

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 **Адонина Сергея Александровича**  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
ДОКТОРА ХИМИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 02 октября 2019 года № 16

О присуждении *Адонину Сергею Александровичу*, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора химических наук.

Диссертация *«Галогенидные комплексы элементов 15 и 16 групп и их полигалогенидные производные: синтез, строение и свойства»* в виде рукописи по специальности 02.00.01 – неорганическая химия (химические науки) принята к защите *19 июня 2019 г., протокол № 13* 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 Адонин Сергей Александрович, 1987 года рождения, на момент защиты диссертации работает старшим научным сотрудником лаборатории синтеза координационных соединений ИНХ СО РАН. В 2012 г. защитил кандидатскую диссертацию *«Комплексы полиоксвольфраматов с Rh, Ir, Ru и Pt: синтез, строение и химические свойства»* по специальности 02.00.01 – неорганическая химия (химические науки) в диссертационном совете Д 003.051.01 на базе ИНХ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории синтеза координационных соединений в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук.

*Официальные оппоненты:*

- *Кукушкин Вадим Юрьевич*, гражданин России, доктор химических наук, член-корреспондент РАН, заведующий кафедрой физической органической химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург;
- *Лысенко Константин Александрович*, гражданин России, доктор химических наук, профессор РАН, профессор кафедры физической химии ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», г. Москва;
- *Торубаев Юрий Валентинович*, гражданин России, доктор химических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник лаборатории химии обменных кластеров ФГБУН Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, г. Москва дали **положительные** отзывы на диссертацию.

*Ведущая организация* – ФГБУН Институт металлоорганической химии им. Г.А. Рагузаева Российской академии наук (ИМХ РАН), г. Нижний Новгород, в своем **поло-**



**жительном заключении**, утверждённом заместителем директора по научной работе ИМХ РАН, д.х.н., профессором РАН Пискуновым Александром Владимировичем и подписанном д.х.н., профессором РАН, ведущим научным сотрудником лаборатории поисково-прикладных исследований ИМХ РАН Поддельским Андреем Игоревичем и ученым секретарем ИМХ РАН к.х.н. Шальной К.Г. указала, что: «...Диссертация С.А. Адонина «Галогенидные комплексы элементов 15 и 16 групп и их полигалогенидные производные: синтез, строение и свойства» соответствует паспорту специальности 02.00.01 – неорганическая химия и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора химических наук (пп. 9-14 Постановления Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 «О порядке присуждения ученых степеней»), а ее автор, без сомнения, **заслуживает** присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия». Диссертационная работа обсуждена, отзыв утвержден и одобрен на Ученом совете ИМХ РАН, протокол №9 от 20.06.2019.

По теме диссертации соискатель имеет 39 работ, опубликованных в рецензируемых научных журналах, из них 7 – в российских рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ, и 32 – в зарубежных рецензируемых журналах; все публикации входят в перечень журналов, индексируемых в международной информационно-аналитической системе научного цитирования Web of Science. Общий объём опубликованных работ составляет 236 стр. (14,8 печ. л.), 14 работ опубликовано в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиумов; публикаций в электронных научных изданиях нет.

*Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:*

- 1. Adonin S.A., Gorokh I.D., Samsonenko D.G., Sokolov M.N., Fedin V.P. Bi(III) polybromides: a new chapter in coordination chemistry of bismuth // Chem. Commun. 2016. V. 52. P. 5061-5063.**
- 2. Adonin S.A., Gorokh I.D., Abramov P.A., Plyusnin P.E., Sokolov M.N., Fedin V.P. Trapping molecular bromine: a one-dimensional bromobismuthate complex with Br<sub>2</sub> as a linker // Dalton Trans. 2016. V.45. P. 3691-3693.**
- 3. Adonin S.A., Gorokh I.D., Novikov A.S., Abramov P.A., Sokolov M.N., Fedin V.P. Halogen contacts-induced unusual coloring in Bi(III) bromide complex: anion-to-cation charge transfer via Br $\cdots$ Br interactions // Chem. Eur. J. 2017. V.23 (62). P. 15612-15616.**
- 4. Usoltsev A.N., Adonin S.A., Novikov A.S., Samsonenko D.G., Sokolov M.N., Fedin V.P. One-dimensional polymeric polybromotellurates(IV): structural and theoretical insights into halogen $\cdots$ halogen contacts // CrystEngComm 2017. V.19 (39). P. 5934-5939.**
- 5. Adonin S.A., Gorokh I.D., Novikov A.S., Samsonenko D.G., Plyusnin P.E., Sokolov M.N., Fedin V.P. Bromine-rich complexes of bismuth: experimental and theoretical studies // Dalton Trans. 2018. V.47. P.2683-2689.**



**6. Adonin S.A., Bondarenko M.A., Abramov P.A., Novikov A.S., Plyusnin P.E., Sokolov M.N., Fedin V.P. Bromo- and polybromoantimonates (V): structural and theoretical studies of hybrid halogen-rich halometalate frameworks // Chem. Eur. J. 2018. V.24. P. 10165-10170.**

На диссертацию и автореферат диссертации поступило 11 отзывов. Все отзывы положительные, 4 – с замечаниями, 7 – без замечаний. Отзывы поступили от: *д.х.н. Новикова В.В.*, заместителя директора по научной работе ФГБУН Института элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук (г. Москва), *д.х.н., заслуженного профессора МГУ Шевелькова А.В.*, заведующего кафедрой неорганической химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова» (г. Москва), *д.х.н., чл.-к. РАН Ананикова В.П.*, заведующего лабораторией металлокомплексных и наноразмерных катализаторов ФГБУН Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук (г. Москва), *д.х.н. Мирочника А.Г.*, заведующего лабораторией светотрансформирующих материалов ФГБУН Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (г. Владивосток), *д.х.н., доцента Боярского В.П.*, профессора кафедры физической органической химии Института химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет» (г. Санкт-Петербург), *д.х.н. Блатова В.А.*, директора Международного научно-исследовательского центра по теоретическому материаловедению ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» (г. Самара), *д.х.н., профессора РАН Мажуги А.Г.*, ректора ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» (г. Москва), *д.х.н., профессора РАН Яхварова Д.Г.*, главного научного сотрудника Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФГБУН ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук» (г. Казань), *д.х.н. Мустафиной А.Р.*, заведующей лабораторией физико-химии супрамолекулярных систем Института органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФГБУН ФИЦ «Казанский научный центр Российской академии наук» (г. Казань) и *к.х.н. Заирова Р.Р.*, научного сотрудника этой же лаборатории, *д.х.н., профессора РАН Адонина Н.Ю.*, главного научного сотрудника лаборатории каталитических процессов синтеза элементоорганических соединений Института катализа Сибирского отделения Российской академии наук (г. Новосибирск), *д.х.н., доцента Сулова Д.С.*, профессора кафедры физической и коллоидной химии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», директора НИИ нефте-и углехимического синтеза ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет» (г. Иркутск).

Большинство замечаний к автореферату имеют уточняющий и рекомендательный характер. Все отзывы заканчиваются выводом, что диссертационная работа С.А. Адонина **полностью соответствует** требованиям, которые ВАК РФ предъявляет к доктор-



ским диссертациям, а её автор, С.А. Адонин заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

*Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью оппонентов и ведущей организации в области синтеза и исследования физико-химических свойств неорганических и координационных соединений и материалов на их основе. Данные компетенции подтверждаются наличием публикаций оппонентов и сотрудников ведущей организации в данной области исследований.*

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

– *развита* синтетическая и структурная химия галогенидных и полигалогенидных комплексов постпереходных металлов, установлен ряд закономерностей между условиями синтеза и строением образующихся анионных комплексов, а также их супрамолекулярных ассоциатов в твердом теле,

– *разработан* общий подход к синтезу гибридных комплексов, в кристаллической структуре которых одновременно присутствуют галогенометаллат-анионы и полигалогенидные фрагменты («полигалогенид-галогенометаллаты»), связанные между собой системой галогенных связей,

– *показано*, что разработанный подход позволяет получать соответствующие комплексы  $\text{Bi(III)}$ ,  $\text{Te(IV)}$  и  $\text{Sb(III/V)}$ , причем во всех случаях ключевым фактором, определяющим состав и строение продуктов, является природа катиона, соль которого используется в синтезе,

– *разработаны* методы синтеза и получены данные о строении 99 галогенометаллатных комплексов (81 производное  $\text{Bi(III)}$  и 18 –  $\text{Te(IV)}$ ) и найдено 5 новых структурных типов галогенометаллат-анионов,

– *показано*, что ряд галогеновисмутатов(III) с катионами – галогенпроизводными пиридиния обладает необычными оптическими свойствами (значительное изменение спектра поглощения в видимой области при образовании кристаллической фазы), обусловленными образованием галогенной связи между катионами и анионами в твердой фазе,

– *установлены* зависимости ширины запрещенной зоны от температуры для иодовисмутатов(III) и бромотеллуридов(IV).

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

*разработан* общий подход к синтезу соединений 15 и 16 групп, в структуре которых одновременно присутствуют галогенометаллат-анионы и полигалогенидные фрагменты, связанные между собой посредством галогенной связи;

*показано*, что ключевым фактором, определяющим состав и строение продуктов, является природа катиона, соль которого используется в синтезе;

*впервые получены* (используя данный подход), полигалогенид-галогенидные комплексы  $\text{Bi(III)}$  (12 соединений), а также расширен ряд полигалогенид-бромотеллуридов(IV) (13 комплексов).



изучены реакции типа “[SbBr<sub>6</sub>]<sup>n-</sup> + Br<sub>2</sub> + CatBr” (cat = органический катион), показано, что в большинстве случаев продуктами являются бромантимонаты(V), нередко образующие полибромид-бромантимонаты(V) различного состава и строения (соотношение Br/Sb может достигать 11).

– *установлены* эмпирически зависимости ширины запрещенной зоны от температуры для иодовисмутатов(III) и бромотеллуратов(IV).

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

– *разработаны* методические подходы к синтезу соединений, которые могут быть использованы для направленного дизайна новых материалов, в частности, для использования в фотовольтаических устройствах (солнечных батареях, фотодетекторах).

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

– *в работе использовались* современные физико-химические методы установления состава, строения и физико-химических свойств координационных соединений, включая рентгеноструктурный, рентгенофазовый, термогравиметрический и элементный анализ, а также спектроскопию диффузного отражения и комбинационного рассеяния. Полученные данные согласуются между собой,

– *воспроизводимые результаты* получены на большом количестве образцов и не противоречат общепринятым закономерностям строения и реакционной способности координационных соединений;

– *проведена* апробация работы на научных конференциях различного уровня, включая специализированные международные; результаты работы перед публикацией успешно прошли рецензирование в тематических научных журналах.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что:** определение стратегии исследований, выбор экспериментальных подходов, интерпретация и обобщение результатов выполнены автором. Синтетические эксперименты проводились либо лично автором, либо при его участии и под его непосредственным руководством студентами факультета естественных наук Новосибирского государственного университета (НГУ) И.Д. Горохом, М.А. Бондаренко и Л.И. Удаловой, а также аспирантом ИНХ СО РАН А.Н. Усольцевым (кандидатская диссертация защищена под руководством автора, часть материалов включена в данную работу); интерпретация данных проводилась совместно с соавторами.

Диссертационный совет Д 003.051.01 на заседании 02 октября 2019 г., протокол №16, пришел к выводу о том, что диссертация соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», т.е. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой разработан общий подход к синтезу соединений элементов 15 и 16 групп, в структуре которых одновременно присутствуют галогенометаллат-анионы и полигалогенидные фрагменты, связанные между собой посредством галогенной связи, и изучена структурная химия данных соединений, что можно квалифицировать как научное достижение, имеющее значение для разработки новых материалов и вносящее вклад в современную неорганическую химию; принято

решение присудить *Адонину Сергею Александровичу* ученую степень доктора химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 27 (двадцати семи) человек, из них 7 (семь) 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 – 23 (двадцать три), против присуждения учёной степени – 3 (три), недействительных бюллетеней – 1 (один).

Председатель диссертационного совета  
чл.-к. РАН, д.х.н.



Федин Владимир Петрович

Ученый секретарь диссертационного совета  
д.ф.-м.н.

Надолинный Владимир Акимович

02.10.2019 г.