

734150

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА, ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

На правах рукописи

КИСЛЯКОВ  
Евгений Федосеевич

ЕДИНАЯ ТЕОРИЯ ПРЯМЫХ И РЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ  
РАСЩЕПЛЕНИЯ ЯДЕР ПРИ ДИФРАКЦИОННОМ РАССЕЯНИИ АДРОНОВ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Специальность 01.04.16 - физика атомного ядра и элемен-  
тарных частиц

Автореферат диссертации на  
соискание ученой степени  
кандидата физико-математи-  
ческих наук

Москва 1982

УДК 539.12

Работа выполнена на кафедре квантовой статистики и теории поля Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук,  
профессор В.В.БАЛАШОВ

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук  
В.Д.ТОНКЕВ  
кандидат физико-математических наук  
В.И.ШВЕДУНОВ

Ведущая организация: Ленинградский институт ядерной физики  
им. Б.П.Константинова

Защита состоится "23" июля 1982 г. в 15 час. на заседании Специализированного совета К.053.05.23 в Московском государственном университете им. М.В.Ломоносова.

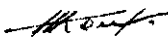
Адрес: Москва, 117234, НИИЯФ МГУ, 19 корпус, аудитория 2-15.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НИИЯФ МГУ.

Автореферат разослан "24" мая 1982 г.

УЧЕБНЫЙ СЕКРЕТАРЬ 

Специализированного совета  
МГУ им. М.В.Ломоносова  
кандидат физико-математических  
наук

 Н.В.КАСК

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Изучение структуры непрерывного спектра ядер занимает все большее место в ядерных исследованиях. Континуум неоднороден: ярким проявлением этой неоднородности является наличие разнообразных по мультипольности, спиновым и изоспиновым характеристикам гигантских резонансов. Перспективным методом спектроскопии ядерных состояний в области непрерывного спектра может быть использование частиц высокой энергии<sup>/1/</sup>. Однако к настоящему времени многие важные вопросы применения этого метода еще недостаточно теоретически разработаны. К ним относятся и вопрос о соотношении прямых и резонансных процессов при расщеплении ядер частицами высокой энергии. В спектрах неупруго рассеянных частиц неоднородности ядерного континуума, связанные с коллективными состояниями, проявляются на фоне сильных прямых переходов, обусловленных квазиупругим рассеянием падающей частицы на отдельных нуклонах ядра, а возможно (особенно в случае сильно взаимодействующих частиц) и на нуклонных кластерах. Принятая в настоящее время методика обработки данных из реакций неупругого рассеяния с целью получения информации и мультипольных гигантских резонансах основывается на представлении о том, что прямое квазиупругое возбуждение и возбуждение гигантских резонансов являются двумя независимыми механизмами расщепления ядра, и, в частности, о том, что их вклады в спектр энергетических потерь рассеиваемой частицы аддитивны (см., например, обзор<sup>/2/</sup>). Такая методика обладает рядом серьезных недостатков, избавиться от которых можно только отказавшись от представления о независимости двух механизмов расщепления ядра.

В настоящее время, в связи с вводом в действие мезонных фабрик, электронных ускорителей с большим рабочим циклом, спектрометров высокой разрешающей способности и т.д., реальной становится перспектива систематического исследования структуры непрерывного спектра ядер частицами высокой энергии. При этом достигнутый уровень развития экспериментальной техники позволяет использовать тонкие экспериментальные методы, такие как методика совпадений. Появляется возможность постановки экспериментов новых типов с частицами высоких энергий. Представляется важным, чтобы анализ этих экспериментов с самого начала проводился с верных теоретических позиций, только при этом условии их преимущества могут быть использованы в полной мере. В свою очередь безмодельная информация о структуре ядерного непрерывного спектра, извлекаемая из таких экспериментов, может оказаться весьма полезной при построении количественно теории ядра и ядерных реакций.

Таким образом, разработка методов единого описания прямых и резонансных процессов расщепления ядер частицами высоких энергий и исследование возможностей новых типов экспериментов с частицами высоких энергий для изучения структуры непрерывного спектра ядер является важной и своевременной задачей.

Метод единого описания прямых и резонансных процессов расщепления ядер разрабатывался для случая реакций электрорасщепления<sup>/3/</sup>. Интересной и мало исследованной областью являются реакции расщепления ядер адронами высоких энергий.

Цель диссертации состоит в разработке метода единого описания прямых и резонансных процессов расщепления ядер адронами высоких энергий и исследовании возможностей корреляционных экспе-

риментов с адронами высоких энергий для изучения структуры непрерывного спектра ядер.

Научная новизна и практическая ценность. В диссертации предложен и развит метод единого описания прямых и резонансных процессов расщепления ядер по одонуклонным каналам при дифракционном рассеянии адронов высоких энергий. Практическая ценность метода состоит в том, что он позволяет рассчитывать все наблюдаемые величины процессов одонуклонного расщепления и дает качественно верную картину структуры непрерывного спектра легких ядер с замкнутыми подболочками в широкой области энергий возбуждения — от порога одонуклонного развала до, приблизительно, порога пинообразования. Метод, в отличие от традиционных подходов, позволяет рассчитывать в т.ч. числа и корреляционные характеристики процессов расщепления ядер в условиях интерференции прямого и резонансного механизмов. Составлены программы, позволяющие численно реализовать предлагаемый метод на современных ЭВМ.

В рамках разработанной теории численно смоделированы эксперименты на совпадения типа  $(p, p'N)$  с протонами энергии 1 Гэв для случая ядра  $^{12}\text{C}$ . Проведено сравнительное рассмотрение процессов  $(e, e'N)$  и  $(p, p'N)$  с частицами высоких энергий. Показано, какую информацию о структуре непрерывного спектра ядер могут дать эти два типа экспериментов.

Впервые проведено исследование влияния эффектов многократного перерассеяния на процессы расщепления ядер адронами высоких энергий в условиях интерференции прямого и резонансного механизмов расщепления. Обнаружен и исследован обусловленный многократным перерассеянием качественный эффект нарушения азимутальной

симметрии функции угловой корреляции относительно оси переданного импульса  $\vec{q}$ . Показано, что эффект необходимо учитывать при исследованиях структуры непрерывного спектра ядер в корреляционных экспериментах с адронами.

Показано, что различие вкладов протонных и нейтронных каналов расщепления ядра в спектр энергетических потерь рассеянного высокоэнергетического адрона в случае легких ядер с  $N = Z$  обусловлено резонансной структурой непрерывного спектра расщепляемого ядра и может быть использовано при экспериментальных исследованиях этой структуры. Предсказанный эффект наблюдался в эксперименте.

Теория расширена для описания процессов расщепления ядер частицами высоких энергий с возбуждением и последующим  $\gamma$ -распадом дискретных уровней остаточных ядер. Рассмотрены процессы типа  $A(a, a'x)B^* \rightarrow B + \gamma$  с адронами высоких энергий. Показано, что в адрон-гамма корреляционных экспериментах можно корректно исследовать одноуклонные каналы распада гигантских резонансов. В рамках разработанной теории выполнен анализ конкретного адрон-гамма корреляционного эксперимента по исследованию структуры непрерывного спектра ядра  $^{16}\text{O}$  пионами с импульсом 2,6 Гэв/с.

Качественные выводы, следующие из теории, согласуются с экспериментом. Разработанный метод может быть использован при планировании и проведении предложенных в диссертации новых типов экспериментов по исследованию структуры непрерывного спектра ядер частицами высоких энергий. Все представленные в диссертации расчеты выполнены впервые, и большинство из них может быть использовано при экспериментальных исследованиях на уже существующих

щих в СССР установах.

Апробация диссертации. Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на научных семинарах НИИЯФ МГУ, ЛФ, ОИЯИ, ФИАН. Они были представлены на Ломоносовских чтениях МГУ (1978, 1979 гг.), на Международном симпозиуме по механизмам ядерных реакций (Гауссиг, ГДР, 1978г.) на Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра (Версаль, 1981 г.).

Публикации. По результатам диссертации опубликовано четыре статьи.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложения. Она содержит 130 страниц машинописного текста, 21 рисунок, 4 таблицы и библиографический список литературы из 103 наименований.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, сформулирована цель работы. Кратко излагается содержание диссертации и формулируются положения, выдвигаемые на защиту.

В первой главе диссертации дается краткий обзор современного состояния экспериментальных и теоретических исследований структуры непрерывного спектра ядер в реакциях с высокоэнергетическими частицами, излагаются общие представления о структуре непрерывного спектра и разбираются методы ее исследования.

В связи с существующими неопределенностями при экспериментальном анализе резонансной структуры непрерывного спектра под-

робно разбирается концепция аддитивности вкладов прямых и резонансных процессов расщепления ядер в спектры энергетических потерь рассеянной частицы, являющаяся основой такого анализа /2/. Показывается ее несостоятельность при исследованиях гигантских резонансов частицами высоких энергий. В области широких перекрывающихся резонансов прямая и резонансная части амплитуды перехода в непрерывный спектр дают сравнимые вклады и не могут наблюдаться в эксперименте по отдельности. В этой области непрерывного спектра необходимо описание двух механизмов расщепления ядра — прямого и резонансного — на единой основе.

Рассматриваются работы других авторов по единому описанию прямого и резонансного механизмов расщепления ядер и вопросы, связанные со спецификой взаимодействия высокоэнергетических адронов с ядрами.

Вторая глава посвящена подробному изложению метода единого описания прямых и резонансных процессов расщепления ядер адронами высоких энергий.

В первом параграфе вводятся основные понятия. Предлагается описывать процессы расщепления ядер в терминах физически наблюдаемых величин. Такой величиной, наблюдаемой в эксперименте на совпадения ( $a, a'$ ), является корреляционная функция отклика

$$\frac{dR_N(E, q, \vec{k}_N)}{d\vec{k}_N} = \sum_f \sum_i \overline{|\langle \Psi_f^{(f)} | \hat{W} | \Psi_i \rangle|^2} \quad (I)$$

которая соответствует испусканию кулона в канале  $N$  в направлении  $\vec{k}_N$ . Здесь  $\Psi_i$  — основное состояние ядра-мишени,



$\Psi_{\dagger}^{(-)}$  - состояние непрерывного спектра системы ядро-остаток плюс испущенный нуклон,  $\hat{W}$  - оператор взаимодействия рассеиваемой частицы с ядром. Усреднение проводится по проекциям спинов частиц в начальном состоянии и суммирование в конечном. Кроме направления импульса испущенной частицы  $\hat{K}_N$ , корреляционная функция отклика зависит еще от энергии  $E$  и импульса  $q$ , переданных рассеиваемой частицей ядру-мишени.

В соответствии с подходом, предложенным в работе<sup>/4/</sup>, волновая функция конечного состояния ядра-мишени  $\Psi_{\dagger}$  находится по методу связанных каналов

$$\Psi_{\dagger} = \Psi_{\dagger} + \frac{1}{E - \hat{H}_0} \hat{V} \Psi_{\dagger}, \quad (2)$$

где  $\hat{H}_0$  и  $\hat{V}$  - соответственно, диагональная и недиагональная по отношению к рассматриваемым каналам расщепления ядра части полного гамильтониана ядра  $A$ ,  $\Psi_{\dagger}$  - собственная функция  $\hat{H}_0$ . Такой метод позволяет без какого-либо изменения модели описать расщепления ядра как в области с доминирующим резонансным возбуждением, так и в области квазупругого выбивания. Предположение аддитивности при этом не требуется.

Обычная функция отклика<sup>/5/</sup> получается из корреляционной интегрированием по направлениям импульса испущенной частицы  $\hat{K}_N$  и суммированием по всем открытым каналам

$$R(E, q) = \sum_N \int \frac{dR_N(E, q, \hat{K}_N)}{d\hat{K}_N} d\hat{K}_N. \quad (3)$$

Для характеристики вкладов отдельных каналов в процесс расщепления ядра вводятся парциальные функции отклика

$$R_N(E, q) = \int \frac{dR_N(E, q, \hat{K}_N)}{d\hat{K}_N} d\hat{K}_N. \quad (4)$$

Во втором параграфе излагается принятый нами метод<sup>/6/</sup> решения уравнения (2). Метод основывается на разбиении полного пространства волновых функций системы из  $A$  нуклонов на два ортогональных подпространства:  $Q$  - дискретных состояний и  $P$  - состояний рассеяния. Полное решение задачи, вследствие соотношения полноты, представляется в виде

$$\Psi = \hat{P}\Psi + \hat{Q}\Psi, \quad (5)$$

где  $\hat{Q} = \sum_R |\Phi_R\rangle\langle\Phi_R|$  - оператор проектирования на подпространство дискретных состояний  $|\Phi_R\rangle$ ;  $\hat{P} = 1 - \hat{Q}$  - оператор проектирования на подпространство состояний рассеяния.

Исходя из такого разбиения выводится представление волновой функции непрерывного спектра системы из  $A$  нуклонов  $|\Psi_f^{(\pm)}\rangle$  в виде суммы решения в  $P$  -пространстве  $|\xi_f^{(\pm)}\rangle$  и резонансных состояний  $|\Omega_p^{(\pm)}\rangle$

$$|\Psi_f^{(\pm)}\rangle = |\xi_f^{(\pm)}\rangle + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \sum_p \frac{\gamma_{fp}}{E - E_p \pm i\Gamma_p/2} |\Omega_p^{(\pm)}\rangle. \quad (6)$$

Здесь  $\gamma_{fp}$  - амплитуда частичной ширины распада резонанса  $p$  по каналу  $f$ ;  $E_p$  и  $\Gamma_p$  соответственно положение и ширина резонанса.

На основе представления (6) разбираются предельные случаи единого подхода, когда доминирует один из механизмов реакции расщепления. Подчеркивается условность разбиения амплитуды реакции расщепления ядра на прямую и резонансную части. Физически наблюдаемые величины описывает только полное решение уравнения (2).

В третьем параграфе дается выражение для оператора взаимодействия высокоэнергетического адрона с ядром-мишенью при рассеянии его на малые углы, полученное в рамках приближения одного

неупругого соударения<sup>/7/</sup> теории Глаубера

$$\hat{W} = \sum_{j=1}^A S(\vec{s}_j) \exp\{i\vec{q}\vec{r}_j\}. \quad (7)$$

Здесь суммирование проводится по всем нуклонам ядра,  $\vec{s}_j$  - проекция координаты нуклона на плоскость, перпендикулярную направлению начального импульса  $\vec{K}$  рассеиваемой частицы.

Искажающий фактор

$$S(\vec{b}) = [1 - \int \Gamma(\vec{b}-\vec{s}) \rho(\vec{r}) d^3\vec{r}]^{A-1} \quad (8)$$

связывает амплитуду рассеяния на ядре с амплитудой рассеяния на одном нуклоне  $f(\vec{q})$  посредством функции профиля нуклона

$$\Gamma(\vec{b}-\vec{s}) = \frac{1}{4\pi k} \int \exp\{i\vec{q}'(\vec{b}-\vec{s})\} f(\vec{q}') d^3\vec{q}'. \quad (9)$$

Здесь  $\rho(\vec{r})$  - плотность основного состояния ядра-мишени, нормированная на единицу;  $\vec{b}$  - прицельный параметр.

Таким образом, для случая дифракционного рассеяния адронов высоких энергий в рамках  $1p-1h$  оболочечной модели с учетом непрерывного спектра и приближения одного неупругого соударения теории Глаубера удается построить амплитуду реакции расщепления ядра по однонуклонным каналам, которая последовательно, на микроскопическом уровне, учитывает как квазистационарные свойства состояний в континууме, так и эффекты многократного перерассеяния налетающего адрона на нуклонах ядра-мишени.

В четвертом параграфе приведены результаты расчетов функции отклика для реакции  $(p, p')$  на ядра:  $^{12}\text{C}$  и  $^{16}\text{O}$  при начальной энергии рассеиваемого протона  $E_p = 1 \text{ ГэВ}$ . Проводится сравнение функций отклика реакции электрорасщепления тех же ядер. Анализировался вклад в функцию отклика отдельных однонуклонных каналов и отдельных мультипольностей  $J^{\pi}$  промежуточного состояния ядра-мишени.

В третьей главе диссертации разработанный метод применяется для сравнительного анализа процессов  $(e, e'N)$  и  $(p, p'N)$  с протонами энергии 1 ГэВ. Все конкретные расчеты данной главы выполнены для ядра  $^{12}\text{C}$  с использованием базиса  $1p-1h$  оболочечной модели непрерывного спектра<sup>/6/</sup>. Мы оставляем в стороне вопросы, связанные с разбросом  $1p-1h$  состояний по состояниям более сложной природы и с тонкой структурой гигантских резонансов. Базис  $1p-1h$  конфигураций является слишком бедным для этих целей. Нашей основной задачей было предугадать новые, не зависящие от выбранного ядра или ядерной модели общие вопросы, с которыми столкнется экспериментатор, применяя методiku совпадения не как традиционный способ изучения прямых процессов квазиупругого выбивания, а для исследования структуры непрерывного спектра ядер.

В первом параграфе разбирается кинематика корреляционного эксперимента  $(x, x'N)$ . Рассматриваются свойства симметрии корреляционной функции отклика при расщеплении ядер электронами и адронами.

Во втором параграфе представлены результаты расчетов корреляционных функций отклика реакций  $(e, e'N)$  и  $(p, p'N)$ . Рассчитаны все основные характеристики процессов расщепления ядра, наблюдаемые в экспериментах такого типа. Показано, как функция угловой корреляции между рассеянной и выбитой частицей деформируется при переходе из одной области непрерывного спектра в другую. Продемонстрированы различия процессов расщепления ядра электронами и протонами.

В третьем параграфе в рамках разработанной модели рассматривается возбуждение и распад гигантского изоскалярного квадруполь-

ного резонанса ядра  $^{12}\text{C}$ . Показываются преимущества исследования этого резонанса в реакциях с адронами высоких энергий по сравнению с реакциями электрорасщепления, связанные с отсутствием фонов изовекторных переходов. Рассматриваются различные однонуклонные каналы распада изоскалярного квадрупольного резонанса. Показано, что разница вкладов протонного и нейтронного каналов в функцию отклика обусловлена резонансной структурой непрерывного спектра в случае расщепления ядра адронами высоких энергий и может быть использована при экспериментальных исследованиях этой структуры.

В четвертом параграфе особо рассматриваются свойства функции угловой корреляции между рассеянной и выбитой частицами в плоскости реакции. Показывается, что нарушение азимутальной симметрии функции угловой корреляции относительно оси переднего импульса  $\vec{q}$  за счет эффектов многократного перерасеяния при расщеплении ядра  $^{12}\text{C}$  протонами с энергией 1 ГэВ оказывается значительным. Исследуются общие свойства азимутальной зависимости функции угловой корреляции. Сформулировано приближенное правило отбора по проекциям полного момента  $J$  промежуточного ядра на направление импульса  $\vec{k}$  налетающей частицы, обусловленное периферическим характером реакций расщепления ядер адронами высокой энергии.

В последнем параграфе излагаются основные выводы из проделанной в данной главе диссертационной работы.

В четвертой главе рассматриваются процессы расщепления ядер адронами высоких энергий с возбуждением и последующим  $\gamma$ -распадом дискретных уровней остаточных ядер.

В первом параграфе кратко описана сложившаяся к настоящему времени экспериментальная ситуация в этой области ядерных исследований.

Во втором параграфе рассматриваются корреляционные характеристики процесса  $A(a, a'x)B^* \rightarrow B + \gamma$ . Исследуется общее выражение для углового распределения  $\gamma$ -квантов в таком процессе. Показано, что в адрон-гамма корреляционных экспериментах с частицами высоких энергий можно корректно исследовать парциальные функции отклика процессов расщепления ядер по однонуклонным каналам. Предлагается использовать методику адрон-гамма совпадений для изучения структуры непрерывного спектра легких ядер.

В третьем параграфе разработанная теория применяется для анализа конкретного адрон-гамма корреляционного эксперимента по исследованию структуре непрерывного спектра ядра  $^{16}\text{O}$   $\pi^+$ -мезонами с импульсом 2,0 Гэв/с. Теория удовлетворительно описывает расщепление ядра  $^{16}\text{O}$  по однонуклонным каналам, в отличие от упрежденных подходов, которые дают качественно неверные результаты. Показано, что единый подход является необходимым элементом теории при малых переданных импульсах ( $q \leq 1,5 \text{ ф}^{-1}$ ).

В заключении перечислены основные результаты, полученные в диссертации.

Приложение содержит информацию об использованной в расчетах  $1p-1h$  оболочечной модели непрерывного спектра ядер  $^{12}\text{C}$  и  $^{16}\text{O}$ .

Основные результаты диссертации, выдвигаемые для защиты:

1. Разработан замкнутый и пригодный для конкретных расчетов метод единого описания прямых и резонансных процессов расщепления ядер по однонуклонным каналам при дифракционном рассеянии адронов высоких энергий.

2. Разработанный метод применен для сравнительного анализа процессов  $(e, e'N)$  и  $(p, p'N)$  с протонами энергии

1 ГэВ на ядре  $^{12}\text{C}$ . Показано, что корреляционные эксперименты  $(e, e'N)$  и  $(p, p'N)$ , проводимые в сочетании друг с другом, могут дать ценную информацию о структуре ядер в области непрерывного спектра, дополнительную по отношению к экспериментам  $(e, e')$  и  $(p, p')$ .

3. Обнаружен и исследован эффект сильного нарушения азимутальной симметрии (функции угловой корреляции относительно направления переданного импульса  $\vec{q}$  при расщеплении ядер адронами. Эффект объясняется периферическим характером реакций с адронами высоких энергий. Показано, что эффект необходимо учитывать в корреляционных экспериментах по исследованию структуры непрерывного спектра ядер адронами.

4. Теория расширена для описания процессов расщепления ядер адронами высоких энергий с возбуждением и последующим  $\gamma$ -распадом дискретных уровней остаточных ядер. Показано, что в адрон-гамма корреляционных экспериментах можно корректно исследовать расщепление ядер по однонуклонным каналам. Предлагается использовать методику адрон-гамма совпадений для исследования структуры непрерывного спектра легких ядер.

5. Выполнен анализ конкретного адрон-гамма корреляционного эксперимента по исследованию структуры непрерывного спектра ядра  $^{16}\text{O}$  пионами с импульсом 2,5 ГэВ/с. Теория удовлетворительно согласуется с экспериментом. Исследовался предсказанный в диссертации эффект различия вкладов протонных и нейтронных каналов расщепления ядра в спектр энергетических потерь рассеянного адрона.

Результаты диссертации опубликованы в работах:

Балашов В.В., Кисляков Е.Ф., Коротких В.Л., Вюнш Р. Роль корреляционных экспериментов в изучении структуры непрерывного спектра ядер с помощью электронов и протонов высокой энергии. - Дубна, 1978. - 43 с. (Препринт О.ИИ: Р4-И1565).

Balashov V.V., Kislyakov E.F., Korotkikh V.L., Wunsch R. Structure Investigations in the Nuclear Continuum by Means of High-Energy ( $e, e'N$ ) and ( $p, p'N$ ) reactions.- In: Proceedings of the VIII - the International Symposium on the Interaction of Fast Neutrons with Nuclei. Selected Topics in Nuclear Reaction Mechanisms.- Gaussig, Nov. 13-17, 1978.- "Zentralinst. Kernforsch. Rossendorf, Dresden (Ber.)", 1979, N 382, p. 95-96.

Balashov V.V., Kislyakov E.F., Korotkikh V.L., Wunsch R. The Role of coincidence Experiments in Studying the Nuclear Continuum with High-Energy Electrons and Protons.- Nucl. Phys., 1980, v. A345, p. 367-385.

Кисляков Е.Ф. К вопросу об угловых распределениях частиц, образующихся при расщеплении ядер адронами. - Вестник МГУ (серия физика и астрономия), 1962, т. 23, вып. 2, с. 66-68.

Кирпичников И.В., Кисляков Е.Ф., Коротких В.Л., Кузнецов В.А., Ланской Д.Е., Старостин А.С. Исследование однонуклонных каналов расщепления ядра  $^{16}\text{O}$  в корреляционном эксперименте. - Москва, 1981. - 14 с. (Препринт ИТФФ, № 78).

Kirpichnikov I.V., Kislyakov E.F., Korotkikh V.L., Kuznetsov V.A. Lanskoi D.E., Starostin A.S. One Nucleon Channels of  $^{16}\text{O}$  Disintegration in Coincidence Experiment.- In: Theses of IX - the International Conference on High-Energy Physics and Nuclear Structure.- Versailles, 1981.- p. 324.



Литература:

1. Балашов В.В. Высоковозбужденные состояния ядер.- Труды II Международной конференции по физике высоких энергий и структуре ядра. Дубна, 7-II сентября 1971 г. (ОИЯИ: ДИ-3340), с. 167-184.
2. Speth J., Van der Woude A. Giant Resonances in Nuclei.- Rep. Progr. Phys., 1981, v. 44, No. 7, p. 719-786.
3. Balashov V.V., Grishanova S.I., Kabachnik N.M., Kulikov V.M., Titarenko N.N. Nucleon Channel coupling in Electro-Disintegration of Nuclei.- Nucl. Phys., 1973, v. A216, No. 3, p. 574-586.
4. Balashov V.V., Kabachnik N.M., Larkov V.I. Quasi-elastic high-energy electron scattering on light nuclei.- Nucl. Phys., 1969, v. A129, No. 3, p. 369-387.
5. Donnelly P.K. and Walecka J.D. Electron scattering and nuclear structure.-Ann. Rev. Nucl. Sci., 1975, v. 25, p. 329-405.
6. Петтер К., Бард К.В., Вюш Р., Хён И. Расчеты по методу связанных каналов в рамках оболочечной модели с учетом непрерывного спектра. - ЭЧАЯ, 1975, т. 6, вып. 2, с. 435-460.
7. Karapetyan V.V., Mileev V.N., Titarenko N.N. Inelastic and Charge-Exchange Scattering of High-Energy protons by Light Nuclei.- Nucl. Phys., 1973, v. A203, No. 3, p. 561-577.

---

Подписано к печати 02.02.82      Л90123      Печ.л. I, 25  
Формат 60 х 90 I/16.      Тираж 140 экз.      Заказ 271.

---

Отпечатано в ИТЭФ, П17259, Москва, Б.Черемушкинская, 25





80000006997926

✓

1

1