

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.051.01 НА БАЗЕ  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института неорганической химии имени А.В. Николаева  
Сибирского отделения Российской академии наук, Минобрнауки России  
ПО ДИССЕРТАЦИИ **Воротникова Юрия Андреевича**  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 17 апреля 2019 года № 9

О присуждении *Воротникову Юрию Андреевичу*, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация *«Получение люминесцентных материалов на основе октаэдрических кластерных комплексов молибдена и их апробация в биологических системах»* в виде рукописи по специальности 02.00.01 – неорганическая химия (химические науки) принята к защите *19 декабря 2018 г., протокол № 20* диссертационным советом Д 003.051.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (**ИНХ СО РАН**), МИНОБРНАУКИ России (630090, г. Новосибирск, пр. Ак. Лаврентьева, д. 3, действующего на основании приказа Минобрнауки РФ от 11.04.2012 № 105/нк).

Соискатель *Воротников Юрий Андреевич*, 1992 года рождения, в 2015 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский университет (**НГУ**) по специальности - химия. В период подготовки диссертации с августа 2015 г. по настоящее время *Воротников Юрий Андреевич* обучается в очной аспирантуре **ИНХ СО РАН**. Диссертация подготовлена в лаборатории синтеза кластерных соединений и материалов в **ИНХ СО РАН**.

*Научный руководитель* – кандидат химических наук *Шестопалов Михаил Александрович* работает в лаборатории синтеза кластерных соединений и материалов **ИНХ СО РАН** в должности старшего научного сотрудника.

*Официальные оппоненты:*

– *Сайкова Светлана Васильевна*, гражданка Российской Федерации, доктор химических наук, доцент, профессор кафедры физической и неорганической химии Сибирского федерального университета, г. Красноярск;

– *Елистратова Юлия Геннадьевна*, гражданка Российской Федерации, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории физико-химии супрамолекулярных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального исследовательского центра Казанского научного центра Российской академии наук, г. Казань; дали **положительные отзывы** на диссертацию.

*Ведущая организация*, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук (ИМХ РАН), г. Нижний Новгород, в своем **положительном заключении**, утверждённом директором ИМХ РАН д.х.н., профессором, чл.-к. РАН Федюшкиным Игорем Леонидовичем, составленном д.х.н., профессором РАН, заместителем директора по научной работе ИМХ РАН Пискуновым Александром Владимировичем и к.х.н., старшим научным сотрудником, руководителем сектора хромофорных соединений для медицины ИМХ РАН Клапшиной Ларисой Григорьевной, указала, что: «... Диссертационная работа Ю.А. Воротникова выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук. Работа выполнена на высоком научно-методическом уровне. Достоверность результатов подтверждается подробно описанными в экспериментальной части методиками и подходами. ... Полученные в диссертации положительные результаты являются стимулом для продолжения дальнейших исследований светоизлучающих кластерных комплексов молибдена как потенциальных агентов оптической тераностики. ... Таким образом, по актуальности, объему, уровню проведенных исследований и значимости полученных результатов диссертация полностью соответствует п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 года № 748), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Воротников Юрий Андреевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Диссертационная работа обсуждена, отзыв утвержден и одобрен на Ученом совете ИМХ РАН, протокол № 4 от 28.03.2019».

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 4 работы, опубликованные в рецензируемых зарубежных научных журналах, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science. Общий объем опубликованных по теме диссертации работ составляет 32 стр. (2 усл. печ. л.), 27 работ опубликованы в материалах всероссийских и международных конференций; публикаций в электронных научных изданиях нет.

*Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:*

1. Svezhentseva E.V., Solovieva A.O., Vorotnikov Y.A., Kurskaya O.G., Brylev K.A., Tsygankova A.R., Edeleva M.V., Gyrylova S.N., Kitamura N., Efremova O.A., Shestopalov M.A., Mironov Y.V., Shestopalov A.M., Water-soluble hybrid materials based on  $\{Mo_6X_3\}^{4+}$  (X = Cl, Br, I) cluster complexes and sodium polystyrene sulfonate // *New J. Chem.* - 2017. - V. 41, No. 4. - P. 1670-1676.

2. Vorotnikov Y.A., Efremova O.A., Vorotnikova N.A., Brylev K.A., Edeleva M.V., Tsygankova A.R., Smolentsev A.I., Kitamura N., Mironov Y.V., Shestopalov M.A., On the synthesis and characterisation of luminescent hybrid particles: Mo<sub>6</sub> metal cluster complex/SiO<sub>2</sub> // RSC Adv. - 2016. - V. 6, No. 49. - P. 43367-43375.

3. Solovieva A.O., Vorotnikov Y.A., Trifonova K.E., Efremova O.A., Krasilnikova A.A., Brylev K.A., Vorontsova E.V., Avrorov P.A., Shestopalova L.V., Poveshchenko A.F., Mironov Y.V., Shestopalov M.A., Cellular internalisation, bioimaging and dark and photodynamic cytotoxicity of silica nanoparticles doped by {Mo<sub>6</sub>I<sub>8</sub>}<sup>4+</sup> metal clusters // J. Mater. Chem. B - 2016. - V. 4, No. 28. - P. 4839-4846.

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, 2 – с замечаниями, 3 – без замечаний. Отзывы поступили от: *к.б.н. Алексеева А.Ю.*, старшего научного сотрудника, руководителя лаборатории разработки и испытаний фармакологических средств отдела экспериментального моделирования и патогенеза инфекционных заболеваний Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федерального исследовательского центра фундаментальной и трансляционной медицины» (г. Новосибирск); *к.х.н. Мухаметшиной А.Р.*, младшего научного сотрудника и *к.х.н. Федоренко С.В.* старшего научного сотрудника лаборатории Лаборатории физико-химии супрамолекулярных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения Федерального исследовательского центра "Казанского научного центра Российской академии наук" (г. Казань); *к.б.н. Фроловой Т.С.*, старшего научного сотрудника лаборатории генной инженерии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (г. Новосибирск); *к.ф.-м.н. Яньшолле В.В.*, научного сотрудника лаборатории протеомики и метаболомики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института «Международного томографического центра» Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск); *д.х.н. профессора РАН Яхварова Д.Г.*, главного научного сотрудника кафедры физической химии химического института им А.М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета (г. Казань).

Большинство замечаний к автореферату относятся к используемой терминологии, наличию неточностей в формулировках и носят уточняющий характер по ходу работы; выражена заинтересованность в результатах дальнейших исследований. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа Воротникова Ю.А. по своей актуальности, новизне, научной и практической значимости **полностью соответствует** квалификационным требованиям, которые ВАК РФ предъявляет к кандидатским диссертациям, а её автор Воротников Ю.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

*Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов в области координационной химии, материаловедения и физико-химических методов анализа. Важен и значим вклад ведущей организации в область изучения различных материалов и их свойств, в том числе люминесцентных. Перечисленные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в указанных областях исследований.*

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

*- получен и детально охарактеризован ряд материалов на основе галогенидных кластерных комплексов молибдена  $((\text{Bu}_4\text{N})_2[\{\text{Mo}_6\text{X}_8\}(\text{NO}_3)_6])$  ( $\text{X} = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) и матриц различной природы – металл-органического координационного полимера (МОКП) MIL-101-Cr, органического водорастворимого полимера полистиролсульфоната натрия (PSS) и матрицы аморфного диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ );*

*- показано, что природа матрицы определяет тип ее взаимодействия с комплексами – в случае MIL-101-Cr наблюдается образование соединений типа гость-хозяин, а модификация каркаса молекулами пиразина позволяет включать комплекс в МОКП посредством образования ковалентных связей; в случае PSS происходит образование ковалентных связей; в случае  $\text{SiO}_2$  наблюдается образование как водородных, так и ковалентных связей между комплексом и диоксидом кремния;*

*- установлено, что все полученные материалы проявляют заметную эмиссию и фотогенерацию синглетного кислорода, при этом наибольшую эффективность в процессе генерации синглетного кислорода продемонстрировали наноразмерные частицы диоксида кремния, допированные кластерным комплексом  $(\text{Bu}_4\text{N})_2[\{\text{Mo}_6\text{I}_8\}(\text{NO}_3)_6]$ .*

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

*- разработаны и оптимизированы методики получения всех новых материалов;*  
*- установлены способы связывания галогенидных кластерных комплексов молибдена  $(\text{Bu}_4\text{N})_2[\{\text{Mo}_6\text{X}_8\}(\text{NO}_3)_6]$  с матрицами различной природы, а также зависимость люминесценции и генерации синглетного кислорода от типа матрицы.*

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

*- установлена связь типа матрицы и свойств полученных материалов и показана перспективность их применения в различных направлениях биологии и медицины: материалы на основе MIL-101-Cr – биовизуализация, фотодинамическая терапия (ФДТ) и адресная доставка; материалы на основе PSS – биовизуализация; микрочастицы на основе  $\text{SiO}_2$  – биовизуализация и доставка белков в клетку; наночастицы на основе  $\text{SiO}_2$  – биовизуализация и ФДТ.*

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

*для экспериментальных работ по получению материалов и приготовлению образцов для аналитических процедур диссертантом использовались общепринятые синтетические подходы и техники; для достоверной характеристики полученных*

соединений и изучения физико-химических свойств использовался комплекс независимых физико-химических методов, результаты которых дополняют друг друга и не противоречат литературным данным;

*идея базируется* на теоретически обоснованной возможности применения известных свойств некоторых октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена в биологии и медицине;

*проведена* апробация работы на многочисленных научных конференциях различного уровня, включая специализированные международные; результаты работы успешно прошли рецензирование в тематических зарубежных научных журналах с высоким импакт-фактором.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что:** Автор принимал участие в постановке цели и задач исследования, анализе литературных данных по теме диссертации, выполнении экспериментальных исследований и обработке полученных данных, обсуждении результатов работы и формулировке выводов. Диссертантом были лично выполнены синтезы всех указанных в экспериментальной части соединений и материалов (матрицы MIL-101 и MIL-101-ruz предоставлены аспирантом Чеплаковой А.М.), проведены микроскопические исследования и исследования фотофизических характеристик образцов, а также обработка данных, полученных на клеточных культурах. Подготовка статей и тезисов докладов осуществлялась совместно с научным руководителем и соавторами работ.

Диссертационный совет Д 003.051.01 на заседании *17 апреля 2019 г., протокол № 9*, пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», т.е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, направленную на решение проблемы получения материалов на основе октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена и демонстрацию возможности их практического применения в биологии и медицине, принято решение присудить *Воротникову Юрию Андреевичу* ученую степень кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 27 (двадцати семи) человек, из них 6 (шесть) докторов наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, участвовавших в заседании и голосовании, из 33 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 25 (двадцать пять), против присуждения учёной степени – 1 (один), недействительных бюллетеней – 1 (один).

Зам. председателя диссертационного совета

д.ф.-м.н., доцент

*Козлова Светлана Геннадьевна*

Ученый секретарь д

д.ф.-м.н.

*Надолинный Владимир Акимович*

17.04.2019 г.

Подпись *Козлова*  
Ученый секретарь I

" 18 " 04