

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертацию Колесникова Ильи Евгеньевича «Люминесцентная термометрия на основе неорганических, металлоорганических и органических соединений: принципы, подходы и приложения», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Диссертационная работа Колесникова Ильи Евгеньевича «Люминесцентная термометрия на основе неорганических, металлоорганических и органических соединений: принципы, подходы и приложения» содержит решение научной проблемы, заключающейся в разработке экспериментальных и теоретических основ одного из наиболее перспективных бесконтактных термометрических методов измерения температуры – люминесцентной термометрии.

Актуальность диссертации не вызывает сомнений из-за стремительного развития микро- и нанoeлектроники и биомедицины, а также внутренних ограничений, присущих традиционным датчикам, которые требуют появления бесконтактных и неинвазивных методов термометрии с высоким пространственным и температурным разрешением. Люминесцентная термометрия обеспечивает высокое пространственное и температурное разрешение при достаточно коротком времени сбора данных, что позволяет проводить отслеживание температуры в режиме реального времени. Дополнительным преимуществом люминесцентной термометрии является возможность ее применения в широком диапазоне температур – от криогенных до чрезвычайно высоких, что подчеркивает универсальность данного метода.

В ходе проведенного исследования автором достигнута цель работы, заключающаяся в разработке концепции люминесцентной термометрии для материалов разной природы с использованием различных температурно-зависимых параметров и подходов к определению температуры, а также установлению механизмов функционирования изучаемых термометров.

На основании выполненных соискателем исследований получены следующие научные результаты:

- люминесцентная термометрия реализована с использованием материалов различной природы: неорганических стоксовых и антистоксовых микро- и нанокристаллических порошков, легированных редкоземельными ионами, металлоорганических медных комплексов, а также органических свободных и замещенных соединений класса порфиринов;
- продемонстрировано бесконтактное определение температуры с помощью мониторинга широкого набора температурно-чувствительных параметров: соотношения интенсивностей люминесценции полос, спектрального положения люминесцентной линии, ширины полосы излучения и времени жизни возбужденного состояния;
- разработаны и использованы разные подходы к люминесцентной термометрии, включая ратиометрическую люминесцентную термометрию на основе температурно-связанных электронных уровней/штарковских подуровней, температурной зависимости процессов кросс-релаксации, температурно-индуцированного сдвига полосы переноса заряда и явления таутомерии;

- установлено, что тип дисперсной системы (солегирирование или механическая смесь монолегирированных порошков) и механизм возбуждения люминесценции влияет на люминесцентные и термометрические свойства материалов, содержащих два различных редкоземельных иона;
- разработана и продемонстрирована методика расчета соотношения интенсивностей люминесценции «пик-к-провалу», позволяющая существенно улучшить термометрические характеристики – относительную тепловую чувствительность и температурное разрешение по сравнению со стандартной методикой «пик-к-пику»;
- продемонстрировано использование люминесцентной термометрии в различных прикладных задачах микроэлектроники и биомедицины, в том числе во внутриклеточной термометрии и модельных экспериментах в биологических тканях *ex vivo*;
- проведено моделирование для ратиометрических люминесцентных термометров на базе ионов европия, позволяющее рассчитать максимально достижимую относительную тепловую чувствительность люминесцентного термометра и оценить перспективность его применения без традиционных трудозатратных температурных измерений.

За период написания диссертации И.Е. Колесников зарекомендовал себя грамотным и способным исследователем, обладающим необходимыми компетенциями для решения перспективных научных задач. Автор лично провел все этапы диссертационного исследования: разработал цель и задачи, проанализировал материал, сделал выводы, подготовил научные публикации и текст диссертации. Основные результаты диссертационной работы отражены в 29 статьях, опубликованных в высокорейтинговых журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus.

В целом диссертация Колесникова Ильи Евгеньевича «Люминесцентная термометрия на основе неорганических, металлоорганических и органических соединений: принципы, подходы и приложения» является завершенной научной работой, выполненной на высоком уровне. По моему мнению, по научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также объему полученных результатов представленная работа отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора физико-математических наук,

Научный консультант
Доктор химических наук
профессор кафедры Лазерной химии
и лазерного материаловедения
Института химии Санкт-Петербургского
государственного университета

Маньшина Алина Анвяровна

07.07.2022

