

УТВЕРЖДАЮ

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

д.х.н., профессор РАН  Д.Н. Дыбцев

«18» августа 2023 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 Лаппи Татьяны Игоревны на тему «Синтез, строение и свойства октаэдрических кластерных комплексов с ядром $\{Re_3Mo_3S_8\}$ и $\{Re_4Mo_2S_8\}$ » на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия выполнена в лаборатории синтеза кластерных соединений и материалов 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 августа 2019 г. по настоящее время Лаппи Татьяна Игоревна обучается в очной аспирантуре и работает младшим научным сотрудником в лаборатории синтеза кластерных соединений и материалов ИНХ СО РАН. В 2019 г. окончила ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов и периоде обучения выдана 25 мая 2023 г. в ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН на основании подлинных протоколов кандидатских экзаменов, хранящихся в архиве института.

Научный руководитель – доктор химических наук, главный научный сотрудник ИНХ СО РАН Наумов Николай Геннадьевич.

На семинаре отдела присутствовали: 39 сотрудников отдела и приглашенные, в том числе 4 доктора наук, членов диссертационного совета 24.1.086.01 (д.х.н., профессор РАН Дыбцев Д.Н., д.х.н., профессор Коренев С.В., д.х.н. Костин Г.А., д.х.н. Шубин Г.А.), 2 доктора наук (д.х.н. Гущин А.Л., д.х.н. Шестопалов М.А.) и 18 кандидатов наук (к.х.н. Афонин М.Ю., к.х.н. Баранов А.Ю., к.х.н. Гайфулин Я.М., к.х.н. Иванова М.Н., к.х.н. Иванов А.А., к.х.н. Давыдова М.П., к.х.н. Ермолаев А.В., к.х.н. Литвинова Ю.М., к.х.н. Кокина Т.Е., к.х.н. Кальный Д.Б., к.х.н. Коренев В.С., к.х.н. Пронин А.С., к.х.н.

Макотченко Е.В., к.х.н. Пушкаревский Н.А., к.х.н. Подлипская Т.Ю., к.х.н. Савков Б.Ю., к.х.н. Пронина Е.В., к.х.н. Садыков Е.Х.).

Слушали: доклад соискателя Лаппи Татьяны Игоревны по диссертационной работе «Синтез, строение и свойства октаэдрических кластерных комплексов с ядром $\{Re_3Mo_3S_8\}$ и $\{Re_4Mo_2S_8\}$ ».

Рецензент – д.х.н., г.н.с. Шестопапов Михаил Александрович (ИНХ СО РАН).

Вопросы задавали: д.х.н. **Гущин А.Л.** (Почему в масс-спектре для соединения с кластерным ядром $\{Re_4Mo_2S_8\}$ присутствуют анионные аддукты с кластерным ядром $\{Re_5MoS_8\}$? Являются ли окислительно-восстановительные переходы для соединений $(Bu_4N)_4[Re_4Mo_2S_8(CN)_6]$ и $(Ph_4P)_5[Re_3Mo_3S_8(CN)_6]$ обратимыми? Какие критерии обратимых переходов? Какой растворитель, скорость развертки и электроды были использованы для записи циклических вольтамперограмм? Какой источник света использовали для получения фотоэлектрохимических свойств? Как расшифровывается аббревиатура FTO? Как определяют расстояния связей с помощью EXAFS? Часть работы по фотовольтаике сделана во Франции? Какой ваш вклад в работу по фотовольтаике? Как определяете ширину запрещенной зоны?); к.х.н. **Макотченко Е.В.** (Синтезировали ли соединения с внутренним лигандом Те? Почему в качестве N-донорных лигандов были выбраны пиридин и его производные?); д.х.н. **Костин Г.А.** (Можно ли использовать термин пролиганд в отношении пиридина? Вы стремитесь получить как можно больше значение фотоотклика для ваших материалов? Насколько значения фотоотклика сопоставимы с величинами, полученными для известных в литературе? Является ли получение фотоэлектродов на основе кластерных комплексов перспективным?); д.х.н. **Корнев С.В.** (Почему масса анионных аддуктов в масс-спектре для соединения $K_5[Re_{3.2}Mo_{2.8}S_8(CN)_6]$ увеличивается, хотя содержание Re в них уменьшается? Как наличие слабых взаимодействий в структурах кластерных комплексов с производными пиридина влияет на растворимость данных соединений? Влияет ли электронейтральность полученных соединений на их растворимость?); к.х.н. **Кальный Д.Б.** (Что такое ЭДС? Какие данные вам дает ЭДС для полученных фотоэлектродов? Как проводится ЭДС? Как устроена ячейка для фотоэлектрохимических экспериментов? Какой растворитель и электролит использовали для проведения фотоэлектрохимических экспериментов? В каких единицах измерения приведены значения тока в циклических вольтамперограммах? Какой по счету цикл приведен и сколько всего циклов проводили для циклических вольтамперограмм ваших соединений? За счет чего происходит осаждение кластерных комплексов на полупроводящую подложку при приложении напряжения 40 В? За счет чего кластерные комплексы связываются с легированным фтором оксидом олова? Какой электролит использовали для проведения электрофоретического осаждения? Какая концентрация кластерных комплексов в растворах, которые использовали для проведения электрофоретического осаждения? Какой части кластерного слоя, осажденного на полупроводящую подложку, измеряется толщина? В какой части кластерного слоя делается скол для измерения толщины? Являются ли полученные значения толщины покрытий максимальными? Какая площадь фотоэлектродов задействована в фотоэлектрохимических измерениях?).

По результатам рассмотрения диссертационной работы «Синтез, строение и свойства октаэдрических кластерных комплексов с ядром $\{Re_3Mo_3S_8\}$ и $\{Re_4Mo_2S_8\}$ » принято следующее заключение:

Диссертационная работа Лаппи Т.И. выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН) и в период с 2019 по 2023 гг.

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН) в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований ИНХ СО РАН по приоритетному направлению V.44. «Фундаментальные основы химии», программа ФНИ СО РАН V.44.4. «Развитие научных основ направленного синтеза новых неорганических и координационных соединений и функциональных материалов на их основе» и поддержана грантами Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ 20-33-70112) и Российского Научного Фонда (РНФ 22-73-10181), и стипендией французского правительства (стипендия Вернадского).

Личный вклад автора заключается в поиске и анализе литературы по теме диссертационной работы, в планировании и проведении экспериментов, обработке полученных данных и формулировке выводов. Автором лично были получены все кластерные соединения, указанные в экспериментальной части, установлен их состав, получены монокристаллы для исследования методом РСА, проведены исследования методами оптической спектроскопии, а также исследованы электрохимические свойства. Подготовка образцов для исследования методом масс-спектрометрии и обработка полученных результатов также проводилась автором. Съёмка и пробоподготовка образцов для получения спектров РФЭС и EXAFS, интерпретация результатов EXAFS и квантово-химических расчетов проводились при участии соискателя. Диссертантом были получены материалы на основе кластерных комплексов, изучен их состав и проведено исследование их оптических и фотоэлектрохимических свойств. Постановка целей и задач исследования проводилась совместно с руководителями. Подготовка статей и тезисов докладов осуществлялась совместно с научным руководителем и соавторами работ.

Актуальность темы исследования. Октаэдрические кластерные комплексы зарекомендовали себя как перспективные компоненты функциональных материалов во многих важных областях, таких как, катализ, биотехнологии, фотоника, материалы для преобразования энергии и сенсорные устройства. Можно выделить ряд важных свойств октаэдрических кластерных комплексов переходных металлов 5-7 групп (Nb, Ta, Mo, W, Re, Tc) для описанных выше областей применения: яркая люминесценция в красной и ближней ИК-областях, рентгеноконтрастность и обратимые электрохимические переходы (в водных и неводных растворах) в узком окне потенциалов, сопровождающиеся значительным изменением их электронных спектров поглощения. Свойства комплексов могут варьироваться в широком диапазоне за счет изменения внутреннего и внешнего окружения кластерного ядра. Внешние и внутренние лиганды вносят вклад в молекулярные орбитали всего кластерного комплекса, что, в совокупности с возможностью их химической модификации, открывает перспективы использования кластерных соединений в качестве строительных блоков в создании функциональных материалов.

Однако стоит отметить, что наибольший вклад как в молекулярные орбитали, так и в свойства комплексов вносит природа металла в кластерном ядре. Можно ожидать, что неизовалентное замещение атомов металла в кластерном ядре перспективно с точки

зрения влияния на свойства кластерных комплексов. Тем не менее, данная область в литературе освещена недостаточно. Это связано, прежде всего, с прочностью кластерного ядра, что делает прямое замещение металла невозможным. С другой стороны, использование смеси металлов в высокотемпературных синтезах (наиболее распространенный подход) приводит к образованию сложно разделяемой смеси продуктов с разным составом кластерного ядра. Немногочисленные исследования гетерометаллических кластерных комплексов, показали, что свойства таких соединений сочетают свойства аналогичных гомометаллических кластерных комплексов. Развитие этого раздела кластерной химии актуально и открывает новые возможности для получения функциональных материалов, сочетающих преимущества разных гомометаллических кластерных комплексов.

Научная новизна. Установлено, что высокотемпературная реакция смеси сульфидов MS_2 ($M = Re, Mo$) с KCN приводит к образованию твердого раствора $K_6[\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}(CN)_5]$ ($x = 2,75-3,25$), содержащего кластерные ядра $\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}$ ($x = 2-4$). Показано, что состав образующейся фазы зависит от температуры получения ReS_2 и MoS_2 , а также температуры синтеза полимера. Кроме того, получены в индивидуальном виде кластерные комплексы, содержащие ядра $\{Re_4Mo_2S_8\}$ и $\{Re_3Mo_3S_8\}$. Показано, что межатомные расстояния $M-M$ в анионах $[\{Re_3Mo_3S_8\}(CN)_6]^{5-}$ и $[\{Re_4Mo_2S_8\}(CN)_6]^{4-}$, определенные как теоретически методом квантово-химических расчетов, так и экспериментально из данных EXAFS, хорошо согласуются друг с другом. Кроме того, из данных EXAFS и квантово-химических расчетов установлено, что кластерные комплексы претерпевают искажение металоостова при окислении. Было изучено замещение терминальных лигандов в кластерных комплексах $K_5[\{Re_4Mo_2S_8\}(CN)_6]$ и $K_5[\{Re_3Mo_3S_8\}(CN)_6]$ на N-донорные лиганды пиридинового ряда (*py*, *etpy*, *tbp*). Методом циклической вольтамперометрии показано наличие нескольких обратимых окислительно-восстановительных переходов для кластерных анионов $[\{Re_4Mo_2S_8\}(CN)_6]^{4-}$ и $[\{Re_3Mo_3S_8\}(CN)_6]^{5-}$. В ходе работы получено и охарактеризовано 16 новых соединений, строение 11 из которых установлено методом РСА. Разработана экспериментальная методика получения фотоэлектродов на основе кластерных комплексов с ядрами $\{Re_6Q_8\}$ или $\{Re_{6-x}Mo_xQ_8\}$ ($x = 2-3$, $Q = S, Se$) и полупроводниковой подложки допированного фтором оксида олова (FTO). Строение, морфология и оптические свойства полученных пленок были детально охарактеризованы. Также были изучены фотоэлектрохимические характеристики. Установлено, что пленки на основе кластерных соединений проявляют амбиполярное поведение, что является редким явлением среди полупроводников. Кроме того, для пленок, содержащих кластерные соединения с ядрами $\{Re_6Q_8\}$ ($Q = S, Se$), была исследована возможность создания p-n переходов.

Практическая значимость. Получен большой объем новых данных о получении, строении и реакционной способности гетерометаллических кластерных комплексов. Получены экспериментальные данные, показывающие влияние условий синтеза на соотношение Re/Mo в составе фазы $K_6[\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}(CN)_5]$ ($x = 2,75-3,25$), которое определяется соотношением кластерных ядер $\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}$ ($x = 2-4$). Различие в растворимости и окислительно-восстановительных свойствах соединений на основе ядер $\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}$ с различными целочисленными значениями x позволяет выделить их в виде индивидуальных соединений. Помимо этого, разработаны методики замещения цианидных лигандов в анионах $[\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}(CN)_6]^{n-}$ на органические молекулы – производные пиридина.

Установлено влияние состава гетерометаллических кластерных ядер на физико-химические свойства кластерных соединений. Впервые получены пленочные фотоэлектроды на основе соединений с кластерными ядрами $\{\text{Re}_6\text{Q}_8\}$ и $\{\text{Re}_{6-x}\text{Mo}_x\text{Q}_8\}$ ($x = 2-3$, $\text{Q} = \text{S}, \text{Se}$). Фотоэлектрохимические свойства пленок различного состава были исследованы комплексом оптических, электрохимических и спектроскопических методов. Установлено, что, в зависимости от состава пленки, электроды могут демонстрировать амбиполярное поведение либо свойства полупроводников p-типа. Наличие амбиполярных свойств открывает возможности для интеграции кластерных фотоэлектродов в фотоэлектродокаталитические и фотогальванические системы.

Строение 11 новых соединений было исследовано методом PCA. Структурные данные депонированы в Кембриджский банк структурных данных (CCDC) и доступны для мировой научной общественности.

Методология и методы диссертационного исследования. Методология исследования включает в себя разработку и оптимизацию методов синтеза гетерометаллических кластерных комплексов с ядрами $\{\text{Re}_{6-x}\text{Mo}_x\text{S}_8\}$ ($x = 2-3$), как в виде твердых растворов, так и в виде индивидуальных соединений, а также изучение состава, строения и физико-химических свойств полученных соединений. Для изучения состава кластерных соединений проводилось определение элементного состава полученных образцов методами энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, элементного CHNS анализа, ИК-спектроскопии, РФА и электроспрей масс-спектрометрии. Изучение строения полученных соединений осуществлялось методами PCA, EXAFS и квантово-химическими расчетами в рамках DFT. Оптические свойства изучали с помощью электронных спектров поглощения, а электрохимические свойства были исследованы методом циклической вольтамперометрии в растворах. Получение фотоэлектродов осуществлялось с помощью метода электрофоретического осаждения, состав и морфология полученных материалов был изучен с помощью ЭДС, сканирующей электронной микроскопии, РФА, РФЭС и спектроскопии комбинационного рассеяния. Оптические свойства материалов были определены с помощью спектроскопии диффузного отражения. Путем включения фотоэлектродов в 3-х электродную ячейку в качестве рабочего электрода, были изучены их фотоэлектрохимические характеристики.

Степень достоверности результатов исследований. Достоверность обсуждаемых результатов основывается на согласованности экспериментальных данных, полученных с использованием комплекса современных физико-химических методов исследования. Корректность полученных результатов подтверждается их воспроизводимостью. Признание результатов работы мировым научным сообществом подтверждается наличием публикаций по результатам выполненной работы в рецензируемых международных журналах.

Соответствие специальности 1.4.1. Неорганическая химия. Диссертационная работа соответствует п. 1 «Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе», п. 5 «Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы», п. 7 «Процессы комплексообразования и реакционная способность координационных соединений, Реакции координированных лигандов» специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

Полнота опубликования результатов

По теме диссертации опубликованы четыре статьи в рецензируемых международных журналах, входящих в международную базу научного цитирования Web of Science. По результатам работы опубликовано 10 тезисов докладов на международных и Российских конференциях.

Ценность научных работ соискателя ученой степени подтверждается статьями, опубликованными в рецензируемых научных журналах, которые входят в международные базы цитирования Web of Science:

1. Muravieva V.K., Gayfulin Y.M., Lappi T.I., Dorcet V., Sukhikh T.S., Lemoine P., Ryzhikov M.R., Mironov Y.V., Cordier S., Naumov N.G. «Apical Cyanide Ligand Substitution in Heterometallic Clusters $[\text{Re}_3\text{Mo}_3\text{Q}_8(\text{CN})_6]^{n-}$ (Q = S, Se)» // *European Journal of Inorganic Chemistry*. – 2019. V. 22. – P. 2685-2690.
2. Lappi T. I., Gayfulin Y.M., Yanshole V.V., Cordier S., Naumov N.G. «Evidences of the non-stoichiometry and control of the composition of the cluster-based solid solution $\text{K}_6[\text{Re}_{6-x}\text{Mo}_x\text{S}_8(\text{CN})_5]$ ($x=2.75-3.63$)» // *Journal of Solid State Chemistry*. – 2023. V. 319. – P. 123785.
3. Lappi T.I., Cordier S., Gayfulin Y.M., Ababou-Girard S., Grasset F., Uchikoshi T., Naumov N.G., Renaud A. «Nanoarchitectonics of Metal Atom Cluster-Based Building Blocks Applied to the Engineering of Photo-Electrodes for Solar Cells» // *Solar RRL*. – 2023. V. 7. – P. 2201037.
4. Lappi T.I., Gayfulin Y.M., Renaud A., Prestipino C., Lemoine P., Yanshole V.V., Muravieva V.K., Cordier S., Naumov N.G. «From $\text{K}_6[\text{Re}_{6-x}\text{Mo}_x\text{S}_8(\text{CN})_5]$ Solid Solution to Individual Cluster Complexes: Separation and Investigation of $[\text{Re}_4\text{Mo}_2\text{S}_8(\text{CN})_6]^{n-}$ and $[\text{Re}_3\text{Mo}_3\text{S}_8(\text{CN})_6]^{n-}$ Heterometallic Clusters» // *Molecules*. – 2023. V. 28 – P. 5875.

Материалы диссертационной работы представлены на конференциях:

1. Lappi T.I., Gayfulin Y.M., Sukhikh T.S., Naumov N.G., Mironov Y.V. «Cluster compounds with $\{\text{Re}_3\text{Mo}_3\text{S}_8\}$ core: synthesis, structure and reactivity» // Всероссийская конференция по неорганической химии «InorgChem 2018», 16 – 21 сентября 2018 г. – Астрахань, 2018, С. 258.
2. Лаппи Т.И. «Синтез, строение и реакционная способность кластерных комплексов с ядром $\{\text{Re}_3\text{Mo}_3\text{S}_8\}$ » // II Всероссийская Байкальская Школа-Конференция по химии, 24 – 28 сентября 2018 г. – Иркутск, 2018, С. 80.
3. Лаппи Т.И. «Синтез, строение и реакционная способность кластерных комплексов с ядром $\{\text{Re}_3\text{Mo}_3\text{S}_8\}$ » // 56-я Международная Научная Студенческая Конференция, 22 – 27 апреля 2018 г. – Новосибирск, 2019, С. 83.
4. Лаппи Т.И. «Изучение гетерометаллических кластерных комплексов с ядром $\{\text{Re}_3\text{Mo}_3\text{S}_8\}$ » // 57-я Международная Научная Студенческая Конференция, 14 – 19 апреля 2019 г. – Новосибирск, 2019, С. 119.
5. Лаппи Т.И., Гайфулин Я.М., Миронов Ю.В., Наумов Н.Г. «Синтез, строение и реакционная способность кластерных комплексов с ядром $\{\text{Re}_{6-x}\text{Mo}_x\text{S}_8\}$ ($x = 1-4$)», V Школа-конференция молодых ученых «Неорганические соединения и функциональные материалы» // ICFM–2019, 30 сентября – 4 октября 2019 г. – Новосибирск, 2019, С. 49.
6. Lappi T.I., Renaud A., Gayfulin Y.M., Lemoine P., Cordier S., Grasset F., Uchikoshi T., Naumov N.G. «Heterometallic Re-Mo clusters-based chalcogenides: From solid state chemistry to functional building blocks for solar cell applications» // CLUSPOM-MiniSymposium, 2, 16 декабря 2021 г. – Новосибирск, Ренн, Версаль, 2021, С. 5.

7. Lappi T.I., Gayfulin Y.M., Naumov N.G., Cordier S. «Cluster complexes with $\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}$ ($x = 1-4$) core: synthesis, structure and reactivity» // JED 3M - Rennes – 2 июня 2022 г. – Ренн, 2022.
8. Lappi T.I., Gayfulin Y.M., Lemoine P., Prestipino C., Naumov N.G., Cordier S. «Cluster complexes with $\{Re_{6-x}Mo_xS_8\}$ ($x = 2-4$) core: synthesis, structure and reactivity» // JDD 2022 - Rennes, 29 июня 2022 г. – Ренн, 2022.
9. Renaud A., Lappi T.I., Jouan P.-Y., Dumait N., Ababou-Girard S., Gayfulin Y.M., Barreau N., Uchikochi T., Grasset F., Jobic S., Naumov N.G., Cordier S. «Evidences of the Ambipolar Behaviour of Mo_6 cluster iodides in All Inorganic Solar Cells: A new example of Nanoarchitectonic concept» // Matériaux 2022, 24 – 28 октября 2022 г. – Лиль, 2022.
10. Renaud A., Lappi T.I., Gayfulin Y.M., Naumov N.G., Ababou-Girard S., Uchikochi T., Grasset F., Cordier S. «Nanoarchitectonics of metal atom cluster-based building blocks applied to the engineering of photoelectrodes for solar cell applications» // Конгресс SFR 2023, 26 – 28 июня 2023 г. – Нант, 2023.

Соавторы публикаций не возражают против использования материалов перечисленных работ в диссертации Лаппи Т.И. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

Решение о рекомендации работы к защите

Автор диссертации Лаппи Т.И. является сложившимся исследователем, хорошо ориентируется в научной литературе и имеет необходимые практические навыки. Лаппи Т.И. способна планировать стратегию развития и решать поставленные научные задачи, осуществлять исследования, связанные с синтезом, характеристикой и изучением свойств комплексов лантаноидов. Татьяна Игоревна обладает высокой самостоятельностью, работоспособностью и ответственностью в проведении исследований. Научные положения и выводы диссертационной работы, выполненной Лаппи Т.И., не вызывают сомнения. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки).

В обсуждении работы выступили: научный руководитель д.х.н. Наумов Н.Г., рецензент д.х.н. Шестопалов М.А., к.х.н. Кальный Д.Б., д.х.н. Гуштин А.Л.

В ходе обсуждения было отмечено, что диссертационная работа Лаппи Татьяны Игоревны является завершенным исследованием, выполненном на высоком современном экспериментальном уровне. Работа является полноценным научным исследованием и посвящена синтезу и исследованию гетерометаллических кластерных соединений, а также получению фотоэлектродов на основе как гетерометаллических соединений, так и гомометаллических кластерных комплексов рения.

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

В качестве замечания высказано пожелание доработать презентацию и скорректировать формулировки некоторых целей и выводов.

ПОСТАНОВИЛИ: диссертация «Синтез, строение и свойства октаэдрических кластерных комплексов с ядром $\{Re_3Mo_3S_8\}$ и $\{Re_4Mo_2S_8\}$ » ЛАППИ ТАТЬЯНЫ ИГОРЕВНЫ 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 39 человек. Результаты голосования «за» – 39 чел., «против» – нет, «воздержавшиеся» – нет, протокол № 286 от 26 мая 2023 г.

Председатель семинара

г.н.с. лаборатории химии комплексных соединений

д.х.н.



Артем Леонидович Гушин

Секретарь семинара

с.н.с. лаборатории химии комплексных

соединений

к.х.н.



Евгения Васильевна Макотченко