

ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.-м.н. Завертеева Михаила Васильевича
на диссертацию Попова Алексея Валерьевича

“Поиск новой физики и изучение процессов квантовой ” хромодинамики в эксперименте D0.”

представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Диссертационная работа Алексея Валерьевича Попова основана на результатах исследований проведенных в рамках эксперимента $D0$ проведенного на ускорителе Тэватрон Национальной лаборатории имени Ферми, Батавия, США. Предметом исследований являлись поиск признаков физических процессов, указывающих на возможность выхода за рамки стандартной модели, а именно поиск суперсимметрии и дополнительных измерений. А также проведено исследование многопартонных взаимодействий в адрон-адронных взаимодействиях, изучение много-кварковых состояний. Оценка сечений исследуемых вышеупомянутых процессов базируется на разработанной методике контроля стабильности работы мюонной системы, светимости эксперимента $D0$.

Актуальность проведенных исследований, помимо их несомненно чисто академического интереса, определяется накопленным опытом практической работы с установкой большого масштаба, который сыграл положительную роль при создании установок следующего поколения на ускорителе LHC CERN.

Говоря о научной новизне результатов, представленных в диссертационной работе, необходимо отметить следующее:

- Разработана методика измерения одномюонных выходов и долговременного мониторинга стабильности работы передней мюонной системы, системы измерения светимости эксперимента при различных значениях мгновенной светимости.
- Выполнены поиск и оценка масс, верхних пределов на сечение процессов с участием суперсимметричных частиц в протон-антипротонных взаимодействиях.
- Наложены ограничения на массу и на верхний предел на сечение рождения RS-гравитона в протон-антипротонных взаимодействиях.
- Поставлен верхний предел на эффективный масштаб нарушения суперсимметрии и массу легчайшего нейтрино для модели GMSB SUSY, на обратный радиус компактификации для модели универсальных дополнительных измерений. Значения упомянутых выше величин были лучшими на момент опубликования соответствующих работ.
- Впервые на ускорителе Тэватрон измерены сечения парного рождения мезонов $J\psi$ в одно- и двухпартонных взаимодействиях в протон-антипротонных пучках.
- Впервые измерены сечения парного рождения мезонов $J\psi$ и Υ в двухпартонных взаимодействиях в протон-антипротонных пучках.
- Получено значение эффективного сечения двухпартонных взаимодействий для парного рождения мезонов $J\psi$ и Υ , для определения которого измерены все индиви-

дуальные сечения. – Впервые получено свидетельство рождения состояния $Z_c^\pm(3900)$ в распадах b -адронов, поставлен верхний предел на вероятность прямого рождения состояния $\psi(4260)$ с последующим распадом на $Z_c^\pm(3900)$ в протон-антипротонных пучках.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списков литературы, рисунков и таблиц. Каждая из глав содержит краткое резюме её содержания. Основные выводы диссертации приведены в заключении. Объём диссертации 170 страниц, 71 рисунок, 16 таблиц и 101 наименование цитируемой литературы. Содержание диссертации полно и точно отражено в автореферате.

Практическая значимость данной диссертационной работы заключается в том, что:

- Опыт разработки методик мониторинга мюонной системы и светимости будет востребован при улучшении характеристик детекторов, как существующих так и вновь проектируемых экспериментов.
- Результаты исследования одиночного и парного рождения мезонов $J\psi$ и Υ остаются уникальными в настоящее время и определяют направление исследований этого процесса.

Достоверность полученных результатов обусловлена тщательностью всей проведённой работы и подтверждается результатами успешно проведенных экспериментов на ускорителе LHC ЦЕРН (г.Женева).

Результаты работы докладывались на 14 российских и международных конференциях. По результатам диссертации опубликована 21 работа в реферируемых научных журналах, рекомендованных ВАК. Личный вклад автора подтверждается внутри-коллаборационными препринтами, отчётами, препринтами FNAL и материалами, представляемыми на конференции (приведены в списке цитируемой литературы), выступлениями диссертанта на коллаборационных совещаниях, а также материалами трудов конференций.

Автор диссертации представил рекомендательные письма от международной коллаборации $D0$, в которой были получены результаты, подписал Paul D. Grannis, руководитель $D0$ Collaboration, FNAL.

Вклад автора в получение защищаемых им результатов является определяющим.

Говоря о замечаниях к диссертационной работе необходимо отметить, что диссертация выполнена на высоком профессиональном уровне и отвечает лучшим стандартам, принятым в современных экспериментальных исследованиях в физике высоких энергий. Все замечания носят по большей части стилистический характер.

– Символ псевдо быстрой нигде не определяется, что для новичка приступающего к работе в области может вызвать затруднения.

– Рис. 2.2 - 2.7 - перегружены информацией - вклады от 6-8 моделей, приведенные на рисунках малого формата - зрительно трудно разрешимы.

– Неоднократно встречаются рисунки, у которых нет обозначений на оси ординат

или присутствуют перекрытия обозначений и величин.

— Во многих случаях перечень различных величин, перечисленных последовательно в тексте, следовало бы представить в виде таблиц, что существенно облегчило бы чтение диссертации.

В первую очередь хотелось бы получить комментарии по некоторым вопросам.

— Исходя из размерности величину в левой части eq.(2.1) следовало бы называть не потенциалом, а плотностью лагранжиана. Для потенциала это GeV , для выражения в правой части это GeV^4 , для плотности лагранжиана $GeV/fm^3 = GeV^4$.

— Сделано утверждение: "оператор Q должен быть антикоммутирующим спином" (eq. 2.4). Коммутационное соотношение включает два оператора - по отношению к чему Q является антикоммутирующим?

— Сделано утверждение: Отличная работа центральной трековой системы была необходима - в каком смысле "отличная" - осмелюсь предположить что требуется высокая точность определения координат вторичных вершин.

— При использовании подхода - "смешивание" J/ψ из 2х различных событий сколько событий, следующих за текущим использовалось для создания комбинаций. Какие критерии "близости" накладывались на события.

— Почему в определении величины сигнала для состояния $Z_c^\pm(3900)$ не использовался метод "смешивания" событий. Ширина пика в распределении по эффективной массе достаточно велика и результат может быть чувствительным к выбору функциональной зависимости.

В тексте работы встречаются неудачные выражения, и опечатки, которые отмечены ниже.

стр.4 2-ой абзац поиски суперсимметрии - поиск сигналов от распадов частиц, предсказанных теориями суперсимметрии. или - поисков признаков существования частиц, предсказываемых моделями базирующихся на гипотезе о суперсимметрии.

стр.7 2-ой абзац, строка 8 ... 20 подобных состояний... - не хватает ссылки с указанием на открытие экзотических состояний.

стр.15 При описании калориметров приведены детали внутреннего устройства но не указано разрешение по энергии, что более интересно для физики.

стр.16 Символ $A\phi$, используемый для описания счетчика, не определен на момент использования. Возможно это относится к счетчику $A-\phi$, изображенному на Рис. 15 стр.18.

стр.26 Сокращение MSSM встречается в заголовке таблицы до его определения во втором абзаце.

стр.29, первый абзац 2.1.1. Противоречивая фраза : ... было опубликовано несколько работ по поиску чаржино и нейтралитно ...[5-8].

Здесь я хочу рассмотреть последнюю и них ... [5].

стр.29, первый абзац 2.1.1, последнее предложение.

... импульс лептона оказывается мал из-за небольшой разницы масс между частицами SUSY.

Массы частицами в SUSY модели не определены и вывод о величине импульса лептона выглядит необоснованным.

стр.30 Электроны и мюоны отбирались по их специфической энергии ... - что скрывается за термином "специфическая" не объяснено.

стр.30, 2-ой абзац Детекторный шум - жаргон, не ясно о чем идет речь.

стр.30-31 ... условия, используемые для идентификации лептонов, были заменены на противоположные... и в обоих случаях, для отбора фона ... эти условия инвертировались ...

Упомянутые условия не оговорены, и неясен смысл утверждения "противоположные - инвертировались"

стр.31 Опечатка: выделившейся - выделившейся

стр.31 ... содержанием лептонов в конечном состоянии -
... множественностью лептонов в конечном состоянии

стр.34 Табл.3 термин "tight likelihood" не определен. Есть ли связь с термином "tight" на стр 32. - Для мюонов типа "tight" ?

стр.34 ... которые избегают детектирования ... - ... имеют низкую эффективность
...

стр.39 Таб.?? - ссылка на неизвестную таблицу

стр.41 ... принимались во внимание корреляции между систематическими ошибками - степень корреляции т.е. коэффициенты корреляции не приведены,

стр.49-50 Множественность и координаты первичных вершин нигде не приведена, отсутствует информация о множественности треков в первичных вершинах. Трудно судить об обоснованности приведенных критериев выбора первичной вершины.

стр.68 ... распределение нормировалось к данным по интегралу
выражение несомненно вызовет вопросы у читателя который входит в специальность

стр.68-70 Не ясно, зачем описан метод определения эффективности срабатывания триггера который тут же заменяется уточненным методом.

стр.72 Рис. 3.7 - двумерное распределение в силу малого размера практически бесполезно.

Приведенные выше замечания никак не отражаются на представленных результатах и никоим образом не умаляют их значимости.

Подводя итог можно сказать, что диссертация Алексея Валерьевича Попова "Поиск новой физики и изучение процессов квантовой хромодинамики в эксперименте D0." представляет собой законченное научное исследование.

Диссертация основана на работах, опубликованных в реферируемых высокорейтинговых журналах. Основные её результаты докладывались автором на семинарах, рабочих совещаниях и международных конференциях. Выводы диссертации обоснованны, полностью соответствуют поставленной задаче и логично вытекают из проведённой работы. Выносимые на защиту результаты получены при определяющем вкладе самого автора. Автореферат полно и ясно отражает содержание диссертации. Полученные диссертантом результаты могут использоваться в ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯИ, НИИЯФ, ПИЯФ, ОИЯИ, ФИАН, а также других научных центрах России, Европы, Азии и США.

Диссертация А.В.Попова отвечает всем требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного Постановлением 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор А.В.Попова заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.23 – Физика высоких энергий.

Отзыв составил: доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник
Лаборатории Взаимодействия Излучений с Веществом, ФИАН
Тел.: (499) 132 6356 E-mail: zavertyaevmv@lebedev.ru

M. Zaver'tyayev
25.04.2022

Михаил Васильевич Завертяев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им.П.Н. Лебедева Российской Академии Наук
119991 Москва, Ленинский проспект 53, Тел.: (499) 132 4264, Fax: (499) 135 7880
E-mail: postmaster@lebedev.ru <http://www.lebedev.ru>

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ДИРЕКТОРА

