

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Виктора Владимировича Абрамова на тему: “ Исследования на поляризованном протонном пучке ИФВЭ и феноменология поляризационных явлений”, представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.23– физика высоких энергий.

1.Актуальность темы.

Поляризационные явления во взаимодействиях элементарных частиц при высоких энергиях связаны с одной из их основных характеристик – спином. Спин – квантово-механическая величина, которая характеризует внутренний момент количества движения частицы. Для разных частиц спин, в единицах постоянной Планка, может иметь целое или полу-целое значение. Как любой момент количества движения, спин частицы – сохраняющаяся величина, т.е. сохраняет свое значение и направление (поляризацию) относительно направления движения. А что происходит со спином частицы в результате реакций ее взаимодействия с другими частицами? Передается ли он частицам конечных состояний реакций и в какой мере, если спины частиц в начальном состоянии были поляризованы? Возникает ли поляризация частиц в конечных состояниях реакций, если в начальных они были неполяризованы?

Эти вопросы были актуальными с момента зарождения физики элементарных частиц и остаются таковыми поныне. Для ответа на них создавались пучки поляризованных частиц и/или поляризованные мишени, в которых спины частиц “замораживались” в определенном направлении. Уже при средних (Мэв-ных) энергиях ускоренных частиц были обнаружены поляризационные явления – передача или возникновение поляризации, которые не объяснялись текущими теоретическими моделями. При запуске ускорителей на все большие и большие энергии (Гэв-ные и Тэв-ные) количество поляризационных явлений, несогласующихся с теорией, значительно возросло.

Современная теория структуры и взаимодействий элементарных частиц – Стандартная Модель (СМ), проверенная многими экспериментами с точностью до долей процента и блестяще подтвержденная недавно открытым новым бозоном, утверждает, что взаимодействия должны подчиняться законам Квантовой Хромо-Динамики (КХД). Однако количественно КХД не объясняет большинство обнаруженных поляризационных явлений.

Исследование поляризационных эффектов на ускорителе ИФВЭ, их сравнение и обобщение с данными других ускорителей в рамках феноменологической модели, не противоречащей СМ, весьма актуальная тема сегодня.

2. Степень обоснованности научных положений диссертации.

Степень обоснованности включает актуальность предмета (темы) исследований, выбор конкретной задачи, доказательство возможности ее решения с помощью доступных технических средств, обеспечение получения, обработки и представления результатов. Все эти компоненты присутствуют в диссертации В.В. Абрамова в исчерпывающей форме.

3. Достоверность и новизна результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения и пяти приложений, содержащих таблицы данных.

В первой главе описывается схема пучка поляризованных протонов ИФВЭ с энергией 40 ГэВ и установка ФОДС-2, с помощью которой проводились исследования инклюзивных асимметрий (поляризации), A_N , адронов ($\pi^\pm, K^\pm, p, \text{антипротонов}$), рожденных поляризованными протонами на водородной и ядерных мишенях. Во второй главе приводятся результаты по A_N , полученные на водородной мишени, и сравниваются с более ранними результатами BNL при меньших энергиях. В третьей, четвертой и пятой главах приводятся результаты по A_N на ядрах углерода и меди в области углов рождения 90, 160 и 230 мрад в л.с.к., соответственно, полученные впервые. В шестой главе приводится обзор мировых данных по асимметриям и моделям, предложенным для объяснения отдельных результатов в рамках КХД, а также излагается модель Хромо-магнитной Поляризации Кварков (ХПК), развитая автором, и анализ в рамках ХПК всех мировых данных по A_N , выполненный автором.

Обширные результаты по изучению поляризационных явлений в столь большом объеме в мировой практике получены впервые. Асимметрии A_N измерены при энергии поляризованных протонов 40 ГэВ для шести типов адронов ($\pi^\pm, K^\pm, p, \text{антипротонов}$) в широких интервалах их поперечных импульсов p_T ($0.6 < p_T < 3.6$ ГэВ/с), переменной x_F Фейнмана ($0.08 < x_F < 0.71$) и трех значений полярного угла рождения $-90, 160$ и 230 мрад в л.с.к. Измерения выполнены с высокой статистической и систематической точностью, а когда имеются другие данные, согласуются с ними.

Выводы, которые автор делает на основании анализа данных, статистически обоснованы и достоверны. Они сводятся к следующим:

1. В области фрагментации протонов $A_N \neq 0$ для адронов, в состав которых входят валентные кварки из протона, и $A_N = 0$ для адронов, содержащих только морские кварки. В тех случаях, когда асимметрии отличны от нуля, их величины достигают больших значений, 0.4 и больше.

2. Асимметрии A_N для протонов осциллируют, как функции кинематических переменных.

3. Асимметрия A_N для π^- имеет пороговую зависимость от полярного угла в с.ц.м.

4. Для π^+ асимметрия A_N имеет пороговую зависимость от x_F , причем пороговая величина x_F увеличивается при уменьшении полярного угла рождения пионов, а величина $A_N(x_F)$ уменьшается с увеличением угла.

5. Асимметрия A_N слабо зависит от массы ядра A для всех адронов, кроме протона.

Модель ХПК, развитая автором, основана на СМ, но требует ряд дополнительных предположений, что:

а) в процессе взаимодействия частиц создается круговое хромомагнитное поле,

б) на хромо-магнитные моменты составляющих кварков, движущихся в этом поле, действуют спин-зависящие силы типа Штерна-Герлаха,

в) спины кварков прецессируют в эффективном цветовом поле, что приводит к осцилляции поляризации адронов в зависимости от кинематических переменных,

г) сила эффективного цветового поля зависит от числа спектаторных кварков, участвующих во взаимодействии.

Эти предположения характеризуются соответствующими свободными параметрами, которые определяются из экспериментов. Не вдаваясь в обсуждения строгости этих предположений, можно рассматривать эту модель, как попытку непротиворечивым способом объяснить совокупность данных по асимметриям в рождении адронов.

Автор проанализировал 80 реакций с участием поляризованных адронов, содержащих 3160 отдельных экспериментальных точек, полученных в разных экспериментах, и пришел к выводу, что все они могут быть объяснены в рамках модели ХПК. Это дает основание с одной стороны доверять сделанным предположениям, а с другой – использовать модель при планировании новых экспериментов.

4. Значимость для науки и практики полученных результатов.

Научная ценность диссертации заключается, во-первых, в большом количестве точных данных по очень актуальной проблеме – объяснении поляризационных явлений с помощью Стандартной Модели или ее дополнений, и, во-вторых, в академических целях – при подготовке специалистов, которые способны не только проводить сложные эксперименты в области физики частиц, но и осмысливать их результаты.

Научная и практическая ценность диссертации заключается также в большом опыте, накопленном автором при постановке, проведении и

обработке данных экспериментов. Этот опыт могут использовать другие экспериментаторы.

5. Конкретные рекомендации по использованию результатов диссертации.

Как уже отмечалось, результаты диссертации и их анализ в рамках модели ХПК рекомендуется использовать при планировании новых исследований, в частности в ОИЯИ, где предлагается провести широкую программу изучения поляризационных явлений в пучках тяжелых ионов, а также поляризованных протонов и дейтронов на коллайдере НИКА, сооружаемом в рамках научных мега-проектов России.

6. Оценка содержания диссертации.

Из сказанного выше ясно, что следует оценить диссертацию по высшему разряду. Она написана простым и ясным языком без использования жаргонных выражений, хорошо иллюстрирована, снабжена большим количеством числовых данных. Диссертация является завершенной научной работой. Ее содержание отвечает самым высоким международным требованиям, предъявляемым к качеству исследований в области физики частиц.

7. Достоинства и недостатки диссертации.

При всей сложности задачи и большом объеме полученной информации автору удалось изложить материал на сравнительно умеренном количестве страниц. Редко встречающиеся опечатки не затрудняют понимание сути излагаемого.

8. Соответствие диссертации Положению о порядке присуждения ученых степеней.

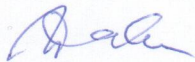
Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих научных журналах мира, в том числе в Российских, представлены и опубликованы в материалах крупнейших международных конференций по физике высоких энергий и по спиновой физике.

Автореферат диссертации полностью соответствует ее содержанию и основным положениям. Диссертация отвечает всем требованиям пункта 9 Положения ВАК РФ “О порядке присуждения ученых степеней” № 842 от 24.09.2013 г. для докторских диссертаций и соответствует паспорту специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Таким образом, диссертация В. В. Абрамова на соискание ученой степени доктора наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические и экспериментальные положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение. Его автор Виктор Владимирович Абрамов заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.23—физика высоких энергий.

Официальный оппонент – Савин Игорь Алексеевич, почетный директор Лаборатории физики высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, доктор физико-математических наук, профессор. (141980, Дубна, Московской области, ул. Жолио Кюри, 6, ОИЯИ, тел.84962162054, Igor.Savin@cern.ch):

12.05.2014



И.А. Савин

Подпись И.А. Савина заверяю.

Вице-директор ОИЯИ, доктор физико-математических наук, профессор:



М.Г. Иткис