

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений

Научный руководитель – д.ф.-м.н. Якушев Михаил Васильевич

Специальность 1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Тема работы – Влияние формирования и разрушения коллоидных центров на электронную структуру и свойства ионных кристаллов галогенидов при термохимической обработке и радиационном воздействии высокоэнергетических пучков

Задача текущего года – Исследовать соединения галогениды и двойные манганиты методом рамановской спектроскопии, провести облучение галогенидов ускоренными электронами, обработать полученные результаты, подготовить литературный обзор (чтение и подбор статей по тематике исследуемых систем и методологии)

Результаты, полученные в текущем году:

1. Получены спектры комбинационного рассеяния для образцов CaF_2 до и после их модификации методом аддитивного окрашивания и радиационного воздействия пучком ускоренных электронов.
2. Получены спектры комбинационного рассеяния для образцов двойных манганитов.
3. Произведено облучение высокоэнергетическими электронами (10 МэВ) монокристаллов CaF_2 .
4. Обработаны экспериментально полученные результаты.
5. Подготовка литературного обзора (подборка статей, чтение статей по тематике, по методам исследования и материалам)

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений
Апробация работы

Тезисы докладов на международных конференциях

1. Маслова С.А., Корх Ю.В., Кузнецова Т.В. Рамановская спектроскопия модифицированного CaF_2 . Тезисы докладов. X Международная молодежная научная конференция ФТИ-2023. Екатеринбург, 2023
2. Маслова С.А., Корх Ю.В., Сарычев М.Н., Иванов В.Ю., Кузнецова Т.В. Рамановская спектроскопия кристаллов CaF_2 до и после облучения ускоренными электронами. Сборник тезисов XV Симпозиума с международным участием «Термодинамика и материаловедение». Новосибирск. 2023

Тезисы докладов на российских конференциях

1. Маслова С.А., Ярмошенко Ю.М., Ангервакс А.Е., Рыскин А.И., Иванов В.Ю., Кузнецова Т.В. Влияние облучения высокоэнергетическими электронами на электронную структуру CaF_2 по данным рентгеновской эмиссионной спектроскопии. Тезисы докладов. XXII Всероссийская школа - семинар по проблемам физики конденсированного состояния вещества (СПФКС-22) Екатеринбург, 2022.

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений

Экзамены

Иностранный язык – «*Отлично*»

Педагогика – «*Зачтено*»

Участие в грантах

Проект РФФ № 23-72-00067 «Применение и развитие методов резонансной рентгеновской фотоэмиссионной спектроскопии для изучения локальных электронных характеристик многокомпонентных функциональных материалов с сильным спин-орбитальным взаимодействием»

Руководитель – Кузнецова Т.В., кандидат физико-математических наук

Степень участия – *исполнитель*

Выступления на конференциях

Стендовые доклады: 3

Статьи в работе

1. Maslova S.A., Angervaks A.E., Zelenovsky P.S., Chezganov D.S., Ryskin A.I., Shur V.Ya., Kuznetsova T.V. *Raman spectroscopy of CaF₂ single crystals before and after additive coloring* (J. Raman Spectroscopy)
2. Maslova S.A., Angervaks A.E., Zelenovsky P.S., Chezganov D.S., Sarychev M.N., Ryskin A.I., Shur V.Ya., Ivanov V.Yu., Kuznetsova T.V. *Influence of electron beam irradiation on the surface morphology and optical properties of CaF₂ single crystals* (Radiation Physics and Chemistry)

Планируются

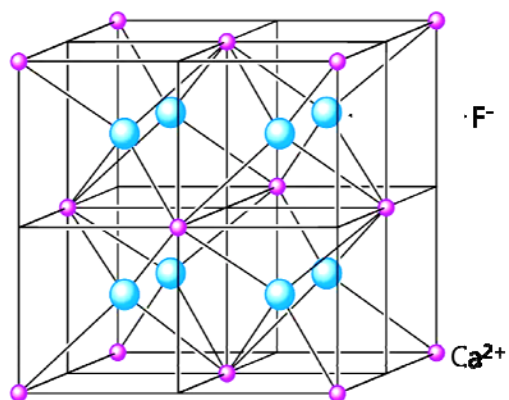
1. Yarmoshenko Yu.M., Maslova S.A., Zhukov Yu.M., Lukoyanov A.V., Petukhov A.E., Angervaks A.E., Sarychev M.N., Ivanov V.Yu., Ryskin A.I., Kuznetsova T.V. *The electronic structure of the irradiated and additively colored CaF₂ single crystal by means X-ray emission and photoemission spectroscopy* (Journal of Physics Condensed Matter)
2. Maslova S.A., Titova S.G., Sterkhov E.V., Pryanichnikov S.V., Kuznetsova T.V. *Raman spectroscopy of double manganites Nd_{1-x}Sm_xBaMn₂O₆* (J. Raman Spectroscopy)

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений

Таблица показателей

Показатель	Баллы	Кол-во	Сумма
публикации в изданиях ВАК (вышедшие из печати)	20	0	0
публикации в изданиях ВАК (принятые в печать)	5	0	0
свидетельство о программах для ЭВМ, зарегистрированных в установленном порядке	20	0	0
патент	20	0	0
соавторство в монографии	5	0	0
оформленное ноу-хау	5	0	0
публикации в других изданиях (не тезисы)	2	0	0
тезисы доклада на международной конференции	5	2	10
тезисы доклада на российской конференции	3	1	3
участие в конференции с устным докладом	2	0	0
участие в конференции со стендовым докладом	1	3	3
сданный на «отлично» кандидатский экзамен	20	1	20
сданный на «хорошо» кандидатский экзамен	15	0	0
сданный на «удовлетворительно» кандидатский экзамен	10	0	0
участие в грантах в качестве: исполнителя	5	1	5
участие в грантах в качестве: руководителя	10	0	0
Общая сумма			41

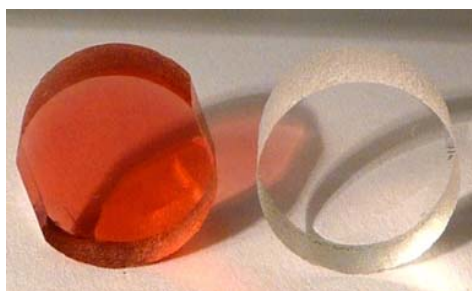
Материалы



Кристаллическая структура CaF_2

F^- Модификация кристаллов CaF_2 может осуществляться двумя методами: аддитивное окрашивание (нагрев кристаллов в восстановительной атмосфере паров Ca) и радиационное воздействие.

В результате таких воздействий в кристаллах создаются многочисленные (по типу) дефекты – центры окраски (они имеют характерные полосы поглощения) и коллоидные частицы металла с размерами от единиц до сотен нанометров.



Образцы монокристаллов CaF_2 до (справа) и после (слева) аддитивного окрашивания

Данная работа проводится совместно с :

- Государственным оптическим институтом (ГОИ), г. Санкт Петербург
- Институтом точной механики и оптики (ИТМО), г. Санкт Петербург
- НОЦ «Радиационное материаловедение» – на базе Физико-технологического института УрФУ и ИФМ УрО РАН, г. Екатеринбург
- УЦКП «Современные нанотехнологии» ИЕНиМ УрФУ, г. Екатеринбург

Образцы для совместных исследований предоставлены
Ангерваксом Александром Евгеньевичем (ИТМО, Санкт-Петербург)

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
 лаборатория электрических явлений

Аддитивное окрашивание

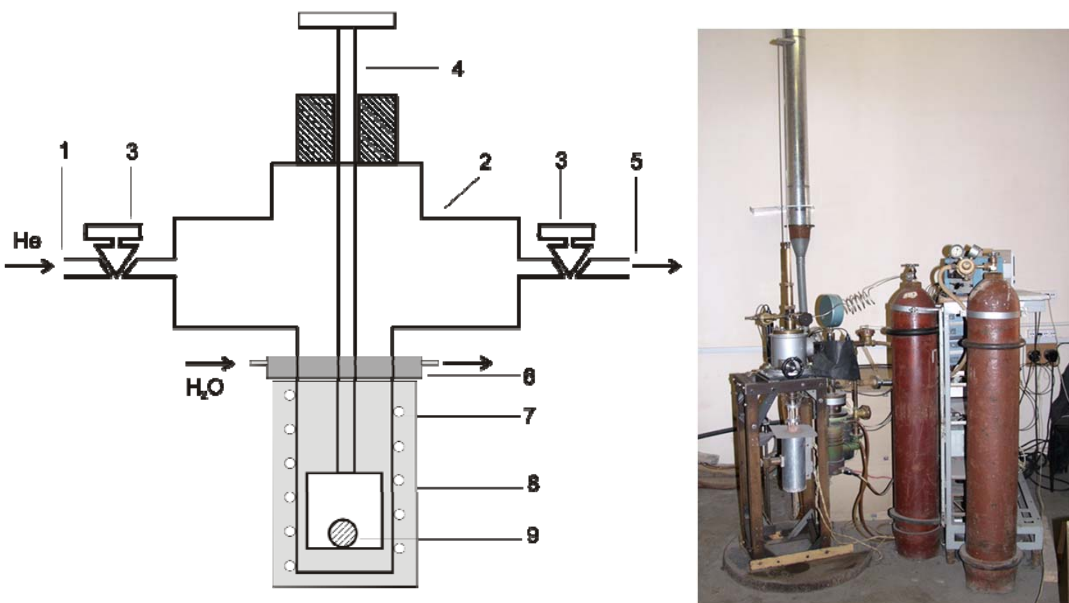


Схема и фото установки для аддитивного окрашивания

T: 730°C-850 °C

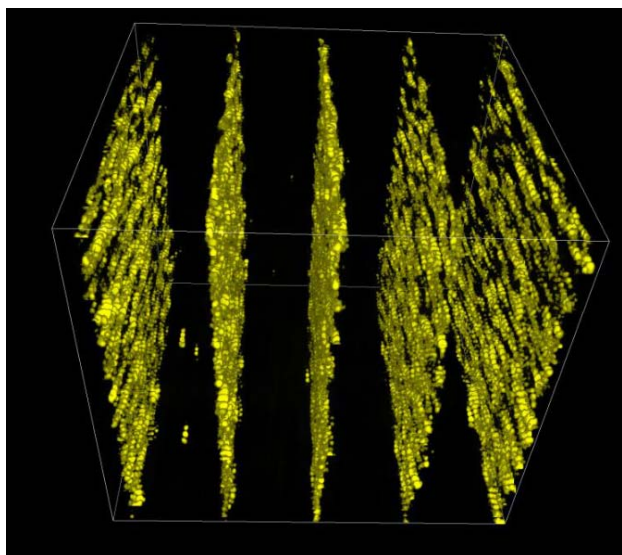
P: 0.01-1 Торр

t: 2-4 ч

Центры окраски в кристаллах CaF₂

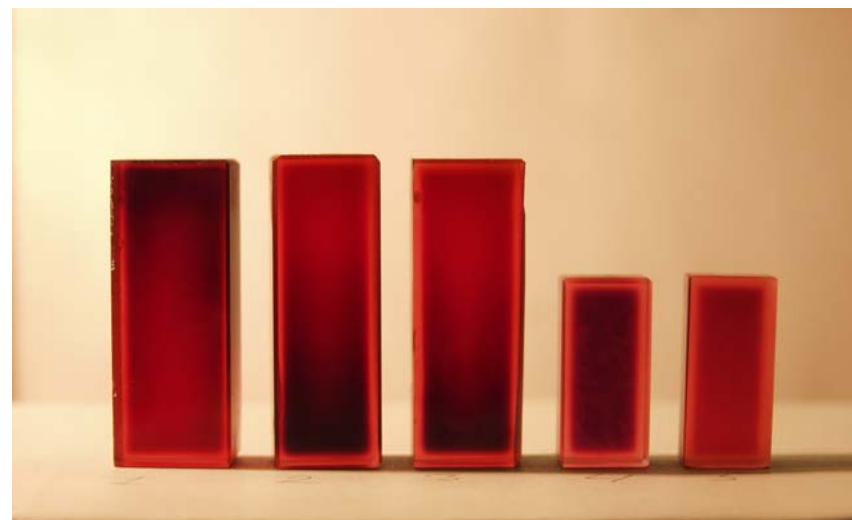
Тип центра	Число вакансий	Полосы поглощения, нм	Размер центра, нм
“Простые” (F, M, R, N)	1, 2, 3, 4	200 ÷ 550	0.3 ÷ 0.5
Квази-коллоидные	≥ 5	550 ÷ 5500	Двумерные (20÷50)х1.4
Коллоидные	~ 10 ³ ÷ 10 ⁴	550 ÷ 650	Двумерные (30÷300)х1.4

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений

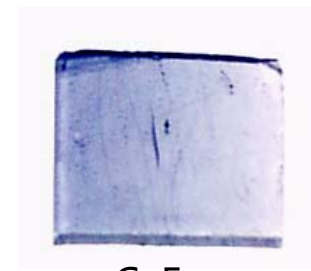


3D-изображение в отраженном свете голограммы, записанной в аддитивно окрашенном кристалле флюорита.

Изображение получено на конфокальном сканирующем микроскопе. Видны волнообразные пучки, в плоскостях голограммы, сформированные коллоидными частицами при их самоорганизации в процессе записи. Они имеют характерное металлическое отражение.



Аддитивно окрашенные монокристаллы CaF₂

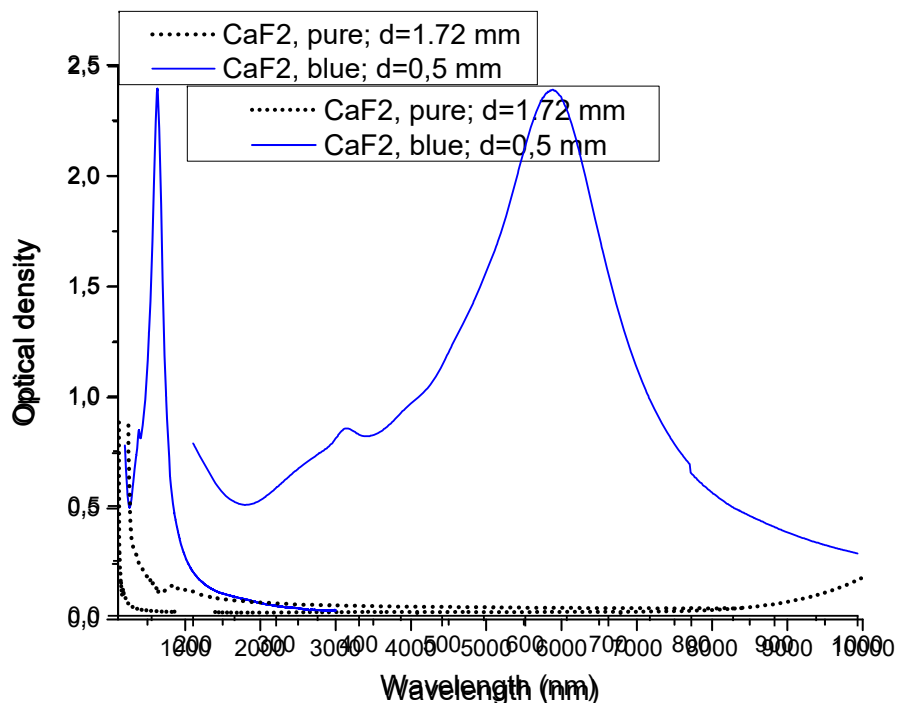


Монокристалл CaF₂ после облучения электронами

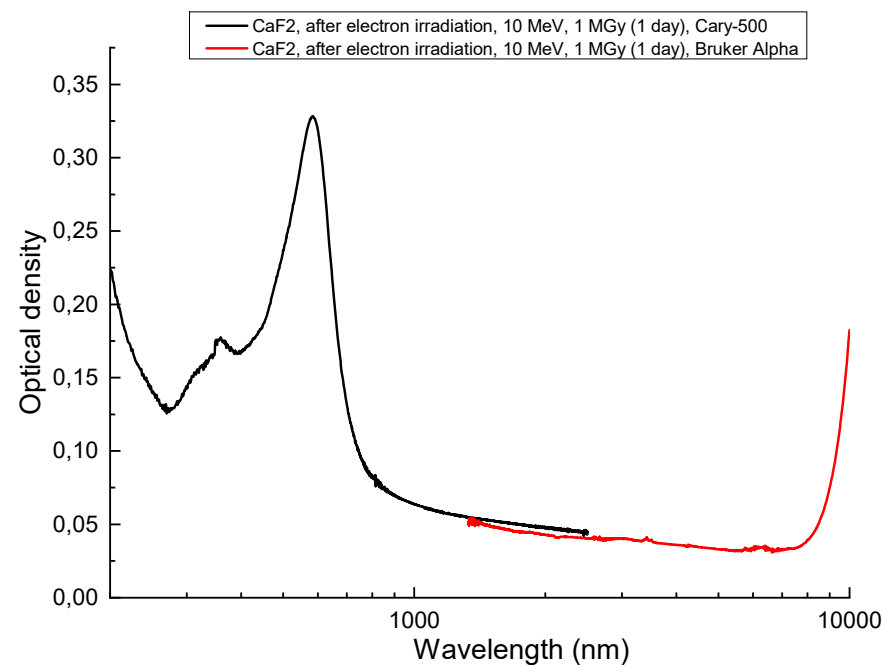
Проблематика

- Как влияет радиационное воздействие на материал?
- Создаются ли дефекты такого же типа, что и при термохимической модификации?
- Возможна ли запись голограмм на облученные кристаллы?
- Возможна ли обратная реакция восстановления с помощью радиационного воздействия и последующего лазерного облучения?

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений

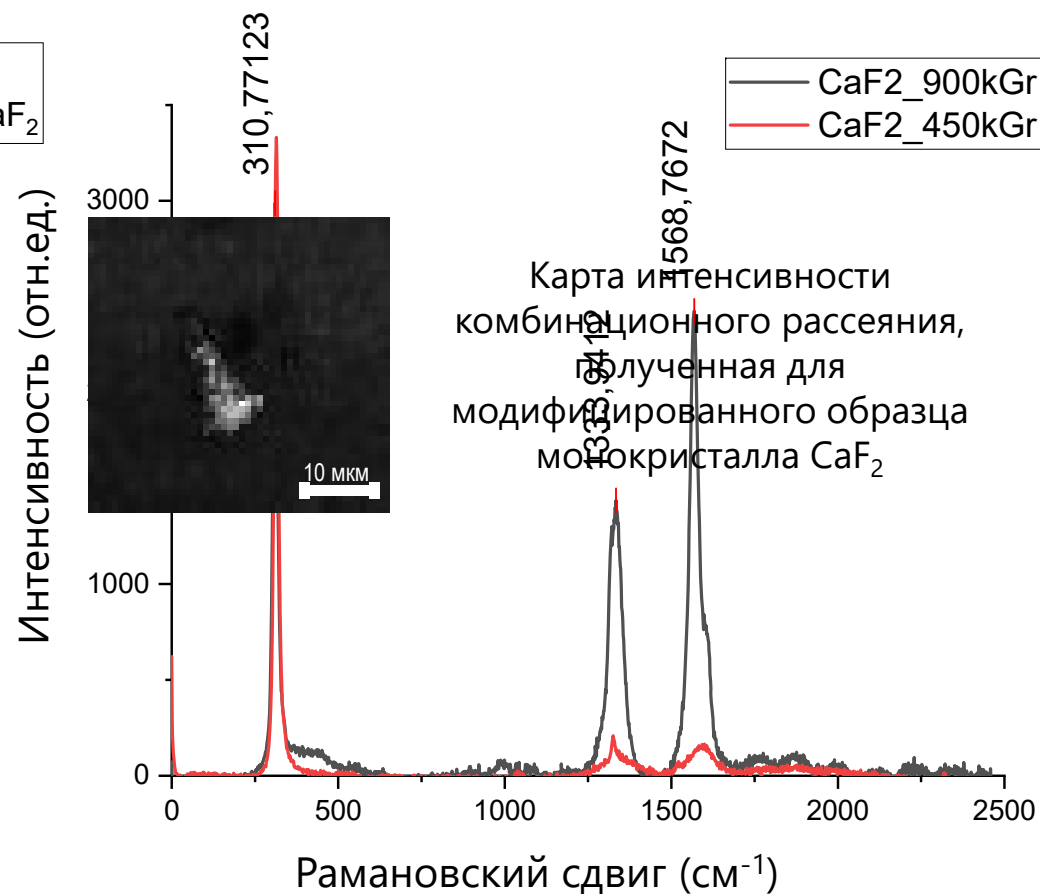
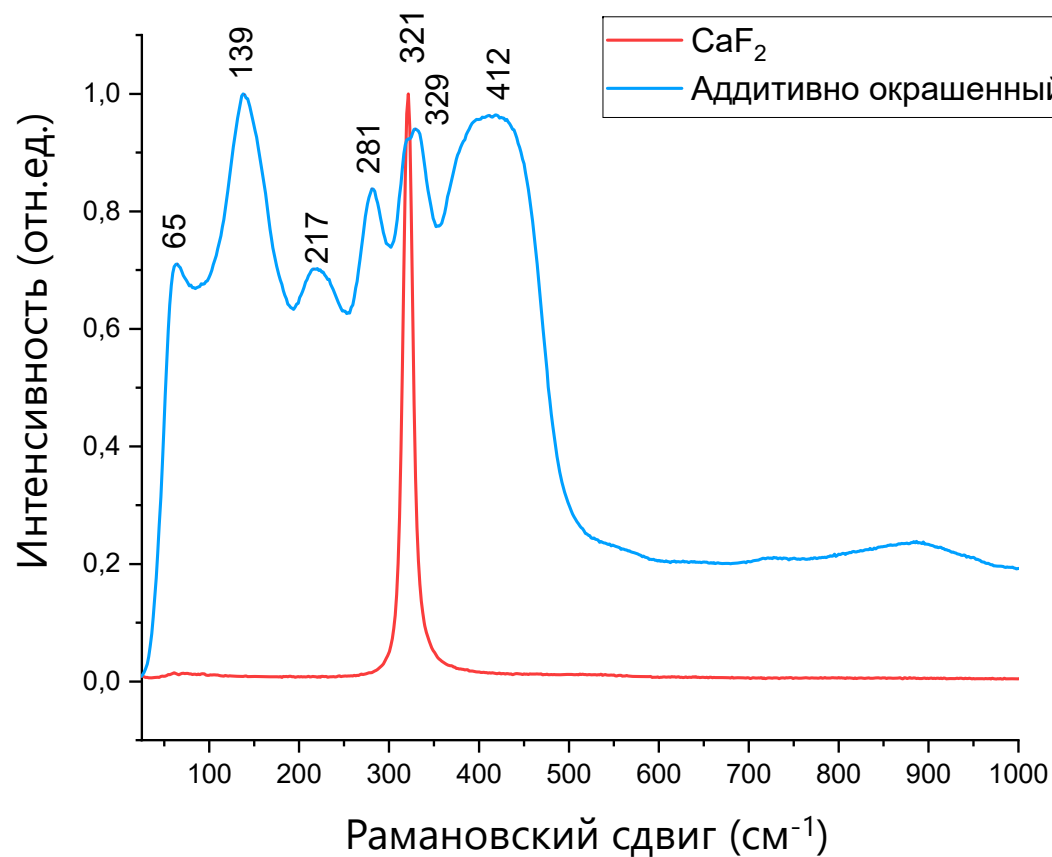


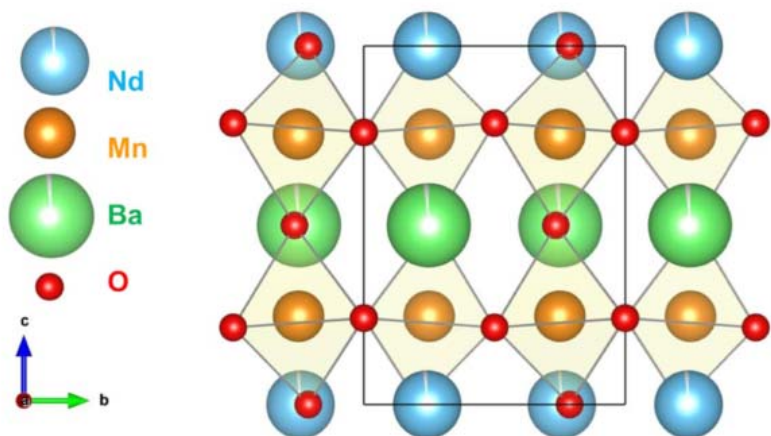
Спектры оптической плотности монокристалла CaF₂ до и после аддитивного окрашивания



Спектр оптической плотности монокристалла CaF₂ после облучения электронами

Рамановская спектроскопия CaF_2





Кристаллическая структура двойных манганитов типа $\text{LnBaMn}_2\text{O}_6$ [1]



Образцы для совместных исследований предоставлены
Титовой Светланой Геннадьевной
(Институт металлургии УрО РАН)

Двойные манганиты

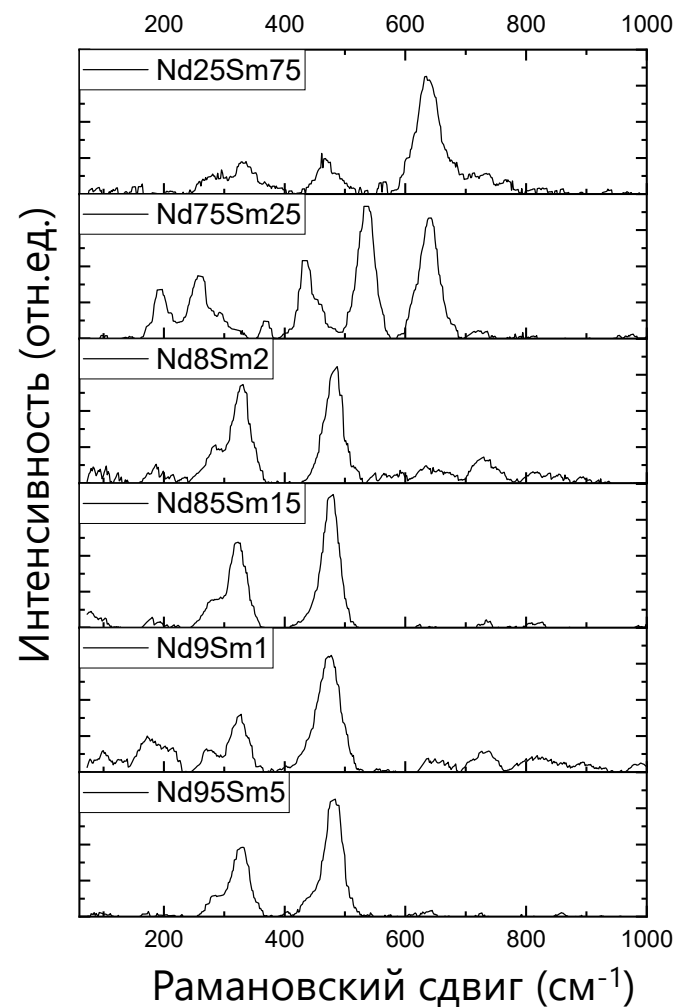
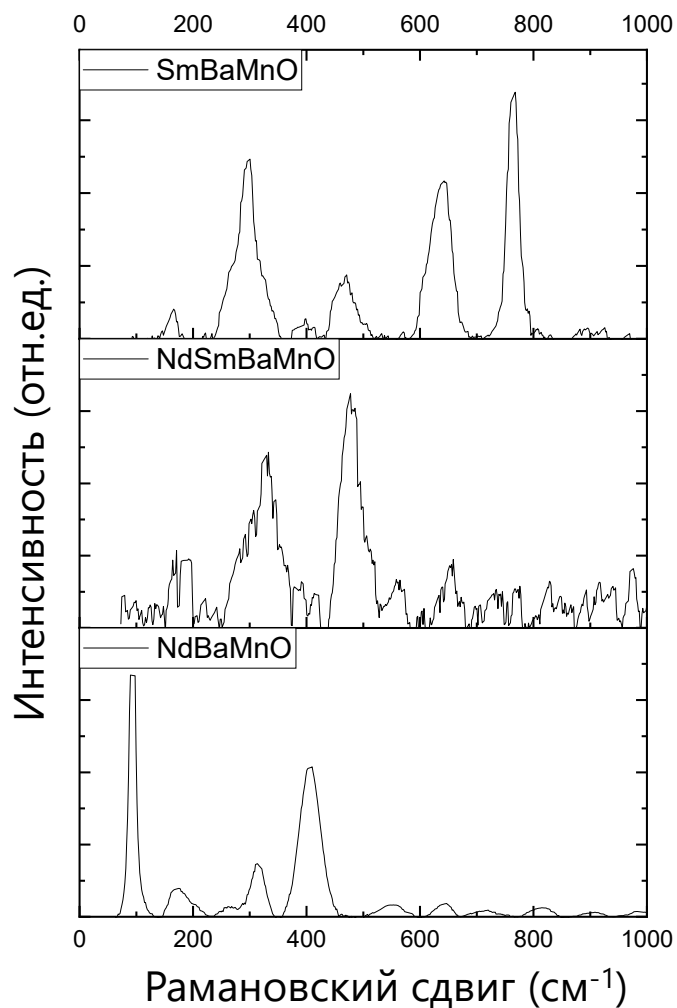
Двойные манганиты типа $\text{LnBaMn}_2\text{O}_6$, где Ln — редкоземельные элементы или иттрий, интересны, поскольку было обнаружено, что послойное упорядочение ионов Ln и Ba в обычном манганите «прародителе» типа $\text{Ln}_{0.5}\text{Ba}_{0.5}\text{MnO}_3$ приводит к существенным изменениям свойств этих материалов, в частности, к изменению основного магнитного состояния с состояния типа спинового стекла на антиферромагнитное и к существенному увеличению температур магнитных фазовых переходов (перехода из парамагнитного в магнитоупорядоченное состояние) и появлению различных видов орбитального упорядочения.

В манганитах с Ln =Nd сначала происходит переход из, но температуры фазовых переходов очень близки между собой. Для манганитов с Sm и более тяжелыми редкоземельными ионами понижение температуры приводит к переходу из парамагнитного состояния в антиферромагнитное через состояние орбитального упорядочения. При этом вид редкоземельного иона, влияет и на характер проводимости (металлический или полупроводниковый) при понижении температуры. [2]

[1] Mero R. D. et al. Scientific reports. – 2019. – Т. 9. – №. 1. – С. 18164.

[2] Mostovshchikova E. V. et al. Journal of Experimental and Theoretical Physics. – 2023. – Т. 136. – №. 1. – С. 46-52.

Рамановская спектроскопия двойных манганитов



МОДЕРНИЗАЦИЯ РАМАНОВСКОГО СПЕКТРОМЕТРА

✓ Ячейка контролируемого
нагрева до 200 °С (450 °С)

Ячейка Пельтье для
охлаждения до -70 °С

Возможность изучать структурные
фазовые переходы



Confotec® MR200

Планы на следующий год

1. Облучение монокристаллов CaF_2 пучком высокоэнергетических электронов с высокими дозами, облучение протонами, последующее измерение спектров комбинационного рассеяния.
2. Анализ экспериментально полученных результатов.
3. Температурные измерения спектров комбинационного рассеяния.
4. Исследование электронной структуры аддитивно окрашенных и облученных монокристаллов CaF_2 по данным рентгеновской эмиссионной и фотоэмиссионной спектроскопии.
5. Оптическая спектроскопия монокристаллов CaF_2 до и после модификации (отражение, поглощение).

Аспирант 1 года обучения **Маслова Серафима Андреевна**
лаборатория электрических явлений

Разное

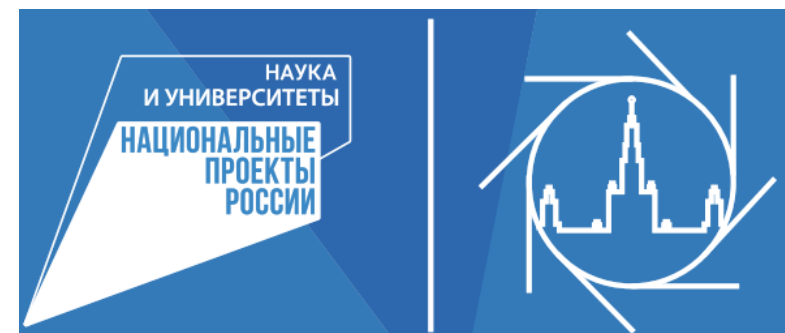
Помощь в организации
«Ночи музеев»



Оргкомитет
СПФКС



Обучение на КПК «Синхротронные
и нейтронные методы»,
проводимых МГУ совместно с НИЦ
«Курчатовский институт»
с получением сертификата о
повышении квалификации
(72 часа)



Благодарю за внимание!