

ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА
о диссертации Маратовой Аиды Гафуркызы
«Особенности спектроскопических свойств монокристаллов
CsI, RbI, KI и KCl при понижении симметрии решетки», представленной на
соискание степени доктора философии (PhD) по специальности
8D05301- Физика

Актуальность и постановка задачи диссертации

В настоящее время устоявшимся мнением относительно собственной люминесценции и радиационной неустойчивости щелочногалогидных кристаллов (ЩГК) является процесс аннигиляции электронных возбуждений (ЭВ), созданных ионизирующей радиацией, из автолокализованного состояния экситонов (АЛЭ) на излучения и структурные дефекты решетки.

Предраспадное состояние АЛЭ, ядром которого является молекулярное образование (X_2^-), очень чувствительно к изменениям симметрии окружения и классифицируется симметричной (on), слабо-ассиметричной (weak off) и сильно-ассиметричной (strong off) конфигурациями АЛЭ.

Одноосная деформация создает одновременно две уникальные возможности исследования: во-первых, ориентированное по кристаллографическим направлениям воздействие на предраспадное состояние АЛЭ, во-вторых, воздействие на среднюю длину свободного пробега экситонов до автолокализации.

Эффект автолокализации экситонов под действием упругой деформации позволяет не только устанавливать собственную природу люминесценции ЩГК, а также открывается возможность деформационного воздействия на конфигурацию предраспадного состояния автолокализованного экситона.

Таким образом, путем деформационного воздействия, направленного на понижение симметрии решетки, открываются экспериментальные возможности влияния на миграцию и автолокализацию экситона, которые чувствительны к симметричному расположению кристаллообразующих частиц.

В этом направлении **установлены ключевые закономерности** для дальнейшего детального исследования понижения симметрии ЩГК под воздействием одноосной деформации, во-первых, усиление только собственной люминесценции, которое интерпретируется увеличением вероятности автолокализации анионных экситонов в регулярных узлах решетки; во-вторых, уменьшение средней длины свободного пробега экситонов до автолокализации, которое продемонстрировано перераспределением таллиевого свечения в собственное свечение АЛЭ на примере кристаллов KI-Tl.

Исследование релаксации ЭВ в ЩГК при непосредственном воздействии низкотемпературной одноосной деформации является перспективным направлением в области сцинтилляционных детекторов.

Для прогнозирования поведения материала в реальных условиях эксплуатации или создания новых, с заранее заданными свойствами, необходимо глубокое понимание протекающих физических процессов.

В связи с этим перед А. Маратовой были поставлены **следующие важные задачи**: Исследование природы люминесценции и механизмов радиационного дефектообразования в кристаллах RbI, KI и KCl при понижении симметрии решетки низкотемпературной одноосной деформации экспериментальными методами люминесцентной и термоактивационной и абсорбционной спектроскопии; Синхронизация двух независимых каналов регистрации фотонов для исследования интегральных и спектральных параметров ТСЛ и ТЛ на основе высокочувствительной цифровой технологии; Разработка стехиометрической модели оценки эффективности радиационного дефектообразования на основе размерности *H*-центров для кристаллов RbI, KI, KCl и CsI при одноосной деформации.

Благодаря комплексному применению абсорбционной, люминесцентной, термоактивационной спектроскопии в сочетании с низкотемпературной одноосной деформацией достигнута **цель диссертации** – выявление особенностей природы люминесценции и механизмов радиационного дефектообразования в кристаллах CsI, RbI, KI и KCl при понижении симметрии решетки.

Научная новизна заключается в том, что экспериментальными методами люминесцентной и абсорбционной спектроскопии впервые:

1. Установлено усиление 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 АЛЭ с симметричной конфигурацией (on).
2. Установлена собственная природа E_x -люминесценции в кристаллах RbI (3,1 эВ) и KI (3,05 эВ) на основании коррелированного роста ее интенсивности с собственными σ - и π -люминесценциями АЛЭ при возрастающем воздействии степени низкотемпературной (85 К) одноосной упругой деформации.
3. В кристаллах RbI и KI под воздействием низкотемпературной (85 К) одноосной упругой деформацией обнаружен эффект понижения концентрации стабильных радиационных дефектов, который интерпретирован на основе размерности *H*-центров для гранецентрированных (типа NaCl) и объемноцентрированных (типа CsCl) кристаллов.

Полученные оригинальные результаты представляются новыми, и они демонстрируют, что структурный фактор оказывает существенное влияние на различные динамики параметров экситонов.

Практическая значимость. Разработан уникальный способ синхронной регистрации временной и спектральной зависимости интенсивности туннельной люминесценции щелочногалоидных кристаллов (патент на полезную модель № 6563 РК от 22.10.2022). Получено авторское свидетельство на цифровую технологию регистрации спектров фотолюминесценции, рентгенолюминесценции, туннельной люминесценции и термостимулированной люминесценции щелочногалоидных кристаллов (№ 12826 от 26.10.2020).

Апробирована экспериментальная методика разделения собственной и примесной природы люминесценции автолокализованного экситона в кристаллах иодидов щелочного металла (CsI, RbI, KI) при регистрации спектров рентгенолюминесценции в зависимости от степени относительной одноосной деформации, которая осуществлялась при низких температурах (85 К) в специальном криостате, сконструированном и запатентованном в РК.

Разработан способ регистрации температурной зависимости спектров рентгенолюминесценции в охлаждающем режиме кристалла, т.е. от комнатной температуры до температуры жидкого азота (300 К → 83 К) без помех со стороны термостимулированных процессов.

Основное содержание диссертации опубликовано в международных научных журналах (Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms – 2021, Integrated Ferroelectrics – 2021, Eurasian Journal of Physics and Functional Materials – 2021, Low Temperature Physics – 2020.) и Вестниках национальных университетов Республики Казахстан (Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, серия – «Физика. Астрономия» – 2022).

Материалы диссертации апробированы на международных научных конференциях, посвященных проблемам люминесценции и радиационного дефектообразования в функциональных материалах (7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects, Tomsk, 2020; 13th International conference Functional Materials & Nanotechnologies, Vilnius, 2020, European Materials Research Society, 2021, Lion, 11th International Conference on Luminescent Detectors and Transformers of Ionizing Radiation, Bydgoszcz, 2021). Особо хочу отметить, что полученные новые экспериментальные результаты диссертации входят в число важных научных достижений по научному проекту МОН РК AP08855672 «Направленное воздействие на излучательную релаксацию электронных возбуждений с целью улучшения люминесцентных характеристик функциональных материалов на базе щелочногалоидных кристаллов» (2020-2022г.г.), а также гранта молодых ученых «Экспериментальные исследования механизмов люминесценции кристаллов KI, RbI и CsI при активации катионами-гомологами и низкотемпературной деформацией» ИРН AP09057911 на 2021-2023 г.

Степень обоснованности и достоверности выводов диссертации подтверждается большим объемом экспериментальных результатов и их согласованностью с фундаментальными положениями аннигиляции электронных возбуждений в ЩГК, а также применением современных высокочувствительных экспериментальных методов люминесцентной, термоактивационной и абсорбционной спектроскопии. Сравнительные анализы полученных результатов в отсутствие деформации и при приложенной низкотемпературной одноосной деформации, чистых с примесными кристаллами, а также с литературными данными способствуют **внутреннему единству диссертации и обеспечивает целостность и законченность работы.**

Маратова А.Г. закончила Восточно-Казахстанский государственный технический университет имени Д. Серикбаева по специальности «5B072300-

Техническая физика» в 2015 году. В 2018 году закончила магистратуру по специальности «6M060400 - Физика» Восточно-Казахстанского Государственного университета имени С. Аманжолова. Благодаря высокому уровню владения иностранными языками, неоднократно направлялась на обучение в ведущие вузы Польши и Германии по программе «Erasmus Mundus». В 2019 году поступила в докторантуру Актюбинского государственного университета имени К. Жубанова по образовательной программе «8D05301 – физика». Она проявила высокий уровень поисковой активности при работе с библиографическими документами, выступала с инициативой в общении с иностранными исследователями по теме диссертации, изучила большое количество литературы на иностранных языках. В период проведения экспериментов в Институте физики Тартуского университета (Эстония) она проявила себя как открытый к самостоятельному поиску и познанию исследователь.

Соответствие диссертации предъявляемым требованиям «Правил присуждения степеней».

В связи с вышеизложенным диссертационная работа Маратовой Аиды Гафуркызы «**Особенности спектроскопических свойств монокристаллов CsI, RbI, KI и KCl при понижении симметрии решетки**», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – Физика по таким основным признакам, как актуальность решаемой проблемы, новизна полученных результатов, их обоснованность и достоверность, объем исследований и практическая значимость, является завершенным научным трудом, имеющим вполне определенное значение для развития физики ионных кристаллов. Диссертация по структуре и содержанию соответствует всем предъявляемым требованиям «Правил присуждения степеней», а ее автор заслуживает присуждения ей степени доктора философии (PhD).

Отечественный

научный консультант:

Директор научного центра «Радиационная физика материалов» Актюбинского регионального университета им. К. Жубанова, доктор физико-математических наук, профессор, лауреат премии имени К. Сатпаева

Подпись

д.ф.-м.н., профессора К. Ш. Шункеева

«Заверяю»



К.Ш. Шункеев

Главный ученый секретарь АРУ им. К. Жубанова
к.ф.н., асс. профессор М.Р. Балтымова