

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Ходжаева Ромазана Ахмеджановича на тему «Структурные характеристики ядер $^{10,11}\text{B}$ во взаимодействиях с лёгкими заряженными частицами при низких энергиях», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05308 – Ядерная физика»

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: <u>1) диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы);</u> 2) диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы); 3) диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление).	Диссертационная работа Ходжаева Р.А. соответствует приоритетным направлениям развития науки в области ядерной физики и выполнена в рамках реализации государственных научных программ и проектов, направленных на развитие фундаментальных и прикладных исследований в области ядерных и радиационных процессов. Исследование выполнено в рамках следующих научных проектов, финансируемых из государственного бюджета Республики Казахстан: • BR10965191 «Комплексные исследования по ядерной и радиационной физике, физике высоких энергий и космологии для развития конкурентных технологий» (2021–2023 гг.); • ИРН AP14870964 «Исследования процессов взаимодействия протонов и ионов ^{10}B с ядрами ^{11}B для термоядерных и астрофизических приложений» (2022–2024 гг.); • BR21881941 «Экспериментальные и теоретические исследования в области высоких и сверхвысоких энергий для решения актуальных задач астрофизики и физики космических лучей» (2023–2025 гг.).

			Таким образом, тема диссертационного исследования напрямую соответствует направлениям научных программ, направленных на развитие ядерной физики, термоядерных технологий и астрофизических приложений, что подтверждает её актуальность и государственную значимость.
2.	Важность для науки	Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u>/не раскрыта.	Диссертационная работа Ходжаева Р.А. вносит существенный вклад в развитие ядерной физики, в частности в области изучения механизмов взаимодействия лёгких ионов с лёгкими ядрами при низких и промежуточных энергиях, а также в понимание структурных характеристик изотопов ^{10}B и ^{11}B. Научная значимость работы определяется получением новых экспериментальных данных по дифференциальным сечениям упругого и неупругого рассеяния дейтронов и α-частиц, а также реакций переноса нуклонов, ранее недостаточно исследованных в указанном энергетическом диапазоне. Полученные результаты расширяют существующую экспериментальную базу и представляют интерес для уточнения и верификации современных теоретических моделей ядерных реакций. Важность работы для науки раскрыта в достаточной степени и подтверждается комплексным подходом, объединяющим экспериментальные измерения и теоретическое моделирование в рамках оптической модели, метода связанных каналов и метода искажённых волн. Это позволяет не только описывать наблюдаемые данные, но и интерпретировать их с точки зрения ядерной структуры и кластерных конфигураций.

			Таким образом, работа обладает высокой научной значимостью и представляет интерес для дальнейшего развития теоретических и экспериментальных исследований в области ядерной физики лёгких ядер.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности:	Уровень самостоятельности диссертационной работы Ходжаева Р.А. следует оценить как высокий. Это подтверждается тем, что автор самостоятельно сформулировал основные цели и задачи исследования, выполнил комплекс экспериментальных измерений на циклотроне У-150М, осуществил обработку и анализ экспериментальных данных, а также провёл интерпретацию полученных результатов в рамках современных теоретических моделей ядерной физики. Кроме того, автором самостоятельно выполнен анализ угловых распределений дифференциальных сечений, подбор и оптимизация параметров оптических потенциалов, а также извлечение спектроскопических характеристик исследуемых ядер с использованием специализированных вычислительных программных комплексов (включая FRESCO). Полученные результаты и выводы логически вытекают из проведённых исследований и свидетельствуют о высокой степени самостоятельности при выполнении диссертационной работы.
		<u>1) высокий;</u>	
		2) средний;	
		3) низкий;	
		4) самостоятельности нет.	
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации:	Актуальность диссертационного исследования Ходжаева Р.А. обоснована. В работе последовательно показано, что изучение
		<u>1) обоснована;</u>	

		2) частично обоснована;	взаимодействия лёгких ионов (дейтронов и α -частиц) с лёгкими ядрами ^{10}B и ^{11}B при низких энергиях остаётся важной задачей современной ядерной физики, связанной с необходимостью уточнения механизмов прямых ядерных реакций, кластерных эффектов и особенностей построения оптических потенциалов. Актуальность исследования дополнительно подтверждается как фундаментальной значимостью рассматриваемых процессов для понимания структуры лёгких ядер, так и их прикладной значимостью в астрофизике, термоядерных технологиях и ядерной медицине. Таким образом, обоснование актуальности в диссертационной работе представлено в полном объёме и соответствует современному уровню развития ядерно-физических исследований.
		3) не обоснована.	
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Содержание диссертационной работы Ходжаева Р.А. полностью отражает заявленную тему исследования. Структура диссертации логически выстроена и соответствует поставленной теме, связанной с изучением структурных характеристик ядер ^{10}B и ^{11}B во взаимодействии с лёгкими заряженными частицами при низких энергиях. Теоретические разделы последовательно подготавливают основу для интерпретации экспериментальных данных, а экспериментальная часть и результаты анализа непосредственно направлены на решение сформулированных задач исследования. В работе представлены результаты измерений дифференциальных сечений, анализ оптических потенциалов, моделирование реакций в рамках
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	

			метода связанных каналов и DWBA, а также извлечение спектроскопических и деформационных параметров ядерных систем, что в полной мере соответствует заявленной тематике. Таким образом, содержание диссертации адекватно отражает её тему и обеспечивает внутреннюю логическую целостность исследования.
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Цель и задачи диссертационного исследования Ходжаева Р.А. полностью соответствуют заявленной теме диссертации.
		<u>1) соответствуют;</u>	Сформулированная цель — комплексное экспериментальное и теоретическое исследование влияния кластерных структур изотопов ^{10}B и ^{11}B на характеристики ядерных реакций при взаимодействии с лёгкими заряженными частицами в области низких энергий — напрямую связана с темой работы и отражает её основное научное содержание.
		2) частично соответствуют;	Поставленные задачи, включающие экспериментальное измерение дифференциальных сечений, анализ упругого и неупругого рассеяния, исследование реакций переноса нуклонов, а также извлечение параметров оптических потенциалов, деформации и спектроскопических характеристик, логически вытекают из сформулированной цели и обеспечивают её последовательное достижение.
		3) не соответствуют.	Таким образом, цель и задачи исследования находятся в полном соответствии с темой диссертационной работы и обеспечивают внутреннюю согласованность исследования.
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Разделы и основные положения диссертационной работы Ходжаева Р.А. полностью взаимосвязаны.
		<u>1) полностью взаимосвязаны;</u>	Структура диссертации построена логически

		2) взаимосвязь частичная;	последовательно: теоретические основы ядерных реакций и применяемые модели (оптическая модель, метод связанных каналов, DWBA) в первом разделе формируют методологическую базу исследования; во втором разделе представлено описание экспериментальной установки и методики измерений; третий и четвертый разделы содержат результаты экспериментальных исследований и их теоретическую интерпретацию для систем $d+^{10}\text{B}$ и $\alpha+^{10},^{11}\text{B}$.
		3) взаимосвязь отсутствует.	
			Сформулированные положения на защиту непосредственно вытекают из полученных экспериментальных данных и результатов теоретического анализа, что обеспечивает внутреннее единство работы. Связь между разделами и основными результатами прослеживается последовательно и логически обоснованно.
			Таким образом, диссертация обладает внутренней структурной целостностью и высокой степенью взаимосвязи всех её компонентов.
		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	В диссертационной работе Ходжаева Р.А. представлен критический анализ существующих подходов , используемых для описания процессов взаимодействия лёгких заряженных частиц с ядрами в рамках оптической модели, метода искажённых волн и метода связанных каналов. Автором обоснован выбор применяемых теоретических и вычислительных методов, а также проведено сопоставление полученных результатов с известными литературными данными и ранее опубликованными исследованиями. Показано, что использование комплексного подхода,
		<u>1) критический анализ есть;</u>	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
		4) анализ отсутствует.	

			включающего экспериментальные данные и моделирование в рамках программного комплекса FRESCO, позволяет повысить точность описания угловых распределений и уточнить параметры ядерного взаимодействия. Таким образом, в работе присутствует аргументированная оценка применяемых решений и их сопоставление с известными методами, что свидетельствует о наличии критического научного анализа.
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Научные результаты и положения диссертационной работы Ходжаева Р.А. следует оценить как полностью новые .
		<u>1) полностью новые;</u>	В работе получены новые экспериментальные данные по дифференциальным сечениям упругого и неупругого рассеяния дейтронов и α-частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B в области низких энергий, а также по реакциям переноса нуклонов, которые ранее в указанном энергетическом и угловом диапазоне были представлены фрагментарно либо отсутствовали. На основе комплексного анализа в рамках оптической модели, метода связанных каналов и метода искажённых волн впервые для рассматриваемых систем получены согласованные параметры оптических потенциалов, уточнены значения квадрупольной деформации ядер и извлечены спектроскопические характеристики кластерных конфигураций. Таким образом, совокупность полученных экспериментальных результатов и теоретических выводов обладает выраженной научной новизной и расширяет существующую базу знаний в области
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			ядерной физики лёгких ядер.
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Выводы диссертационной работы Ходжаева Р.А. следует оценить как полностью новые.
		1) полностью новые;	Сформулированные в диссертации выводы основаны на новых экспериментальных данных по упругому и неупругому рассеянию дейтронов и α-частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B, а также на результатах анализа реакций переноса нуклонов в области низких энергий. Эти результаты позволили получить уточнённые параметры оптических потенциалов, характеристики деформации и спектроскопические факторы кластерных конфигураций, ранее не представленные в такой совокупности и степени детализации.
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	Комплексный характер проведённого исследования, объединяющий эксперимент и теоретическое моделирование, обеспечивает новизну и самостоятельную научную значимость сделанных выводов.
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:	Технические и методические решения, представленные в диссертационной работе Ходжаева Р.А., следует оценить как полностью новые и обоснованные.
		<u>1) полностью новые;</u>	В работе использованы и развиты современные экспериментальные и вычислительные подходы, включая $\Delta E-E$ методику идентификации частиц, а также комплексное применение оптической модели, метода искажённых волн и метода связанных каналов для анализа ядерных реакций с участием лёгких ионов. Практическая реализация исследований на циклотроне У-150М, а также обработка и интерпретация данных с использованием программного комплекса FRESKO,
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

			свидетельствуют о корректном и современном уровне применяемых решений. Предложенные подходы позволили получить новые экспериментальные данные и обеспечить их согласованную теоретическую интерпретацию, что подтверждает новизну и обоснованность использованных методических решений.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research (квалитатив ресеч) и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам).	Все основные выводы диссертационной работы Ходжаева Р.А. основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах. Выводы диссертации базируются на результатах экспериментальных измерений дифференциальных сечений упругого и неупругого рассеяния дейтронов и α-частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B, а также реакций переноса нуклонов, полученных с использованием высокоточной $\Delta E-E$ методики регистрации частиц. Экспериментальные данные обработаны и проанализированы с применением общепринятых в ядерной физике теоретических моделей. Теоретическая интерпретация выполнена в рамках оптической модели, метода искажённых волн и метода связанных каналов с использованием программного комплекса FRESCO, что обеспечивает надежную физическую основу для анализа полученных результатов. Сопоставление с литературными данными демонстрирует согласованность и воспроизводимость результатов, что дополнительно подтверждает корректность и обоснованность сделанных выводов.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Положение 1. Получены новые угловые распределения

		7.1 Доказано ли положение?	дифференциальных сечений ядерных процессов $^{10}\text{B}(\text{d},\text{d})^{10}\text{B}$, $^{10}\text{B}(\text{d},\text{t})^9\text{B}$, $^{10}\text{B}(\alpha,\alpha)^{10}\text{B}$ в низкоэнергетическом интервале 7-10 МэВ/нуклон в рамках анализа которых были определены структурные характеристики ядра ^{10}B. 7.1 Положение доказано экспериментальными измерениями угловых распределений дифференциальных сечений реакций $^{10}\text{B}(\text{d},\text{d})^{10}\text{B}$, $^{10}\text{B}(\text{d},\text{t})^9\text{B}$ и $^{10}\text{B}(\alpha,\alpha)^{10}\text{B}$, выполненными в низкоэнергетическом диапазоне 7–10 МэВ/нуклон. Полученные данные интерпретированы в рамках оптической модели и метода связанных каналов с использованием программного комплекса FRESKO. Согласование расчетных и экспериментальных распределений подтверждает корректность извлечения структурных параметров ядра ^{10}B. 7.2 Нетривиальность определяется необходимостью учета не только оптического потенциала, но и каналов неупругого рассеяния и реакций переноса, а также вкладов кластерных конфигураций, существенно влияющих на форму угловых распределений в задней полусфере. 7.3 Новизна заключается в получении новых экспериментальных данных по угловым распределениям для указанных реакций в ранее слабо исследованном энергетическом диапазоне 7–10 МэВ/нуклон, а также в их комплексной интерпретации с учетом кластерных механизмов и метода связанных каналов. 7.4 Результаты применимы на широком уровне для уточнения параметров ядерных моделей (оптических и фолдинговых потенциалов), а также для расчетов ядерных реакций в
		1) доказано;	
		2) скорее доказано;	
		3) скорее не доказано;	
		4) не доказано;	
		5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно.	
		7.2 Является ли тривиальным?	
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно.	
		7.3 Является ли новым?	
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно.	
		7.4 Уровень для применения:	
		1) узкий;	
		2) средний;	
		3) широкий;	
		4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно.	
		7.5 Доказано ли в статье?	
		1) да;	
		2) нет;	
		3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	

			низкоэнергетической области, включая прикладные задачи моделирования взаимодействий легких ионов. 7.5 Основные результаты доказаны в рецензируемых журналах и материалах международных конференций, включенных в базы Scopus и Web of Science, что подтверждает воспроизводимость и научную обоснованность выводов. Положение 2. Найдены физически обоснованные параметры оптических потенциалов межъядерного взаимодействия для систем «d+¹⁰B» при энергии 14,5 МэВ и «α+¹⁰B» при энергии 29 МэВ обеспечивающие согласованное описание экспериментальных данных и надёжное извлечение параметров ядерной деформации и спектроскопических факторов. 7.1 Положение доказано результатами анализа экспериментальных угловых распределений упругого и неупругого рассеяния дейтронов и α-частиц на ядре ¹⁰B, полученных при энергиях 14,5 и 29 МэВ. Интерпретация данных выполнена в рамках феноменологической оптической модели и метода связанных каналов с использованием программного комплекса FRESKO. Подбор параметров оптических потенциалов обеспечивает согласованное описание экспериментальных сечений в широком угловом диапазоне, что подтверждает их физическую обоснованность. 7.2 Нетривиальность обусловлена наличием сильной корреляции между действительной и мнимой частями потенциала (V–W неоднозначность), а также необходимостью одновременного описания
--	--	--	--

			упругих, неупругих и реакционных каналов. Получение устойчивых наборов параметров требует комплексного согласования нескольких типов экспериментальных данных. 7.3 Новизна заключается в получении согласованных наборов параметров оптических потенциалов для систем $d+^{10}\text{B}$ и $\alpha+^{10}\text{B}$ в низкоэнергетическом диапазоне с учетом каналов связи и кластерных эффектов, обеспечивающих одновременное описание упругого и неупругого рассеяния. 7.4 Результаты применимы на среднем уровне для уточнения параметров ядерно-реакционных моделей, используемых при расчетах взаимодействий легких ионов с легкими ядрами, а также в прикладных задачах моделирования ядерных процессов в низкоэнергетической области. 7.5 Результаты доказаны в рецензируемых публикациях в журналах, индексируемых Scopus и Web of Science, а также апробированы на международных конференциях, что подтверждает их научную состоятельность и воспроизводимость. Положение 3. Установлены параметры квадрупольной деформации ядер ^{10}B ($\beta_2 = 0,7$) и ^{11}B ($\beta_2 = 0,42$), извлеченные из анализа неупругого рассеяния в рамках модели связанных каналов, уточняющие связь между основными и возбужденными состояниями ядер, подтверждающих коллективный характер их структуры. 7.1 Положение доказано результатами анализа неупругого рассеяния дейтронов и α-частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B, выполненного в рамках метода связанных
--	--	--	--

		каналов с использованием программного комплекса FRESKO. Извлечение параметров квадрупольной деформации основано на согласовании расчетных и экспериментальных угловых распределений для основных и возбужденных состояний. Полученные значения демонстрируют устойчивую сходимость при вариации параметров оптического потенциала. 7.2 Нетривиальность обусловлена необходимостью одновременного учета коллективных возбуждений, деформационных эффектов и каналов связи, влияющих на форму угловых распределений. Определение параметров деформации в условиях сильной корреляции модельных параметров требует комплексного анализа различных реакционных каналов. 7.3 Новизна заключается в уточнении параметров квадрупольной деформации ядер ^{10}B и ^{11}B на основе согласованного анализа упругих и неупругих каналов в низкоэнергетической области с применением метода связанных каналов. Полученные значения уточняют ранее известные оценки и получены в едином самосогласованном подходе. 7.4 Результаты могут быть применены на среднем уровне для уточнения структурных параметров ядер в рамках оптических и коллективных моделей, а также при моделировании ядерных реакций с участием легких деформированных ядер в низкоэнергетической области. 7.5 Результаты доказаны в рецензируемых публикациях и апробированы на международных конференциях, входящих в базы Scopus и Web of Science, что подтверждает их воспроизводимость и
--	--	--

		научную обоснованность. Положение 4. Извлечены спектроскопические факторы кластерных конфигураций $^{10}\text{B} \rightarrow ^9\text{B} + \text{n}$, $^9\text{B} (3/2^-)$ ($SA = 0,67$), $^9\text{B} (5/2^-)$ ($SA = 0,94$), $^8\text{Be}_{\text{о.с.}}$ ($SA = 0,8$) и $^{10}\text{B} \rightarrow ^6\text{Li} + \alpha$ ($SA = 1,4$) учет которых объясняет подъем угловых распределений дифференциальных сечений упругого рассеяния при обратных углах и обосновывает кластерную структуру исследуемых ядер. 7.1 Положение доказано результатами анализа реакций переноса и упругого рассеяния дейтронов и α-частиц на ядре ^{10}B с учетом кластерных каналов. Расчеты выполнены в рамках метода связанных каналов и метода искаженных волн с использованием программного комплекса FRESKO. Спектроскопические характеристики кластерных конфигураций получены из согласования расчетных и экспериментальных дифференциальных сечений, включая области больших углов. 7.2 Нетривиальность определяется необходимостью учета конкуренции между прямыми, обменными и кластерными механизмами реакции, особенно в области больших углов рассеяния. Корректное извлечение спектроскопических характеристик требует одновременного анализа нескольких реакционных каналов и чувствительно к выбору оптического потенциала. 7.3 Новизна заключается в получении спектроскопических характеристик кластерных конфигураций $^{10}\text{B} \rightarrow ^9\text{B} + \text{n}$, $^{10}\text{B} \rightarrow ^6\text{Li} + \alpha$ и ^8Be в рамках единого самосогласованного анализа экспериментальных данных упругого и неупругого
--	--	---

			рассеяния. Показано, что учет кластерных степеней свободы существенно влияет на описание угловых распределений в области больших углов. 7.4 Результаты могут быть применены на широком уровне для уточнения моделей кластерной структуры легких ядер и применяться при расчете реакций переноса и упругого рассеяния в низко- и среднеэнергетической ядерной физике, а также в задачах астрофизического моделирования. 7.5 Результаты доказаны в рецензируемых публикациях, индексируемых в Scopus и Web of Science, а также апробированы на международных конференциях, что подтверждает их воспроизводимость и научную состоятельность.
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	В работе последовательно применены признанные в ядерной физике подходы (оптическая модель, метод связанных каналов, DWBA, folding-потенциалы) с использованием стандартизированного вычислительного кода FRESKO и экспериментальной методики $\Delta E-E$, что обеспечивает воспроизводимость и физическую обоснованность анализа в работе использованы современные экспериментальные и теоретические методы ядерной физики, включая методику $\Delta E-E$ идентификации частиц, ядерно-физическую электронную аппаратуру регистрации событий, а также компьютеризированные системы сбора и обработки экспериментальных данных. Теоретическая интерпретация выполнена с применением общепринятых вычислительных кодов (FRESKO) и моделей (оптическая модель, метод связанных каналов, DWBA, folding-подход), что
	Достоверность источников и предоставляемой информации	1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	
		1) <u>да</u> ;	
		2) нет.	

			соответствует современному уровню экспериментально-теоретических исследований в ядерной физике и обеспечивает достоверность результатов
	8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):		Теоретические выводы, полученные в рамках оптической модели, метода связанных каналов и DWBA, подтверждены экспериментальными данными по дифференциальным сечениям упругого и неупругого рассеяния дейтронов и α -частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B , полученными на ускорительном комплексе изохронного циклотрона У-150М Института ядерной физики. Согласование расчетных результатов с экспериментальными угловыми распределениями, выполненное с использованием программного комплекса FRESCO, демонстрирует корректность выбранных моделей и подтверждает выявленные закономерности, включая параметры деформации и вклад кластерных механизмов
		1) да;	
		2) нет.	
	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу.		Важные утверждения диссертационной работы подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, включающую фундаментальные монографии и обзорные работы по ядерной физике и теории ядерных реакций, в частности по оптической модели, методу связанных каналов, методу искажённых волн и фолдинг-подходу (Satchler G.R., Hodgson P.E., Bohr A. и Mottelson B.R., Feshbach H. и др.). Теоретические положения и интерпретация экспериментальных данных согласуются с результатами современных исследований в области взаимодействия лёгких ионов с ядрами, опубликованных в рецензируемых международных

			журналах, включая Nuclear Physics A, Physical Review C, Physics Letters B, European Physical Journal A и другие. Экспериментальные выводы работы сопоставлены с ранее опубликованными результатами по рассеянию дейтронов и α-частиц на ядрах бора и соседних лёгких ядер, что подтверждает корректность используемых моделей и полученных параметров. Таким образом, ключевые утверждения диссертации имеют надёжное теоретическое и экспериментальное обоснование и согласуются с современным уровнем развития ядерной физики низких и промежуточных энергий.
		8.5 Используемые источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора.	Используемые источники литературы являются достаточными для выполнения диссертационного исследования. Библиографический список включает 101 источник, охватывающий фундаментальные работы по оптической модели, методу связанных каналов, кластерной структуре легких ядер, а также современные экспериментальные и теоретические исследования, релевантные тематике диссертации. Представленный объем и уровень источников обеспечивают полноту рассмотрения рассматриваемых физических процессов, корректность выбора теоретических подходов и обоснованность интерпретации полученных экспериментальных данных.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Диссертационная работа обладает выраженной теоретической значимостью, поскольку направлена на развитие методов описания ядерных реакций с участием легких ионов в рамках оптической модели, метода связанных каналов и метода искажённых волн. В работе получены новые данные по
		<u>1) да;</u>	
		2) нет.	

			дифференциальным сечениям рассеяния и уточнены параметры оптических потенциалов для систем $d+^{10}\text{B}$ и $\alpha+^{10,11}\text{B}$, что имеет непосредственное значение для развития теории ядерного взаимодействия. Кроме того, выполнено извлечение спектроскопических факторов и параметров квадрупольной деформации ядер ^{10}B и ^{11}B, что углубляет понимание кластерной структуры легких ядер и подтверждает применимость кластерных моделей в области низких и промежуточных энергий. Полученные результаты расширяют и уточняют существующие теоретические представления о механизмах упругого и неупругого рассеяния, а также реакциях с переносом нуклонов.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Результаты диссертационного исследования обладают выраженной практической значимостью, поскольку полученные дифференциальные сечения и уточнённые параметры оптических потенциалов могут быть непосредственно использованы при моделировании ядерных реакций с участием лёгких ионов. Это особенно важно для расчётов в прикладной ядерной физике, включая задачи, связанные с разработкой и оптимизацией термоядерных и гибридных энергетических систем. Экспериментально полученные данные для систем $d+^{10}\text{B}$ и $\alpha+^{10,11}\text{B}$ расширяют существующие международные базы ядерных данных и могут быть включены в библиотеки типа EXFOR для последующего использования в теоретических и прикладных расчетах. Уточнение спектроскопических факторов и параметров деформации ядер ^{10}B и ^{11}B повышает точность
		<u>1) да;</u>	
		2) нет.	

			прогнозирования реакционных сечений в моделях ядерной физики. Кроме того, результаты могут быть использованы в астрофизических расчётах нуклеосинтеза, а также в прикладных медицинских технологиях, связанных с взаимодействием нейтронов с ядром бора (в частности, в бор-нейтронозахватной терапии).
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Предложения для практики, сформулированные в диссертационной работе, можно отнести к полностью новым. Они основаны на впервые полученных экспериментальных данных по дифференциальным сечениям реакций с участием дейтронов и α-частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B в низкоэнергетическом диапазоне и на их комплексной теоретической интерпретации в рамках оптической модели, метода связанных каналов и DWBA. Новизна практических предложений определяется тем, что уточнённые параметры взаимодействия, спектроскопические факторы и выявленные особенности кластерных конфигураций формируют новую базу для прикладного моделирования ядерных процессов. Эти результаты ранее не использовались в аналогичных прикладных задачах и могут быть непосредственно применены при расчётах реакций в ядерной энергетике, астрофизике и прикладных технологиях, связанных с использованием лёгких ядер.
		<u>1) полностью новые;</u>	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма:	Диссертационная работа выполнена на высоком уровне академического письма. Текст отличается логической структурированностью, последовательностью изложения и корректным использованием научной терминологии в области
		<u>1) высокое;</u>	
		2) среднее;	
		3) ниже среднего;	
		4) низкое.	

			ядерной физики. Описание экспериментальной и теоретической частей исследования представлено ясно и системно, что обеспечивает хорошую воспроизводимость методического подхода. Оформление диссертации соответствует требованиям, предъявляемым к научным работам: соблюдена единая стилистика изложения, корректно представлены формулы, таблицы и рисунки, а также выдержана логическая связь между разделами. Используемая терминология согласована с общепринятой в ядерной физике, а изложение результатов обеспечивает их однозначное понимание специалистами в данной области.
11.	Замечания к диссертации	В целом диссертационная работа выполнена на высоком научном уровне и соответствует требованиям, предъявляемым к PhD диссертациям в области ядерной физики. Существенных недостатков, влияющих на основные научные результаты и выводы, не выявлено. Вместе с тем можно отметить ряд отдельных замечаний рекомендательного характера: 1. В обзорно-теоретической части диссертации отдельные положения изложены достаточно подробно. Часть общеизвестного материала могла быть представлена в более сжатом виде без ущерба для восприятия основных результатов исследования. 2. В заключении целесообразно более подробно обозначить перспективы дальнейшего развития исследования и возможные направления практического использования полученных результатов. 3. Представляло бы интерес дальнейшее развитие исследования с распространением использованного подхода на другие лёгкие ядра p-shell области. Указанные замечания носят рекомендательный, частный характер, не снижают научной ценности диссертационного исследования и не влияют на обоснованность основных результатов, выводов и положений, выносимых на защиту.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют	По теме диссертационного исследования автором опубликовано 10 научных работ, включая 3 статьи в международных рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science (<i>Universe, Physics, Nuclear Physics A</i>), а также 2 публикации в материалах международных конференций, индексируемых в Scopus и Web of Science, и 5 публикаций в сборниках материалов международных научных конференций. Опубликованные работы непосредственно отражают основные результаты диссертационного	

	научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	исследования и посвящены экспериментальному и теоретическому изучению процессов рассеяния дейтронов и α-частиц на ядрах ^{10}B и ^{11}B, а также анализу реакций переноса с использованием современных методов ядерной физики. Полученные результаты характеризуются научной новизной, достоверностью и имеют существенное значение для развития представлений о структуре легких ядер и механизмах ядерных реакций при низких энергиях. Научный уровень публикаций подтверждается их опубликованием в авторитетных международных изданиях квартилей Q2–Q3, а также успешной апробацией результатов на международных научных форумах. Содержание публикаций полностью соответствует тематике диссертации и отражает основные положения, выносимые на защиту. Таким образом, научный уровень опубликованных работ является высоким и соответствует требованиям, предъявляемым к диссертационным исследованиям на соискание степени доктора философии (PhD).
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертационная работа Ходжаева Ромазана Ахмеджановича на тему «Структурные характеристики ядер $^{10,11}\text{B}$ во взаимодействиях с легкими заряженными частицами при низких энергиях» является завершенным научным исследованием, выполненным на высоком научном и методическом уровне. Полученные результаты обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью, являются достоверными, прошли необходимую апробацию и опубликованы в рецензируемых отечественных и международных научных изданиях. Диссертационная работа соответствует требованиям Правил присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD). Считаю возможным рекомендовать диссертационную работу к защите, а ее автор Ходжаев Ромазан Ахмеджанович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D05308 – Ядерная физика.

Рецензент:
PhD, старший преподаватель
кафедры ядерной физики, новых материалов и технологий
Евразийского национального университета им. Л.Н.Гумилева:

«09» июня 2026 г.



Темербасев А.А.

