

Академия наук Республики Татарстан
Казанский федеральный университет

XXVI МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА

**КОГЕРЕНТНАЯ ОПТИКА
И ОПТИЧЕСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ**

Казань, 1–3 ноября 2022 г.

**СБОРНИК СТАТЕЙ
ВЫПУСК XXVI**

Издательство «ФЭН» АН РТ
Казань, 2022

УДК 535
ББК 22.34
К57

Рецензенты:

д.ф.-м.н., профессор Тагиров Ленар Рафгатович,
академик-секретарь Отделения физики, энергетики и наук о Земле АН РТ

д.г.-м.н., доцент Плотникова Ирина Николаевна,
начальник ОСП «Институт прикладных исследований АН РТ»

Научный редактор

доктор физико-математических наук, академик АН РТ,
профессор **М.Х. Салахов**

К57 Когерентная оптика и оптическая спектроскопия: XXVI Молодежная научная школа: сборник статей / Под ред. М.Х. Салахова. – Казань: Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2022. – 247 с.

ISBN 978-5-9690-1056-7

В данный сборник вошли статьи участников XXVI Молодежной научной школы «Когерентная оптика и оптическая спектроскопия».

Предназначается для студентов, аспирантов, научных работников, специализирующихся по естественнонаучным направлениям.

**УДК 535
ББК 22.34**

ISBN 978-5-9690-1056-7

© Коллектив авторов, 2022
© Изд-во «ФЭН» АН РТ, 2022

СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ОБРАЗЦОВ Nd^{3+} , $\text{Yb}^{3+}:\text{YF}_3$ В ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР 80-320 К ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ СЕНСОРОВ

Е.И. Олейникова^{1,*}, М.С. Пудовкин¹

¹ Казанский федеральный университет, Институт физики
420008, Казань, ул. Кремлевская д.16а
*e-mail: kate15-05@mail.ru

Исследованная серия образцов наночастиц Nd^{3+} , $\text{Yb}^{3+}:\text{YF}_3$ продемонстрировала температурную чувствительность, сравнимую с мировыми аналогами в широком диапазоне температур. Определена оптимальная концентрация Nd^{3+} (0.1 мол.%) для матрицы YF_3 , при которой не происходит взаимодействия между ионами Nd^{3+} . Механизм температурной чувствительности включает в себя процессы передачи энергии с помощью фононов между ионами активаторами. Также деформация кристаллической решетки из-за явления теплового расширения вносит вклад в температурную чувствительность образцов.

Ключевые слова: люминесцентная термометрия; Nd^{3+} , $\text{Yb}^{3+}:\text{YF}_3$; время затухания люминесценции; зависимость параметров кристаллической решетки от температуры.

1. Введение

В современном мире существует потребность в бесконтактных способах измерения температуры с высоким пространственным разрешением для целей клеточной биологии, гипертермии [1] и сенсорики мироустройств [2]. Одним из таких способов является люминесцентная термометрия, где в качестве температурного зонда служит нано- или микро-люминофор, параметры сигнала люминесценции которого зависят от температуры. Дизайн таких люминофоров является очень актуальной задачей.

К целям данной работы можно отнести синтез и характеристику наночастиц Nd^{3+} , $\text{Yb}^{3+}:\text{YF}_3$, а также исследование таких параметров их люминесценции, как форма спектра люминесценции и кинетики затухания люминесценции в зависимости от температуры.

2. Материалы и методы

Наночастицы Nd^{3+} , $\text{Yb}^{3+}:\text{YF}_3$ были синтезированы методом гидротермального синтеза. Фазовый состав был определен методом порошкового рентгенофазового анализа (РФА), средний размер был получен благодаря просвечивающей электронной микроскопии и равен 233 ± 15 нм, люминесцентные характеристики были исследованы методом лазерной абсорбционной спектроскопии. Согласно данным РФА изменения межплоскостных расстояний в диапазоне 100-300 К достигают 0,001-0,01 нм, такие изменения вполне могут повлиять на спектрально-кинетическую характеристику.

Спектры люминесценции были записаны с помощью CCD спектрометра (StellarNet). Графики времени жизни люминесценции записаны с помощью цифрового осциллографа BORDO 211А, монохроматора MDR-3 и фотоумножителя FEU-100. $\lambda_{\text{ex}} = 790$ нм (полоса поглощения $^4\text{I}_{9/2} - ^4\text{F}_{5/2}$ для Nd^{3+}).