

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ ИМ. Г. Н. ФЛЕРОВА

В 2010 г. научная программа Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова в области физики тяжелых ионов включала в себя эксперименты по синтезу и исследованию свойств тяжелых и экзотических ядер с использованием пучков ускоренных ионов стабильных и радиоактивных изотопов, изучение механизма ядерных реакций, развитие ускорительной техники, изучение взаимодействия тяжелых ионов с конденсированными средами, а также прикладные исследования. Эти направления исследований были представлены в трех лабораторных темах:

СИНТЕЗ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В 2010 г. проведены эксперименты по синтезу нового элемента 117 в реакции полного слияния $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$ [1]. Эксперименты выполнены на газонаполненном сепараторе ЛЯР ОИЯИ в сотрудничестве с лабораториями США в Ок-Ридже (ORNL), Ливерморе (LLNL) и Университетом Вандербильта. Материал мишени был наработан в Ок-Ридже, мишень толщиной $0,31 \text{ мг/см}^2$ изготовлена в Димитровграде (РФ).

В эксперименте, проведенном в первой половине 2009 г. при энергии ускоренных на циклотроне У-400 ионов ^{48}Ca около 252 МэВ, полная доза ионов составила $2,4 \cdot 10^{19}$. В опыте впервые синтезирован новый сверхтяжелый элемент с порядковым номером 117 (рис. 1). В реакции $^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca}, 4n)^{293}\text{117}$ было зарегистрировано пять ядер изотопа $^{293}\text{117}$ ($E_\alpha = 11,03 \text{ МэВ}$, $T_{1/2} = 14 \text{ мс}$). Этот нуклид испытывает три последовательных α -распада, ведущих к ядрам $^{289}\text{115}$, $^{285}\text{113}$ и спонтанно делящемуся изотопу ^{281}Rg ($T_{1/2} = 26 \text{ с}$). Измеренное сечение образования ядер $^{293}\text{117}$ составило 1,3 пб.

ХИМИЯ ТРАНСАКТИНОИДОВ

В рамках исследований химических свойств трансактиноидных элементов изучалась летучесть элемента 113. В экспериментах использовалась реакция полного слияния $^{249}\text{Bk} + ^{48}\text{Ca}$, приводя-

- синтез и свойства ядер на границах стабильности (9 проектов);

- радиационные эффекты и физические основы нанотехнологий, радиоаналитические и радиоизотопные исследования на ускорителях ЛЯР (5 проектов);

- ускорительный комплекс пучков ионов стабильных и радиоактивных нуклидов (проект DRIBs) (4 проекта).

Время работы основных ускорителей ЛЯР в 2010 г. составило 10900 ч.

Второй эксперимент, длившийся с октября 2009 г. по март 2010 г., был нацелен на синтез более тяжелого изотопа $^{294}\text{117}$. В опыте доза ионов ^{48}Ca с энергией 247 МэВ составила $2,0 \cdot 10^{19}$. Новая цепочка состояла из шести α -распадов ядер $^{294}\text{117}$ ($E_\alpha = 10,81 \text{ МэВ}$, $T_{1/2} = 78 \text{ мс}$), $^{290}\text{115}$, $^{286}\text{113}$, ^{282}Rg , ^{278}Mt , ^{274}Bh и спонтанного деления ^{270}Db ($T_{1/2} = 23 \text{ ч}$). Сечение реакции $^{249}\text{Bk}(^{48}\text{Ca}, 3n)^{294}\text{117}$ составило 0,5 пб.

Радиоактивные свойства 11 новых нуклидов демонстрируют существенный рост стабильности ядер с увеличением числа нейтронов и приближением к области действия сферических оболочек $Z = 114-126$ и $N = 184$. Новые ядра наряду с другими, синтезированными ранее в реакциях с ионами ^{48}Ca , создают согласованную картину свойств ядер в области наиболее тяжелых нуклидов. Они демонстрируют определяющую роль ядерных оболочек и являются экспериментальным подтверждением существования предсказанной области сверхтяжелых элементов.

щая к синтезу изотопов $^{294}\text{117}$ ($3n$ -канал) и $^{293}\text{117}$ ($4n$ -канал), внучатыми продуктами распада которых являлись радионуклиды $^{286}\text{113}$ ($\sim 30 \text{ с}$) и $^{286}\text{113}$ ($\sim 8 \text{ с}$).

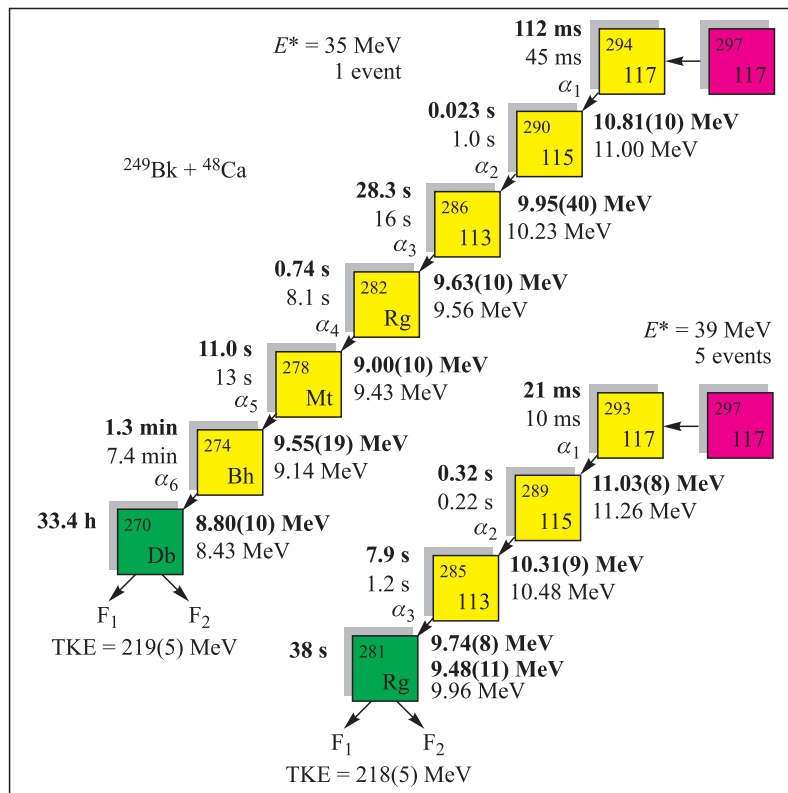


Рис. 1. Цепочки распада ядер $^{294}_{117}$ и $^{293}_{117}$. Измеренные и предсказанные времена жизни и энергии α -частиц показаны жирным и светлым шрифтом соответственно

Установка для изучения химических свойств сверхтяжелых элементов, в частности, их летучести, включала в себя закрытую газотранспортную систему, мишенную камеру и ловушку для аэрозольных частиц, воды и кислорода. Система регистрации [3] состояла из четырех детектирующих модулей с полупроводниковыми детекторами. Каждый модуль состоял из двух установленных друг напротив друга позиционно-чувствительных детекторов с запыленными золотом поверхностями. Температура рабочей поверхности детекторов равнялась 0°C . Для переноса радионуклидов к детекторам изменялась газовая смесь He и Ar. Для оценки времени транспорта использовались короткоживущие радионуклиды Hg.

СЕПАРАТОР ВАСИЛИСА

В 2010 г. на сепараторе ВАСИЛИСА был проведен эксперимент по изучению характеристик спонтанного деления изотопов ^{244}Fm и ^{252}No . Предыдущие эксперименты были посвящены изучению спонтанного деления изотопа ^{246}Fm [2]. В эксперименте использовались реакции полного слияния $^{40}\text{Ar} + ^{206}\text{Pb}$ и $^{48}\text{Ca} + ^{206}\text{Pb}$. В фокальной плоскости сепаратора совместно с полупроводниковым стриповым детектором применялся нейтронный детектор, состоящий из 62 счетчиков, заполненных ^3He . Одновременно измерялись время жизни, полная кинетическая энергия осколков и множественность мгновенных нейтронов при спонтанном делении. Набран большой экспериментальный материал, ведется обработка данных.

Две одинаковые мишени ^{249}Bk ($0,5 \text{ мг/см}^2 + 30 \text{ мкг Nd/см}^2$) облучались на циклотроне У-400 ионами ^{48}Ca с энергией 249 МэВ (в середине мишеней). Доза облучения для первой мишени составила $3,5 \cdot 10^{18}$, для второй — $5,6 \cdot 10^{18}$.

Одновременно исследовалась адсорбция ртути. Использовался изотоп ^{185}Hg , который получался в реакции $\text{Nd (nat.)} + ^{48}\text{Ca}$. Наблюдали две цепочки распада изотопа $^{286}\text{113}$. Энергии распада и времена жизни радионуклидов обеих цепочек находятся в хорошем согласии с данными работы [1]. Полученные в экспериментах результаты дают основания полагать, что элемент 113 является летучим.

В настоящее время ведется работа по модернизации сепаратора ВАСИЛИСА [3]: приобретены все ионно-оптические элементы, получены новые высоковольтные источники питания для электростатических дефлекторов. Схемы установки до и после модернизации показаны на рис. 2.

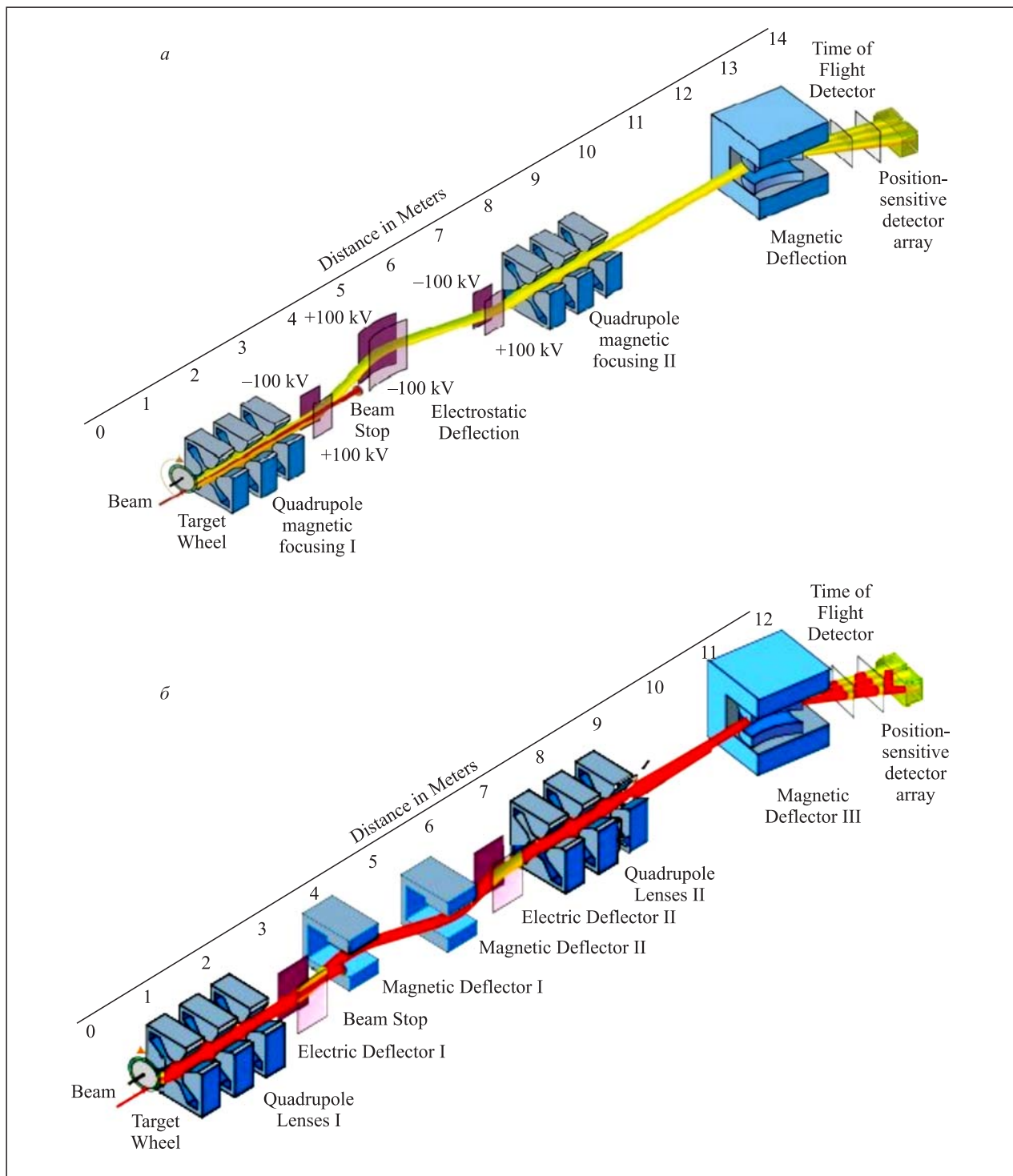


Рис. 2. Схема сепаратора ВАСИЛИСА а) до и б) после модернизации

МАСС-СПЕКТРОМЕТР MASHA

В 2010 г. была произведена отладка и настройка режимов работы систем масс-спектрометра. В частности, были проведены испытания режимов работы ЭЦР-источника и горячей ловушки. В результате измерений было показано, что эффективность источника является максимальной и постоянной в диа-

пазоне мощности СВЧ-излучения от 25 до 40 Вт. При этом эффективность ЭЦР-источника монотонно увеличивается с увеличением атомной массы ионизируемого газа. Был установлен оптимальный режим работы горячей ловушки и ЭЦР-источника. Измеренное быстродействие ISOL-методики соста-

вило 2,5 с. Полная измеренная эффективность системы «горячая ловушка + ЭЦР-источник + масс-спектрометр» составляет 25 %.

В 2010 г. на масс-спектрометре MASHA были проведены первые тестовые измерения.

ДИНАМИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТЯЖЕЛЫХ ЯДЕР, ДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ И СВЕРХТЯЖЕЛЫХ ЯДЕР

В 2010 г. была введена в эксплуатацию установка CORSAR, предназначенная для исследования свойств новых нейтронно-обогащенных тяжелых ядер в области $N = 126$ и созданная в сотрудничестве с ПИЯФ (Гатчина), Свободным университетом Брюсселя (Бельгия) и университетом г. Ювяскюля (Финляндия). В октябре 2010 г. на установке CORSAR был проведен первый тестовый эксперимент. Получены массово-энергетические и угловые распределения фрагментов в реакции $^{136}\text{Xe} + ^{208}\text{Pb}$ при энергиях налетающих ионов ^{136}Xe в системе центра масс 423, 483, 634 МэВ.

Закончен анализ данных, полученных в эксперименте по исследованию характеристик распада сверхтяжелого составного ядра с $Z = 112$, образованного в реакции $^{48}\text{Ca} + ^{238}\text{U}$ при энергиях в районе кулоновского барьера. Опубликованы результаты эксперимента по изучению динамики реакции $^{64}\text{Ni} + ^{238}\text{U}$, приводящей к синтезу сверхтяжелого элемента $Z = 120$ [4]. Эксперименты проведены на ускорителе Национальной лаборатории Леньяро (Италия) и в ускорительной лаборатории университета Ювяскюля с использованием двухплечевого времяпролетного спектрометра CORSET.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОТИЧЕСКИХ МОД РАСПАДА

В 2010 г. был завершен сравнительный анализ двух экспериментов, имевших целью поиск нового типа кластерного распада, названного «тройным коллинеарным кластерным распадом» (ТККР).

В экспериментах метод недостающей массы использовался для изучения распадов $^{252}\text{Cf}(sf)$ и $^{236}\text{U}^*$ в реакции $^{235}\text{U}(n_{th}, f)$. Массы совпадающих осколков деления (ОД) определялись путем измерения корреляций скорость–энергия. Ключевой методической проблемой являлось наличие фона рассеянных ОД, имитирующих по массе продукты ТККР. Для увеличения надежности идентификации событий ТККР во втором эксперименте дополнительно измерялись параметры, чувствительные к ядерному заряду ОД. Это позволило непосредственно подтвердить наличие специфической моды ТККР, проявляющейся в наличии линий повышенного выхода

в реакциях $^{40}\text{Ar} + ^{\text{nat}}\text{Sm} \rightarrow ^{180-185}\text{Hg} + xn$ и $^{40}\text{Ar} + ^{166\text{t}}\text{Er} \rightarrow ^{200-205}\text{Rn} + xn$ зарегистрированы и идентифицированы изотопы Hg и Rn. Массовое и энергетическое разрешение, достигнутое в этих опытах, составило 10^{-2} а. е. м. и 5 кэВ соответственно.

В работах [5,6] детально проанализированы полученные массово-энергетические распределения фрагментов, сечения деления и квазиделения в широком диапазоне ядер с $Z = 102-122$, полученных в реакциях с ионами ^{22}Ne , ^{26}Mg , ^{36}S , ^{48}Ca , ^{58}Fe и ^{64}Ni при энергиях как выше, так и ниже кулоновского барьера. Для тяжелых ядер с массами $A \approx 256-280$ а. е. м. массовые распределения осколков в большинстве случаев симметричны. Когда в обоих осколках число протонов и нейтронов близко к магическим числам $Z = 50$ или $N = 82$, проявляется бимодальное деление. Бимодальное деление, как следствие феномена кластеризации, наблюдалось для деления сверхтяжелых ядер $^{271,274}\text{Hs}$. В случае деления сверхтяжелых ядер стабилизирующую роль играет легкий осколок с массой 132–134 а. е. м. Наибольший выход осколков квазиделения наблюдается вблизи оболочек $Z = 82$, $N = 126$ (дважды магический свинец) и $Z = 28$, $N = 50$. Таким образом, оболочечные эффекты наблюдаются в реакциях передач, делении и квазиделении и определяют основные свойства массовых распределений фрагментов. При переходе от Ca к Ni вклад квазиделения резко возрастает, что делает реакцию с ионами Ni не оптимальной для синтеза 120-го элемента в реакциях полного слияния.

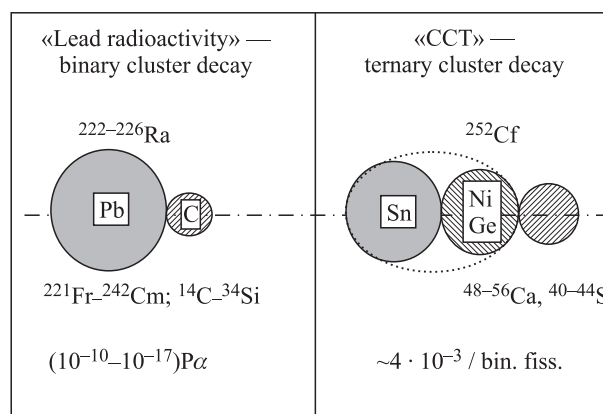


Рис. 3. Кластерная схема для сравнения известной «свинцовой» радиоактивности и тройного коллинеарного кластерного распада

$M_s = M_1 + M_2 = \text{const}$ в распределении масса-масса (M_1 – M_2) ОД. Предположительно константы соответствуют массам пар магических кластеров, а именно (Ni/Sn) или (Ge/Sn). Сравнение анализируемых экспериментов дает весомые аргументы в пользу этой гипотезы. Анализируемые системы отличаются по массе на 16 а.е.м., однако положение линий $M_s = \text{const}$ остается неизменным.

Наблюдаемую моду тройного деления можно трактовать как новый тип кластерного распада по сравнению с хорошо известной тяжелоионной, или

СТРУКТУРА ЭКЗОТИЧЕСКИХ ЯДЕР

В реакции перезарядки $^1\text{H}(^6\text{Li}, ^6\text{Be})n$ на пучках ^6Li с энергией 25 и 32 МэВ/нуклон изучалась структура протоноизбыточной ядерной системы ^6Be , являющейся изобар-аналогом ^6He . В эксперименте наблюдались основное 0^+ и первое возбужденное состояние 2^+ ^6Be . Измеренные угловые и энергетические корреляции продуктов распада позволили идентифицировать спектр ^6Be в диапазоне энергии возбуждения 4–15 МэВ как изовекторную мягкую дипольную моду возбуждения 1^- . В настоящее время данные находятся на стадии обработки.

В коллаборации с Варшавским университетом и Институтом материаловедения (Мадрид, Испания) изучались редкие моды распада чрезвычайно нейтроноизбыточного ядра ^8He . В эксперименте использовалась оптическая времяпроекционная камера (ОВПК) [9]. Регистрация испускания нейтрона после β -распада ^8He в высоковозбужденное состояние ^8Li свидетельствовала о том, что известная до этого схема распада ^8He является неполной. Детектор на основе ОВПК дает новую возможность изучения β -распада ^8He в $\alpha + t + n$ континуум. Было показано, что информация, полученная с использованием ОВПК,

«свинцовой», радиоактивностью. Ключевые свойства обоих процессов проиллюстрированы на рис. 3. Относительно высокий выход ТККР ($\sim 10^{-3}$ на бинарное деление) можно понять, если полагать, что процесс сопряжен с коллективным движением системы через гипердеформированные формы материнской системы, что подтверждается тем обстоятельством, что линейная конфигурация обеспечивает минимум кулоновской энергии системы из трех кластеров [7, 8].

позволяет прояснить механизм процесса подобных распадов.

Экспериментальный поиск ^{26}S был проведен в реакции фрагментации пучка ^{32}S с энергией 50,3 МэВ/нуклон [10]. В эксперименте не обнаружено ни одного события, соответствующего образованию ^{26}S или ^{25}P . На основе систематики выходов продуктов реакций, прошедших через фрагмент-сепаратор, был установлен верхний предел времени полураспада для ^{26}S : $T_{1/2} < 79$ нс. Вместе со сделанными теоретическими оценками времени жизни для двухпротонного распада этот результат определяет для ^{26}S величину предела на энергию распада $Q_{2p} > 640$ кэВ. Таким образом, было установлено, что ^{26}S находится в пикосекундном диапазоне времени жизни, а для его обнаружения и изучения структуры следует использовать технику регистрации распада на лету.

Предложен проект нового фрагмент-сепаратора АКУЛИНА-2 [11], который позволит увеличить интенсивность вторичных пучков в 10–15 раз, улучшить качество ионно-оптической системы и расширить диапазон доступных радиоактивных пучков до $Z \sim 20$.

РЕАКЦИИ С ПУЧКАМИ ЛЕГКИХ СТАБИЛЬНЫХ И РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР

В 2010 г. в рамках исследований эффекта усиления сечения взаимодействия ядер ^6He в околосредней области энергий проведены эксперименты по изучению особенностей взаимодействия легких слабосвязанных кластерных ядер ($d, ^6\text{Li}$) на циклотроне У120 в ИЯФ (Чехия) и тандеме ИЯИТ (Румыния). В экспериментах были получены новые результаты, указывающие на влияние структуры слабосвязанных ядер на сечение взаимодействия при энергиях, близких к кулоновскому барьеру [12].

Продолжалось развитие методики, основанной на использовании пропорциональных многопроволочных камер в качестве позиционно-чувствительных детекторов и систем диагностики пучков низкой интенсивности (до 10^7 c^{-1}) [13]. В 2010 г. камеры были дополнены полупроводниковой ΔE – E –системой и гранулярными сцинтилляционными детекторами, позволяющими измерять и идентифицировать коррелированные продукты реакций. Это позволило улучшить характеристики камеры и превратить ее в уникальный спектрометр заряженных ча-

стиц с высокой светосилой и возможностью измерения коррелированных событий. Работы проводятся совместно со специалистами GANIL (Франция).

На ускорительном комплексе GANIL проведен эксперимент по измерению сечений образования нейтроноизбыточных ядер в области ^{48}Ca . Предварительные результаты свидетельствуют о перспективности использования глубокоэупругих реакций передачи при относительно большой энергии (50 МэВ/нуклон) для синтеза новых ядер у границ нуклонной стабильности [14].

На циклотроне Ювяскюльского университета проведен совместный эксперимент по обнаружению кластерного t - t -распада высоковозбужденных состо-

яний ядер ^6He . В этом эксперименте использовалась созданная в ЛЯР ОИЯИ пропорциональная камера, позволяющая одновременно регистрировать и идентифицировать несколько попавших в нее частиц.

Полученные результаты докладывались в 2010 г. на Международной конференции по ядерной спектроскопии (Петергоф) и Международном симпозиуме по кластерам (Брюссель). Работы, выполненные в секторе, удостоились второй премии ОИЯИ в 2010 г. Профессор Ю. Э. Пенионжкевич за цикл работ, посвященный синтезу и исследованиям свойств легких ядер у границ нуклонной стабильности, удостоен Международной премии им. академика Г. Н. Флерова.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

В работах, выполненных в 2010 г., была показана возможность истинного тройного деления с образованием тяжелого третьего фрагмента в области сверхтяжелых ядер из-за сильных оболочечных эффектов, приводящих к трехкратной кластеризации с двумя дважды магическими оловopodobными фрагментами [15]. Экспериментально этот эффект может быть обнаружен при регистрации двух оловopodobных кластеров в реакциях низкоэнергетического столкновения ядер средней массы с актиноидными мишенями. Тройное квазиделение может даже быть более выражено для гигантских ядерных систем, образованных при столкновении актинидных ядер. Явление может наблюдаться при регистрации двух свинцовopodobных фрагментов при низкоэнергетических столкновениях $U + U$. Предложен [16] новый способ получения и исследования неизвестных нейтронно-избыточных тяжелых ядер в «северовосточной» части ядерной карты (важной, в частности, для понимания r -процесса в астрофизическом нуклеосинтезе) с помощью реакций многонуклонных передач при низкоэнергетических столкновениях тяжелых ионов. Несколько десятков новых нуклидов

может быть получено, например, при околосбарьерном столкновении ^{136}Xe и ^{208}Pb с сечениями 1 мкб.

Существенно расширена база знаний по низкоэнергетической ядерной физике «Nuclear Reactions Video» размещенная на веб-сайте <http://nr.v.jinr.ru/nrv> [17]: 1) в базу знаний включены программы расчета времени жизни ядра относительно бета-распада; 2) в нее добавлен комплекс программ для расчета сечений малонуклонных передач в рамках метода искаженных волн; 3) базы данных по упругому рассеянию, слиянию атомных ядер и сечениям образования остатков испарения дополнены несколькими сотнями оцифрованных экспериментальных сечений. В рамках сотрудничества ОИЯИ–ЮАР был установлен и открыт для общего доступа сервер-зеркало базы знаний NRV. Сервер расположен в университете г. Стелленбош, ЮАР, и доступен по адресу <http://nr.v.sun.ac.za/nrv/>. Результаты сотрудничества были доложены на 55-й ежегодной конференции Южноафриканского физического общества (SAIP-2010) и 2-м Симпозиуме ЮАР–ОИЯИ «Модели и методы в малочастичных и многочастичных системах».

РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОТЕХНОЛОГИЙ, РАДИОАНАЛИТИЧЕСКИЕ И РАДИОИЗОТОПНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА УСКОРИТЕЛЯХ ЛЯР

1. Получены подробные данные о транспортных свойствах асимметричных электрически заряженных трековых нанопор, имеющих фундаментальное значение для понимания процессов, происходящих в ограниченных объемах, в том числе в живой материи. Проведено сравнение полученных экспериментальных данных с теоретическими моделями.

2. Впервые получены и исследованы в режиме наночистоты нанопоры в тонких (200–300 нм) слоях нитрида кремния.

3. Исследованы структура и электрохимические свойства трековых мембран, модифицированных в плазме тетрафторэтана. Установлен эффект асимметрии проводимости в растворах электролитов.

4. Методами рентгеновской дифракции и просвечивающей электронной микроскопии проведено исследование механических свойств и структуры нанокристаллического ZrN, облученного ионами Хе.

5. Исследовано формирование упорядоченных гелиевых нанопор в образцах молибдена после облу-

чения ионами He ($E = 20$ кэВ) и ионами железа ($E = 150$ кэВ). Результаты позволяют сделать вывод о возможности низкодозного формирования нанофаз в материалах с упорядоченной газовой пористостью.

6. Изучены процессы радиационной стабильности наноразмерных многослойных структур при облучении ионами Ag и Xe. Показано, что облученные слои обладают высокой радиационной стойкостью и могут быть использованы в качестве радиационно-стойких покрытий.

7. Разработаны новые методы разделения и концентрирования радиоизотопов.

8. Исследовалась реакция $^{118}\text{Sn}(\gamma, n)$ с целью получения ^{117m}Sn для биомедицинских исследований.

9. Осуществлена модернизация ускорительного комплекса ЛЯР для проведения исследований по наноструктурной модификации материалов и получения радиоизотопов. Создана система контроля пучков низкой интенсивности на специализированном канале ИЦ-100. Создан канал для тестирования микропипет при облучении тяжелыми ионами (моделирование космического излучения) на циклотроне У-400М.

Основные результаты, полученные в 2010 г., опубликованы в работах [18–20].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Oganessian Yu. Ts. et al.* Synthesis of a New Element with Atomic Number $Z = 117$ // *Phys. Rev. Lett.* 2010. V. 104. P. 142502.
2. *Svirikhin A. I. et al.* Neutron Multiplicity at Spontaneous Fission of ^{246}Fm // *Eur. Phys. J. A.* 2010. V. 44. P. 393–396.
3. *Isaev A. V. et al.* A Setup for Studying Rare Decays of Heavy and Superheavy Elements // *Instr. Exp. Techn.* 2010. V. 53, No. 5. P. 644–647.
4. *Kozulin E. M. et al.* Dynamics of the $^{64}\text{Ni} + ^{238}\text{U}$ Reaction as a Possible Tool for Synthesis of Element with $Z = 120$ // *Phys. Lett. B.* 2010. V. 686. P. 227–232.
5. *Itkis M. G. et al.* Formation and Decay of Superheavy Compound Nuclei Obtained in the Reactions with Heavy Ions // *Intern. Seminar «Fission-2010», Gent, Belgium, May 17–20, 2010; Nucl. Phys.* (submitted).
6. *Kozulin E. M. et al.* Investigation of Heavy Ion-Induced Reaction Mechanisms at Energies near the Coulomb Barrier (Invited Talk) // *Intern. Symp. «Quasifission Process in Heavy Ion Reactions», Messina, Italy, Nov. 8–9. Abstracts of Invited Talks and Oral Presentations.* 2010. P. 9; *J. Phys.: Conf. Ser.* (submitted).
7. *Pyatkov Yu. V. et al.* // *Eur. Phys. J. A.* 2010. V. 45. P. 29.
8. *Pyatkov Yu. V. et al.* // *Europhys. News.* 2010. V. 14, No. 4. P. 14 (highlights).
9. *Mianowski S. et al.* Imaging the Decay of $^8\text{He}^*$ // *Acta Phys. Polon. B.* 2010. V. 42. P. 449.
10. *Fomichev A. S. et al.* Life time of ^{26}S and a Limit for Its $2p$ Decay Energy // *Eur. Phys. J. A* (submitted).
11. *Fomichev A. S. et al.* The Suggested New Fragment Separator Acculina-2 // *Acta Phys. Polon. B.* 2010. V. 42. P. 475.
12. *Demekhina N. A. et al.* Excitation Functions of ^6Li Incomplete Fusion Reactions with Pt Nuclei // *Bull. Rus. Acad. Sci. Phys.* 2010. V. 74. P. 777.
13. *Астабатьян П. А. и др.* Профилометр вторичных пучков на основе многопроволочной пропорциональной камеры // *ПТЭ.* 2010. № 4. С. 20.
14. *Lukyanov S. M. et al.* Production of Neutron-Rich Fragments with Neutron Number $N > N_{\text{projectile}}$ in the Reaction ^{48}Ca (60 MeV/nucleon) // *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* 2010. V. 37. P. 105111.
15. *Zagrebaev V. I. et al.* True Ternary Fission of Superheavy Nuclei // *Phys. Rev. C.* 2010. V. 81. P. 044608.
16. *Zagrebaev V. I. et al.* New Ideas on the Production of Heavy and Superheavy Neutron Rich Nuclei // *Nucl. Phys. A.* 2010. V. 834. P. 366c.
17. *Zagrebaev V. I. et al.* Nuclear Reactions Video. Low Energy Nuclear Knowledge Base. <http://nrv.jinr.ru/nrv>
18. *Apel P. Yu. et al.* Micro- and Nanoporous Materials Produced using Accelerated Heavy Ion Beams // *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology.* 2011. V. 2 (in press).
19. *Didyk A. Yu., Khalil A. S.* Properties of Indium Phosphide and Selected Compounds under Irradiation with Swift Heavy Ions // *Phys. Part. Nucl.* 2010. V. 41, No. 2. P. 230–284.
20. *Gustova M. V. et al.* Determination of the Valence State of $^{237}\text{uranium}$, Obtained by the Photonuclear Reaction $^{238}\text{U}(\gamma, n)^{237}\text{U}$ using Nanostructured Material // *Chemicke listy.* 2010. V. 104, No. 14. P. 199.