

МИНИСТЕРСТВО
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Национальный
исследовательский ядерный
университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)**

Каширское шоссе, д.31, г. Москва, 115409
Тел. (499) 324-77-77, факс (499) 324-21-11
<http://www.mephi.ru>

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Ректор НИЯУ МИФИ
и., профессор
Н. Стриханов

2019 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ) на докторскую работу **Сушенка Евгения Олеговича** «Описание бета-распадных характеристик нейтронно-избыточных ядер с учетом тензорного нуклон-нуклонного взаимодействия», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Докторская работа посвящена теоретическому изучению структуры нейтронно-избыточных ядер. Автором выполнен анализ бета-распадных характеристик ядер с сильной нейтрон-протонной асимметрией вблизи нейтронных оболочек $N = 50, 82$ в рамках микроскопического подхода, основанного на квазичастичном приближении случайных фаз с использованием реалистичного эффективного нуклон-нуклонного взаимодействия, учитывающего тензорные члены. Актуальность исследования обоснована сложностью экспериментального изучения эволюции структуры ядер с помощью бета-распада, что требует развития самосогласованных подходов. Разрешению этой проблемы посвящена значительная часть докторской работы Е. О. Сушенка.

Докторская работа состоит из Введения, трех Глав и Заключения.

Во Введении обоснована актуальность исследования, дан обзор научной литературы по изучаемой проблеме, поставлены цель и задачи работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, научная новизна и практическая значимость представляемой работы.

В первой Главе исследуются свойства основного состояния родительского и дочернего атомных ядер процесса бета-распада. Среднее поле определяется путем решения уравнений Хартри-Фока с взаимодействием Скирма, включающим тензорные силы. Спаривание трактуется в приближении Бардина-Купера-Шриффера (БКШ). Спектр одночастичных состояний с учётом континуума определяется диагонализацией гамильтониана Хартри-Фока на базисе собственных функций гармонического осциллятора. Расчеты выполнены при условии равновесной сферической симметрии атомных ядер. При этом показано, что изменение нейтрон-протонного тензорного взаимодействия не нарушает это ограничение. На базе параметризаций сил Скирма с различным вкладом нейтрон-протонного тензорного взаимодействия описаны энерговыделения бета-распадов родительских ядер и энергий отрыва нейтрана для дочерних ядер вблизи заполнения нейтронных оболочек $N = 50, 82$. При описании нечетных систем нуклонов автором учтено влияние неспаренных частиц на сверхтекущие свойства основного состояния ядра. За счет учета этого эффекта улучшено описание энерговыделения бета-распада нейтронно-избыточных ядер и энергии отрыва нейтронов дочерних ядер, и, в частности, его вклад составляет не более чем 1 МэВ в случаях изотопов никеля $^{74-80}\text{Ni}$.

Во второй Главе кратко изложен подход, основанный на квазичастичном приближении случайных фаз с самосогласованным средним полем, полученным из взаимодействия Скирма. Остаточные взаимодействие представлено в виде суммы сепарабельных членов. Это дало возможность проводить расчёты распределения силы переходов Гамова-Теллера (ГТ) в больших конфигурационных пространствах, что позволило полностью исчерпать правило сумм Икеды. Фрагментация силы ГТ-переходов описывается с помощью учета двухфононных конфигураций. Период бета-распада нейтронно-избыточных ядер и вероятность последующей нейтронной эмиссии накладывают дополнительные условия на распределение силы ГТ-переходов в окне бета-распада. При расчете периодов бета-распадов вполне естественно учесть влияние спин-изоспинового взаимодействия в канале частица-частица. Автор обобщил уравнения квазичастичного ПСФ для зарядово-обменных мод ядерных возбуждений на случай учёта остаточного взаимодействия в канале частица-частица.

В третьей Главе исследована роль тензорного взаимодействия при описании бета-распадных свойств нейтронно-избыточных ядер вблизи нейтронных оболочек $N = 50, 82$. На основе экспериментального энерговыделения и периода бета-распада дважды магического ядра ^{132}Sn автором произведен выбор оптимальных параметризаций сил Скирма с различным вкладом тензорного взаимодействия и достаточно сильным отталкивающим центральным спин-изоспиновым взаимодействием ($G'_0 \geq 0.1$), необходимым для правильного описания гамов-теллеровского резонанса. При этом проверяется правильность описания свойств нижайшего квадрупольного возбуждения родительского ядра. На примере нейтронно-избыточных изотопов никеля с магическим числом протонов $Z = 28$ ($^{74,76,78,80}\text{Ni}$) изучено влияние нейtron-протонного тензорного взаимодействия при описании периодов бета-распада и вероятности эмиссии запаздывающих нейтронов. Автор показал, что влиянием остаточного взаимодействия в канале частица-частица можно пренебречь в этом случае. Расчеты с более сильным нейtron-протонным тензорным взаимодействием приводят к увеличению энергии ГТ-переходов и ускорению бета-распада. Получено хорошее согласие с известной экспериментальной вероятностью эмиссии запаздывающих нейтронов, сопутствующей бета-распаду ^{76}Ni . Расчеты дают близкие вероятности как с более сильным, так и со сравнительно слабым нейtron-протонным тензорным взаимодействием (относительно нейtron-нейtronных и протон-протонных тензорных сил). Роль канала частица-частица при описании свойств бета-распада нейтронно-избыточных ядер показана на примере изотопов кадмия с числом протонов $Z = 48$ ($^{126,128,130,132}\text{Cd}$). Усиление остаточного нейtron-протонного взаимодействия в канале частица-частица приводит к уменьшению периода бета-распада. При этом автором продемонстрировано, что величина силы нейtron-протонного тензорного взаимодействия в канале частица-дырка не влияет на характер данной зависимости. Впервые изучено влияние учета и тензорного взаимодействия в канале частица-дырка, и спин-изоспинового взаимодействия в канале частица-частица на описание вероятности эмиссии запаздывающих нейтронов. Автор показал, что при ослаблении силы нейtron-протонного тензорного взаимодействия усиливается роль остаточного взаимодействия в канале частица-частица при описании эмиссии запаздывающих нейтронов, сопутствующей бета-распаду нейтронно-избыточных ядер с открытыми оболочками.

В Заключении сформулированы основные результаты и выводы диссертации, соответствующие положениям, выносимым на защиту.

Диссертация не свободна от ряда недостатков.

1. Не исследован возможный вклад фрагментации главного максимума ГТ-резонанса в ГТ-силовую функцию в окне бета-распада.
2. Представляется сомнительным использование модели БКШ в описании эффекта спаривания для ядер с конфигурацией “маг \pm два нуклона”. Модель парных колебаний выглядит предпочтительней в этом случае.
3. Желательно сравнение вклада двух механизмов смешивания спин-монопольных и 1^+ спин-квадрупольных возбуждений в формировании ГТ силовых функций: “прямого” (за счет тензорной части взаимодействия в канале частица-дырка) и “косвенного” (за счет центральной части указанного взаимодействия и спин-орбитального слагаемого в среднем поле ядра).
4. Представляет интерес сравнение использованных в диссертации параметров спин-изоспинового взаимодействия с соответствующими параметрами теории конечных ферми-систем.

Отмеченные недостатки не снижают общую положительную оценку работы. Диссертационная работа Сушенка Е. О. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему на хорошем научном уровне. Основные результаты диссертации представляют несомненный интерес. Материалы диссертационной работы опубликованы в 9 работах, из них 6 статей в журналах, включенных в перечень ВАК рецензируемых научных изданий. 8 работ опубликованы в журналах, включенных в системы цитирования Scopus и Web of Science. Результаты диссертационной работы были представлены на многочисленных международных совещаниях и конференциях. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Сушенка Е. О. «Описание бета-распадных характеристик нейтронно-избыточных ядер с учетом тензорного нуклон-нуклонного взаимодействия» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, установленным “Положением о порядке присуждения ученых степеней”, утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с дополнениями от 21 апреля 2016, а ее автор, Сушенок Евгений Олегович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – «физика атомного ядра и элементарных частиц».

Диссертация Сушенка Евгения Олеговича «Описание бета-распадных

характеристик нейтронно-избыточных ядер с учетом тензорного нуклон-нуклонного взаимодействия» заслушана и одобрена на семинаре Института лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ.

Диссертация и проект отзыва ведущей организации на докторскую работу заслушаны, обсуждены и одобрены на заседании кафедры теоретической ядерной физики НИЯУ МИФИ 18 января 2019г., протокол № 2019-1.

Отзыв составили:

Урин Михаил Генрихович, д.ф.-м.н., профессор кафедры теоретической ядерной физики НИЯУ МИФИ, тел. +7 (495) 788 56 99, доб. 9377, urin@theor.mephi.ru

/М.Г. Урин/

Муравьев Сергей Евгеньевич, к.ф.-м.н., и.о. заведующего кафедрой теоретической ядерной физики НИЯУ МИФИ, тел. +7 (495) 788 56 99, доб. 8009,
SEMURavyev@MEPhI.ru

/С.Е. Муравьев/

Кузнецов Андрей Петрович, д.ф.-м.н., профессор, и.о. директора Института лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ, тел. +7 (495) 788 56 99, доб. 9388, APKuznetsov@MEPhI.ru

/А.П. Кузнецов/

Кудряшов Николай Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор, Председатель совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ, тел. +7 (495) 788 56 99, доб. 9991, NAKudryashov@MEPhI.ru

/Н.А. Кудряшов/

Председатель совета по аттестации и подготовке научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ д.ф.-м.н., проф. Н.А. Кудряшов

Приложение: сведения о ведущей организации

Полное и сокращенное наименование ведущей организации	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)
Адрес	115409, г. Москва, Каширское шоссе д.31
Телефон	+7 (499) 324-3384; +7 (495) 788-5699, доб. 9900
Адрес электронной почты	rector@mephi.ru
Адрес сайта в сети «Интернет»	https://mephi.ru
Список основных публикаций работников организации по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15):	
1. Gani V.A., Khlopov M.Y., Voskresensky D.N. Double charged heavy constituents of dark atoms and superheavy nuclear objects// Physical Review D. 2019 V.99. P.105024.	
2. Kolomiytsev G.V., Gorelik M.L., Urin M.H. On the spreading width of isobar analog resonances// European Physics Journal A. 2018. V.54. P.228.	
3. Gorelik M.L., Shlomo S., Tulupov B.A. Urin M.G. On unitarity of the particle-hole dispersive optical model// Nuclear Physics A. 2018. V.970. P.353.	
4. Voskresensky D.N., Maslov K.A. Cooling of neutron stars in “nuclear medium cooling scenario” with stiff equation of state including hyperons// Nuclear Physics A. 2018 V. 980. P. 105-130.	
5. Voskresensky D.N. On Manifestation of In-Medium Effects in Neutron Stars and Heavy-Ion Collisions // Universe. 2018. V. 4. No. 2. P. 28.	
6. Gorelik M.L., Tulupov B.A. Urin M.G. Unitary version of the particle-hole dispersive optical model// Physics Atomic Nuclei. 2016. V.79. P.924.	
7. Grigorian H., Voskresensky D.N., Blaschke D. Influence of the stiffness of the equation of state and in-medium effects on the cooling of compact stars// European Physics Journal A. 2016. V. 52. P. 67.	
8. Maslov K.A., Kolomeitsev E.E., Voskresensky D.N. Making a soft relativistic mean-field equation of state stiffer at high density// Physical Review C. 2015. T. 92. P. 052801(R).	
9. Кулешов В.М., Мур В.Д., Нарожный Н.Б., Федотов А.М., Лозовик Ю.Е., Попов В.С. Кулоновская задача с зарядом ядра $Z > Z_{cr}$ // Успехи физических наук. 2015. Т.185. С.845.	
10. Карнаков Б.М. Непертурбативное обобщение “золотого правила” Ферми// Письма в ЖЭТФ. 2015. Т. 101. № 12. С. 925–930.	
11. Tulupov B.A., Urin M.H. Description of the simplest photonuclear reactions within the particle-hole dispersive optical model// Physical Review C. 2014. V.90. P.034613.	

Председатель совета по аттестации и подготовке

научно-педагогических кадров НИЯУ МИФИ, д.ф.-м.н., профессор

— А. Кудряшов/