

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

КАЗАРЯН ГРИГОР БЕНЯМИНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ КВАЗИСВОБОДНОГО РАССЕЯНИЯ ( $e, e'$ )  
НА ЯДРАХ  ${}^9\text{Be}$  и  ${}^{12}\text{C}$  ПРИ  $Q^2 = 0.2 \pm 0.45$  (ГэВ/с) $^2$

Специальность: 01.04.16 - Физика ядра и элементарных частиц

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Ереван-1991

Работа выполнена в Ереванском физическом институте

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник  
МКРТЧЯН Г. Г.

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук  
ЕГИЯН К. Ш. (ЕрФИ)

доктор физико-математических наук  
РАНОК Ю. Н. (ХФТИ)

Ведущая организация: Лаборатория ядерных проблем ОИЯИ  
(г. Дубна)

Защита состоится "26" ноября 1991 г. в  
14<sup>00</sup> часов на заседании специализированного совета  
Д 034.03.01 при Ереванском физическом институте (375036,  
г. Ереван, ул. Братев Аликхьянов, д. 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке  
Ереванского физического института.

Автореферат разослан "21" октября 1991 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
кандидат физико-математических наук

В. А. Шахбазян

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одним из эффективных методов изучения структуры атомного ядра являются измерения спектров электронного рассеяния. Преимуществами этого метода являются известность характера взаимодействия (электромагнитное взаимодействие), его слабость, благодаря которой процесс не сопровождается сильным искажением ядра. В случае реальных фотонов переданный ядру импульс определяется переданной ядру энергией, тогда как в случае виртуальных фотонов (электронов) имеется возможность независимо изменять как переданный импульс, так и переданную энергию.

Первые измерения  $(e, e')$ -спектров на ядрах, выполненные в области квазиупругого пика, были нацелены на определение средней энергии связи и среднего ферми-импульса нуклонов в ядрах /1/. В дальнейших экспериментах рассматривалась и область рождения первого пион-нуклонного резонанса /2,3/. Экспериментальные результаты интерпретировались в импульсном приближении в разных моделях ядра. Согласно импульсному приближению считается, что взаимодействие виртуального фотона происходит только с одним нуклоном, остальные нуклоны остаются вне зоны взаимодействия. При этом свойства нуклонов в свободном и связанном в ядре состоянии принимаются как идентичные. Некоторые расхождения между экспериментом и теорией связывают с особенностями нуклонов в среде ядерной материи и механизмом взаимодействия виртуального фотона с ядрами.

Более информативными являются  $(e, e')$ -эксперименты, нацеленные на определение продольной ( $R_L$ ) и поперечной ( $R_T$ ) функций отклика ядра, или полных сечений взаимодействия продольно и поперечно поляризованных виртуальных фотонов с ядром. Известно, что продольная часть сечения в основном определяется механизмом однонуклонного выбивания, в то время как поперечная функция отклика (или поперечное сечение) чувствительна к мезонным эффектам.

Особый интерес представляют данные о продольной функции отклика  $R_L$ . Помимо оценок на вклад чарных возмущений, эти

данные могут являться свидетельством модификации внутренних свойств нуклона в ядерной среде согласно правилу кулоновских сумм /4/.

В последние годы коллаборацией MIT и Сакле выполнены экспериментальные работы по разделению  $R_L$  и  $R_T$  для ряда ядер ( $^3\text{He}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{48}\text{Ca}$  и  $^{56}\text{Fe}$ ) в области переданных импульсов  $|\vec{q}| \leq 550$  МэВ/с /5-8/.

Хотя традиционные модели ядра, в которых рассматриваются только нуклонные степени свободы, находятся в удовлетворительном согласии с экспериментальными сечениями  $(e, e')$ -рассеяния, они не позволяют одновременно описывать результаты продольной и поперечной функций отклика. Более того, экспериментальные значения по правилу кулоновских сумм для тяжелых ядер получаются на ( $\sim 20+40$ )% меньше теоретических предсказаний, что в настоящее время не находит однозначного и количественного теоретического объяснения. В этой связи актуальной проблемой являются систематические измерения инклюзивных спектров  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах в области квазиупругого пика и рождения  $\Delta_{33}$ -резонанса при начальных энергиях  $E_0 > 1$  ГэВ и разделение продольной и поперечной функций отклика при высоких переданных импульсах ( $|\vec{q}| > 550$  МэВ/с), где ожидается сильное различие в расчетах использованием модифицированного и свободного формфактора нуклона. В этой связи возрастают требования, предъявляемые к эксперименту. В частности, возникает необходимость тщательного учета радиационных искажений в экспериментальных спектрах, что осложняет как программу измерений, так и методы обработки результатов.

Цель работы. Основная цель настоящей работы заключается в следующем:

1. Измерение дифференциальных сечений  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  в области квазиупругого пика и  $\Delta_{33}$ -резонанса при  $E_0 = (1.4+2.2)$  ГэВ и  $\theta = 16$  и  $18^\circ$ .

2. Получение экспериментальных спектров  $(e, e')$ -рассеяния, свободных от радиационных искажений, для ядер  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  и анализ этих данных для  $^{12}\text{C}$  совместно с данными группы Сакле /6/ для получения информации о продольной и поперечной

функциях отклика в области переданных импульсов  $550 < |\vec{q}| \leq 660$  МэВ/с.

3. Для достижения поставленной цели усовершенствовать экспериментальную установку, в том числе систему формирования и транспортировки  $e^-$ -пучка и магнитный спектрометр. Проводить детальные исследования характеристик установки и влияния различных экспериментальных факторов на точность проводимых измерений.

Научная новизна работы. Впервые в области  $E_0 = (1.4 + 2.2)$  ГэВ и при значении параметра поляризации виртуального фотона  $\epsilon \sim 1$  проводились систематические измерения инклюзивных спектров  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  в области квазиупругого пика и  $\Delta_{33}$ -резонанса.

Реализована модельно-независимая процедура восстановления радиационно неискаженных спектров  $(e, e')$ -рассеяния по методике численного решения интегрального уравнения на базе вспомогательных спектров, измеренных при более низких энергиях, и впервые показано, что используя в качестве вспомогательных 2-3 спектра с шагом измерения  $\sim 200$  МэВ, можно обеспечить точность восстановления не хуже (3+4)%.

С привлечением аналогичных данных работы /6/ впервые получены продольная и поперечная функции отклика для ядра  $^{12}\text{C}$  в области переданных импульсов  $|\vec{q}| = (550+660)$  МэВ/с.

Практическая ценность работы. Усовершенствованная экспериментальная установка служит базой для проведения долгосрочной программы по электророжению частиц.

Созданная программа восстановления радиационно неискаженных сечений по экспериментально измеренным спектрам  $(e, e')$ -рассеяния может успешно применяться как в БрФМ, так и в других научных центрах. Данный метод восстановления может использоваться в широкой кинематической области электронного рассеяния от квазиупругого пика до глубоко неупругой области.

Измеренные дифференциальные сечения  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  могут быть включены в общий банк данных и использованы в качестве вспомогательных для восстановления радиационно неискаженных сечений других измерений и

для разделения  $R_L$  и  $R_T$  при более высоких переданных импульсах.

Полученные экспериментальные результаты по сечениям  $(e, e')$ -рассеяния, свободных от радиационных искажений, и по продольной и поперечной функциям отклика могут послужить для проверки различных теоретических предсказаний.

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы докладывались на научных семинарах ЕрФИ, на Всесоюзном семинаре "Электромагнитные взаимодействия адронов в резонансной области энергий" (Харьков, 1989 г.), на Международном совещании "Структура адрона-87" (Чехословакия, 1987 г.) и опубликованы в виде препринтов ЕрФИ и статей в центральных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложений и списка литературы. Она изложена на 119 страницах машинописного текста, включая 36 рисунков, 7 таблиц и 100 наименований цитируемой литературы.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность экспериментальных исследований спектров  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах в области квазиупругого пика и рождения  $\Delta_{33}$ -резонанса, рассматриваются цели проведенных работ.

В первой главе приведены основные выражения дифференциального сечения электронов на нуклонах и ядрах, определены кинематические переменные. Представлен обзор и анализ экспериментальных и теоретических работ по рассеянию электронов на ядрах при промежуточных энергиях в области квазиупругого пика и  $\Delta_{33}$ -резонанса. Обсуждаются работы по измерению инклюзивных спектров  $(e, e')$ -рассеяния, определению продольной и поперечной компонент сечений, анализу согласно концепции  $Y$ -скейлинга. Рассматриваются некоторые совпадательные эксперименты, когда вместе с рассеянными электронами регистрируются выбитые из ядра протоны.

Во второй главе приводится описание экспериментальной установки (рис. I), на которой были проведены измерения

спектров  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^{90}\text{Zr}$  и  $^{12}\text{C}$ .

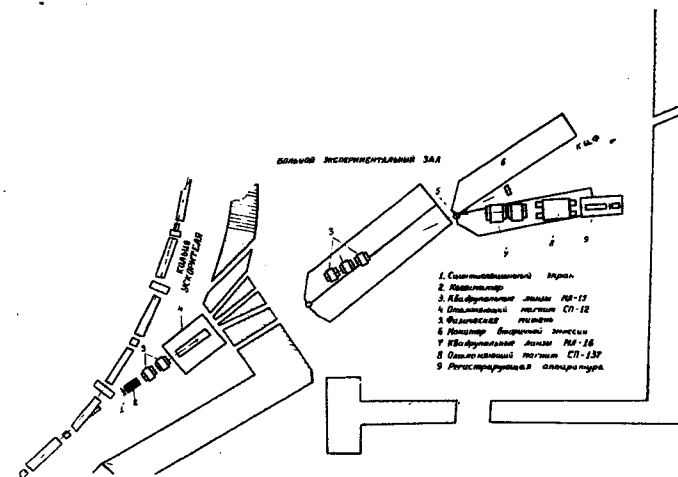


Рис. I. Схема экспериментальной установки.

Представлены система транспортировки пучка, метод расчета режима настройки тракта и транспортировки пучка выведенных электронов. Приводятся магнитные характеристики магнитных элементов электронного тракта и магнитного спектрометра. Подробно описаны основные узлы спектрометра. Рассматривается блок-схема электроники экспериментальной установки.

Ранее существующая система транспортировки пучка имела ряд недостатков, которые ограничивали возможности транспортировки и фокусировки пучка, а небольшие нестабильности параметров пучка приводили к существенным изменениям интенсивности пучка выведенных электронов и фоновых условий в экспериментальном зале. Усовершенствование тракта потребовало некоторой перестановки его элементов. В систему был добавлен корректирующий магнит, с помощью которого отклонениями в вертикальной плоскости достигалась регулировка положения пучка на мишени. Предварительно проводились расчеты оптимального режима настройки тракта. Исходным условием являлось получение минимальных размеров пучка на мишени при максимальной светосиле канала. В усовершенствованном варианте тракта осуществлена транспортировка пучка в экспериментальный зал

и его фокусировка на мишени в интервале энергий (1.0 + 4.5) ГэВ с интенсивностью  $\sim 10^{10}$  е<sup>-</sup>/сек. Полученные реальные значения режимов магнитных элементов в пределах 5% совпадают с расчетно ожидаемыми значениями.

Магнитный спектрометр предназначен для регистрации и определения энергии электронов, рассеянных на мишени в интервале энергий (0.5+2.2) ГэВ. Магнитооптический тракт спектрометра состоит из двух квадрупольных линз и отклоняющего магнита, установленного под углом  $12^\circ$  относительно горизонтальной плоскости. Спектрометр работает в режиме "фокус-фокус" в двух плоскостях. Регистрирующая аппаратура состоит из трех апертурных счетчиков, импульсного годоскопа и системы идентификации электронов и расположена под углом  $24^\circ$  относительно горизонтальной плоскости. Импульсный годоскоп служит для определения энергии захватываемых спектрометром электронов и состоит из 17 спинтилляционных счетчиков, поперечные размеры которых подобраны таким образом, чтобы обеспечить энергетическое разрешение 1%. Система идентификации электронов состоит из трех, так называемых  $dE/dx$ -счетчиков, перед которыми установлен конвертор из свинца толщиной 16 мм. Принцип работы этой системы основан на том очевидном факте, что если каждый из счетчиков  $dE/dx$  настроить на низкую эффективность регистрации одиночных частиц нелинейной природы, то вероятность одновременной ее регистрации всеми тремя счетчиками системы можно сделать пренебрежимо малой. Электроны же, вследствие размножения в конверторе, будут давать в счетчиках амплитуду, в несколько раз превышающую амплитуду от одиночной частицы, поэтому эффективность их регистрации останется высокой. Увеличение энергетического акцептанса привело к соответствующему увеличению апертурных и  $dE/dx$ -счетчиков. При определении размеров этих счетчиков исходили из условия обеспечения захвата частиц в диапазоне 17% от энергии настройки. Телесный угол спектрометра задавался размерами окна коллиматора, установленного перед первой линзой. Коллиматор обеспечивал угловой захват  $\pm 1^\circ$  в горизонтальной плоскости. При выборе вертикального размера окна исходили из условия обеспечения

100% прохождения частиц через магнитооптический тракт, апертурные и  $dE/dx$ -счетчики, при этом телесный угол спектрометра составляет  $\sim 0.75$  мр.

В третьей главе приведены результаты по исследованию характеристик установки.

Описана программа моделирования магнитного спектрометра, которая имеет возможность учитывать многократное рассеяние (при наличии воздуха в тракте). С помощью этой программы рассчитывались акцептанс и энергетические разрешения отдельных каналов импульсного годоскопа спектрометра и были исследованы зависимости указанных параметров от экспериментальных факторов: положения пучка на мишени, настройки режимов магнитных элементов, наличия воздуха в тракте спектрометра. В результате исследования показано, что:

- отклонение режимов линз от оптимального ухудшает энергетическое разрешение магнитного спектрометра, достигая от 1 до 1,8%, когда обе линзы отклонены от оптимального режима на  $\pm 5\%$ ;

- отклонение режимов линз от оптимального в пределах  $\pm 5\%$  не меняет значение акцептанса магнитного спектрометра;

- смещение положения пучка на мишени в горизонтальной плоскости в пределах  $\pm 1$  см не меняет значение акцептанса;

- смещение пучка в вертикальной плоскости  $\pm 1$  см приводит к изменению энергетической шкалы регистрации на  $-0,5\%$ ;

- при наличии воздуха в тракте спектрометра энергетическое разрешение при энергии настройки 0.5 ГэВ в 2,5 раза ухудшается по сравнению с разрешением при энергии 2 ГэВ (рис. 2).

Исследование характеристик магнитного спектрометра проводилось с помощью измерений на выведенном пучке при  $E_0 = 1.76$  ГэВ. Вся необходимая информация записывалась на магнитную ленту с помощью ЭВМ. Во время обработки и анализа данных получены характеристики установки, снятые при разных фоновых условиях и в разных физических областях измерений. Показано, что эффективность регистрации электронов телескопом  $dE/dx$  равна  $\sim 85\%$ , при этом для пионов эффективность составляет  $\sim 2\%$ .

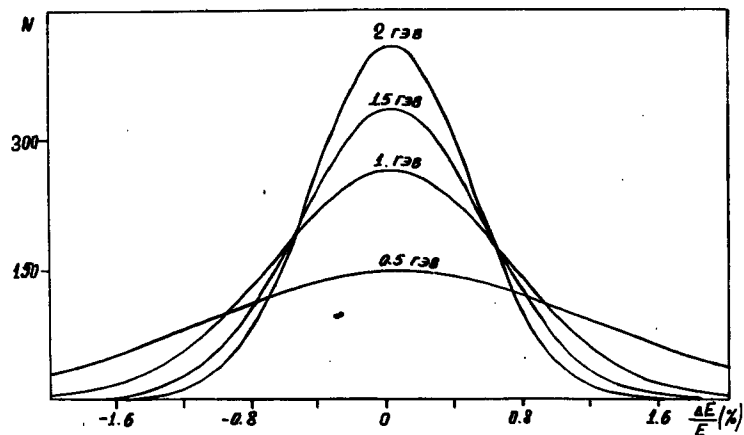


Рис. 2. Кривые энергетических распределений при значениях энергии настройки спектрометра 0.5, 1.0, 1.5 и 2.0 ГэВ (при наличии воздуха в спектрометрическом тракте).

Четвертая глава посвящена описанию методики измерений, обработки и обсуждению экспериментальных результатов. Подробно рассмотрены процедура измерений, учет фоновых процессов, абсолютная нормировка и определение измеренных сечений. Подробно описана процедура восстановления неискаженных радиационными эффектами дифференциальных сечений  $(e, e')$ -рассеяния. Приведено сравнение измеренных радиационно-поправленных экспериментальных сечений с теоретическими расчетами в Ферми-и оболочечной модели ядра. Приведено сопоставление полученных сечений для ядра  $^{12}\text{C}$  с данными Сакле /6/. Представлены полученные продольные и поперечные функции отклика для ядра  $^{12}\text{C}$  при переданных импульсах  $|\vec{q}| = 600, 660 \text{ МэВ/с}$ .

Измерения дифференциальных сечений  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  в области квазиупругого пика и  $\Delta_{33}$ -резонанса проводились при начальных энергиях  $E_0 = 1.45, 1.67, 1.93$  и  $2.13 \text{ ГэВ}$  и при углах рассеяния  $16$  и  $18^\circ$ . Толщина мишеней составляла  $t = 0.04 \text{ рад.длин}$ . Общий фон экспериментального зала измерялся двумя способами: измерениями без ми-

шени и измерениями с закрытым окном входного коллиматора спектрометра. Оба метода показали, что фон не превышает 1% от исследуемого процесса. Вклады от процесса  $\gamma \rightarrow e^+e^-$  и от неподавленных пионов измерялись при обратной полярности спектрометра. Этот фон составлял  $\sim 3\%$  в области рождения  $\Delta_{33}$ -резонанса и  $\sim 1\%$  — в области квазиупругого пика. Абсолютная нормировка измеренных сечений проводилась с помощью измерений спектров электронов, рассеянных на  $\text{CH}_2$  и  $^{12}\text{C}$  мишенях с толщинами  $t = 0.02 \text{ рад.длин}$ . Вычитанием этих спектров находился вклад упруго рассеянных электронов на водороде. Сравнение экспериментальных результатов с расчетным упругим пиком позволило для каждого кинематического условия определить калибровочный коэффициент.

На рис. 3 представлены измеренные спектры  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  до устранения радиационных поправок.

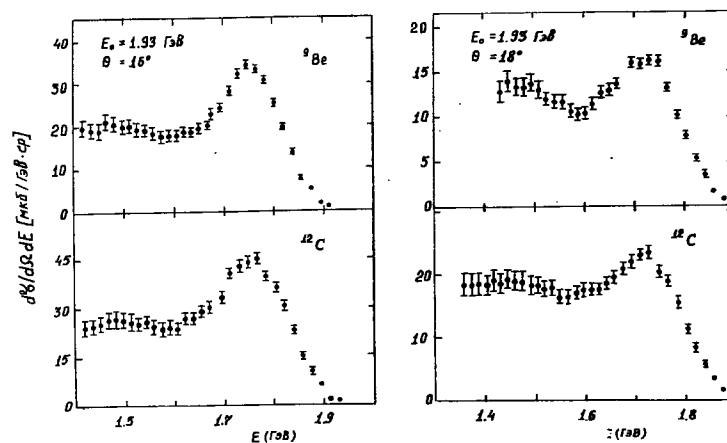


Рис. 3. Спектры  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  до устранения радиационных поправок при  $E_0 = 1.93 \text{ ГэВ}$  и  $\theta = 16$  и  $18^\circ$ .

Экспериментальные точки содержат статистические ошибки и ошибки, связанные с определением эффективностей счетчиков годоскопа. Систематические ошибки составляют  $\leq 10\%$

При начальных энергиях (1.67+2.13) ГэВ выполнена программа восстановления радиационно неискаженных сечений. Процедура восстановления опиралась на теоретические расчеты работы /9/ и является реализацией метода, описанного в работе /10/. Для нахождения неискаженных сечений, находящихся между измеренными значениями, использованы квадратичные и кубические полиномы вдоль постоянной эффективной массы. Показано, что с помощью такой интерполяции, имея в качестве вспомогательных 2-3 спектра с шагом измерения по  $E_0 \sim 200$  МэВ, можно обеспечить точность восстановления неискаженных сечений 3-4%.

На рис. 4 приведены исходный и радиационно поправленный экспериментальные спектры на ядре  $^{12}\text{C}$  при  $E_0 = 1.93$  ГэВ и  $\theta = 18^\circ$ .

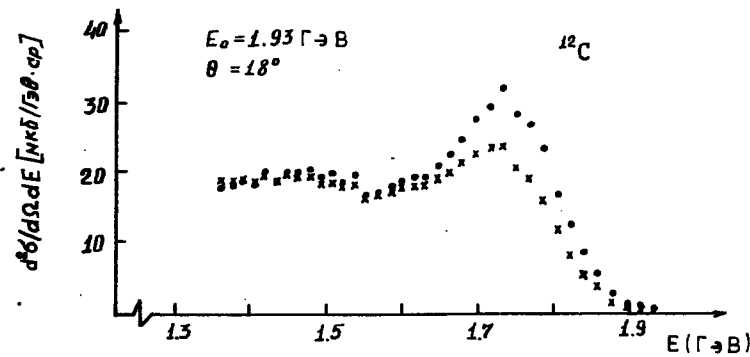


Рис. 4. Исходные и радиационно поправленные экспериментальные сечения ( $e, e'$ )-рассеяния на ядре  $^{12}\text{C}$  при  $E_0 = 1.93$  ГэВ и  $\theta = 18^\circ$ :

- \* - радиационные сечения;
- - радиационно неискаженные сечения.

Теоретические кривые рассчитаны согласно работе /11/ и при помощи обобщения структурных функций дейтрона /12/ для комплексных ядер. Сравнение измеренных радиационно поправленных спектров с теоретическими расчетами показывает, что обо-

лочечная модель ядра удовлетворительно описывает экспериментальный спектр в области квазиупругого пика и  $\Delta_{33}$ -резонанса (рис. 5). Между двумя пиками имеется превышение эксперимента над теорией. Расчеты в Ферми-модели ядра плохо описывают экспериментальные данные в области квазиупругого пика, однако предсказывают максимум в области рождения  $\Delta_{33}$ -резонанса. Учет высокоимпульсной компоненты к волновой функции ядра Ферми-модели, согласно работе /13/, увеличивает вклад сечения в провале между двумя пиками и улучшает согласие расчета с экспериментом в области квазиупругого пика.

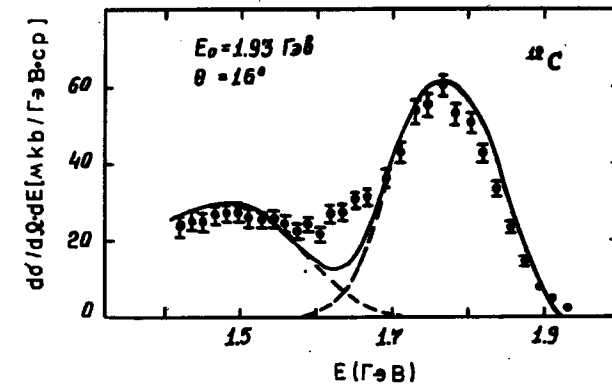


Рис. 5. Экспериментальный спектр ( $e, e'$ )-рассеяния на ядре  $^{12}\text{C}$  при  $E_0 = 1.93$  ГэВ и  $\theta = 16^\circ$ , свободный от радиационных искажений. Сплошная кривая - теоретический расчет в оболочечной модели ядра с использованием выражения работы /12/, обобщенного для  $^{12}\text{C}$ .

На рис. 6 представлены продольная и поперечная функции отклика для ядра  $^{12}\text{C}$  в области квазиупругого пика и частично  $\Delta_{33}$ -резонанса при  $|\vec{q}| = 600$  МэВ/с, полученные с помощью использования измеренных нами сечений ( $e, e'$ )-рассеяния с привлечением данных работы /6/.

В приложениях приведены таблицы исходных и радиационно поправленных экспериментальных сечений ( $e, e'$ )-рассеяния на

ядрах  ${}^9\text{Be}$  и  ${}^{12}\text{C}$ .

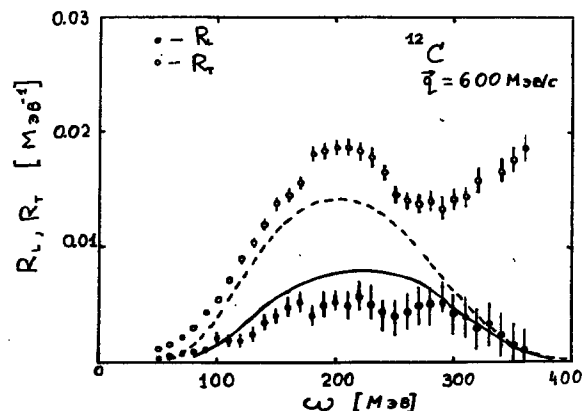


Рис. 6. Продольная и поперечная функции отклика ядра  ${}^{12}\text{C}$  при  $|\vec{q}| = 600 \text{ МэВ/с}$ .  
Кривыми приведены расчеты по оболочечной модели ядра согласно работ /II/.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы:

1. Усовершенствована система транспортировки и формирования выведенного  $e^-$ -пучка, что значительно улучшило фоновые условия эксперимента.

2. Рассчитаны и созданы новые варианты детекторов, в результате чего удалось увеличить энергетический акцептанс спектрометра в  $\sim 1,5$  раза.

3. Проведены исследования влияния экспериментальных факторов на разрешение и акцептанс магнитного спектрометра, в результате которого показано, что:

- отклонение режимов линз от оптимального ухудшает энергетическое разрешение магнитного спектрометра, достигая от 1 до 1.8%, когда обе линзы отклонены от оптимального режима на  $\pm 5\%$ ;

- отклонение режимов линз от оптимального в пределах  $\pm 5\%$  практически не меняет значение акцептанса магнитного

спектрометра;

- смещение положения пучка на мишени в горизонтальной плоскости в пределах  $\pm 1$  см не меняет значение акцептанса;  
- смещение пучка в вертикальной плоскости  $\pm 1$  см приводят к изменению энергетической шкалы частиц регистрации на  $\pm 0.5\%$ ;

- при наличии воздуха в тракте спектрометра энергетическое разрешение при энергии настройки 0.5 ГэВ в 2,5 раза ухудшается по сравнению с разрешением при энергии 2 ГэВ.

4. Измерены инклюзивные спектры  $(e, e')$ -рассеяния на ядрах  ${}^9\text{Be}$  и  ${}^{12}\text{C}$  в области квазиупругого пика и рождения  $\Delta_{33}$ -резонанса при начальных энергиях  $E_0 = 1.45, 1.67, 1.93$  и 2.13 ГэВ и при углах рассеяния  $\theta = 16$  и  $18^\circ$ .

5. Разработана процедура восстановления радиационно неискаженных спектров по методике численного решения интегрального уравнения на базе вспомогательных спектров при более низких энергиях.

6. При  $E_0 = (1.67+2.13) \text{ ГэВ}$  и  $\theta = 16$  и  $18^\circ$  получены экспериментальные спектры  $(e, e')$ -рассеяния, свободные от радиационных искажений. Сравнение экспериментальных данных с расчетами в оболочечной и Ферми-моделях ядра показывает, что:

- оболочечная модель удовлетворительно описывает экспериментальный спектр  $(e, e')$ -рассеяния в области квазиупругого пика и  $\Delta_{33}$ -резонанса. Между двумя пиками имеется превышение эксперимента над теорией;

- Ферми-модель плохо описывает экспериментальные данные в области квазиупругого пика, однако предсказывает максимум сечения в области рождения  $\Delta_{33}$ -резонанса. Учет высокоимпульсной компоненты к волновой функции ядра модели Ферми увеличивает вклад сечения в провале между двумя пиками и улучшает согласие расчета с экспериментом в области квазиупругого пика.

7. С привлечением данных работы /6/ получены продольные и поперечные функции отклика для ядра  ${}^{12}\text{C}$  в области квазиупругого пика и частично  $\Delta_{33}$ -резонанса при переданных импульсах  $|\vec{q}| = (550+660) \text{ МэВ/с}$ .

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях:

1. Арутюнян С.С., Амбарцумян В.Г., Багдасарян Д.С., Бояжян Е.М., Казарян Г.Б., Крмоян Л.В., Мелкумянц В.А., Мкртчян Г.Г., Петросян О.П. Магнитные характеристики квадрупольных линз МЛ-16, МЛ-15 и магнита СП-137. - Ереван, 1981. - 19 с. Препринт ЕФИ-480(23)-81.

2. Багдасарян Д.С., Бояжян Е.М., Казарян Г.Б., Карибян М.Д., Маркарян Э.Р., Мкртчян Г.Г., Трошенкова И.А. Характеристики установки "Электрон" // ПТЭ. - 1986. - № 5. - С. 36-37.

3. Bagdasaryan D.S., Kazaryan G.B., Mkrтчyan H.G., Troshenkova T.A. Investigation of (e,e') scattering on electron synchrotron at Yerevan Physics Institute.- Proc. of "Hadron Structure '87" Conf., Smolenice, 1987.- Physics and Applications.- vol. 14.- p. 305-309.

4. Багдасарян Д.С., Казарян Г.Б., Мкртчян Г.Г. Расчет влияния экспериментальных факторов на акцептанс и разрешение магнитного спектрометра. - Ереван, 1988. - 12 с. Препринт ЕФИ-1069(32)-88.

5. Багдасарян Д.С., Бояжян М.К., Казарян Г.Б., Кечян К.П.-А., Маркарян Э.Р., Мкртчян Г.Г., Петросян О.П., Трошенкова И.А., Татевосян В.О. Измерение спектров (e,e')-рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  в неупругой области при  $Q^2 \leq 0.4$  (ГэВ/с) $^2$ . - Ереван, 1988. - 20 с. Препринт ЕФИ-1077-88.

6. Казарян Г.Б., Мкртчян Г.Г. Восстановление нерадиационных спектров (e,e')-рассеяния в неупругой области. - Ереван, 1988. - 12 с. Препринт ЕФИ-1078(41)-88.

7. Вартапетян Г.А., Мкртчян Г.Г., Трошенкова И.А., Татевосян В.О. Продольная и поперечная функции отклика ядра  $^{12}\text{C}$  при  $\vec{q} = 600$  и  $660$  МэВ/с. - Ереван, 1989. - Препринт ЕФИ-1151(28)-89.

8. Мкртчян Г.Г., Багдасарян Д.С., Бояжян М.К., Казарян Г.Б., Кечян К.П.-А., Татевосян В.О., Трошенкова И.А. Инклюзивные спектры (e,e')-рассеяния на ядрах  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$  в неупругой области при  $Q^2 \leq 0.4$  (ГэВ/с) $^2$  // ВАНТ, серия: Ядерно-физические исследования (теория и эксперимент). - 1990. - Вып. I(9). - С. 32-34.

9. Вартапетян Г.А., Мкртчян Г.Г., Трошенкова И.А., Татевосян В.О., Казарян Г.Б. Исследование продольной и поперечной компонент сечения  $^{12}\text{C}$  (e,e') в области квазиупругого пика // ВАНТ, серия: Ядерно-физические исследования (теория и эксперимент). - 1990. - Вып. I(9). - С. 35-38; Изв.АН РА, серия Физика, -1990.-Т.25.-Вып.3.-С.125-129.

#### Л и т е р а т у р а

1. Moniz E.J., Sick I., Whitney R.R. et al. Nuclear Fermi Momenta from Quasielastic Electron Scattering // Phys. Rev. Lett.- 1971.- vol. 26.- p. 445-448.

2. Mougey J., Bernheim M., Royer D. et al. Deep Inelastic Electron Scattering from  $^{12}\text{C}$  // Phys. Rev. Lett.- 1978. - vol. 41. - p. 1645-1648.

3. Glawe U., Strohbush U., Franz J. et al. High-Energy Scattering on  $^6\text{Li}$  and  $^{12}\text{C}$  as an Incoherent Superposition of Single-Nucleon Processes // Phys. Lett. - 1979. - vol. 89B. p. 44-47.

4. Mc Voy K.W., Van Hove L. Inelastic Electron-Nucleus Scattering and Nucleon-Nucleon Correlations // Phys. Rev. - 1952. - vol. 125. - p. 1034-1039.

5. Barreau P., Bernheim M., Marchand G. et al. Transverse and Longitudinal Response Functions in Deep Inelastic Electron Scattering from  $^3\text{He}$  // Phys. Lett. - 1985. - vol. 153B. - p. 29-32.

6. Barreau P., Bernheim M., Duclos J. et al. Deep Inelastic Electron Scattering from Carbon // Nucl. Phys. - 1983. - vol. A402. - p. 515-540.

7. Merziani Z.E., Barreau P., Bernheim M. et al. Transverse Response Functions in Deep Inelastic Electron Scattering for  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{48}\text{Ca}$  and  $^{56}\text{Fe}$  // Phys. Rev. Lett. - 1985. - vol. 54. - p. 1232-1236.

8. Merziani Z.E., Barreau P., Bernheim M. et al. Coulomb Sum Rule for  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{48}\text{Ca}$  and  $^{56}\text{Fe}$  for  $q \leq 550$  MeV/c // Phys. Rev. Lett. - 1984. - vol. 52. - p. 2130-2133.

9. Miller G. Inelastic Electron Scattering at Large Angles.- Preprint SLAC-129.- 141 p. - 1971.

10. Mo L.W., Tsai Y.S. Radiative Corrections to Elastic and Inelastic ep and  $\mu p$  Scattering // Rev. Mod. Phys. - 1969. - vol. 41. - N 1. - p. 205-239.

11. Азнаурян И.Г., Трошенкова И.А. Рассеяние электронов на легких ядрах в области рождения  $\Delta$ -изобары и квазиупругого пика // ЯФ. - 1986. - Т. 43. - С. 342-345.

12. Atwood W.B., West G.B. Extraction of Asymptotic Nucleon Cross Sections from Deuterium Data // Phys. Rev.- 1973. - vol. D7. - p. 773-783.

13. Bodck A., Ritchie J.L. Fermi-Motion Effects in Deep Inelastic Lepton Scattering from Nuclear Targets // Phys. Rev. - 1981. - vol. 23D. - p. 1070-1091.

Технический редактор А.С.Абрамян

Подписано в печать 05.07.91г.  
Офсетная печать.  
Зак.тип. 130

Формат 60×84×16  
Тираж 170 экз.

Отпечатано в Ереванском физическом институте  
Ереван-36, ул. Братьев Алиханян 2.