

Наименование проекта, ИРН	AP23488688 - Экспериментальное исследование фундаментальных механизмов повышения выхода люминесценции ионных кристаллов при комнатной температуре
Сроки реализации	01.01.2024-31.12.2026
Руководитель проекта	Шункеев Куанышбек Шункеевич, д. ф.-м.н., профессор
Реферат	<p>В настоящее время ионные кристаллы (LiF, NaI) широко применяются в качестве оптических материалов, прозрачных в широком интервале спектра, сцинтилляционных и термолюминесцентных дозиметров для детектирования ионизирующих излучений в ядерной и атомной промышленности, медицине и экологии и т.д.</p> <p>Уникальность ионных кристаллов заключается в том, что в них создается возможность одновременного исследования двух процессов: выхода люминесценции (сцинтилляторы) и эффективности радиационного дефектообразования (дозиметры), так как первоисточником их рождения является распад автолокализованных экситонов (АЛЭ).</p> <p>Недостатками многих сцинтилляторов, действие которых основано на свечениях АЛЭ, являются: во-первых, падение изначально высокого при низких температурах выхода люминесценции ($\eta \approx 1$) с ростом температуры, во-вторых, нежелательная большая длительность послесвечения, в-третьих, гигроскопичность материалов и необходимость их хранения в вакуумированных капсулах. Однако, до сих пор не найдены универсальные сцинтилляторы, полностью удовлетворяющие всем перечисленным требованиям. Именно этим обстоятельством аргументируется необходимость исследования фундаментальных механизмов, приводящих к повышению светового выхода люминесценции ионных кристаллов при комнатных температурах.</p> <p>Принципиальным отличием и новизной настоящего проекта является механизм преобразования поглощенной энергии ионизирующих частиц в световую путем сборки электронно-дырочных ($e-h$) пар, выход люминесценции которых, в отличие от АЛЭ, повышается с ростом температуры. Группа исполнителей настоящего проекта имеют серьезный задел по поиску фундаментальных механизмов повышения светового выхода люминесценции ионных кристаллов. На примере KCl-Na была впервые в мире зарегистрирована интенсивная люминесценция экситоноподобного образования (ЭПО), превосходящая интенсивность эксплуатируемых сцинтилляторов CsI и CsI-Na.</p> <p>Эти экспериментальные результаты подтверждают актуальность исследования фундаментального механизма повышения светового выхода сцинтилляционного детектора при комнатных температурах, связанного с рекомбинационной сборкой экситоноподобного образования (рекомбинации $(e-h)$-пар) с формированием в поле</p>

	<p>примесных катионов.</p> <p>В связи с этим необходимо системное исследование фундаментальных механизмов формирования ЭПО в ионных кристаллах в условиях пониженной симметрии решетки. Такой подход одновременно решает как фундаментальную физическую задачу образования ЭПО, так и перспективную прикладную задачу – разработку на базе хлоридов сцинтилляционных кристаллов, действие которых основано на рекомбинационной сборке ЭПО при релаксации коррелированных ($e-h$)-пар.</p>
Цели	<p>Экспериментальными методами установить фундаментальный механизм распада электронных возбуждений (экситоноподобные образования, электронно-дырочные пары), приводящих к повышению выхода люминесценции ионных кристаллов при комнатной температуре.</p>
Ожидаемые результаты	<ul style="list-style-type: none"> • Будут синтезированы ионные кристаллы, допированные различными концентрациями катионных примесей, на основе кристаллической матрицы, выращенной в вакууммированных ампулах или в инертных атмосферах. • Будут проанализированы качества синтезированных образцов путем регистрации абсорбционных (спектры оптического поглощения), люминесцентных (РЛ, ТЛ, кинетика затухания ТЛ) и термоактивационных характеристик (ТСЛ и спектры ТСЛ). • По исследованию спектров РЛ ионных кристаллов, допированных катионами различного ионного радиуса и заряда, а также подвергнутых воздействию температуры (800 К ÷ 1000 К) и деформации (0,1 ÷ 5,0%), будут выявлены системы, обладающие повышенным световым выходом люминесценции при комнатных температурах. • Будут исследованы люминесцентные и термоактивационные характеристики допированных ионных кристаллов под воздействием термоупругой и одноосной деформации с целью стимулирования сборки ЭПО, что должно способствовать повышению выхода люминесценции кристаллов при комнатных температурах. • Будут исследованы абсорбционные, термоактивационные характеристики и кинетика затухания ТЛ допированных ионных кристаллов с целью установления механизмов накопления радиационных дефектов и оценки междефектного расстояния в туннелирующих парах. • Будут проанализированы полученные оригинальные экспериментальные данные с целью определения основного механизма повышения светового выхода люминесценции ионных кристаллов при комнатных температурах.
Исследовательская группа	<p><i>Руководитель:</i> Шункеев Куанышбек Шункеевич, д.ф.-м.н., профессор, индекс Хирша $h=12$ (Researcher ID O-8849-2017; ORCID 0000-0002-3860-397X; Scopus Author ID 57211063006). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211063006</p>

	<p>Лушик Александр Чеславович, д.ф.-м.н., профессор, Индекс Хирша h=34 (Researcher ID F-9130-2013; ORCID 0000-0003-2035-3420; Scopus Author ID 7006987094) https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006987094</p> <p>Сагимбаева Шынар Жанузаковна, к.ф.-м.н., ассоц.профессор, Индекс Хирша h=7 (Researcher ID ABC-4687-2021; ORCID 0000-0002-1234-3030; Scopus Author ID 6602130267) https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6602130267</p> <p>Сергеев Даулет Максатович к.ф.-м.н., профессор, индекс Хирша h=10 (Researcher ID O-3783-2017; ORCID 0000-0001-7426-3039; Scopus Author ID 55237792800). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55237792800</p> <p>Мясникова Людмила Николаевна, к.ф.-м.н., ассоц. профессор, индекс Хирша h=7 (Researcher ID O-9697-2017; ORCID 0000-0003-3326-7206; Scopus Author ID 16481268100). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=16481268100</p> <p>Аймаганбетова Зухра Кураниевна, PhD., ассоц. профессор, индекс Хирша h=7 (Researcher ID E-4496-2015; ORCID 0000-0002-8765-516X; Scopus Author ID 56305678700) https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56305678700</p> <p>Убаев Жигер Картбаевич, PhD., индекс Хирша h=5 (Researcher ID CDN-9919-2022; ORCID 0000-0002-8862-3506; Scopus Author ID 57211061571) https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211061571</p> <p>Истляуп Асель Сарбековна, магистр, индекс Хирша h=2 (Researcher ID GDL-1881-2022; ORCID 0000-0003-3423-5126; Scopus Author ID 57211115630). https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57211115630</p> <p>Дуйсенова Айнур Гайсиевна, магистр, индекс Хирша h=2 (Researcher ID CNL-5127-2022; ORCID 0000-0003-4868-1944; Scopus Author ID 57221375049) https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221375049</p> <p>Кенжебаева Аделя Акмараловна, магистр, индекс Хирша h=1 (Researcher ID DAI-0449-2022; ORCID 0000-0002-0214-9517; Scopus Author ID 57358022800) https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=59249718200</p>
<p>Список опубликованных работ</p>	<p>1. K. Shunkeyev, S. Sagimbayeva, Z. Ubaev, A. Kenzhebayeva. Mechanisms for Enhancing Luminescence Yield in KBr Crystals under the Influence of Low-Temperature Uniaxial Elastic Deformation // Crystals, 2024, Vol. 14, 698. DOI: https://doi.org/10.3390/cryst14080698 (Scopus – 60%, WoS – Q2).</p>

- | | |
|--|---|
| | <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="614 150 1474 369">2. K. Shunkeyev, A. Lushchik, S. Sagimbayeva, Z. Ubaev, A. Tilep. Exciton-Like Luminescence in a KBr Crystal Exposed to Uniaxial Elastic Deformation // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, 2024, Vol. 547, Article 165194. DOI: https://doi.org/10.1016/j.nimb.2023.165194 (Scopus – 48%, WoS – Q3).<li data-bbox="614 369 1474 589">3. K. Shunkeyev, S. Sagimbayeva, L. Myasnikova, A. Istlyaup, A. Kenzhebayeva. High-Temperature Thermally Stimulated Luminescence of NaCl and NaCl-Li Crystals // Eurasian Journal of Physics and Functional Materials, 2024, Vol. 8, No. 2, pp. 71–78. DOI: https://doi.org/10.69912/2616-8537.1188 (KOKCOH, Scopus – 30%).<li data-bbox="614 589 1474 846">4. K. Shunkeyev, D.M. Sergeev, S.Zh. Sagimbayeva, Zh.K. Ubaev, A.E. German, A.Yu. Litskevich. Facility for Registration of Deformation-Stimulated Luminescence of Crystals // Instruments and Experimental Techniques, 2024, Vol. 67, No. 3, pp. 511–518. DOI: https://doi.org/10.1134/S0020441224700854 (Scopus – 14%, WoS – Q4). |
|--|---|