

Академия Наук Украины  
Институт ядерных исследований

На правах рукописи

УРИН Владимир Наумович

УДК.539.17

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ ВЫСОКОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ  
ЯДРА  $^{8}\text{Be}$  В РАССЕЯНИИ И РЕАКЦИЯХ

01.04.16 - физика ядра и элементарных частиц

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Киев - 1992



00816274 (S)

Робота виконана в інституті ядерних досліджень АН України

Научні керівники: академик АН України, доктор фізико-математических наук, професор  
НЕМЕЦ О.Ф.

доктор фізико-математических наук,  
ведучий научний співробітник

ЯСНОГОРОДСКИЙ А.М.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математических наук,  
професор  
ФІЛИППОВ Г.Ф.

доктор фізико-математических наук,  
професор  
ЗАЙКА Н.И.

Ведуча організація: Київський університет, г. Київ

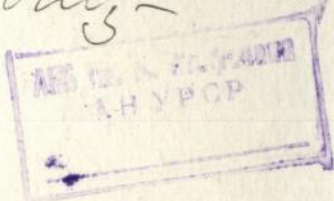
Захита состоится "26" кабры 1992 г. в 14<sup>15</sup> час.  
на засіданні спеціалізованого совета Д 016. 03. 01  
при Інституті ядерних досліджень АН України по адресу:  
г. Київ, пр. Науки, 47.

С дисертацією можна ознакоми́тися в бібліотеці ІЯІ АНУ.

Автореферат разо́слан "26" квітня 1992 г.

Учений секретар  
спеціалізованого совета

В. Д. Чеснокова  
Чеснокова В.Д.



## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Постоянный интерес к теоретическому и экспериментальному изучению малонуклонных систем (в частности, ядер  $Ip$ -оболочки) во многом объясняется их характеристиками, позволяющими использовать для рассмотрения этих ядер достаточно строгие теоретические подходы и осуществлять проверку различных модельных допущений.

В последние годы при изучении свойств ядер  $Ip$ -оболочки значительное внимание уделяется области возбуждения в несколько десятков МэВ. Это связано не только с развитием техники эксперимента (в частности, с возможностью получения соответствующих энергий налетающих частиц), но и с заметным прогрессом в развитии теоретических расчетов, основанных на микроскопическом подходе, которые доводятся до конкретного результата для все более сложных ядерных систем. Так, расчеты в рамках современной микроскопической кластерной теории предсказывают существование у этих ядер резонансных состояний, в том числе и узких, в области возбуждения выше 20–30 МэВ.

В то же время экспериментальные данные для этой области энергий сравнительно немногочисленны, а во многих случаях просто отсутствуют, что делает актуальным использование изохронного циклотрона У-240 ИЯИ АНУ для получения такой информации.

### Цель работы:

- создание эффективной многофункциональной автоматизированной измерительной установки, включающей ЭВМ на линии, для выполнения экспериментов на изохронном циклотроне У-240;

- экспериментальное исследование области возбуждения 28- 56 МэВ ядра  $^8\text{Be}$ , поскольку и для него недавние теоретические расчеты предсказывают существование в этой области довольно большого числа резонансных состояний;

- анализ полученных данных по энергетическим зависимостям угловых распределений, направленный на выявление возможных высоковозбужденных состояний.

Новизна, научная и практическая ценность работы. Создана полностью автоматизированная установка с ЭВМ на линии, использованная для измерения угловых распределений продуктов ядерных реакций. В состав установки входит специально разработанная многоканальная система программного дистанционного управления, обеспечивающая возможность выполнения цикла из нескольких экспозиций без вмешательства экспериментатора и повысившая эффективность использования измерительного времени. Разработаны и созданы отдельные электронные блоки, в том числе быстрый дифференциальный дискриминатор с каналом временной привязки, высокие временные характеристики которого обусловлены использованием технического решения, защищенного авторским свидетельством на изобретение.

Измерены угловые распределения упругого рассеяния  $^4\text{He}(\alpha, \alpha)^4\text{He}$  в области энергий  $E_\alpha = 56 - 95$  МэВ и реакции  $^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}$  в диапазоне  $E_p = 29 - 45$  МэВ при неисследованных ранее значениях энергии. Впервые измерены угловые распределения реакции  $^6\text{Li}(d, \alpha)^4\text{He}$  в диапазоне  $E_d = 18 - 38$  МэВ.

Выполнен фазовый и полиномиальный анализ полученных экспериментальных результатов с привлечением данных из работ других авторов. В рамках фазового анализа упругого  $\alpha\alpha$ - рассеяния в отличие от известных ранее расчетов обнаружены аномалии в энергетических зависимостях фазовых сдвигов. В частности, получены некоторые основания для того, чтобы приписать состоянию 28,6 МэВ ядра  $^8\text{Be}$  значение спина, равное 2. Отклонение от плавного хода в  $\eta_0(E_x)$  при 33,5 МэВ позволяет предположить наличие максимума в неупругом сечении. Требуется дальнейшего исследования также возможная аномалия для парциальных волн с  $L = 0,6$  при 36 МэВ.

Впервые получены значения интегрального сечения  $\sigma_{\alpha}(E)$  реакции  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  в диапазоне 18 - 38 МэВ. В этом сечении обнаружен пик, который соответствует высоковозбужденному состоянию ядра  ${}^8\text{Be}$  при  $E_x \sim 50$  МэВ. По предварительной оценке его ширина меньше 2 МэВ. Уточнены также значения интегрального сечения реакции  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  в диапазоне  $E_p = 15 - 45$  МэВ.

Выполненные методические разработки найдут дальнейшее применение для получения новой экспериментальной информации. Часть из них уже используется другими экспериментальными группами.

Полученные в работе физические результаты могут быть полезными для дальнейшего развития теоретических расчетов высоковозбужденных состояний ядер, а также, при разработке моделей нуклеосинтеза.

Апробация работы и публикации. Основные результаты диссертации представлялись или докладывались на 33, 37 и 39 Сессиях по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, на 6 Всесоюзной конференции по нейтронной физике (Киев, 1983 г.), на II Всесоюзном семинаре по автоматизации исследований в ядерной физике и смежных областях (Новосибирск, 1982 г.), содержатся в публикациях, список которых приведен в конце автореферата.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и двух приложений. Работа изложена на 108 страницах, включая 19 рисунков, 8 таблиц (на 23 стр.) и список цитируемой литературы из 81 наименования на 8 страницах.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность изучаемой проблемы, сформулирована цель исследований, кратко изложены результаты исследований, выносимые на защиту, поясняется структура диссертации.

В первой главе приводятся краткие характеристики объекта исследований - ядра  ${}^8\text{Be}$ , в том числе, последние данные о возбужденных состояниях этого ядра. Дается сжатый обзор теоретических расчетов для легчайших ядер с использованием различных версий современной микроскопической кластерной теории. Такие расчеты предска-

зывают наличие у этих ядер высоковозбужденных состояний различной природы. В частности, для  ${}^8\text{Be}$  предсказано существование в области возбуждения выше 30 МэВ нескольких групп состояний шириной меньше 1 МэВ с  $J^\pi = 0^+, 2^+, 4^+$ .

Такие состояния могут достаточно заметно проявляться в упругом  $\alpha\alpha$ -рассеянии, которое дает наиболее точную информацию об уровнях с  $\alpha$ -частичной конфигурацией, а также, в реакциях  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  и  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$ , где можно ожидать проявления других конфигураций. Поэтому, далее приводится обзор известных экспериментальных результатов для указанных процессов при возбуждении  ${}^8\text{Be}$  выше 28 МэВ.

Сопоставление результатов теоретического и экспериментального обзоров позволило сделать вывод об актуальности проведения на циклотроне У-240 дальнейших исследований этой области энергий возбуждения  ${}^8\text{Be}$ .

Вторая глава содержит описание экспериментальной установки, а также, методических разработок и экспериментов, выполненных при ее создании.

Основная часть физического оборудования, в том числе, вакуумная реакционная камера и исполнительные механизмы, дававшие возможность дистанционно изменять начальные условия эксперимента, т. е. положение детекторов, мишеней, диафрагм и т.п., размещались в одном из экспериментальных помещений изохронного циклотрона У-240.

Электронный измерительный тракт был собран по схеме многоканального амплитудного спектрометра с использованием традиционной  $\Delta E$ - $E$  методики. В качестве  $\Delta E$ -детекторов применялись кремниевые поверхностно-барьерные детекторы толщиной 50 - 500 мкм при разрешении 1%. Литий-дрейфовые детекторы на основе р-кремния имели толщину до 4 мм при разрешении 2 - 2,5%.

При проведении измерений установка включалась в состав программно-аппаратного комплекса, который был создан в ИЯИ АН Украины для автоматического управления накоплением данных в ядерно-физических экспериментах. Управление установкой в перерывах между экспозициями осуществлялось с помощью специально разработанной автором многоканальной системы: дистанционного программно-ручного управления. Система была связана с ЭЕМ через магистраль КАМАК и позволяла программно управлять работой большого числа (до 24-х)

исполнительных механизмов. Приведены описания блок-схемы и принципа работы системы управления, а также, принципиальные схемы отдельных ее узлов.

Использование данного комплекса в экспериментах на циклотроне У-240 обеспечило возможность полностью автоматического выполнения измерений угловых распределений и позволило получить экономию до 20% измерительного времени при экспозициях порядка 1 часа.

Далее описаны преобразователи ток-число двух типов, разработанные для мониторинга тока пучка заряженных частиц на мишени. Приведены их принципиальные схемы и технические характеристики. Получена точность преобразования 0,1 - 1% при долговременной нестабильности 0,1 - 0,5% и температурной нестабильности в диапазоне 20 - 40°C - 0,1 - 1%.

Чтобы обеспечить возможность проведения на установке корреляционных и времяпролетных измерений, был разработан быстрый дифференциальный дискриминатор с каналом временной привязки по постоянной части входного сигнала. Описана его принципиальная схема, а также, эксперименты по определению основных характеристик. Получена точность привязки не хуже 80 пс к сигналам с фронтом 2,5 - 22 нс в амплитудном диапазоне 0,05 - 5,5 В. Диапазон регулировки нижнего порога дискриминатора - 0,05 - 2,5 В, верхнего - 0,1 - 5В.

Завершается вторая глава описанием методических экспериментов по определению монохроматичности и энергии выведенного пучка циклотрона У-240 с помощью первого в стране однокристалльного спектрометра длинопробежных заряженных частиц с детектором из особо чистого германия. Измерения проводились на пучках дейтронов и частиц с использованием мишеней из  $^{27}\text{Al}$ ,  $^9\text{Be}$  и  $^{12}\text{C}$ . Энергия пучка определялась с точностью не хуже 0,65%, а относительная монохроматичность составляла не более 0,32%, что близко к проектным характеристикам ускорителя.

В третьей главе приведено описание экспериментального исследования области возбуждения ядра  $^8\text{Be}$  от 28 до 56 МэВ, а также, результатов теоретического анализа полученных данных.

Исследования выполнялись на выведенном пучке изохронного циклотрона У-240 при энергиях протонов 29,1 - 44,6 МэВ, дейтронов - 18,2 - 38,4 МэВ и  $\alpha$ -частиц - 56,3 - 95,5 МэВ. Измерялись угловые

и энергетические распределения продуктов реакций  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$ ,  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  и упругого  $\alpha\alpha$ -рассеяния. Всего было получено 18 распределений.

При вычислении из наблюдаемых величин дважды дифференциальных сечений перечисленных процессов учитывалась тождественность частиц в выходном канале.

Приведен анализ факторов, влияющих на точность получаемых сечений, и оценен вклад каждого из этих факторов в данных измерениях. Описаны несколько контрольных экспериментов, подтвердивших отсутствие заметных систематических ошибок в измерении сечений. В результате, точность абсолютизации оценена величиной 8 - 12%.

При описании конкретных экспериментов приведены данные о типе и составе использовавшихся мишеней, о диапазонах углов, в пределах которых велись измерения и т.п. Приведены полученные угловые распределения и проанализированы изменения их формы с энергией.

Данные по упругому  $\alpha\alpha$ -рассеянию анализировались совместно с данными других авторов в рамках стандартного фазового анализа. Осуществлялась подгонка расчетного сечения  $d\sigma^p$ , зависящего от набора варьируемых фазовых сдвигов, к экспериментальному  $d\sigma^{\text{эксп}}$  путем минимизации величины  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = \sum_i \left( \frac{d\sigma_i^{\text{эксп}} - \lambda_\alpha d\sigma_i^p}{\Delta d\sigma_i^{\text{эксп}}} \right)^2 + \sum_\alpha \left( \frac{1 - \lambda_\alpha}{\Delta \lambda_\alpha} \right)^2,$$

где  $\lambda_\alpha$  - нормировочный параметр, учитывающий систематические ошибки абсолютизации сечений, а  $\Delta \lambda_\alpha$  - его экспериментальная неопределенность.

Результирующие наборы фазовых сдвигов  $\delta_L$  и коэффициентов поглощения  $\eta_L$  представлены на рис. I совместно с данными других авторов.

В отличие от известных расчетов в полученных энергетических зависимостях  $\delta_L$  и  $\eta_L$  выявлены заметные аномалии. Так, минимум в  $\delta_2^p(E)$  при энергии возбуждения  $E_x = 28,15$  МэВ можно связать с существованием известного широкого резонанса при 28,6 МэВ, что позволяет приписать этому резонансу значение спина, равное 2. Указано на заметные отклонения от плавного хода энергетической зависимости при 33,5 МэВ (для  $L = 0$ ) и при 36 МэВ (для  $L = 0, 6$ ). Проанализированы возможные причины расхождения полученных результатов с известными ранее расчетами и сделан вывод о том, что для более одно-

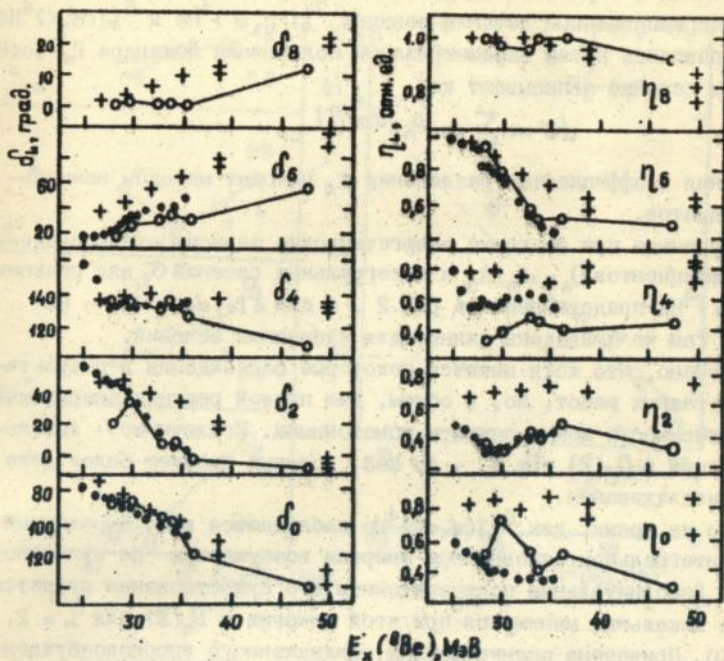


Рис. 1. Энергетические зависимости вещественных фазовых сдвигов  $\delta_L(E)$  и коэффициентов поглощения  $\eta_L(E)$  для упругого рассеяния  $^4\text{He}(\alpha, \alpha)^4\text{He}$ . Сплошной кривой соединены результаты настоящей работы, темные точки - данные из работы Bacher et al. (Phys. Rev. Lett. - 1972. - V. 29. - P. 1331), кресты - из работы Darroulat et al. (Phys. Rev. - 1965. - V. 137, N<sup>o</sup> 28. - P. 315).

значной интерпретации выявленных аномалий необходимы дальнейшие исследования в окрестностях указанных энергетических точек.

Экспериментальные сечения реакций  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  и  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  анализировались путем параметризации полиномами Лежандра  $P_n(\cos\theta)$ . При этом сечение записывают как

$$d\sigma = \sum_n A_n P_n(\cos\theta),$$

а значения коэффициентов разложения  $A_n$  находят методом наименьших квадратов.

Полученные при подгонке энергетические зависимости приведенных коэффициентов  $D_n = A_n/A_0$  и интегральных сечений  $\sigma_t$  для реакции  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  представлены на рис.2, а для  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  - на рис.3. Там же приведены данные для известных сечений.

Отмечено, что хотя имеются некоторые расхождения в результатах для разных работ, но, в общем, для первой реакции энергетические зависимости можно считать монотонными. Исключение - локальный минимум в  $D_6(E)$  при 47 - 48 МэВ, который требует более детального исследования.

В то же время, для  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  наблюдается явно выраженный пик в интегральном сечении при энергии возбуждения  ${}^8\text{Be}$  примерно 50 МэВ. Дополнительным подтверждением его существования является наличие локальных минимумов при этой энергии в  $D_n(E)$  для  $L = 2, 4, 6, 10$ . Приведена оценка ширины обнаруженного высоковозбужденного состояния, которая составляет менее 2 МэВ. Отмечено, что интегральное сечение этой реакции в диапазоне 18 - 38 МэВ получено впервые.

В заключении кратко сформулированы основные результаты экспериментального изучения области высокого возбуждения ядра  ${}^8\text{Be}$  в упругом  $\alpha\alpha$ -рассеянии и реакциях.

В приложениях рассмотрены особенности получения из экспериментальных наблюдаемых сечений бинарной реакции с тождественными частицами в выходном канале и приведены таблицы экспериментальных результатов.

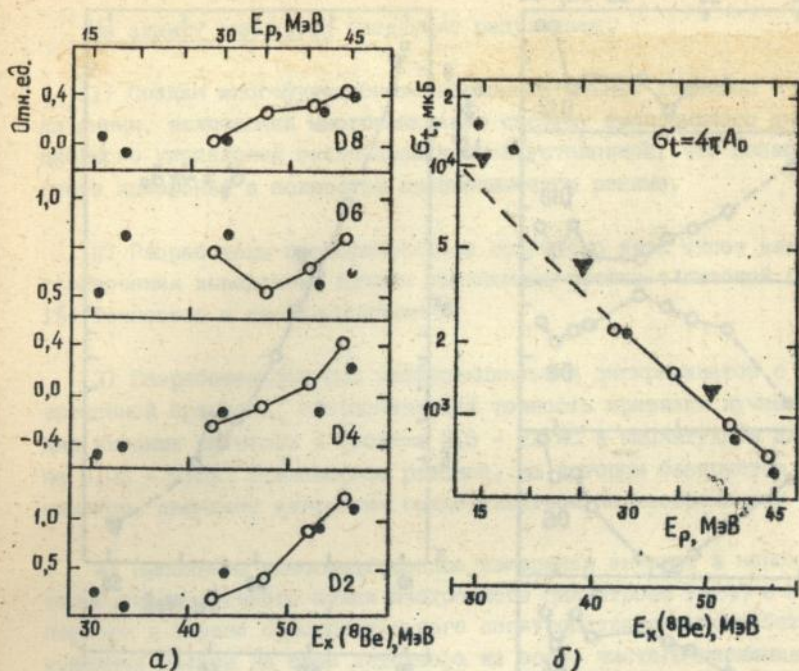
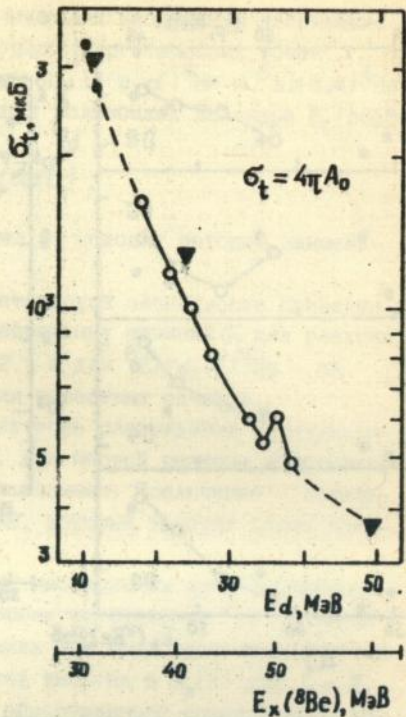
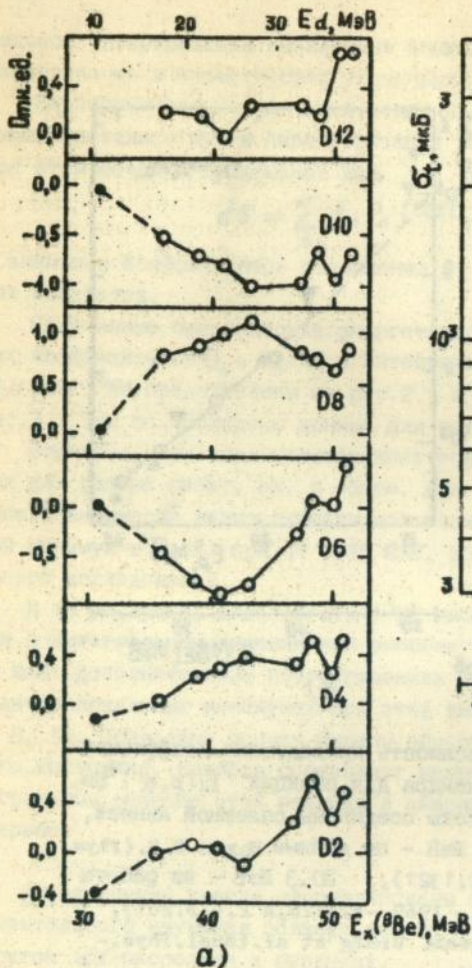


Рис. 2. а) - Энергетическая зависимость приведенных коэффициентов при полиномах Лежандра для реакции  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$ .

Результаты настоящей работы соединены сплошной линией, темные точки: 15 и 18,6 МэВ - по данным Maxon D.R. (Phys. Rev.-1962.-V. C128, N°3.-P.1321), 30,3 МэВ - из работы Devins et al. (Nucl. Phys.-1969.-V. A126, N°2.- P.261), 41,3 и 45,2 МэВ - по данным Craig et al. (Nucl. Phys.-1967.- V. A96, N°2.- P.337).

б) - Энергетическая зависимость интегрального сечения  $\sigma_t$ . Темные треугольники - результат пересчета сечения (для суммы основного и 0,478 МэВ состояний) обратной реакции  ${}^4\text{He}(\alpha, p){}^7\text{Li}$  по данным Glagola et al. (Phys. Rev.- 1982.- V. C25, N°1.-P. 34) для  $E_p \text{ экв.} = 15,3$  и 26,3 МэВ, а также, Alard et al. (Nucl. Instr. Meth.-1979.-V. 160, N°3.-P.419) для  $E_p \text{ экв.} = 39$  МэВ.



д)

Рис.3. а) - Энергетическая зависимость приведенных коэффициентов для реакции  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$ . Сплошной линией соединены результаты настоящей работы, темные точки - данные работы Risler et al. (Nucl. Phys. - 1977. - V. A286, N°1. - P. 115). б) - Зависимость  $\sigma_t(E)$  для этой реакции. Темные треугольники - результат пересчета из  ${}^4\text{He}(\alpha, d){}^6\text{Li}$  по данным Glagola et al. (Phys. Rev. - 1982. - V. C25, N°1. - P. 34).

На защиту выносятся следующие результаты.

1) Создан многофункциональный измерительный комплекс с ЭВМ на линии, включающий многоканальную систему программного дистанционного управления экспериментальной установкой, что позволило вести измерения в полностью автоматическом режиме.

2) Разработаны преобразователи ток-число двух типов для мониторинга выведенных пучков заряженных частиц с высокой ( $0,1 - 1\%$ ) точностью и стабильностью.

3) Разработан быстрый дифференциальный дискриминатор с каналом временной привязки, обеспечивающий точность привязки лучше 80 пС для входных сигналов с фронтом  $2,5 - 22$  нС в амплитудном диапазоне  $0,05 - 5,5$ В. Техническое решение, на котором базируется дискриминатор, защищено авторским свидетельством на изобретение.

4) Выполнены непосредственные измерения энергии и монохроматичности выведенного пучка изохронного циклотрона У-240 с помощью первого в стране однокристалльного спектрометра длиннопробежных заряженных частиц на базе детектора из особо чистого германия.

5) Исследованы процессы столкновений в ядерной системе с  $A = 8$ ; исследования охватывают область возбуждения составной системы от 28 до 57 МэВ. При этом:

- измерены дважды дифференциальные сечения упругого рассеяния  ${}^4\text{He}(\alpha, \alpha){}^4\text{He}$  при  $E_{\alpha} = 56,3 - 95,5$  МэВ, что совместно с ранее опубликованными в литературе данными обеспечило исследование области возбуждения  ${}^8\text{Be}$  выше 26 МэВ со средним шагом около  $1,2 - 1,5$  МэВ (для  $E_{\alpha} < 40$  МэВ);

- измерены угловые и энергетические зависимости реакции  ${}^7\text{Li}(p, \alpha){}^4\text{He}$  при энергиях  $E_p = 29,1 - 44,6$  МэВ, что существенно дополнило данные, полученные ранее другими авторами в оди-ночных измерениях;

- измерены энергетические зависимости угловых распределений реакции  ${}^6\text{Li}(d, \alpha){}^4\text{He}$  при  $E_d = 18,2 - 38,4$  МэВ, причем это были первые измерения в данной области энергий.

6) Выполнен фазовый анализ экспериментальных данных по упругому  $\alpha\alpha$ -рассеянию. В отличие от известных ранее расчетов, обнаружены аномалии в энергетических зависимостях фазовых сдвигов. В частности, представляется возможным приписать состоянию  $^{28,6}\text{Be}$  ядра  $^8\text{Be}$  значение спина, равное 2. Отклонение от плавного хода в  $\eta_0(E)$  при  $E_x = 33,5$  МэВ позволяет предположить наличие максимума в неупругом сечении. Требуется дальнейшего исследования также аномалия при 36 МэВ для парциальных волн с  $L = 0, 6$ .

7) Путем параметризации по полиномам Лежандра проведен анализ данных по реакциям  $^7\text{Li}(p, \alpha)^4\text{He}$  и  $^6\text{Li}(d, \alpha)^4\text{He}$ . Обнаружен пик в интегральном сечении  $(d, \alpha)$ -реакции, который соответствует высоковозбужденному состоянию  $^8\text{Be}$  при 50 МэВ с шириной, по предварительной оценке, не более 2 МэВ. Дополнительным доказательством его существования служат локальные минимумы в  $D_n(E)$  при этой энергии. Кроме того, выявлены отклонения от плавной зависимости для  $L = 6, 12$  при  $E_x \sim 41$  МэВ и  $L = 2, 8$  при  $\sim 43$  МэВ в той же реакции, а также, для  $L = 6$  при 47 - 48 МэВ в  $(p, \alpha)$ -реакции. Однозначная интерпретация этих аномалий возможна только после дальнейших исследований.

Основные результаты диссертации опубликованы в работах:

1. Осташко В.В., Поворозник О.М., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Устройство для дистанционного автоматического изменения угла регистрации продуктов ядерных реакций. - Киев, 1980. - 8 с. - (Препринт/ КИЯИ; 80-10).
2. Исаев А.Г., Урин В.Н., Халдин С.Ф. Простой преобразователь ток-частота. - Киев, 1981. - 6 с. - (Препр. / КИЯИ; 81-18).
3. Кумшаев С.Б., Котляров В.Т., Офенгенден Р.Г., Светличный П.Н., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Автоматическое управление накоплением данных в экспериментах по изучению ядерных реакций // Труды Второго Всесоюзного семинара по автоматизации научных исследований в ядерной физике и смежных областях. - 1982. - С.48-49
4. Кумшаев С.Б., Немец О.Ф., Осташко В.В., Офенгенден Р.Г., Поворозник О.М., Светличный П.Н., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Измерение угловых распределений ядерных реакций в автоматическом режиме. - Киев, 1983. - С. 11-17 (Препр. / КИЯИ; 83-14).

5. Немец О.Ф., Осташко В.В., Поворозник О.М., Урин В.Н., Ясногородский А.М., Барит И.Я., Бенецкий Б.А., Зуев С.В. Измерение монохроматичности и энергии выведенного пучка дейтронов на изохронном циклотроне У-240 с использованием германиевого детектора.- Там же.- С. 17-20.
6. Немец О.Ф., Осташко В.В., Урин В.Н., Ясногородский А.М., Барит И.Я., Бенецкий Б.А., Зуев С.В. Измерение монохроматичности и энергии выведенного пучка дейтронов на изохронном циклотроне У-240 с использованием германиевого детектора //Ядерн. спектроскоп. и структура ат. ядра: Тезисы докладов XXXIII совещания.- Л., 1983.- С. 373.
7. Кумшаев С.Б., Офенгенден Р.Г., Светличный П.Н., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Автоматическое управление накоплением данных в экспериментах по изучению ядерных реакций //Приборы и техника эксперимента.- 1984.- №3.- С. 57-61.
8. Урин В.Н., Исаев А.Г. Быстрый дифференциальный дискриминатор с каналом временной привязки //Нейтронная физика: Материалы УИ Всесоюз. конф. (Киев, 1983 г.).- М.: ЦНИИатоминформ.- 1984.- Ч. 4.- С. 217-222.
9. Немец О.Ф., Осташко В.В., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Измерение и фазовый анализ дифференциальных сечений рассеяния  ${}^4\text{He}(\alpha, \alpha){}^4\text{He}$  при энергиях 56 - 95 МэВ //Яд. спектроскоп. и структура ат. ядра: Тезисы докл. на XXXVII совещании(Югмала, 1987 г.).- Л.: Наука, 1987.- С. 323.
10. Временной формирователь / Урин В.Н., Исаев А.Г. //Авторское свидетельство № 1311006.- 1987 г.
11. Урин В.Н. Стабильный преобразователь ток-частота для мониторинга пучков заряженных частиц.- Киев, 1988.- 7 с.- (Препринт / КИЯИ; 88-26).
12. Урин В.Н., Исаев А.Г. Дифференциальный дискриминатор с каналом временной привязки.- Киев, 1988.- II с.- (Препр. /КИЯИ; 88-27).
13. Барит И.Я., Зуев С.В., Осташко В.В., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Взаимодействие протонов и дейтронов с ядрами  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^7\text{Li}$  в области возбуждения 30-60 МэВ ядра  ${}^6\text{Be}$  //Изв. АН СССР, сер. физ.- 1989.- Т. 53, №12.- С. 2455-2459.
14. Барит И.Я., Зуев С.В., Осташко В.В., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Реакция  ${}^7\text{Li}(p, \alpha)\alpha$  при энергиях 29-48 МэВ //Ядерн.

спектроскоп. и структура ат. ядра: Тезисы докладов 39-го совещания.- Л.: Наука, 1989.- С. 282 .

15. Барит И.Я., Зеркин В.В., Зуев С.В., Осташко В.В., Степаненко В.А., Урин В.Н., Ясногородский А.М. Энергетическая зависимость сечения реакции  ${}^6\text{Li}(d, \alpha)\alpha$  при энергиях дейтронов 18-37 МэВ // Там же.- С. 358 .
16. Урин В.Н., Исаев А.Г. Дифференциальный дискриминатор с каналом временной привязки // Приборы и техника эксперимента.- 1990.- № 5.- С. 107-110 .

УИИИ Владимир Наумович

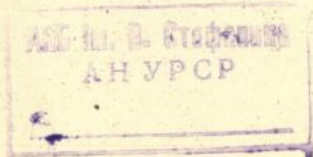
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТИ ВЫСОКОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ  
ЯДРА  $^{238}\text{U}$  В РАССЕЯНИИ И РЕАКЦИЯХ

( Автореферат диссертации на соискание ученой  
степени кандидата физико-математических наук )

Подписано к печати 02. 10. 92 г.  
Усл. печ. л. 0,9 Тип. заказ № 175 Тираж 100

---

Институт ядерных исследований АН Украины  
252028, Киев-20, проспект Науки, 47.



467782



467782

Ab 25.728

**Ab 25.728**

*[Handwritten mark]*

*[Handwritten mark]*