

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.01 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 20 декабря 2021 г. № 12

О присуждении Горячему Дмитрию Олеговичу, гражданину Украины, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Органические светоизлучающие диоды на основе металлоорганических комплексов лантанидов и комплексов меди с эффектом задержанной флуоресценции» по специальности 1.3.6 – Оптика принята к защите 28 июня 2021 года, (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.1.262.01, созданным 11 апреля 2012 года приказом № 105/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Горячий Дмитрий Олегович, 22 июня 1993 года рождения, в 2016 году с отличием окончил Факультет проблем физики и энергетики Московского физико-технического института (МФТИ), защитив магистерскую дипломную работу. С 1 октября 2016 года обучался в аспирантуре МФТИ на кафедре электрофизики, являющейся базовой кафедрой МФТИ в ФИАН, по специальности 01.04.05 – оптика и закончил её в 2020 году, получив диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2021 году. С 2018 года Д.О. Горячий работает в Отделе люминесценции им. С.И. Вавилова ФИАН; в настоящее время по

результатам конкурса занимает должность высококвалифицированного младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа Д. О. Горячего выполнена в Отделе люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН.

Научный руководитель: кандидат физико-математических наук Ващенко Андрей Александрович, высококвалифицированный старший научный сотрудник Отдела люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН.

Научный консультант: кандидат физико-математических наук Амброзевич Сергей Александрович, высококвалифицированный старший научный сотрудник Отдела люминесценции им. С.И. Вавилова Отделения оптики ФИАН.

Официальные оппоненты:

1. Беляев Виктор Васильевич, доктор технических наук, главный научный сотрудник отдела организации научных исследований и международных связей управления развития науки Государственного образовательного учреждения высшего образования Московской области Московского государственного областного университета (МГОУ);

2. Магарян Константин Арутюнович, кандидат физико-математических наук, директор учебно-научного центра спектроскопии сложных органических соединений федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский педагогический государственный университет»

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО» (г. Санкт-Петербург) в своем

положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук Макаровым Сергеем Владимировичем, деканом факультета фотоники, и утвержденном доктором технических наук, Никифоровым Владимиром Олеговичем, проректором по научной работе Университета ИТМО, указала, что соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, из них 6 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science. Результаты работы доложены на 9 российских и международных конференциях.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Д.О. Горячим работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. E.N. Rodlovskaya, V.A. Vasnev, A.V. Naumkin, A.A. Vashchenko, D.O. Goriachiy, The development of hybrid materials that combine polyamides with thienothiophene units and inorganic objects, High Performance Polymers. vol. 29. no. 6, 704-707 (2017).
2. A.N. Aslandukov, V.V. Utochnikova, D.O. Goriachiy, A.A. Vashchenko, D.M. Tsymbarenko, M. Hoffmann, M. Pietraszkiewicz, N.P. Kuzmina. The Development of the New Approach Toward Lanthanide-Based OLED Fabrication: New Host Materials for Tb-Based Emitters. Dalton Transactions, v. 47, 16350 – 16357 (2018).
3. V.M. Korshunov, S.A. Ambrozevich, I.V. Taydakov, A.A. Vashchenko, D.O. Goriachiy, A.S. Selyukov, A.O. Dmitrienko. Novel β -diketonate complexes of Eu^{3+} bearing pyrazole moiety for bright photo- and electroluminescence. Dyes and Pigments, v. 163, 291 – 299 (2019).
4. A.V. Rozhkov, S.N. Eliseeva, S. Baykov, L.E. Zelenkov, D.O. Goryachii, I.V. Taydakov. Copper (I) ionic complexes based on imidazo [4,5-f][1,10]phenanthroline diimine chelating ligands: crystal structures, photo- and electroluminescent

properties. New J. Chem., v. 44, 110-120 (2020).

5. D.A. Metlina, M.T. Metlin, S.A. Ambrozevich, A.S. Selyukov, N.P. Datskevich, D.F. Aminev, D.O. Goryachii, K.A. Lyssenko A.A.Pavlov, A.O. Dmitrienko, I.V. Taydakov. Bright NIR-luminescent Nd^{3+} complexes with pyrazole-substituted 1,3-diketones demonstrated an unusual spectral lines branching ratios. Dyes and Pigments, v. 181, art. no. 108558 (2020).

На автореферат диссертации поступил отзыв от доктора химических наук Уточниковой Валентины Владимировны, ведущего научного сотрудника кафедры неорганической химии химического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В отзыве Уточниковой В.В. отмечается, что работа является оригинальной, поскольку были разработаны конструкции светоизлучающих диодов на основе большого ряда новых материалов, а также выявлены общие факторы, влияющие на эффективность светодиодов на основе широкого класса материалов. В отзыве указано, что существенных замечаний по работе нет, а соискатель Д.О. Горячий заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области физики люминесцентных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации исследованы электрооптические свойства разработанных автором электролюминесцентных устройств на основе новых металлоорганических комплексов редкоземельных элементов: тербия, европия, неодима, а также новых комплексов меди (I), обладающих эффектом термически активированной задержанной флуоресценции. В диссертации автором решён ряд задач связанных с увеличением эффективности электролюминесценции материалов, излучающих в видимой и ближней инфракрасной областях спектра.

На основании выполненных соискателем исследований диссертационный совет отмечает следующие основные результаты работы:

1. Разработаны и реализованы оригинальные структуры органических светоизлучающих диодов на основе новых металлоорганических комплексов редкоземельных элементов: тербия, европия и неодима, а также новых комплексов меди (I), обладающих эффектом термически активированной задержанной флуоресценции. Для созданных структур были определены основные параметры функционирования: напряжения включения, максимальные яркости и эффективности, спектры излучения и влияние на них различных транспортных слоев светодиодов.
2. Использование нейтральных дополнительных лигандов на основе производных трифенилфосфиноксида в карбоксилатных комплексах тербия приводит к возникновению проводимости в люминесцентном слое созданных светодиодов, что позволило получить узкополосную (10 нм) электролюминесценцию с яркостью 72 кд/м². Показано, что исследованные нейтральные лиганды выполняют не только транспортную, но и сенсibiliзирующую ион тербия роль.
3. Установлено, что для новых комплексов европия увеличение длины *n* фторированной цепи C_nF_{2n+1} от 1 до 3 в составе основного лиганда приводит к увеличению внешней квантовой эффективности электролюминесценции диодов на их основе на 3 порядка. Дальнейшее увеличение длины цепи является нецелесообразным, поскольку приводит к уменьшению показателя внешней квантовой эффективности.
4. Показано, что замена атома водорода на тяжелый атом брома в мета-положении альдегидной части лиганда новых комплексов меди (I) приводит к подавлению эффекта термически активированной задержанной флуоресценции. Обнаружено смещение полосы излучения от 575 нм до 605 нм в органических светоизлучающих диодах на основе незамещенного комплекса меди (I) при увеличении массовой доли комплекса от 2% до 100% в активном слое светодиодов.
5. Продемонстрировано, что новые полимерные материалы на основе поли-диамино-тиенотиофеновых производных термически стабильны вплоть до 300°C и обладают проводимостью p-типа. Данные полимеры были успешно опробованы

в качестве транспортного слоя в органических светоизлучающих диодах на основе квантовых точек CdSe/CdS/ZnS.

Достоверность проведенных автором экспериментальных исследований обусловлена использованием высокоточных современных измерительных и регистрирующих приборов, а также воспроизводимостью результатов.

Научная новизна представленных результатов заключается в том, что впервые была получена электролюминесценция органических светодиодов с активными слоями на основе новых оригинальных материалов: металлоорганических комплексов редкоземельных элементов европия, тербия, неодима, а также новых комплексов меди (I), обладающих эффектом термически активированной задержанной флуоресценции. Впервые для изученных комплексов европия и неодима, излучающих в красной и ближней инфракрасной областях спектра, была установлена зависимость внешней квантовой эффективности электролюминесценции от длины фторированной цепи основного лиганда комплекса. В новых металлоорганических комплексах меди (I) впервые обнаружен эффект самополяризации и продемонстрировано влияние массовой доли незамещенного комплекса меди (I) в активном слое светодиода на положение полосы излучения.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при создании органических светодиодов, узкополосных люминесцентных маркеров, излучающих в видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Установленная зависимость полосы излучения от массовой доли комплекса меди (I) в активном слое светодиода позволяет создавать излучающие устройства с различным спектральным составом без изменения структуры светодиодов.

Полученные в работе результаты представляют научный и практический интерес и могут быть рекомендованы для использования в организациях, работающих в области оптики, оптической спектроскопии: Университет ИТМО, Новосибирский государственный университет, Московский государственный университет, Московский физико-технический институт.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию Горячего Д.О., получены лично автором либо при его непосредственном участии, являются оригинальными и научно обоснованными.

Анализ и интерпретация полученных результатов, подготовка материалов к опубликованию производились автором лично или в сотрудничестве с соавторами.

В ходе защиты соискатель Горячий Д.О. аргументированно ответил на вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации, оппонентов и автора отзыва на автореферат.

На заседании 20 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Д. О. Горячему учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научной задачи повышения стабильности и эффективности излучения органических светодиодов в видимой и ближней инфракрасной областях спектра.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 24 человек, из них 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.6 – Оптика), участвовавшие в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени - 24,

против присуждения учёной степени - 0,

недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.

Колачевский Николай Николаевич

Учёный секретарь диссертационного совета,

д.ф.-м.н.

Золотко Александр Степанович

20 декабря 2021 г.