

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.08,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 18.06.2018 г. № 15

О присуждении Сулеймановой Альфии Флюоровне, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Дизайн *орто*- и *нидо*-карборанилсодержащих лигандов для высоколюминесцентных комплексов Pt(II) и Ag(I)» по специальности 02.00.03 – Органическая химия принята к защите 16 апреля 2018 г. (протокол заседания № 11) диссертационным советом Д 212.285.08, созданным на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Сулейманова Альфия Флюоровна, 1988 года рождения, в 2012 г. окончила ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению «Химическая технология и биотехнология»; в 2015 г. окончила очную аспирантуру ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук по специальности 02.00.03 – Органическая химия; работает в должности инженера-исследователя лаборатории органических материалов ФГБУН Институт органического

синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук (г. Екатеринбург), Федеральное агентство научных организаций.

Диссертация выполнена в лаборатории органических материалов ФГБУН Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук, Федеральное агентство научных организаций.

Научный руководитель – доктор химических наук, Кожевников Дмитрий Николаевич, ЗАО Научно-производственный холдинг ВМП, вице-президент по научно-инновационной работе.

**Официальные оппоненты:**

**Артемьев Александр Викторович**, доктор химических наук, ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск, лаборатория металл-органических координационных полимеров, ведущий научный сотрудник;

**Мостович Евгений Алексеевич**, кандидат химических наук, ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», г. Новосибирск, лаборатория органической оптоэлектроники, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – ФГУ «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук», г. Москва – в своем положительном отзыве, подписанном Фрейдзон Александрой Яковлевной, кандидатом химических наук, научным сотрудником лаборатории квантовой механики и молекулярного моделирования Центра фотохимии, и Громовым Сергеем Пантелеймоновичем, доктором химических наук, профессором, член-корреспондентом РАН, руководителем Центра фотохимии, указала, что диссертационная работа Сулеймановой А.Ф. по поставленным задачам, уровню их решения, актуальности и научной новизне полученных результатов полностью соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства Российской

Федерации от 24 сентября 2013 года № 842), предъявляемым к кандидатским диссертациям, поскольку представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение новой практической задачи, имеющей существенное значение для развития органической химии и смежных областей наук. Автор работы, Сулейманова А.Ф., заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.03 – Органическая химия.

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ.

Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 1 главы в книге; 2 тезисов, опубликованных в сборниках материалов международных научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 5,83 п.л., авторский вклад – 2,14 п.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

***Статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, определенных ВАК***

1. **Suleymanova, A.F.** Brightly Luminescent Pt(II) Pincer Complexes with a Sterically Demanding Carboranyl-Phenylpyridine Ligand: A New Material Class for Diverse Optoelectronic Applications / A. M. Prokhorov, T. Hofbeck, R. Czerwieniec, A. F. Suleymanova, D. N. Kozhevnikov, and H. Yersin // J. Am. Chem. Soc. – 2014. – V. 136. – I. 27. – P. 9637–9642 (0.38 п.л. / 0.19 п.л). (Scopus и Web of Knowledge)

2. **Suleymanova, A.F.** Design Strategy for Ag(I)-Based Thermally Activated Delayed Fluorescence Reaching an Efficiency Breakthrough / M. Z. Shafikov, A. F. Suleymanova, R. Czerwieniec, and H. Yersin // Chem. Mater. – 2017. – V. 29. – I. 4. – P. 1708–1715 (0.5 п.л. / 0.35 п.л). (Scopus и Web of Knowledge)

3. **Suleymanova, A.F.** Thermally Activated Delayed Fluorescence from Ag(I) Complexes: A Route to 100% Quantum Yield at Unprecedentedly Short Decay Time / M. Z. Shafikov, A. F. Suleymanova, R. Czerwieniec, and H. Yersin // *Inorg. Chem.* – 2017. – V. 56. – I. 21. – P. 13274–13285 (0.75 п.л. / 0.27 п.л.). (Scopus и Web of Knowledge)

4. **Suleymanova, A.F.** TADF Material Design: Photophysical Background and Case Studies Focusing on Cu<sup>I</sup> and Ag<sup>I</sup> Complexes / H. Yersin, R. Czerwieniec, M. Z. Shafikov, and A. F. Suleymanova // *ChemPhysChem.* – 2017. – V. 18. – I. 24. – P. 3508–3535 (1.75 п.л. / 0.44 п.л.). (Scopus и Web of Knowledge)

5. **Suleymanova, A.F.** Di-nuclear Ag(I) complex designed for highly efficient thermally activated delayed fluorescence / M. Z. Shafikov, A. F. Suleymanova, A. Schinabeck, and H. Yersin // *J. Phys. Chem. Lett.* – 2018. – V. 9. – I. 4. – P. 702–709 (0.5 п.л. / 0.35 п.л.). (Scopus и Web of Knowledge)

***Глава в книге:***

TADF Material Design: Photophysical Background and Case Studies Focusing on Cu<sup>I</sup> and Ag<sup>I</sup> Complexes / H. Yersin, R. Czerwieniec, M. Z. Shafikov, **A. F. Suleymanova** // In «Highly efficient OLEDs – Materials based on Thermally Activated Delayed Fluorescence», –Ed. H. Yersin, – Weinheim: Wiley-VCH, 2018. (1.75 п.л. / 0.44 п.л.).

На автореферат поступили положительные отзывы:

1. Ромашова Леонида Владимировича, кандидата химических наук, научного сотрудника лаборатории металлокомплексных и наноразмерных катализаторов, и Ананикова Валентина Павловича, доктора химических наук, член-корреспондента РАН, заведующего лабораторией металлокомплексных и наноразмерных катализаторов ФГБУН Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук, г. Москва. Без замечаний.

2. Саяпина Юрия Анатольевича, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника, заведующего лабораторией физической органической химии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН», г. Ростов-на-Дону. Без замечаний.

3. Метелицы Анатолия Викторовича, доктора химических наук, проректора по научной и исследовательской деятельности ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону. В качестве незначительного недостатка работы отмечается то, что теоретическое исследование комплексов было проведено только для анализа электронной структуры в основном и возбужденных состояниях и не было предпринято попытки моделирования соответствующих спектров поглощения и флуоресценции.

4. Лобова Александра Николаевича, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории физико-химических методов анализа Уфимского института химии – обособленного структурного подразделения ФГБУН Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, г. Уфа. Без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в области органической химии, их высокой научной компетентностью в области металл-органических соединений, в частности, проявляющих люминесценцию, и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– **разработана стратегия синтеза жестких тридентатных лигандов с использованием *орто*-карборана для получения высоколюминесцентных комплексов Pt(II);**

– **показана перспектива применения полученных Pt(II) комплексов в качестве оптического сенсора на кислород;**

– **предложен дизайн органических лигандов для получения высокоэффективных TADF комплексов Ag(I);**

– **показана перспектива применения полученных Ag(I) комплексов в качестве эмиттеров для OLED устройств третьего поколения.**

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

– **предложена стратегия синтеза** органического комплекса Pt(II) на основе тридентатного лиганда  $C^N^C$  типа, где свободная C-H группа *орто*-карборанового кластера выступает как координирующая группа;

– **показано**, что координирующая *орто*-карборановая группа в составе органического лиганда позволяет получить комплексы с высокой жесткостью молекулярной структуры и заметно снизить реорганизацию молекулярной геометрии в возбужденном состоянии;

– **впервые показана возможность** использования дифосфин-*нидо*-карборанового лиганда для получения комплексов Ag(I), проявляющих эффект TADF;

– **исследовано и показано**, что геометрия координационного центра комплексов Ag(I), проявляющих TADF свойства, имеет значительное влияние на величину силы осциллятора перехода  $S_0 \leftrightarrow S_1$ ,  $f(S_0 \leftrightarrow S_1)$ ;

– **показано**, что направленный подбор лигандов по структуре для увеличения внутримолекулярного пространственного взаимодействия в комплексах Ag(I) позволяет снижать реорганизацию молекулярной геометрии в возбужденном состоянии и скорость безызлучательной релаксации в основном состоянии.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

– **разработана стратегия** получения высоколюминесцентных комплексов Pt(II) на основе *орто*-карборанилсодержащих тридентатных органических лигандов, которые представляют интерес в качестве оптических сенсоров на молекулярный кислород;

– в работе **представлена стратегия** получения новых OLED эмиттеров на основе комплексов Ag(I) с TADF свойствами. Безусловно, огромный потенциал для практического применения имеют как сами TADF материалы, полученные в работе, так и синтетическая стратегия позволившая их получить.

### **Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

– **экспериментальные работы** проведены с использованием стандартных и ранее опробованных методов. Все основные химические соединения охарактеризованы не менее чем двумя физико-химическими методами анализа. Измерения физико-химических и фотофизических характеристик проведены на сертифицированном оборудовании на базе Института органического синтеза им. И.Я. Постовского, Уральского Федерального Университета имени первого Президента России Ельцина Б.Н. и Университета Регенсбурга (Universität Regensburg);

– **теория** построена на известных проверяемых данных, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

– **идея базируется** на анализе практики и обобщении передового опыта в области синтеза карборанилсодержащих лигандов и люминесцентных комплексов на их основе, а также изучения их фотофизических свойств;

– **установлено**, что авторские данные не противоречат данным, полученным ранее по рассматриваемой теме;

– **использованы** современные методы обработки экспериментальных данных, современные методики сбора и обработки исходной информации.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии на всех этапах процесса: сборе, систематизации и анализе литературных данных, постановке целей работы и практических задач, планировании и проведении синтетических работ; автор принимал участие в теоретическом и фотофизическом исследовании полученных соединений, обработке и обсуждении полученных результатов, подготовке всех публикаций, формулировании выводов и защищаемых положений диссертации.

Диссертационная работа Сулеймановой А.Ф. является завершённой, самостоятельной научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней. В работе решена научная задача разработки дизайн-стратегии получения

высокоэффективных эмиттеров для органических светодиодов и оптических сенсоров на кислород, имеющая важное значение для развития органической химии и смежных областей наук.

На заседании 18 июня 2018 г. диссертационный совет принял решение присудить Сулеймановой А.Ф. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 13 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

  
Чуцахин Олег Николаевич

Ученый секретарь  
диссертационного совета

  
Поспелова Татьяна Александровна

18.06.2018 г.