

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук,
Говердовского Андрея Александровича
на диссертацию Д.Е. Любашевского
«Описание характеристик двойного и тройного деления ядер при использовании методов квантовой теории многоступенчатых ядерных распадов и реакций», представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 1.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий».

Экспериментальное и теоретическое исследование двойного и тройного деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом различных легких частиц интенсивно продолжается в ведущих мировых ядерных центрах. Причем особый интерес представляет анализ угловых распределений продуктов двойного и тройного деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом различных легких частиц, а также асимметрий в указанных распределениях с различными Р- и Т-чётностями. Существенную роль в механизмах формирования указанных распределений могут играть интерференционные квантовые эффекты, для последовательного понимания которых необходимо дальнейшее развитие квантовой теории многоступенчатых ядерных реакций. Указанная теория, позволяет детально обосновать как существующие на настоящий момент экспериментальные данные широкого круга ядерных распадов и реакций, так и предсказать новые явления в этой области, прежде всего связанные с делением ядер. Поэтому тема диссертации, связанная с исследованием в рамках квантовой теории многоступенчатых ядерных реакций важных, но недостаточно изученных свойств низкоэнергетического двойного и тройного деления ядер, которые определяются взаимодействием вращательных и внутренних мод составного делящегося ядра, является актуальной. Особую роль в диссертации играет первая глава, посвященная развитию квантовой теории многоступенчатых ядерных реакций в

направлении учета виртуальных состояний промежуточных ядер, что позволяет не только описать экспериментальные характеристики $2p$ - и 2β -распадов ядер, но и дать основу для описания виртуальных механизмов тройного деления ядер с вылетом различных легких частиц.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и содержит 34 рисунка, а также список цитируемой литературы из 182 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и задачи диссертационного исследования, дана информация по структуре диссертации, раскрыты новизна, практическая и теоретическая значимость полученных результатов, описаны методы и подходы, используемые в ходе диссертационной работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, продемонстрирована их обоснованность и достоверность, дана информация по апробации полученных результатов.

Первая глава посвящена развитию квантовой теории многоступенчатых ядерных распадов, учитывающей появление в амплитудах указанных распадов виртуальных состояний промежуточных ядер, для описания характеристик двухпротонных и двойных бета-распадов ядер, а также использование указанной теории для исследования процессов тройного деления ядер. В первом разделе проведено рассмотрение многоступенчатых ядерных реакций и распадов. Показано, что в общем случае ширина рассматриваемого n -ступенчатого распада $\Gamma_{\alpha\beta}^k$ родительского ядра (A, Z) при использовании формализма диаграмм Фейнмана может быть представлена в виде суммы ширин, отвечающих композициям, связанным с разными числами реальных и виртуальных распадов. Во втором и третьем разделе описаны экспериментальные характеристики $2p$ - и 2β -распадов ядер при использовании квантовой теории многоступенчатых ядерных распадов, учитывающей появление в амплитудах указанных распадов виртуальных состояний промежуточных ядер. В четвертом разделе продемонстрированы возможности использования указанной теории для исследования процессов тройного деления ядер.

Вторая глава посвящена анализу в рамках квантовой теории деления квантовых и термодинамических характеристик различных стадий реакций двойного и тройного деления ядер-мишеней холодными нейтронами, включая и стадию спуска составного делящегося ядра с внешней седловой точки потенциала деформации. Исследованы спиновые распределения фрагментов двойного деления составного делящегося ядра холодными нейтронами при учете влияния коллективных *wriggling* и *bending*-колебаний указанных ядер в окрестности точек их разрыва, а также угловые распределения фрагментов двойного деления составного делящегося ядра холодными нейтронами при учете влияния коллективных *wriggling*-колебаний указанных ядер в окрестности точек их разрыва. В первом разделе получено заключение о «холодности» составных делящихся ядер, формируемых в процессах двойного и тройного деления ядер-мишеней холодными нейтронами, в области формирования первичных фрагментов деления, что приводит к появлению только нулевых *wriggling* и *bending* – колебаний рассматриваемых составных делящихся ядер. Во втором разделе показано, что спиновые распределения фрагментов двойного деления составных делящихся ядер холодными нейтронами имеют нетермодинамический характер, что обусловлено одновременным влиянием нулевых *wriggling*- и *bending*-колебаний составных делящихся ядер в окрестности точек их разрыва. В третьем разделе продемонстрирована близость направлений вылета фрагментов двойного деления составных делящихся ядер холодными нейтронами в соответствии с гипотезой О. Бора к направлению оси симметрии этих ядер, что связано с большими средними значениями относительных орбитальных моментов указанных фрагментов, обусловленных влиянием *wriggling*-колебаний составных делящихся ядер.

В третьей главе проведена классификация Р-четных Т-нечетных асимметрий в дифференциальных сечениях реакций деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом различных легких частиц через введение тройных и пятерных корреляторов в указанных сечениях, а также проведено одновременное описание Р-четных Т-

нечетных асимметрий в дифференциальных сечениях реакций деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом как предразрывных альфа – частиц, так и мгновенных нейтронов и гамма-квантов. В первом разделе найдены наблюдаемые характеристики Р-четных Т-нечетных тройных и пятерных корреляторов в дифференциальных сечениях реакций деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом таких легких частиц, как предразрывных альфа – частиц, так и мгновенных нейтронов и гамма-квантов при использовании полученных ранее экспериментальных значений коэффициентов асимметрии указанных реакций и угловых распределений легких частиц. Во втором разделе проведено теоретическое описание Р-четных Т-нечётных асимметрий в реакциях деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом различных легких частиц при использовании квазиклассического метода траекторных расчетов. Для согласования экспериментальных и рассчитанных в случае ядра-мишени ^{233}U с вылетом мгновенных нейтронов и гамма-квантов значений коэффициентов асимметрии требуется появление отрицательного значения угла поворота Δ_{LF} , что противоречит идеологии квазиклассического подхода, в котором указанный угол может иметь только положительные значения. Это заставляет искать альтернативный метод описания экспериментальных значений тройных и пятерных корреляторов в исследуемых реакциях. В третьем разделе в рамках квантового подхода, учитывающего интерференционные эффекты, продемонстрирована возможность одновременного теоретического описания наблюдаемых характеристик Р-четных Т-нечетных тройных и пятерных корреляторов для таких легких частиц, как предразрывные альфа – частицы, так и мгновенные нейтроны и гамма-кванты, при учете кориолисова взаимодействия полного спина составного делящегося ядра, вращающегося не только вокруг осей, перпендикулярных оси симметрии указанного ядра, с орбитальными моментами фрагментов деления и легких частиц.

Научная новизна результатов, полученных в диссертационных исследованиях Любашевского Д.Е. подтверждается согласием рассчитанных величин, найденных в рамках развития оригинальных методов с аналогичными экспериментальными данными. Новым для физики деления ядер является результат, установления механизма появления больших значений спинов и орбитальных моментов фрагментов двойного деления составных делящихся ядер за счет влияния поперечных wriggling- и bending-колебаний этих ядер в окрестности их точки разрыва. Развитие квантовой теории деления, позволило впервые описать характеристики Р-четных Т-нечетных асимметрий в дифференциальных сечениях реакций деления неориентированных ядер-мишеней холодными поляризованными нейтронами с вылетом различных легких частиц p .

Практическая значимость результатов диссертации состоит в том, что они применимы при анализе характеристик двойного и тройного деления тепловыми нейтронами, включая и коэффициенты Р-четных Т-нечетных асимметрий для предразрывных α -частиц, мгновенных нейтронов и гамма-квантов как уже исследованных, так и запланированных для исследований новых ядер.

Личный вклад автора в исследованиях, выполненных с соавторами, заключается в постановке всех рассматриваемых в диссертации задач и выборе методов их решения. Все оригинальные результаты, представленные в диссертации, получены либо самим автором, либо при его непосредственном участии. В подготовке публикаций и докладов по теме диссертации выполнена лично автором или при его активном участии. В статьях, выполненных в соавторстве, представленные результаты получены при определяющем участии автора.

Публикации и апробация результатов. Соискатель имеет 25 работ по теме диссертации, в том числе 24 статьи, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете

МГУ по специальности. Материалы диссертации неоднократно докладывались и обсуждались на различных международных конференциях по физике атомного ядра с 2009 по 2022 год.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов диссертационной работы обеспечивается строгостью использованных методов квантовой теории многоступенчатых ядерных реакций и распадов, сравнением полученных результатов компьютерных расчетов с экспериментальными данными, а также тщательной, многоплановой «перекрестной» проверкой полученных численных результатов, и наконец, адекватностью этих результатов современным теоретическим представлениям.

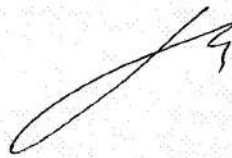
Вместе с тем работа не лишена недостатков, что вызывает необходимость сформулировать **замечание**, суть которого сводится к следующему. При всей серьезности подхода к исследованиям в значительной степени игнорируется дискуссия о механизме «ядерной памяти» на фоне вязкостных свойств делящихся ядер на этапе их седловой эволюции. Прояснение автором своей позиции по этому вопросу представляется весьма желательной.

Должен подчеркнуть, что вышеуказанное замечание ни в коей мере не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к научно-квалификационным работам. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Подводя итог, заключаю, что соискатель Любашевский Дмитрий Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.15 - «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» (физико-математические науки).

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник ГНЦ
«Физико-энергетический институт
имени А.И. Лейпунского»,
Говердовский Андрей Александрович



Контактные данные: телефон: (484) 399-89-61 (справочная ГНЦ РФ – ФЭИ) (484) 399-82-49, e-mail: gaa1959@mail.ru. Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 01.04.16 - физико-математические науки Адрес места работы: Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации– Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского» (АО «ГНЦ РФ – ФЭИ»). Почтовый адрес: 249033, г. Обнинск, Калужской обл., пл. Бондаренко, 1.

