

Ա.Ի.Ալիխանյանի անվան ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ

Ավետիսյան Էդուարդ Ալբերտի

ՊԻՈՒՆՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐՈՍՏՆՄԱՆ ՓՆՋԱՅԻՆ ՍՊԻՆ-ԱԶԻՄՈՒՏԱԼ
ԱՍԻՄԵՏՐԻԱՅԻ ԶԱՓՈՒՄԸ ՀԵՐՄԵՍ ԳԻՏԱՓՈՐՉՈՒՄ

Ա.04.16 - «Միջուկի, տարրական մասնիկների և տիեզերական
ճառագայթների ֆիզիկա» մասնագիտությամբ
ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների
թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման ատենախոսության

ՍԵՂՄԱԳԻՐ

Երևան-2006

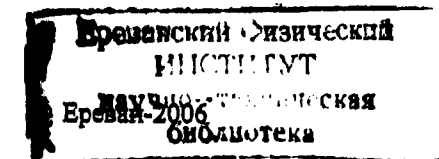
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.И.Алиханяна

Аветисян Эдуард Альбертович

ИЗМЕРЕНИЕ ПУЧКОВОЙ СПИН-АЗИМУТАЛЬНОЙ АСИММЕТРИИ В
ЭЛЕКТРОРОЖДЕНИИ ПИОНОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ HERMES

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.04.16 «Физика ядра,
элементарных частиц и космических лучей»



Ատենախոսության թեման հաստատված է Ա.Ի.Ալիխանյանի անվան
Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտում
Գիտական ղեկավար՝

Ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր,
ԳԱԱ ակադեմիկոս պրոֆ. Ռ.Հ.Ավագյան

Պաշտոնական ընդդիմախոսներ

Ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր,
պրոֆ. Ա.Ս. Դանագուլյան (ԵՊՀ)
Ֆիզմաթ. գիտ. թեկնածու
Ն.Յ.Իվանով (ԵրՖԻ)

Առաջատար կազմակերպություն Երևանի Պետական համալսարան
Պաշտպանությունը կայանալու է 2006թ. նոյեմբերի 21-ին., ժ.14:00,
ԵրՖԻ-ում գործող ԲՈՀ-ի 024 մասնագիտական խորհրդի նիստում
(375036, Երևան, Ալիխանյան Եղբայրների փող. 2):

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ Ա.Ալիխանյանի անվան
Երևանի ֆիզիկայի ինստիտուտի գրադարանում:

Սեղմագիրն առաքված է 2006թ. հոկտեմբերի 17-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար
Ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր *Յ. Վաչագանյան* Է.Դ.Գազարյան

Թեմա դիսսերտացիայի ցանկում ցանկացած է 2006թ. հոկտեմբերի 17-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

Ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր *Յ. Վաչագանյան* Է.Դ.Գազարյան

Թեմա դիսսերտացիայի ցանկում ցանկացած է 2006թ. հոկտեմբերի 17-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

Ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր *Յ. Վաչագանյան* Է.Դ.Գազարյան

Թեմա դիսսերտացիայի ցանկում ցանկացած է 2006թ. հոկտեմբերի 17-ին:

Մասնագիտական խորհրդի գիտական քարտուղար

Ֆիզմաթ. գիտ. դոկտոր *Յ. Վաչագանյան* Է.Դ.Գազարյան

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Интерес к исследованиям спиновой структуры нуклона сильно вырос после того, как в 70-80-х годах прошлого столетия в SLAC было обнаружено, а затем в CERN подтверждено, что составные части нуклонов – партоны, идентифицированные как кварки – несут лишь малую долю, около 30% полного спина нуклона. Это явление, часто называемое «Кризис спина» (в дальнейшем переименованный в «Загадку спина»), стало стимулом целого ряда новых исследований – как теоретических, так и экспериментальных. Исследования были направлены на объяснение этого феномена и – что более важно – на поиск «отсутствующей» части спина нуклона, предположительно обусловленной вкладом отбитального момента движения кварков и глюонов, а также спином глюонов и морских кварков. Для исследования этих характеристик нуклона наряду с рядом других актуальных физических задач были предложены несколько новых экспериментальных исследований, одним из которых является эксперимент HERMES(DESY, Гамбург).

В свете последних представлений феноменологической теории, описывающей характеристики нуклона посредством функций распределения кварков, исследование этих функций способно пролить свет на наше представление о кварк-глюонной динамике в нуклоне и, в частности, способствовать решению кризиса спина.

До недавних пор считалось, что только три функции основного «уровня» (или твиста), представляют интерес, т.к. не зависят от орбитального момента кварков. В то время как две из этих функций – неполяризованная функция распределения f_1 и продольно поляризованная функция g_1 – были исследованы давно и достаточно хорошо известны, а третья из этих функций – функция распределения поперечности (transversity) h_1 до недавнего времени была неизвестна. Причиной этому является свойство киральной нечетности этой функции, что препятствует измерению этой функции в инклюзивном рассеянии из-за сохранения киральности в сильных взаимодействиях. Подобная специфика требует наличия в процессе еще одной кирально-нечетной компоненты, позволяющей получить кирально-четное полное сечение. Подобной компонентой может стать функция фрагментации Коллинза H_1^+ , описывающая вероятность образования адронов из поперечно поляризованных кварков в процессе полу-инклюзивного рассеяния. Подобные измерения с регистрацией рожденного адрона были проведены

в HERMES, результаты которых были представлены на многих международных конференциях и опубликованы в научных изданиях.

Наиболее передовые теоретические работы не фокусируются на трех основных функциях распределения кварков, а скорее акцентируют внимание именно на зависящие от орбитального момента функции, предоставляющие информацию о трехмерной структуре нуклона. Более того, наибольший интерес завоевали функции, содержащие кварк-кварковые и кварк-глюонные корреляции. Исследования, представленные в данной диссертации, позволяют измерить комбинации именно такого рода функций распределения кварков, к примеру ($e, g^{\perp}, h_1^{\perp}$), а также функций, описывающих характеристики адронов, рожденных в процессе фрагментации этих кварков ($E, G^{\perp}, H_1^{\perp}$).

Цель работы

Целью диссертационной работы является проведение анализа экспериментальных данных, накопленных в эксперименте HERMES в периоде 1996-2000 годов, и исследования спин-азимутальной асимметрии рождения адронов в зависимости от поляризации пучка в электророждении пионов. Для реализации поставленной цели был разработан программный комплекс обработки данных, использующий пакеты ADAMO, CERNLIB и ROOT. Для повышения достоверности регистрации адронов в конечном состоянии были улучшены алгоритмы идентификации частиц, основанные на компонентах детектора, а именно сцинтилляционных годоскопов с использованием время-пролетной методики, и электромагнитного калориметра для регистрации парных фотонов от распада нейтральных пионов.

Для понимания возможных механизмов влияния нелинейностей акцептанса детектора автором были также проведены Монте-Карло моделирование и сравнение различных методов извлечения исследуемых асимметрий из измеренных данных.

Полученные данные было также исследованы на относительное содержание в них продуктов распада векторных мезонов, в основном ρ^0 , рожденных в эксклюзивных реакциях. Вклад подобных событий был оценен с использованием результатов Монте-Карло моделирования и экспериментальных данных и впервые вычтен из конечного результата.

Было проведено сравнение полученных результатов с теоретическими предсказаниями и измерениями, проведенными ранее в иной кинематической области. Данные хорошо согласуются как с теоретическими моделями, так и результатами предыдущих измерений, в пределах статистических ошибок.

Научная новизна

Все результаты, представленные в диссертации, являются новыми. Аналогичные измерения были проведены ранее только на π^+ мезонах и в иной кинематической области. В частности, благодаря разработанной в рамках коллаборации HERMES программе Монте-Карло была впервые оценена асимметрия продуктов распада векторных мезонов, которая впоследствии была вычтена из результатов полу-инклюзивных асимметрий.

Практическая значимость полученных результатов

Основным важным и актуальным свойством представленного результата является возможность оценки поведения функций распределения и фрагментации по зависимости амплитуды асимметрии от переменных x -Бьеркена и z , соответственно. Некоторые из этих функций, входящих в спин-зависимое сечение, представляют особый интерес, например фрагментационная функция Коллинза H_1^{\perp} , знание которой необходимо для исследований функции распределения поперечного спина h_1 , или функция Бора-Мулдерса h_1^{\perp} , описывающая корреляции между спином нуклона и орбитальным моментом кварка. Аналогично, функция g^{\perp} связывается с внутренним орбитальным движением кварков. Комбинируя результаты более ранних измерений азимутальных асимметрий, показанных на Рис. 4[1] и Рис.5[5], с последними результатами, приведенными на Рис. 2, возможно приблизят решение «Загадки Спина», являющейся едва ли не важнейшей и интереснейшей задачей современной науки.

Одним из практических применений пучковой спин-азимутальной асимметрии в полу-инклюзивном электророждении нейтральных пионов является оценка систематической ошибки в измерении аналогичной асимметрии в глубоко-виртуальном комптоновском рассеянии, приведенной на рис.6[2].

Автор выносит на защиту следующие результаты и выводы работы:

1. Первое измерение одиночной спиновой асимметрии семи-инклюзивном рождении пионов в в глубоко-неупругом рассеянии лептонов [1].

2. Зависимости амплитуды асимметрии от переменных z , и x -Бьеркена рожденного адрона [3], что позволяет извлечь из них характеристики функций распределения и фрагментации, соответственно, а в комбинации с результатами более ранних измерений азимутальных асимметрий, показанных на Рис. 4[1] и 5[5], позволит приблизить решение «Загадки спина».
3. Программы идентификации π^0 мезонов с использованием информации от калориметра, регистрирующего энергию 2-х гамма-квантов от распада нейтрального мезона и восстанавливающая его инвариантную массу[2].
4. Методика идентификации низкоэнергичных адронов по времени пролета (Time-of-Flight), позволившая значительно расширить импульсный диапазон регистрируемых адронов. Созданы пакеты программ, позволившие калибровать данные каждого года независимо, и программы идентификации, выдающие на выходе код типа адрона и степень достоверности идентификации [4].
5. Зависимости асимметрии от поперечного импульса адрона, подтверждающие предсказания теории о ненулевом значении амплитуды асимметрии при умеренных значениях поперечного импульса [3];
6. Зависимости Коллинзовских амплитуд асимметрии для π^+ и π^- мезонов, измеренных на поперечно-поляризованной водородной мишени HERMES [5].

Апробация работы.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на следующих конференциях:

1. Poster presentation, HEP2003 Europhysics Conference in Aachen, Germany, July 2003
2. «Measurement of single beam-spin asymmetry in electroproduction of pions at HERMES», XII International Workshop on Deep Inelastic Scattering, Slovakia, April 2004
3. «Beam-Spin Asymmetries in Pion Electroproduction at HERMES», XC Congresso Nazionale, Brescia, Settembre 2004
4. «The HERMES Electromagnetic Calorimeter», NATO Advanced Physics Workshop, Nor Hamberd, September 2004
5. «Beam Single Spin Asymmetry in Pion Electroproduction», Semi-Inclusive Reactions Workshop, Jefferson Lab, May 2005

6. «Transverse spin effects in single and double hadron production at HERMES», International Europhysics Conference on High Energy Physics, Lisboa, July 2005

Все вышеуказанные работы доложены лично автором.

Публикации

По материалам работы опубликовано 5 научных трудов, список которых приведен в конце автореферата.

Личное участие автора в выполнении работы выразилось как в коллаборативной работе в составе эксперимента, так и в выполнении специфических исследований по теме данной работы. В период от 1997 по 2006 годы включительно автор участвовал в сменах по накоплению экспериментальных данных в качестве руководителя смены. Кроме этого, автор в течение того же периода являлся практически единоличным ответственным по одному из важнейших узлов детектора – электромагнитному калориметру. В рамках этой работы были проведены калибровка детектора и регулярный контроль за его состоянием. Работа, проведенная по калориметру, докладывалась на еженедельных митингах в DESY. Дополнительно разрабатывались новые алгоритмы и улучшались старые с целью повышения пространственного и энергетического разрешения детектора. Принцип работы калориметра и его характеристики докладывались на международных конференциях.

Также автор является одним из ответственных по обслуживанию компьютерного кластера (PCFarm), применяемого для реконструкции и обработки экспериментальных данных и генерации Монте-Карло.

Как отдельный вклад в эксперимент была разработана методика идентификации низкоэнергичных адронов, используя измерение времени пролета частицы. Методика опубликована в журнале NIM и включена в состав диссертации.

По основной теме диссертации единоличным вкладом автора была обработка экспериментальных данных. В качестве инструментальной базы были использованы библиотечные пакеты CERNLIB и ROOT, программы были разработаны используя языки C/C++. Были реализованы и проверены на согласованность результаты различные алгоритмы вычисления асимметрий. Также были детально исследованы на совместимость данные, набранные в различные периоды. Использовались тесты χ^2 и Вилкоксона. Дополнительно автором были проведены Монте-Карло исследования акцептанса и его влияния на конечные данные.

Объем и структура диссертации. Диссертация состоит из 8 глав, из коих первая является введением, а последняя - заключением, содержит 109 страниц печатного текста, включая рисунки, и список литературы из 65 наименований.

Основное содержание работы

Во введении сформулированы основные задачи, поставленные и решенные в данной работе. Обоснована актуальность темы, научная новизна проделанной работы, цель работы и краткое описание способов решения поставленных задач. Также приведено краткое описание всех глав, включая основные положения, выносимые на защиту.

Во второй главе приведена физическая мотивация проведенных работ. Описаны основные параметры и характеристики инклюзивных и семи-инклюзивных глубоко-неупругих процессов, структурных функций и функций распределения. Кратко описана кварк-партоновая модель. Приведена мотивация измерения азимутальной асимметрии как способа получения данных о кварковых функциях распределения и структуре нуклона. Вкратце описаны функции фрагментации и их роль в интерпретации измеренных азимутальных асимметрий. Исследуемое сечение является суммой поляризованной и неполяризованной составляющих, выражающихся формулами:

$$\frac{d^4\sigma_{LU}}{dx dy dz dp} = \frac{4\pi\alpha^2 s}{Q^4} \lambda_e \sin\phi y \sqrt{1-y} \frac{M}{Q} \cdot \int d^2 p_T d^2 k_T \delta^{(2)}\left(p_T - \frac{P_h}{z} - k_T\right) \cdot \left[\frac{\hat{P}_{h\perp} \cdot k_T}{M_h} \left[\frac{M_h}{Mz} f_1 G^\perp + x e H_1^\perp \right] - \frac{\hat{P}_{h\perp} \cdot p_T}{M} \left[\frac{M_h}{Mz} h_1^\perp E - x g^\perp D_1 \right] \right]$$

$$\frac{d^4\sigma_{UU}}{dx dy dz dp} = \frac{4\pi\alpha^2 s}{Q^4} \left\{ \left(1-y + \frac{1}{2}y^2\right) x f_1 D_1 - (2-y) \sqrt{1-y} \cos\phi \frac{M_h}{Q} x f_1 D_{1T}^\perp \right\}$$

где первый индекс указывает поляризацию пучка, а второй - мишени. Комбинации функций распределения и фрагментации кварков, входящих в поляризованное сечение, являются важными объектами данного исследования.

В третьей главе описаны ускоритель и экспериментальная аппаратура эксперимента HERMES. Описана методика получения поперечной и продольной поляризации электронного(позитронного) пучка коллайдера HERA и методика измерения степени поляризации пучка. Этот параметр

достигает среднего уровня 55% при теоретическом пределе в 72%, при этом время достижения максимального значения поляризации составляет в среднем 22 минуты. Приведено подробное описание поляризованной внутренней газовой мишени. Указанная мишень позволяет работать как в режиме поляризованных газов, таких как водород, дейтерий и ^3He , так и неполяризованных газов - азот, ксенон, криптон и другие. Степень поляризации атомов мишени достигает ~80%. Приведено подробное описание экспериментальной установки, системы восстановления треков заряженных частиц. Важной частью экспериментальной установки является магнитный спектрометр с большой апертурой, для чего использован магнит с $\int B dl = 1.3$ Тл. В качестве актуальной части экспериментальной техники описана схема идентификации частиц, которая позволяет выделить события глубоко-неупругого рассеяния с большой достоверностью.

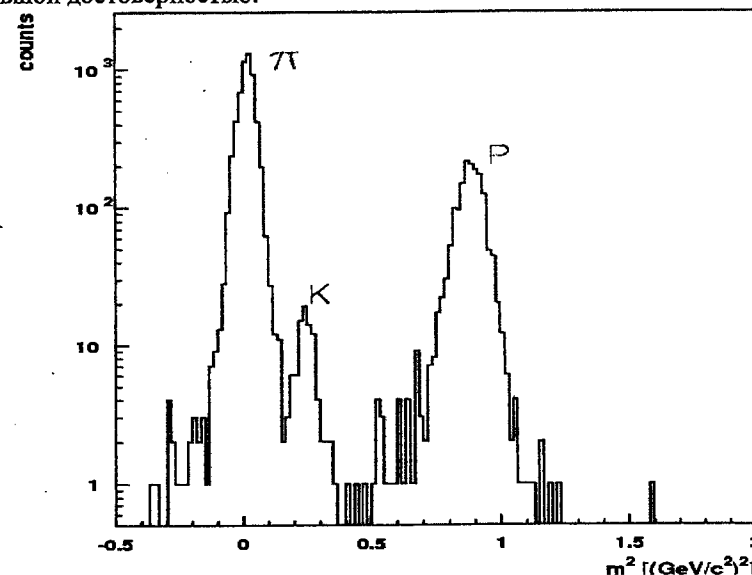


Рис. 1а: Распределение квадратов масс, измеренных с помощью время-пролетной методики.

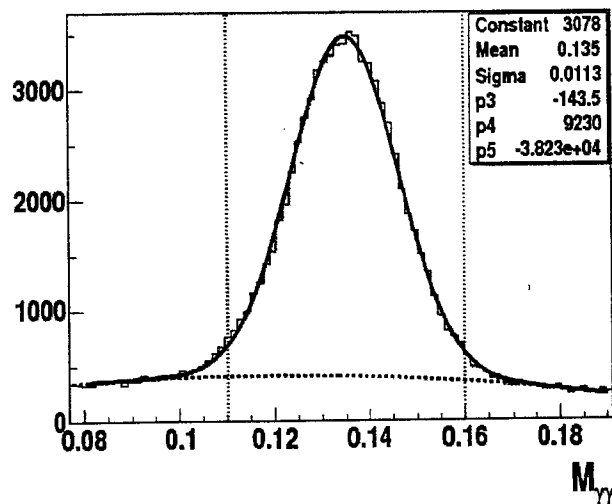


Рис. 26: Распределение инвариантной массы двух фотонов от распада π^0 мезонов, измеренных с помощью электромагнитного калориметра.

Составными частями спектрометра для идентификации частиц служат электромагнитный калориметр и сцинтилляционные годоскопы, для которых описан личный вклад автора в виде а) разработки время-пролетной методики идентификации низкоэнергичных адронов и б) измерения инвариантной массы фотонных пар для идентификации нейтральных пионов. Время-пролетная методика идентификации низкоэнергичных адронов была разработана автором в дополнение к имеющимся детекторам и методам идентификации, что позволило существенно расширить импульсный диапазон идентифицируемых адронов. Поскольку используемые в этом методе детекторы – по 2 пары сцинтилляционных годоскопов – не были предназначены для этой цели и, соответственно, не были откалиброваны по временным параметрам – была разработана оригинальная методика калибровке непосредственно под пучком, одновременно с набором физических данных. Для этой цели

с помощью остальных детекторов идентификации частиц выделялись треки от электронов, время пролета которых было известно с большой точностью. Полученные калибровочные константы при идентификации адронов позволяли разделять пи-мезоны от протонов в диапазоне до 2.9 ГэВ/с, при этом примесь пи-мезонов в протонном распределении при максимальном моменте не превышала 6%[4]. Характерное распределение квадратов масс, полученных с помощью время-пролетной методики, показано на Рис. 1.

В четвертой главе описаны различные методы выделения асимметрий из экспериментальных данных. Показано согласие результатов, полученных с применением различных методов. Также приведены границы кинематических переменных, использованные в анализе, и техника вычитания комбинаторного фона в случае нейтральных пионов. В пятой главе обсуждаются источники систематических ошибок, таких как угловой аксептанс и импульсное разрешение, а также совместимость данных, накопленных в различные периоды. Были использованы метод Монте-Карло и тесты на совместимость χ^2 и Вилкоксона.

В шестой главе приводятся конечные результаты. Приведено поведение асимметрии (Рис. 2) в зависимости от x , z и поперечного импульса рожденного адрона. Амплитуда асимметрии для π^+ мезонов растет с z от нулевого значения до 0.03 и затем снова падает. Зависимость от x слабая, тогда как зависимость от P_T соответствует общим представлениям теории поперечно-зависимых функций распределения.

Амплитуда асимметрии для π^- мезонов сравнима с нулем в широком кинематическом диапазоне. Поведение зависимостей асимметрий от x позволяет исследовать функции распределения кварков, тогда как z -зависимости отражают свойства фрагментационных функций. На Рис.3 приведено сравнение зависимости амплитуды асимметрии от переменных z и P_T с аналогичным измерением проведенном в эксперименте CLAS. Значения амплитуд взяты из данных Рис.2 [3]

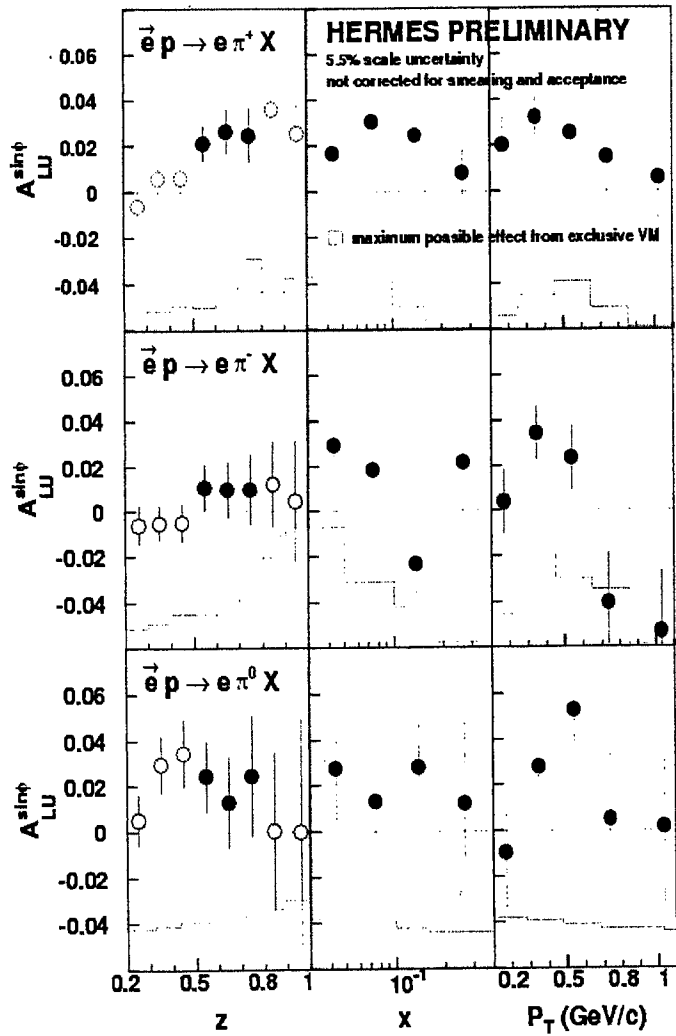


Рис. 3: Зависимость амплитуды пучковой спин-азимутальной асимметрии электророждения пионов от переменных z , x , и поперечного импульса адронов P_T . Рассмотрены три диапазона по z – нижние ($0.2 < z < 0.5$), средние ($0.5 < z < 0.8$) и большие ($0.8 < z < 1.0$).

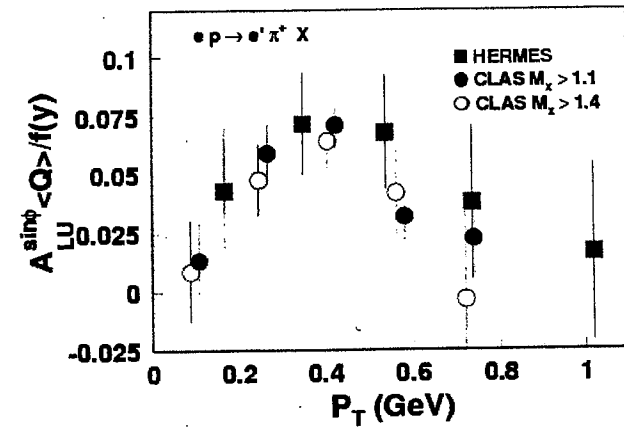
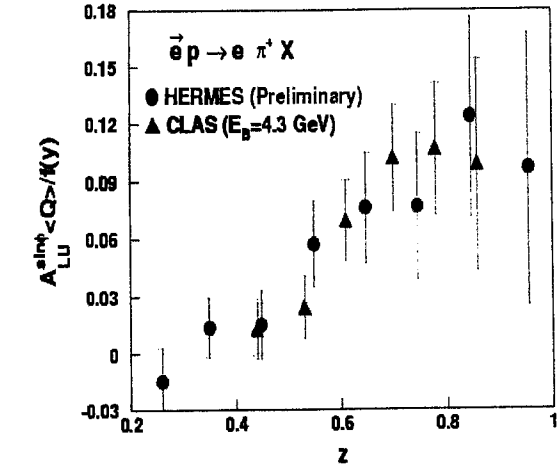


Рис. 4: Сравнение зависимостей амплитуды асимметрии от z (верхний) и P_T (нижний), измеренных в экспериментах HERMES и CLAS. Данные корректировались с учетом кинематических параметров. На верхнем рисунке треугольники соответствуют данным CLAS (4.3 ГэВ), а кружочки – HERMES (27.5 ГэВ).

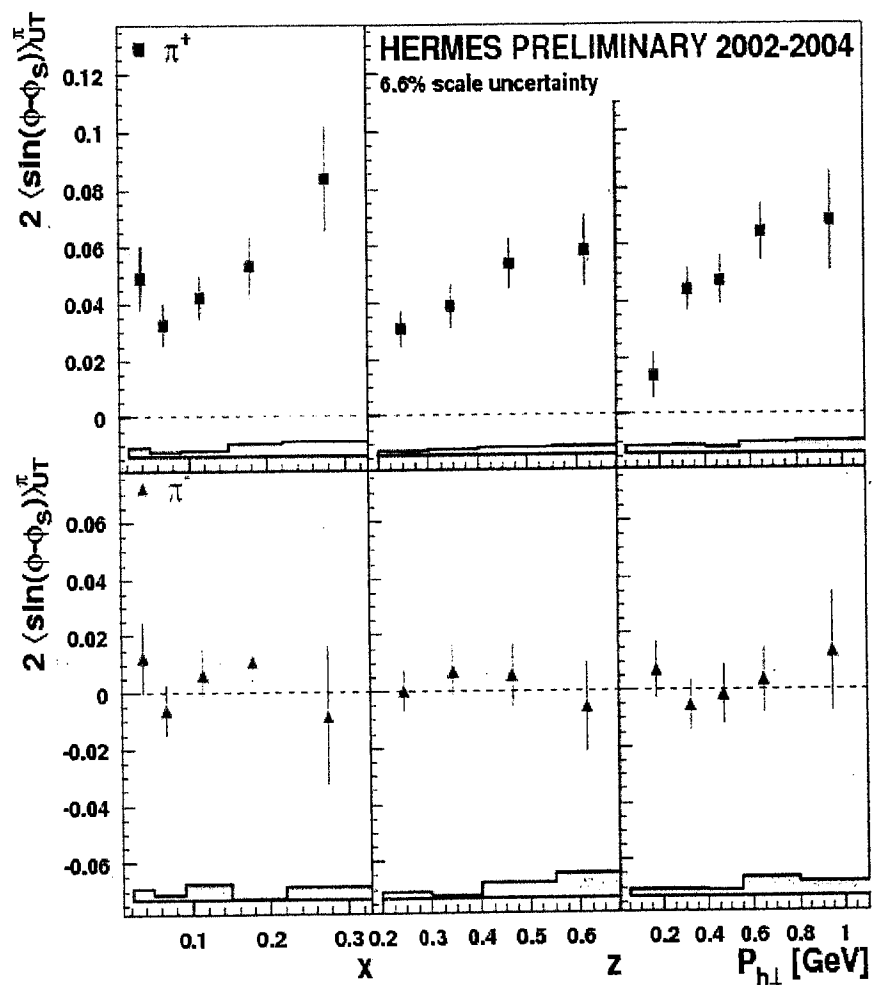


Рис.4. Зависимость $\sin\phi$ и $\sin 2\phi$ амплитуд асимметрии полуинклюзивного рождения π^+ мезонов, измеренной на продольно-поляризованной водородной мишени в HERMES.

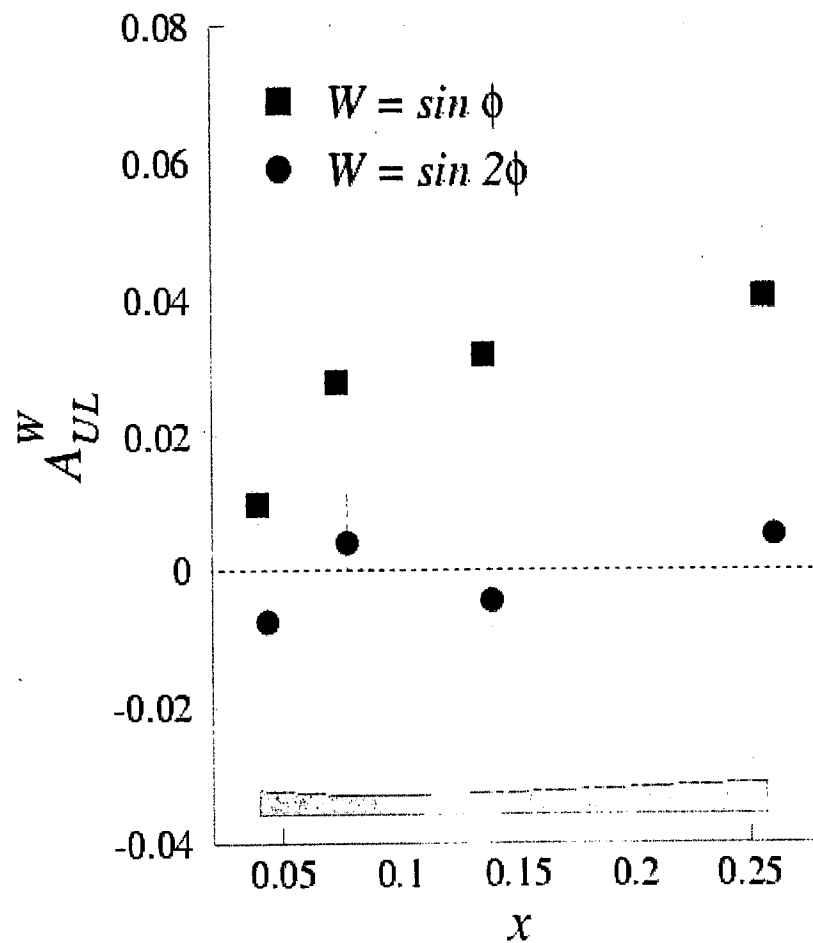


Рис.5. Зависимости Коллинзовских амплитуд асимметрии для π^+ и π^- мезонов, измеренных на поперечно-поляризованной водородной мишени HERMES.

Основные физические результаты, представленные в данной работе (см. Рис. 2), целесообразно интерпретировать совместно с результатами предыдущих измерений асимметрии с продольно и поперечно поляризованными мишенями, описанными в работах [1] и [5] и показанными на рис. 2 и 5 – ввиду множества компонент, способных вызвать синусоидальные амплитуды в асимметрии.

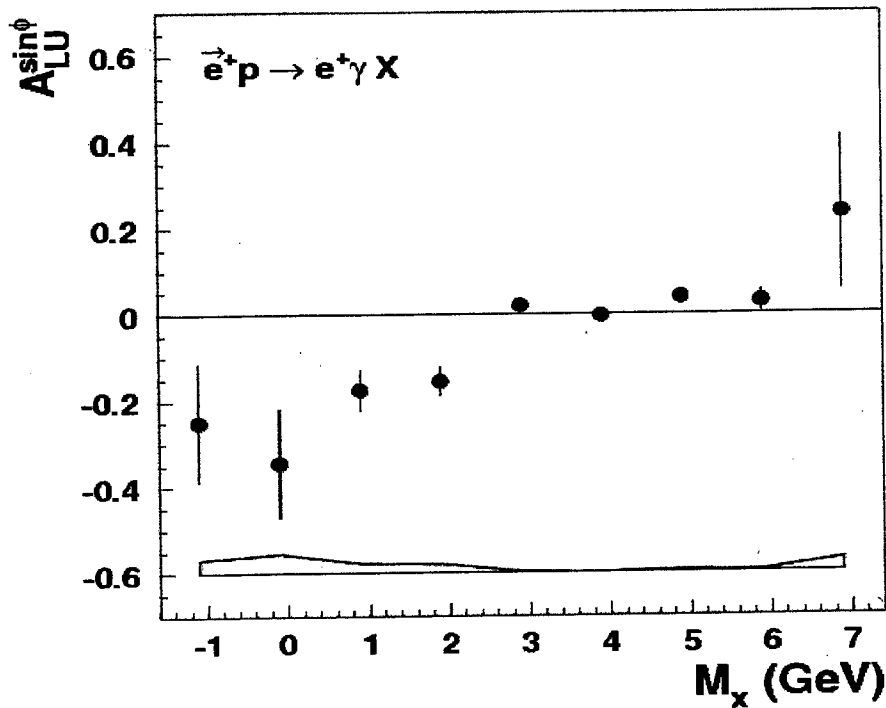


Рис.6. Зависимость амплитуды спин-пучковой асимметрии рождения фотонов в глубоко-виртуальном комптоновском рассеянии от недостающей массы M_x .

Результаты измерений как с продольно, так и с поперечно поляризованными мишенями включают в себя компоненты сечения с участием функции фрагментации H_1^\perp - так называемой функции

Коллинза, которая на сегодня вызывает активный интерес как в теоретических, так и в экспериментальных исследованиях.

Седьмая глава посвящена оценке вклада от эксклюзивных процессов рождения векторных мезонов. Продукты распада векторных мезонов очень трудно отделить от адронов, рожденных в процессе фрагментации кварков - из-за неполного углового акцептанса эксперимента HERMES.

Впервые было проведено измерение асимметрии продуктов распада векторных мезонов и оценка величины их вклада в исследуемых данных, используя Монте-Карло генератор разработанной в эксперименте HERMES, результаты которого вычитались из основного результата, представляя в итоге чистые полу-инклюзивные асимметрии.

В восьмой главе приводится сравнение полученных результатов с теоретическими предсказаниями, основанными на различных моделях. Полученные результаты позволят лучше оценить достоверность той или иной модели.

Выводы:

1. Проведено первое измерение одиночной спиновой асимметрии семи-инклюзивном рождении пионов в глубоко-неупругом рассеянии лептонов [1].
2. Измерены зависимости амплитуды асимметрии от переменных z , и x -Бьеркена рожденного адрона [3], что позволяет извлечь из них характеристики функций распределения и фрагментации, соответственно, а в комбинации с результатами более ранних измерений азимутальных асимметрий, показанных на Рис. 4[1] и 5[5], позволит приблизить решение «Загадки спина».
3. Разработаны программы идентификации π^0 мезонов с использованием информации от калориметра, регистрирующего энергию 2-х гамма-квантов от распада нейтрального мезона и восстанавливающего его инвариантную массу[2].
4. Разработана методика идентификации низкоэнергичных адронов по времени пролета (Time-of-Flight), позволившая значительно расширить импульсный диапазон регистрируемых адронов. Созданы пакеты программ, позволившие калибровать данные каждого года независимо, и программы идентификации, выдающие на выходе код типа адрона и степень достоверности идентификации [4].
5. Измерены зависимости асимметрии от поперечного импульса адрона, подтверждающие предсказания теории о ненулевом значении амплитуды асимметрии при умеренных значениях поперечного импульса [3].

Результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. A. Airapetian, N.Akopov, M.Amarina et al., Evidence for a Single-Spin Azimuthal Asymmetry in Semi-Inclusive Pion Electro-Production, Phys. Rev. Lett. 84 (2000) number 18, 4047-4051

See also Eprint numbers: hep-ex/9910062 and DESY-99-149

2. A. Airapetian, N.Akopov, Z.Akopov et al., Measurement of the Beam-Spin Azimuthal Asymmetry associated with Deeply-Virtual Compton Scattering, Phys. Rev. Lett. 87 (2001) number 18, 182001(1-5)

See also Eprint numbers: hep-ex/0106068 and DESY-01-091

3. E. Avetisyan, A.Rostomyan, A.Ivanilov, Beam-Spin Azimuthal Asymmetries in Pion Electroproduction at HERMES, 12th International Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD (DIS 2004), Strbske Pleso, High Tatras, Slovakia, Apr 14 - 18, 2004

See also hep-ex/0408002

4. A. Airapetian, N. Akopov, M. Amarian, H. Avakian, A. Avetissian, E. Avetisyan, B. W. Filippone, R. Kaiser, H. Zohrabian. The Time-of-Flight Technique for the HERMES Experiment, Nucl. Instr. Meth. A 540 (2005) 305-310

(hep-ex/0301010, DESY 02-174)

5. E. Avetisyan Transverse spin effects in single and double hadron production at HERMES. Международный научно-технический сборник "Информационные Технологии и Управление" №3-2 2006, стр. 43-48

See also Proceedings of International Europhysics Conference on High Energy Physics, PoS(HEP2005)119

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Նուկլոնի սպինային կառուցվածքը ինտենսիվ ուսումնասիրության առարկա է դարձել վերջին տարիների ընթացքում: Մոտ երկու տասնամյակ առաջ CERN գիտական կենտրոնում կատարված չափումները ցույց տվեցին, որ նուկլոնի բաղադրիչ քվարկերի ներդրումը նուկլոնի սպինում չի գերազանցում ընդհանուրի մեկ երրորդ մասը: Մինչդեռ պարզունակ սպասումների համաձայն նուկլոնի սպինը ամբողջովին պայմանավորված է նրա

բաղադրիչ քվարկերի սպինով: Այս անհամատեղելիությունը հայտնի է գիտական շրջանակներում որպես "Սպինի Հանելուկ": Այդ ֆենոմենի հնարավոր բացատրությունը տրվում է գլյուոնների սպինի և քվարկերի ու գլյուոնների անկլունային շարժման իմպուլսի մոմենտի միջոցով: Առայժմ չկան հավաստի փորձարարական տվյալներ, որոնք կարողանային բացատրել նուկլոնի սպինային կառուցվածքը նրա բաղադրիչ մասերի միջոցով: Ներկայացված չափման արդյունքները կարող են օգտագործվել "Սպինի Հանելուկի" լուծման համար՝ թույլ տալով գնահատել քվարկերի օրբիտալ շարժման բաղադրիչ մասը: Ընտրված է այն ռեակցիան, որի միջոցով կարելի է չափել նուկլոնում քվարկերի բաշխման և ֆրագմենտացիոն ֆունկցիաները՝ չափելով բացարձակ ոչ առածական ցրման կիսա-ինկլուզիվ ռեակցիայի ազիմուտալ ասիմետրիայի ամպլիտուդները: Այդ նպատակով՝

- Չափվել են ասիմետրիայի ամպլիտուդի կախումները ծնված հադրոնի z և Բյորկենի x փոփոխականներից, որը թույլ է տալիս ստանալ բաշխման և ֆրագմենտացիոն ֆունկցիաների բնութագրերը.

- Չափվել են ասիմետրիայի ամպլիտուդի կախումները ծնված հադրոնի ընդլայնական իմպուլսից: Արդյունքները հաստատում են ընդլայնական իմպուլսի չափավոր արժեքների դեպքում ասիմետրիայի ոչ գրոյական արժեքների տեսական կանխագուշակումները.

- Մշակվել են π^0 մեզոնի նույնացման ծրագրեր, որոնք օգտագործում են չեզոք մեզոնի տրոհումից ստացված 2 զամմա-քվանտների կալորիմետրով չափած էներգիան և վերականգնում π^0 ինվարիանտ զանգվածը.

- Մշակվել է ցածր էներգիայի հադրոնների նույնացման մեթոդ՝ օգտագործելով նրանց թռիչքի ժամանակը, որը թույլ է տալիս զգալիորեն ընդլայնել նույնացվող հադրոնների իմպուլսային տիրույթը: