

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук

д.х.н., профессор РАН  К.А. Брылев

« 26 » сентября 2024 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

семинара Отдела химии координационных, кластерных и супрамолекулярных соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук

Диссертация Коробейникова Никиты Алексеевича на тему «Полигалогенидные соединения элементов 14, 15, 16 групп: синтез и физико-химические свойства» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия выполнена в Лаборатории синтеза комплексных соединений Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН). В период подготовки диссертации с сентября 2021 г. по настоящее время Коробейников Никита Алексеевич обучается в очной аспирантуре ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», с июня 2022 г. по настоящее время работает младшим научным сотрудником в лаборатории синтеза комплексных соединений ИНХ СО РАН. В 2021 г. окончил ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия».

Справка о сданных кандидатских экзаменах выдана ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» 27 августа 2024 года.

Научный руководитель – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Лаборатории синтеза комплексных соединений ИНХ СО РАН Усольцев Андрей Николаевич.

На семинаре отдела присутствовали: 41 сотрудник отдела и приглашенные, в том числе 7 докторов наук членов диссертационного совета 24.1.086.01 (д.х.н., профессор РАН Дыбцев Д.Н., д.х.н. Конченко С.Н., д.х.н., профессор Коренев С.В., д.х.н. Миронов Ю.В., д.х.н., доцент Потапов А.С., д.х.н., профессор РАН Соколов М.Н., д.х.н., доцент Костин Г.А.), 3 доктора наук (д.х.н. Абрамов П.А., д.х.н. Гушин А.Л., д.х.н., профессор Лавренова Л.Г.) и 25 кандидатов наук (к.х.н. Бондаренко М.А., к.х.н. Бардин В.А., к.ф.-м.н. Березин А.С., к.х.н. Виноградова К.А., к.х.н. Воротников Ю.А., к.х.н. Воротникова Н.А., к.х.н. Гайфулин Я.М., к.х.н. Давыдова М.П., к.х.н. Иванов А.А., к.х.н. Евтушок Д.А., к.х.н. Ермолаев А.В., к.х.н. Кальный Д.Б., к.х.н. Кокина Т.Е., к.х.н. Михайлов М.А., к.х.н. Макотченко Е.В., к.х.н. Попов А.А., к.х.н. Петров П.А., к.х.н. Пронин А.С., к.х.н. Поповецкий П.С., к.х.н. Подлипская Т.Ю., к.х.н. Савина Ю.В., к.х.н. Семенов Н.А., к.х.н. Усольцев А.Н., к.х.н. Фоменко Я.С., к.х.н. Яровой С.С.).

Слушали: доклад соискателя Коробейникова Никиты Алексеевича по диссертационной работе «Полигалогенидные соединения элементов 14, 15, 16 групп: синтез и физико-химические свойства».

Рецензент – кандидат химических наук, научный сотрудник Лаборатории химии комплексных соединений ИНХ СО РАН Фоменко Яков Сергеевич.

Вопросы задавали: **д.х.н., профессор Корнев С.В.** (В чем смысл выбора тех или иных условий синтеза в зависимости от представленных типов соединений? Что вы имеете в виду под устойчивостью соединений? Стабильны ли полигалогенметаллаты в течение года? Чем вы объясняете большую стабильность соединений, содержащих хлор, нежели полигалогенметаллатов, содержащих иод? Что будет, если попытаться растворить полученные полигалогенметаллаты в воде?); **д.х.н. Гуцин А.Л.** (Каково влияние катиона на структуру получаемого соединения? Есть ли взаимодействия между анионом и катионной частью? Формируются ли взаимодействия с участием атома хлора галогенированного пиридина? Какой атом в данном взаимодействии выступает в роли электрофила-донора галогенной связи? Приведены ли примеры квантовомеханических расчётов?); **д.х.н., профессор Лавренова Л.Г.** (Стабильны ли соединения в течение долгого времени?); **к.х.н. Яровой С.С.** (Возможно ли найти какие-либо закономерности влияния катиона на состав и строение представленных полигалогенметаллатов? Если расширить исследования на другие катионы, будут ли получены иные структурные типы?); **д.х.н., доцент Костин Г.А.** (Выводили ли какие-либо более общие закономерности между составом и строением соединений? Можно ли сопоставить изменения в спектрах комбинационного рассеяния и диффузного отражения?); **к.ф.-м.н. Березин А.С.** (Можете продемонстрировать спектры диффузного отражения и расчет ширины запрещенной зоны? Прямой или непрямой переход в представленных соединениях? Одинаков ли он во всех соединениях? В ряде соединений представлены бифуркационные галогенные взаимодействия: это каким-либо образом учитывалось в квантовохимических расчётах?); **к.х.н. Кальный Д.Б.** (Какова роль кислоты в синтезе? Почему она во всех случаях концентрированная? Имеет ли значение избыток галогенидных ионов? Как рассчитывался выход реакций? В каком виде остаётся всё остальное?); **к.х.н. Иванов А.А.** (Насколько широко в работе варьировалось соотношение реагентов? Контролировалось ли количество хлора при получении полихлорометаллатов? Использовались ли в работе неалкилированные пиридины?); **д.х.н. Конченко С.Н.** (Как анализировалась чистота кристаллической фазы? Производился какой-либо элементный анализ?); **к.х.н. Семенов Н.А.** (Проводилась ли оценка фотостабильности полученных соединений? Какова роль иода в представленных полииодометаллатах с точки зрения фотовольтаики? Происходит ли частичный перенос заряда с галогенметаллатной части на молекулы дигалогенов? Насколько полно опубликованы результаты, представленные в диссертации?).

По результатам рассмотрения диссертационной работы «Полигалогенидные соединения элементов 14, 15, 16 групп: синтез и физико-химические свойства» принято следующее заключение:

Диссертационная работа Коробейникова Никиты Алексеевича выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН) в период с 2021 по 2024 гг. Данное исследование проводилось по плану НИР ИНХ СО РАН и было поддержано грантами Российского научного фонда №18-73-10040 (руководитель д.х.н., профессор РАН Адонин С.А.) и №23-73-10054 (руководитель к.х.н. Усольцев А.Н.). Работа была отмечена премией мэрии города Новосибирска в сфере науки и инноваций в 2023 году.

Личный вклад автора. Совместно с научным руководителем к.х.н. А.Н. Усольцевым проводилась постановка цели и задач, обсуждение результатов и формулировка выводов. Автором выполнена вся экспериментальная часть работы (разработка методик синтеза, выращивание кристаллов, пригодных для РСА). Решение и уточнение данных РСА для серии полииодо-хлоротеллуридов(IV) (G1-G5), а также депонирование рентгеноструктурных данных в КСБД проводились автором. Анализ литературных данных по теме диссертации проводился

автором. Обсуждение полученных результатов и подготовка рукописей публикаций проводилась совместно с научным руководителем и соавторами работ.

Актуальность темы исследования. В последнее время галогенидные комплексы р-элементов привлекают особенное внимание. Интерес обусловлен как высоким разнообразием структурных типов анионов, в особенности для соединений Bi(III) , так и рядом физических свойств, интересных с точки зрения потенциального применения, в числе которых люминесцентные и фотокаталитические. Особенно интенсивно исследуются фотовольтаические свойства соединений Pb(II) так называемого перовскитного типа. КПД исследуемых элементов на основе галогенидов Pb(II) всего за десятилетие вырос с 3.8% до 25.7%, и текущее значение превосходит показатели устройств на основе кремния. Однако низкая стабильность по отношению к факторам окружающей среды и высокая токсичность свинца пока что ограничивают возможности создания серийных изделий. Как альтернатива уже известным соединениям Pb(II) в качестве компонентов для фотовольтаических применений изучен ряд соединений олова(IV), сурьмы и висмута(III).

Другим возможным направлением изменения состава и свойств получаемых соединений может выступать получение полигалогенметаллатов. Характерной особенностью данных соединений является наличие в кристаллической структуре полигалогенидных фрагментов, координированных к атому металла, или нековалентными контактами (галогенной связью) связанных с галогенидными лигандами комплексных анионов $[\text{M}_n\text{X}_m]^{n-}$. Галогенная связь (ГС) сама по себе представляет достаточно интересный феномен супрамолекулярной химии. Согласно определению, данному Международным союзом теоретической и прикладной химии (ИЮПАК) ГС возникает между электрофильной областью на атоме галогена и нуклеофильной областью в другом или том же самом молекулярном фрагменте. Природа нековалентных взаимодействий в полигалогенметаллатах может описываться в парадигме ГС, и полигалогенметаллаты являются важным объектом исследования для супрамолекулярной химии.

Систематическое описание структурных особенностей полигалогенметаллатов приведено в обзоре. Первые представители данного класса соединений были получены сравнительно недавно, в 70-е годы прошлого столетия. С точки зрения функциональных применений данные соединения могут рассматриваться на роль компонентов солнечных батарей, для соединений теллура(IV) и сурьмы(III) такие исследования уже проведены. Как правило, появление в структуре полииодидного фрагмента приводит к значительному понижению значений ширины запрещенной зоны (ШЗЗ), а также к увеличению размерности аниона, что положительно сказывается на мобильности носителей заряда. Более подробное описание структурных особенностей и физико-химических свойств соединений данного класса рассмотрено в литературном обзоре данной работы.

Таким образом, исследование полигалогенметаллатов лежит на стыке неорганической, супрамолекулярной химии и материаловедения. Несмотря на значительный прогресс в изучении ряда полигалогенметаллатов висмута, сурьмы и теллура, остаётся ряд неисследованных направлений. Именно поэтому исследование химии полигалогенметаллатов представляет существенный интерес.

Научная новизна. В рамках данной работы получено 31 новый полигалогенгалогенметаллат: 9 полииодо-иодометаллатов висмута(III) и сурьмы(III), 3 полииодобромостанната(IV), 5 полибromo-бромостаннатов(IV), 1 полибromo-хлоровисмутат(III), 5 полииодо-хлоротеллура(IV) и 8 полихлоро-хлорометаллатов различных элементов.

Проведена систематическая работа, направленная на изучение закономерностей формирования полииодо-иодометаллатов висмута(III) и сурьмы(III). Представлено пять новых структурных типов, ранее не встречавшихся в химии полигалогенметаллатов. Изучены оптические свойства и термическая стабильность новых соединений.

Систематически изучены закономерности формирования полииодо-бромостаннатов(IV) и полибromo-бромостаннатов(IV). Полигалогенидные соединения с алкиламмонийными катионами продемонстрировали гораздо большую стабильность по сравнению с соединениями с пиридиниевыми катионами. При замене полигалогенидного фрагмента с Br₂ на I₂ отмечено уменьшение ШЗЗ.

Впервые структурно охарактеризованы полихлорид-хлорометаллатные соединения олова(IV), свинца(IV), висмута(III) и селена(IV). Обнаружена высокая термическая стабильность соединений с тетраметиламмонийным катионом вне зависимости от структурного типа.

Получена серия полииодо-хлоротеллуридов (Cat)₂{[TeCl₆](I₂)}. Помимо структурной характеристики, была оценена термическая стабильность и оптические свойства. Значения ШЗЗ для полученных соединений несколько меньше, чем для полученных ранее полииодо-бромотеллуридов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Данная работа лежит на стыке нескольких различных направлений химической науки: неорганической, координационной, супрамолекулярной химии и материаловедения. Получены данные о способах получения новых полигалогенметаллатов, их структурных особенностях и физико-химических свойствах. Они представляют существенный интерес с точки зрения фундаментальной науки. Данные о термической стабильности и оптических свойствах могут быть использованы для выбора соединений, пригодных для создания экспериментальных фотовольтаических устройств. Структурные данные добавлены в КСБД и доступны широкой научной общественности.

Методология и методы диссертационного исследования. Данная работа выполнена в области синтетической химии соединений элементов 14, 15 и 16 групп, поэтому основная её часть посвящена разработке и оптимизации методик синтеза полигалогенметаллатов и получению их в индивидуальном виде. Для этого систематически изучалось влияние параметров, влияющих на формирование полигалогенидной фазы: изменение строения структурно схожих катионов – производных пиридина или аммония, варьирование концентрации реагентов и условий кристаллизации. Для достоверной характеристики полученных полигалогенметаллатов использовался ряд физико-химических методов анализа. Строение соединений и особенности нековалентных контактов в них изучались методом рентгеноструктурного анализа (РСА). Подтверждение чистоты проводилось рентгенофазовым (РФА) и элементным анализами. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) служила важным методом первичной характеристики полигалогенидных фаз. Для определения значений ШЗЗ ряда полученных соединений были получены спектры диффузного отражения. Термическая стабильность была изучена методом термогравиметрического анализа (ТГА). Энергии нековалентных контактов были рассчитаны в рамках теории функционала плотности на основе полученных данных РСА.

Положения, выносимые на защиту:

- Методики синтеза полииодидных соединений висмута(III) и сурьмы(III), полииодо-бромостаннатов(IV), полибромидов олова(IV), полибromo-хлоровисмутата(III), полихлорометаллатов и полииодо-хлоротеллуридов(IV);
- Данные о строении полученных соединений;
- Данные о термической стабильности полученных полигалогенметаллатов;
- Информация об оптических свойствах (спектры комбинационного рассеяния (КР) и спектры диффузного отражения с оценкой ШЗЗ) полученных соединений.

Степень достоверности результатов исследований. Результаты исследования были получены с помощью современных физико-химических методов анализа, они согласуются между собой и воспроизводимы. Практически все результаты работы были представлены на конференциях всероссийского и международного уровня, а также опубликованы в

рецензируемых журналах, что указывает на признание их достоверности научным обществом.

Соответствие специальности 1.4.1. Неорганическая химия. Диссертационная работа соответствует следующим направлениям специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки): 1 – «Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе»; 2 – «Дизайн и синтез новых неорганических соединений и особо чистых веществ с заданными свойствами»; 3 – «Химическая связь и строение неорганических соединений»; 5 – «Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы».

Полнота опубликования результатов

По теме диссертационной работы опубликовано двенадцать статей в международных и российских журналах, которые входят в перечень индексируемых в международных системах научного цитирования Web of Science и Scopus. В материалах международных и российских конференций опубликованы тезисы двенадцати докладов.

Основные результаты работы изложены в следующих публикациях в рецензируемых изданиях:

1. Usoltsev A.N., Korobeynikov N.A., Novikov A.S., Plyusnin P.E., Fedin V.P., Sokolov M.N., Adonin S.A. Hybrid chlorobismuthate(III) "trapping" Br₂ unit: Crystal structure and theoretical investigation of non-covalent Cl...Br interactions in (1-MePy)₃{[Bi₂Cl₉](Br₂)} // *Inorganica Chim. Acta.* – Elsevier, 2020. – Vol. 513. – 119932.
2. Usoltsev A.N., Korobeynikov N.A., Novikov A.S., Plyusnin P.E., Kolesov B.A., Fedin V.P., Sokolov M.N., Adonin S.A. One-Dimensional Diiodine - Iodobismuthate(III) Hybrids Cat₃{[Bi₂I₉](I₂)₃}: Syntheses, Stability, and Optical Properties // *Inorg. Chem.* – 2020. – Vol. 59. – № 23. – P. 17320-17325.
3. Usoltsev A.N., Korobeynikov N.A., Novikov A.S., Shayapov V.R., Korolkov I. V., Samsonenko D.G., Fedin V.P., Sokolov M.N., Adonin S.A. One-Dimensional Supramolecular Hybrid Iodobismuthate (1-EtPy)₃{[Bi₂I₉](I₂)_{0.75}}: Structural Features and Theoretical Studies of I...I Non-Covalent Interactions // *J. Clust. Sci.* – 2021. – Vol. 32. – № 3. – P. 787–791.
4. Usoltsev A.N., Korobeynikov N.A., Kolesov B.A., Novikov A.S., Samsonenko D.G., Fedin V.P., Sokolov M.N., Adonin S.A. Rule, Not Exclusion: Formation of Dichlorine-Containing Supramolecular Complexes with Chlorometalates(IV) // *Inorg. Chem.* – 2021. – Vol. 60. – № 6. – P. 4171–4177.
5. Usoltsev A.N., Korobeynikov N.A., Kolesov B.A., Novikov A.S., Abramov P.A., Sokolov M.N., Adonin S.A. Oxochloroselenate(IV) with Incorporated {Cl₂}: The Case of Strong Cl...Cl Halogen Bonding // *Chem. – A Eur. J.* – 2021. – Vol. 27. – № 36. – P. 9292–9294.
6. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Kolesov B.A., Abramov P.A., Plyusnin P.E., Sokolov M.N., Adonin S.A. Dichlorine-containing chlorobismuthate(III) supramolecular hybrid: structure and experimental studies of stability // *CrystEngComm.* – 2022. – Vol. 24. – № 17. – P. 3150–3152.
7. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Abramov P.A., Sokolov M.N., Adonin S.A. Supramolecular Diiodine-Bromostannate(IV) Complexes: Narrow Bandgap Semiconductors // *Molecules.* – 2022. – Vol. 27. – № 12. – 3859.
8. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Abramov P.A., Novikov A.S., Sokolov M.N., Adonin S.A. Bromine-rich tin(IV) halide complexes: Experimental and theoretical examination of Br...Br noncovalent interactions in crystalline state // *Polyhedron.* – 2022. – Vol. 222. – 115912.
9. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Sokolov M.N., Adonin S.A. Iodobismuthate(III) complex with coordinated triiodide ligand and 3D supramolecular structure // *Mendeleev Commun.* – 2022. – Vol. 32. – № 6. – P. 786–788.
10. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Abramov P.A., Sokolov M.N., Adonin S.A. One-Dimensional Iodoantimonate(III) and Iodobismuthate(III) Supramolecular Hybrids with Diiodine: Structural Features, Stability and Optical Properties // *Molecules.* – 2022. – Vol. 27. – № 23. – P. 8487.

11. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Abramov P.A., Komarov V.Y., Sokolov M.N., Adonin S.A. Trimethylammonium Sn(IV) and Pb(IV) Chlorometalate Complexes with Incorporated Dichlorine // *Inorganics*. – 2023. – Vol. 11. – № 1. – 25.

12. Korobeynikov N.A., Usoltsev A.N., Sokolov M.N., Novikov A.S., Adonin S.A. Polymeric polyiodo-chlorotellurates(IV): new supramolecular hybrids in halometalate chemistry // *CrystEngComm*. – 2024. – Vol. 26. – № 14. – P. 2018–2024.

Материалы диссертационной работы представлены на конференциях:

1. Коробейников Н.А. «Полиiodидные комплексы висмута: синтез и физико-химические свойства» // 58-я Международная научная студенческая конференция МНСК-2020, 10-13 сентября 2020 г. – Новосибирск, 2020, с. 66.

2. Коробейников Н.А. «Полигалогенидные комплексы Bi(III): синтез и структурные особенности» // XXVII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ЛОМОНОСОВ», 10-27 ноября 2020 г. – Москва, 2020.

3. Коробейников Н.А. «Структурное разнообразие полигалогенидных комплексов постпереходных элементов» // XI Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии, 6-9 апреля 2021 г. – Москва, 2021, с. 36.

4. Коробейников Н.А. «Полигалогенидные соединения Sn(IV): синтез и физические свойства» // 59-я Международная научная студенческая конференция МНСК-2021, 12-23 апреля 2021 г. – Новосибирск, 2021, с. 68.

5. Коробейников Н.А. «Синтез, строение и физико-химические свойства полигалогенидных соединений олова(IV)» // XXVIII Международная Чугаевская конференция по координационной химии, 3-8 октября 2021 г. – Туапсе, 2021, с. 184.

6. Коробейников Н.А. «Синтез, строение и физико-химические свойства полигалогенидных соединений олова(IV)» // XXIX Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ЛОМОНОСОВ», 11-22 апреля 2022 г. – Москва, 2022.

7. Коробейников Н.А. «Синтез, структура и свойства полигалогенидных соединений р-элементов» // XXIII Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке», 16-19 мая 2022 г. – Томск, 2022, с. 91.

8. Н.А. Коробейников, А.Н. Усольцев «Изучение природы нековалентных взаимодействий в полигалогенметаллатах методом спектроскопии комбинационного рассеяния» // XIX Международная конференция «Спектроскопия координационных соединений», 18-23 сентября 2022 г. – Туапсе, 2022, с. 152.

9. Коробейников Н.А. «Новые полиiodидные комплексы висмута(III) и сурьмы(III): синтез и физико-химические свойства» // VI Школа-конференция молодых ученых «Неорганические соединения и функциональные материалы» ICFM-2022, 27-30 сентября 2022 г. – Новосибирск, 2022, с. 70.

10. Коробейников Н.А. «Изучение нековалентных взаимодействий в полигалогенидных соединениях р-элементов при помощи спектроскопии комбинационного рассеяния» // XXIV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке», 15-19 мая 2022 г. – Томск, 2023, Т. 1, с. 91.

11. Коробейников Н.А. «Анализ нековалентных взаимодействий в полигалогенидных соединениях р-элементов при помощи КР-спектроскопии и дифракционных методов» // II Школа молодых ученых по синхротронным методам исследования в материаловедении, 25-27 октября 2023 г. – Новосибирск, 2023.

12. Коробейников Н.А. «Полиiodо-хлорометаллаты Bi и Sb: синтез и свойства нового класса полигалогенидных соединений» // XXV Международная научно-практическая конференция студентов и молодых ученых «Химия и химическая технология в XXI веке», 20-24 мая 2024 г. – Томск, 2023, Т. 1, с. 70.

Ценность научных работ соискателя ученой степени заключается в том, что в них представлены результаты комплексного исследования, посвященного синтезу, изучению

особенностей структуры и нековалентных взаимодействий, а также анализу физико-химических свойств новых полигалогенидных комплексов ряда элементов 14, 15 и 16 групп.

Соавторы публикаций не возражают против использования материалов перечисленных работ в диссертации Коробейникова Никиты Алексеевича. Опубликованные работы полностью отражают содержание диссертационной работы.

Решение о рекомендации работы к защите

Автор диссертации Коробейников Никита Алексеевич является сложившимся исследователем, владеет навыками экспериментальной работы и хорошо ориентируется в научной литературе в области диссертационной работы. Коробейников Никита Алексеевич способен самостоятельно формулировать задачи исследования и находить пути их решения, обладает высокой самостоятельностью, работоспособностью и ответственностью в проведении исследований. Научные положения и выводы диссертационной работы, выполненной Коробейниковым Никитой Алексеевичем, не вызывают сомнения. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

В обсуждении работы выступили: научный руководитель к.х.н. Усольцев А.Н., рецензент к.х.н. Фоменко Я.С., д.х.н. Конченко С.Н., д.х.н., доцент Костин Г.А., д.х.н., профессор РАН Соколов М.Н., к.х.н. Кальный Д.Б., к.ф-м.н. Березин А.С., д.х.н., профессор Корнев С.В.

В ходе обсуждения было отмечено, что диссертационная работа Коробейникова Никиты Алексеевича является законченной работой, выполненной на высоком современном экспериментальном и теоретическом уровне. Работа является полноценным научным исследованием и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа содержит большой объем материала, посвященный синтезу и свойствам новых полигалогенидных соединений висмута, сурьмы, олова, свинца, теллура и селена.

Работа отвечает требованиям п. 9–14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

ПОСТАНОВИЛИ: диссертация «Полигалогенидные соединения элементов 14, 15, 16 групп: синтез и физико-химические свойства» **КОРОБЕЙНИКОВА НИКИТЫ АЛЕКСЕЕВИЧА** рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

Заключение принято на заседании отдела химии координационных, кластерных и супрамолекулярных соединений ИНХ СО РАН. Присутствовало на заседании 41 человек. Результаты голосования «за» – 41 чел., «против» – нет, «воздержавшиеся» – нет, протокол № 314 от 20 сентября 2024 г.

Председатель семинара
Зав. лаборатории химии редких
платиновых металлов
д.х.н., профессор



Сергей Васильевич Корнев

Секретарь семинара
с.н.с. лаборатории химии комплексных
соединений
к.х.н.



Евгения Васильевна Макотченко