

Отзыв составил заведующий Лабораторией тяжёлых кварков и редких распадов Отдела экспериментальной физики высоких энергий Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова,
119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2,
тел.: +7 495 939 10 68,

эл. адрес: Alexander.Berezhnoy@cern.ch,
доктор физико-математических наук

Александр Викторович Бережной

Бережной

16.05.2022

Подпись А. В. Бережного заверяю.

Учёный секретарь учёного совета НИИЯФ МГУ Сигаева Е.А.

