

## Отзыв научного руководителя

кандидата физико-математических наук Андрея Александровича Ващенко  
о диссертационной работе Дмитрия Олеговича Горячего «Органические светоизлучающие  
диоды на основе металлоорганических комплексов лантанидов и комплексов меди с  
эффектом задержанной флуоресценции», представленной к защите на соискание учёной  
степени кандидата физико-математических наук по специальности

### 1.3.6 — Оптика

Горячий Дмитрий Олегович, 1993 года рождения, был прикомандирован к Отделу люминесценции ФИАН в 2013 году будучи студентом 4 курса базовой кафедры «Электрофизика» ФИАН при МФТИ (ГУ). В 2014г под моим руководством подготовил бакалаврскую квалификационную работу, а затем, через 2 года подготовил и успешно защитил магистерскую квалификационную работу. Впоследствии Горячий Д.О. продолжил свою научную деятельность в Отделе люминесценции в должности младшего научного сотрудника. За годы обучения в очной аспирантуре МФТИ (2016 – 2020 г) он под моим руководством подготовил материалы для защиты кандидатской диссертации.

В рамках диссертационной работы Дмитрия Олеговича проведено исследование электролюминесцентных свойств ряда новых материалов: металлоорганических комплексов редкоземельных элементов на основе тербия, европия и неодима, а также новых комплексов меди(I), обладающих эффектом термически активированной задержанной флуоресценции. Исследования в этом направлении являются актуальными, поскольку на сегодняшний день внешняя квантовая эффективность органических светоизлучающих диодов ближнего инфракрасного диапазона далека от теоретически рассчитанных максимумов, а дороговизна органических материалов используемых сегодня в промышленности при изготовлении органических светодиодов побуждает исследователей искать новые более дешевые аналоги.

Наиболее существенные и новые результаты диссертационной работы состоят в следующем:

Разработаны оптимальные структуры и конструкции органических светоизлучающих диодов, обеспечивающие максимальную эффективность электролюминесценции для ряда новых исследованных органических соединений. Для этих структур были установлены основные рабочие характеристики и подобраны режимы работы. Определены механизмы транспорта носителей зарядов, положения областей рекомбинации, спектральный состав излучения и влияние на него рабочих слоев светоизлучающих диодов.

Установлено, что использование нейтральных дополнительных лигандов на основе производных трифенилфосфиноксида в карбоксилатных комплексах тербия позволяет существенно увеличить эффективность электролюминесценции светоизлучающих диодов, поскольку благодаря этим лигандам обеспечивается высокая эффективность транспорта носителей зарядов; также они играют роль доноров энергии и непосредственно передают её на излучающий ион.

Обнаружено, что для комплексов европия увеличение длины  $n$  от 1 до 3 фторированной цепи  $C_nF_{2n+1}$ , входящей в состав основного лиганда на основе 1,3 – дикетонов, приводит к увеличению внешней квантовой эффективности электролюминесценции светоизлучающих диодов на их основе. Дальнейшее увеличение длины цепи не увеличивает эффективность и поэтому является нецелесообразным.

Показано, что наличие тяжелого атома в комплексах меди (I) существенным образом влияет на их электронную структуру. Так, замена атома водорода на бром в мета-положении альдегидной части лиганда приводит к подавлению эффекта термически активированной задержанной флуоресценции. Увеличение концентрации комплексов меди в матрице СВР в активном слое органических светоизлучающих диодов приводит к смещению полосы их электролюминесценции в красную область.

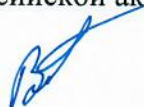
Установлено, что новые полимерные материалы на основе политиенотиофеновых производных обладают дырочной проводимостью. Использование данных полимеров в

органических светодиодах с многослойными квантовыми точками CdSe/CdS/ZnS в качестве люминесцентного слоя позволило получить эффективную электролюминесценцию на длине волны 595 нм, что соответствует фотолюминесценции полупроводниковых нанокристаллов.

Основные результаты работы опубликованы в ведущих российских и зарубежных научных изданиях, трудах международных конференций.

Диссертационная работа Д. О. Горячего выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6 – Оптика.

Старший научный сотрудник Отдела люминесценции Отделения оптики  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН)  
кандидат физико-математических наук



/Ващенко Андрей Александрович/

«16» июня 2021 года

Почтовый адрес:

119991 Москва, Ленинский проспект, 53,  
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН  
Отдел люминесценции им. С.И. Вавилова.

Телефон:

+7 (499) 132-62-18

Электронный почтовый адрес:

[andrewx@mail.ru](mailto:andrewx@mail.ru), [vashchenkoaa@lebedev.ru](mailto:vashchenkoaa@lebedev.ru)

Подпись А.А. Ващенко заверяю

Ученый секретарь

Физического института им. П.Н. Лебедева РАН

Кандидат физико-математических наук



/Колобов Андрей Владимирович/