

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.06
НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЁННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ (МЕЖДУНАРОДНАЯ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ
ОРГАНИЗАЦИЯ) ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ
СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК**

аттестационное дело №_____.

решение диссертационного совета от 5 декабря 2014 г., № 232

О присуждении **Свирину Михаилу Ивановичу** учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Особенности спектров мгновенных нейтронов деления актинидных ядер» по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 10 июля 2014 года, протокол №230 диссертационным советом Д 720.001.06 на базе международной межправительственной организации Объединённый институт ядерных исследований, 141980, г. Дубна Московской обл., ул. Жолио-Кюри, д. 6, созданного приказом №1902-1333 от 10.10.2008 и приказом №105/НК от 11.04.2012.

Соискатель Свирин Михаил Иванович 1946 года рождения, диссертацию на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук «Исследование спектров нейтронов (p,n) реакции при энергии нейтронов 22 МэВ» защитил в 1985 году в диссертационном совете, созданном на базе Института ядерной физики Академии наук Казахской ССР, работает в должности ведущего научного сотрудника ФГУП Государственный научный центр РФ Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского госкорпорации «Росатом», 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, д. 1.

Диссертация выполнена в ФГУП Государственный научный центр РФ Физико-энергетический институт им. А.И. Лейпунского госкорпорации «Росатом», 249033, г. Обнинск Калужской обл., пл. Бондаренко, д. 1.

Официальные оппоненты: Гледенов Юрий Михайлович, доктор физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка международной межправительственной организации Объединённый институт ядерных исследований; Титаренко Юрий Ефимович, доктор физико-математических наук, профессор, начальник лаборатории НИЦ «Курчатовский институт»; Ципенюк Юрий Михайлович, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института физических проблем им. П.Л. Капицы РАН дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГБУН Институт ядерных исследований РАН, г. Москва в своём положительном заключении, подписанном старшим научным сотрудником Лаборатории исследования редких процессов ИЯИ РАН доктором физико-математических наук Ю.В. Григорьевым указала, что диссертация Свирина М.И. является итогом решения экспериментальных и расчетнотеоретических проблем, возникающих при делении тяжелых ядер под действием нейтронов с энергиями E_n до 20 МэВ. Актуальность работы, выполненной соискателем, обусловлена тем, что получена новая экспериментальная информация по спектрам мгновенных нейтронов деления, которая существенно обогащает представления о механизме эмиссии нейтронов, сопровождающих деление актинидных ядер.

Научный аспект проведенных исследований связан с обнаружением неизвестных или недостаточно изученных ранее изменений формы энергетических распределений вторичных нейтронов при увеличении энергии нейтронов за порог реакции, когда процесс деления становится эмиссионным. Новый факт был установлен при совместном экспериментальном изучении отношений: спектров нейтронов вынужденного деления ядер-мишеней тория-232, урана-235, урана-238, нертуния-237 нейтронами с энергией 2.9 и 14.7 МэВ к спектру нейтронов спонтанного деления калифорния-252, принятого в качестве стандарта.

Соискатель имеет 52 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 32 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях – 25 общим объёмом 433 страницы. В публикациях описаны методики измерений по времени пролёта распределений мгновенных нейтронов, сопровождающих деление актинидных ядер времени пролёта, созданные под руководством и непосредственном участии Свирина М.И., приводятся результаты измерений и обнаруженные неизвестные ранее изменения формы спектров, описаны методики микроскопических расчётов плотности ядерных уровней и тестирование с помощью обобщённой сверхтекучей моделью.

Основные результаты диссертации опубликованы в:

1. Свирин М. И. Тестирование основных феноменологических моделей плотности уровней ядер // Элементарные Частицы Атомные Ядра 2006. Т.37. С.901–982.
2. Свирин М. И. Статистические и динамические аспекты описания делимости доактинидных и актинидных ядер // Элементарные Частицы Атомные Ядра 2010. Т. 41. С. 522–606.
3. Свирин М.И. Систематика средней энергии и средней множественности мгновенных нейтронов деления ^{232}Th // Ядерная Физика 2012. Т.75. Р.1544–1568.
4. Свирин М. И. Форма спектров и средние энергии мгновенных нейтронов деления ^{237}Np при энергии первичных нейтронов $E_n < 20$ МэВ// Ядерная Физика 2008. Т. 71. С. 1725–1741.
5. Свирин М. И., Труфанов А. М. Средние энергии мгновенных нейтронов деления ^{235}U при энергии первичных нейтронов $E_n < 20$ МэВ// Ядерная Физика 2007. Т. 70. С. 656–670.
6. Свирин М. И., Смиренин Г. Н., Хамбш Ф.-Ю. Спектры нейтронов деления и плотность ядерных уровней (тестирование обобщенной сверхтекучей модели) // Ядерная Физика 1996. Т. 59.С. 965-975.

На автореферат диссертации поступили отзывы от: Е.С. Матусевича, доктора физико-математических наук, профессора Обнинского института атомной энергии Национального ядерного университета МИФИ и Д.К. Рязанова, доктора технических наук, ведущего научного сотрудника ОАО «ГНЦ НИИАР», отзывы положительные, критических замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается необходимостью оценки диссертации, посвящённой как, разработке экспериментальной методики, проведению многочисленных прецизионных экспериментов, обработке значительных объёмов информации, так и глубокому теоретическому осмыслению и анализу полученных данных. Официальные оппоненты пользуются высоким авторитетом среди специалистов в физике деления, продолжают активно работать в своих областях, имеют многочисленные публикации в ведущих научных изданиях. Ведущая организация – Институт ядерной физики РАН широко известен современной экспериментальной базой и развитием исследований в области физики элементарных частиц, атомного ядра и космических лучей. Подробные справки об оппонентах и ведущей организации размещены на сайте ОИЯИ http://www.info.jinr.ru/announce_disser.htm

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработана время-пролётная методика измерения энергетических распределений нейтронов, сопровождающих вынужденное деление актинидных ядер, создана многосекционная камера деления, объединенная с нейтронными детекторами, позволяющая одновременно проводить измерения в идентичных условиях фонов спектры нейтронов вынужденного деления исследуемого нуклида и хорошо изученные стандартные спектры спонтанного деления ка-

лифорния-252. Достигнутое усовершенствование методики и соответствующее увеличение статистической точности измерений позволили впервые экспериментально изучить важные особенности нейтронных спектров.

2. В цикле экспериментов, выполненных при непосредственном участии автора, последовательно реализован относительный способ прецизионных измерений нейтронных спектров, сопутствующих делению ядер.
3. Проведены измерения спектров мгновенных нейтронов, сопровождающих деление актинидных ядер при энергии первичных нейтронов 2.9; 5; 6; 7; 13.2; 14.7; 16; 17.7 МэВ.
4. Обнаружены неизвестные или недостаточно осознанные ранее изменения формы спектров нейтронов при увеличении энергии первичных нейтронов выше порога реакции, когда процесс деления становится эмиссионным.
5. Показано, что спектры нейтронов деления для энергий первичных нейтронов до 9 МэВ воспроизводятся результатами расчета в рамках традиционной модели двух источников нейтронов: испарения нейтронов из осколков и дополнительной эмиссии предделительных нейтронов выше порога реакции ($n, n'f$). При этом впервые объяснено усиление ступенчатого изменения числа вторичных нейтронов для тория-232 по сравнению с изотопами урана-235, урана-238 и нептунийя-237.
6. Впервые показана необходимость включить в описание спектров и множественности нейтронов третий источник мягких нейтронов для энергии первичных нейтронов выше 9 МэВ. Модель трех источников оптимально описывает экспериментальную зависимость средней энергии нейтронов деления от энергии первичных нейтронов.
7. Разработана комбинированная “экспериментально-теоретическая” систематика плотности уровней средних и тяжелых ядер на основе обобщенной

модели сверхтекучего ядра. В рамках данной систематики впервые получено удовлетворительное описание экспериментальных данных о спектрах нейтронов из разделенных осколков спонтанного деления калифорния-252;

8. На основе микроскопических расчетов плотности ядерных уровней активидных ядер получено согласованное описание энергетической зависимости сечения деления тория-232, изотопов урана 233-238 и нептуния-237 в области энергий первичных нейтронов до 20 МэВ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что выполненные автором оценки спектров мгновенных нейтронов, сопровождающих деление ядер-мишеней: тория-232, урана-235, урана-238, нептуния-237, плутония-239 в диапазоне энергий первичных и вторичных нейтронов до 20 МэВ были использованы в научно-исследовательской работе «Получение и обработка данных для базы ядерно-физических констант», включены в библиотеку БРОНД-3, внедрены в ряде организаций, проводящих исследования по физике деления ядер: Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ, Петербургском институте ядерной физики, НИЦ «Курчатовский институт» и др.

Отдельные главы диссертации целесообразно использовать в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов, проводящих исследования в области физики деления.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:

1. измерения проводились относительно хорошо известного спектра мгновенных нейтронов спонтанного деления калифорния-252 при этом исследуемый и опорный спектры изучались одновременно. Это достигалось с помощью специальной конструкции многослойной ионизационной камеры деления, три секции которой содержали исследуемый, а четвертая секция состояла из

двух односторонних слоев из того же нуклида с равномерно внедренными по их толщине ядрами калифорния-252. При этом опорный и исследуемый спектры нейтронов изучались одновременно. Вес конструкционных материалов камеры был минимально возможным. Это способствовало значительному уменьшению фона случайных совпадений, что, в конечном счете, позволило получить результаты высокого качества и наблюдать эффекты в экспериментальных спектрах, которые не удавалось ранее выявить;

2. включение в модельный расчет третьего источника, связанного с возможной эмиссией нейтронов из сформировавшихся осколков до их разделения (неускоренные осколки), позволило диссертанту описать наблюдаемую форму энергетических распределений в области низких энергий $E < 2$ МэВ. При этом удалось достигнуть согласия расчета с данными эксперимента по средней множественности мгновенных нейтронов деления;
3. использовался строгий многошансовый расчет по Хаузеру-Фешбаху с учетом равновесного и неравновесного механизмов распада возбужденных ядер, образующихся при бомбардировке тория-232, цепочки изотопов урана 233-238, ядер нертуния-237 нейтронами с энергиями до 20 МэВ. Эти расчеты убедительно свидетельствуют о возрастающем влиянии с увеличением энергии первичных нейтронов, неравновесного механизма эмиссии нейтронов на сечения деления.
4. анализ данных об энергетической зависимости вероятности деления сферических ядер в районе свинца, экспериментальных массовых распределений для деления талия-201, спектров нейтронов показал, что феноменологический вариант ОСМ согласуется с результатами микроскопических расчетов. Это согласие показывает, что все основные представления о структуре возбужденных состояний ядер достаточно полно отражены в феноменологическом варианте ОСМ плотности ядерных уровней.

5. эксперименты проводились на оборудовании, которое мировым сообществом исследователей признаётся как эталонное. В диссертационной работе применялись принципиально различающиеся, взаимодополняющие методы получения данных, которые показали согласующиеся результаты. Многие результаты были воспроизведены в независимых исследованиях. Результаты работы опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах, входящих в список ВАК, докладывались на национальных и международных конференциях, хорошо известны специалистам в данной отрасли.

Личный вклад соискателя состоит в том, исследования выполнялись по методике, разработанной автором на установке созданной при его непосредственном участии. Автор участвовал в проведении всех измерений, обработке и интерпретации результатов. Соискателем предложены принципиально новые теоретические подходы к описанию эмиссии нейтронов в процессе деления ядер. М.И. Свириным лично готовил многие материалы к публикации и выступал с докладами на конференциях.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критериям внутреннего единства, что подтверждается выбором взаимодополняющих непротиворечивых методик исследования. Выводы, сделанные в диссертации, концептуально взаимосвязаны.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, соответствует критериям, установленным в пункте 9 Положения о присуждении учёных степеней.

На заседании 5 декабря 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Свирину М.И учёную степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 7 докторов наук по профилю рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за - 20, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель
диссертационного совета,
Академик РАН

Оганесян Юрий Цолакович

Учёный секретарь
диссертационного совета *



Попеко Андрей Георгиевич

Заключение оформлено 10 декабря 2014 года.