

### ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Маратовой Аиды Гафуркызы «Особенности спектроскопических свойств монокристаллов CsI, RbI, KI и KCl при понижении симметрии решетки», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D05301 – Физика»

№п /п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертация выполнена в рамках двух проектов грантового финансирования:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Направленное воздействие на излучательную релаксацию электронных возбуждений с целью улучшения люминесцентных характеристик функциональных материалов на базе щелочногалогенидных кристаллов» (ИРН АР08855672, 2020-2022 гг);</li> <li>- «Экспериментальные исследования механизмов люминесценции кристаллов KI, RbI и CsI при активации катионами-гомологами и низкотемпературной деформацией» (ИРН АР09057911, 2021-2023 гг.).</li> </ul>
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не</u> вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не</u> раскрыта	Диссертационная работа вносит существенный вклад в науку, так как полученные результаты являются новыми в области спектроскопии твердого тела. Важность диссертационной работы хорошо раскрыта автором и заключается в демонстрации повышения сцинтилляционных характеристик быстродействующих

			детекторов, действие которых основано на собственной люминесценции щелочногалоидных кристаллов (далее ЩГК), без необходимости транспорта энергии электронных возбуждений к примесям.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Диссертант самостоятельно решал существенные и конкретные задачи, важные для успешной работы крупного коллектива по реализации прикладных и фундаментальных задач, а также лично представлял свои результаты на ряде международных конференций. Наличие крупных авторских коллективов является объективной и характерной особенностью таких экспериментальных исследований.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u> ; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	Актуальность диссертационной работы обоснована в достаточной мере. Диссертационная работа посвящена экспериментальному исследованию особенностей люминесценции и механизмам радиационного дефектообразования в кристаллах CsI, RbI, KI и KCl. Тема, объект и предмет исследования, определяющие актуальность работы, в основном связаны с применением изучаемых объектов в производстве и исследованиях в качестве основного ключевого элемента быстродействующих сцинтилляционных детекторов. В связи с тем, что на практике необходимо повышение надежности измерения, то влияние внешних факторов таких как температура, давление и излучение позволяет прогнозировать изменение физических свойств объекта. Следовательно актуальность диссертационной работы, сомнений не вызывает.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u> ; 2) Частично отражает; 3) Не отражает	Содержание диссертации полностью отражает тему исследования. Цели и задачи исследования, методы и техника исследования, положения, выносимые на защиту, результаты и вывод согласованы друг с другом и соответствуют теме диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти разделов, заключения и списка литературы. Во введении обосновано излагается актуальность работы; приведены цель, задачи, объект, предмет и методы исследования; сформулированы научная новизна, практическая

			<p>значимость; основные положения, выносимые на защиту; указана связь с научно-исследовательскими проектами и апробация работы. В первом разделе представлена информации из литературных источников по экситонным механизмам люминесценции и радиационному дефектообразованию в кристаллах CsI, RbI, KI и KCl. Экспериментальная установка люминесцентной и абсорбционной спектроскопии, а также объекты исследования подробно описаны во втором разделе. Третий и четвертый разделы посвящены исследованию особенности люминесценции кристаллов CsI, RbI и KI под воздействием низкотемпературной одноосной деформации, соответственно. В пятом разделе исследованы особенности радиационного дефектообразования в кристаллах RbI и KI под воздействием низкотемпературной одноосной деформации.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:  <u>1) соответствуют;</u>  2) частично соответствуют;  3) не соответствуют</p>	<p>Цели и задачи диссертационной работы соответствует теме исследования и раскрывают основные аспекты диссертационной работы. Целью диссертационной работы является выявление особенностей природы люминесценции, а также механизмов радиационного дефектообразования в кристаллах CsI, RbI, KI и KCl, имеющих пониженную симметрию решетки за счет низкотемпературной одноосной деформации, с применением экспериментальных методов люминесцентной, термоактивационной и абсорбционной спектроскопии. Поставленные пять задач в диссертационном исследовании позволяют полностью достичь поставленную цель.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:  <u>1) полностью взаимосвязаны;</u>  2) взаимосвязь частичная;  3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Представленная диссертационная работа является завершенным трудом. Полученные результаты и изложенные в работе научные результаты взаимосвязаны и удачно дополняют друг друга и направлены на решение проблемы: изучить особенности природы люминесценции, а также механизмы радиационного дефектообразования в кристаллах CsI, RbI, KI и KCl, имеющих пониженную симметрию решетки. Из перечисленных в диссертационной работе взаимосвязанных физических явлений и выявленных закономерностей вытекают защищаемые положения.</p>

		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>критический анализ есть</u>;</li> <li>2) анализ частичный;</li> <li>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</li> </ol>	<p>В первой главе «Люминесценция и радиационные дефекты в щелочногалоидных кристаллах» критически рассмотрены известные данные по люминесценции и радиационным дефектам в ЩГК. Автор диссертации провела подробный критический анализ технологии деформирования ЩГК. Следует отметить, что критический анализ представленной в первой главе, базируется на данных из 72 литературных источников. Предложенные пути решения, принципы и методы исследования, предложенные автором, строго аргументированы и подтверждены экспериментально в соответствии с основными научными методами исследования.</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью новые</u>;</li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%)</li> </ol>	<p>Научные результаты и положения, полученные в рамках диссертационной работы, являются полностью новыми:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экспериментальный эффект усиления интенсивности люминесценции при 3,67 эВ АЛЭ с асимметричной конфигурацией (weak off) в кристаллах CsI при понижении симметрии решетки низкотемпературной (85 К) одноосной упругой деформацией с одновременным подавлением люминесценции при 4,27 эВ, обусловленной АЛЭ с симметричной конфигурацией (on).</li> <li>2. Экспериментальное подтверждение собственной природы Ех-люминесценции в кристаллах RbI (3,1 эВ) и KI (3,05 эВ), полученное при воздействии на кристалл одноосной упругой деформации и интерпретированное на основе усиления излучательной релаксацией АЛЭ в регулярных узлах решетки при понижении симметрии.</li> <li>3. Экспериментальный эффект понижения эффективности создания стабильных радиационных дефектов в кристаллах KI и RbI под воздействием низкотемпературной (85 К) одноосной упругой деформации, который интерпретирован на основе сопоставления размеров междоузельной пустоты и <i>H</i>-центра для гранецентрированных (типа NaCl) и объемноцентрированных (типа CsCl) кристаллов.</li> </ol>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p>	<p>Выводы диссертации являются полностью новыми. Выводы сделаны по результатам детального анализа экспериментальных</p>

		<p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>данных. В конце каждого раздела представлены выводы, а итоговые суммирующие выводы указаны в заключении. Все выводы доказываются экспериментальными результатами, полученными с применением методов люминесцентной, термоактивационной и абсорбционной спектроскопии.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Автором диссертационной работы совместно с научными консультантами разработан уникальный способ синхронной регистрации временной и спектральной зависимости интенсивности туннельной люминесценции ЦГК. На указанную разработку получен в казахстанском патентном бюро патент на полезную модель № 6563 РК, зарегистрированный 22 октября 2021 года. Получено свидетельство № 12826 о внесении сведений в государственный реестр прав на объекты, охраняемые авторским правом, на цифровую технологию регистрации спектров фотолюминесценции, рентгенолюминесценции, туннельной люминесценции и термостимулированной люминесценции щелочногалоидных кристаллов, зарегистрированное 26 октября 2020 года.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Выводы, приведенные в разделах диссертационной работы и в заключении, сделаны на основе экспериментальных результатов люминесцентной и абсорбционной спектроскопии монокристаллов CsI, RbI, KI и KCl в сочетании с приложенной низкотемпературной одноосной деформацией, понижающий симметрию решетки. Полученные диссертантом результаты не противоречат основным положениям радиационной физики/спектроскопии твердого тела. Представленные выводы целиком доказывают все три основных положения диссертационной работы.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) доказано;</p> <p>2) скорее доказано;</p>	<p><i>Положение 1.</i> Экспериментальный эффект усиления интенсивности люминесценции при 3,67 эВ АЛЭ с асимметричной конфигурацией (weak off) в кристаллах CsI при понижении симметрии решетки низкотемпературной (85 К) одноосной упругой деформацией с одновременным подавлением люминесценции при 4,27 эВ, обусловленной АЛЭ с симметричной конфигурацией (on).</p>

		<p>3) скорее не доказано;  4) не доказано  7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  2) нет  7.3 Является ли новым?  1) да;  2) нет  7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  3) широкий  7.5 Доказано ли в статье?  1) да;  2) нет</p>	<p>7.1. доказано.  7.2. не является тривиальным  7.3. является новым  7.4. уровень для применения средний.  7.5. доказано в статье (The specificity intrinsic luminescence of a CsI crystal under the influence of low-temperature elastic deformation // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 2021. – Vol. 509. – P. 1-6)  <i>Положение 2.</i> Экспериментальное подтверждение собственной природы <math>E_x</math>-люминесценции в кристаллах RbI (3,1 эВ) и KI (3,05 эВ), полученное при воздействии на кристалл одноосной упругой деформации и интерпретированное на основе усиления излучательной релаксацией АЛЭ в регулярных узлах решетки при понижении симметрии.  7.1. доказано.  7.2. не является тривиальным  7.3. является новым  7.4. уровень для применения средний.  7.5. доказано в статьях (Effect of low-temperature deformation on the Ex luminescence of KI single crystals // Integrated Ferroelectrics. – 2021. – Vol. 220. – P. 140-146; The features of strain-stimulated RbI luminescence // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials. – 2021. – Vol. 5(4). – P. 218-228)  <i>Положение 3.</i> Экспериментальный эффект понижения эффективности создания стабильных радиационных дефектов в кристаллах KI и RbI под воздействием низкотемпературной (85 К) одноосной упругой деформации, который интерпретирован на основе сопоставления размеров междоузельной пустоты и <math>H</math>-центра для гранецентрированных (типа NaCl) и объемноцентрированных (типа CsCl) кристаллов.  7.1. доказано.  7.2. не является тривиальным  7.3. является новым  7.4. уровень для применения средний.</p>
--	--	---	---

			7.5. доказано в статьях (Mechanisms of radiation defect formation in KCl crystals under the influence of local and plastic deformation // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms. – 2021. – Vol. 509. – P. 7-11; Efficiency of <i>H</i> center stabilization in alkali halide crystals at low-temperature uniaxial deformation // Low Temperature Physics. – 2020. – Vol. 46 (12). – P. 1165–1169; Mechanisms of radiation defect formation in the KI crystal in the deformation field // Proceedings – 2020 7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects, EFRE 2020. – 2020. – P. 1016–1020)
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) да; 2) нет	Выбор методологии - обоснован современными общепризнанными научными теориями физики твердого тела и спектроскопии. Общей методологической основой диссертации является комплексный подход, включающий анализ и обобщение фундаментальных исследований в области спектроскопии твердого тела.
8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) да; 2) нет		Все результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и обработки экспериментальных данных. Исследования природы люминесценции и механизмов радиационного дефектообразования в щелочногалоидных кристаллах при понижении симметрии решетки одноосной низкотемпературной деформации проводятся на базе экспериментальных установок термоактивационной, люминесцентной и абсорбционной спектроскопии. Одноосная упругая/пластическая деформация кристаллов осуществляется в широком интервале температур (85÷300К) в криостате, запатентованном в РК научным консультантом профессором К.Ш. Шункеевым.	
8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим		Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены результатами экспериментальных исследований, проводимых на базе установок термоактивационной, люминесцентной и абсорбционной спектроскопии.	

		<p>наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p>	<p>Автором диссертационного исследования разработан полуколичественный метод оценки эффективности радиационного дефектообразования при одноосной упругой деформации на основе сопоставления размеров <math>H</math>-центров в гранецентрированных (типа NaCl) и объемноцентрированных (типа CsCl) ЦГК.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Важные утверждения подтверждены соответствующими ссылками на актуальную и достоверную научную литературу в области физики/спектроскопии твердого тела.</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>Используемые источники литературы достаточны и полны для аналитического литературного обзора. Список литературных источников диссертации насчитывает 111 научных работ, в том числе для литературного обзора 72.</p>
9.	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p>	<p>Знание физических процессов, протекающих в облученных рентгеновской радиацией при низких температурах предварительно деформированных CsI, KI, RbI и KCl, дает возможность глубокого понимания закономерностей релаксации электронных возбуждений в ионных кристаллах.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p>1) да;</p> <p>2) нет</p>	<p>Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике, что подтверждается полученным патентом на полезную модель: «Способ синхронной регистрации временной и спектральной зависимости интенсивности туннельной люминесценции щелочногалоидных кристаллов (№ 6563 РК, 22.10.2021)» и авторским свидетельством «Цифровая технология регистрации спектров фотолюминесценции, рентгенолюминесценции, туннельной люминесценции и термостимулированной люминесценции щелочногалоидных кристаллов (№ 12826 12.10.2020)».</p>
		<p>9.3 Предложения для практики являются новыми?</p> <p>1) полностью новые;</p>	<p>Предложения для практики являются полностью новыми. Продемонстрированные в диссертационной работе экспериментальные результаты показывают возможность</p>



