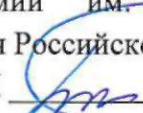
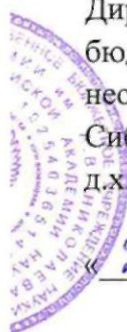


## УТВЕРЖДАЮ

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



« 25 » 05 2022 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 Прониной Екатерины Валерьевны на тему «Водорастворимые октаэдрические иодидные кластерные комплексы молибдена и вольфрама и их стабилизация функционализированными декстранами» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия выполнена в лаборатории биоактивных неорганических 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 августа 2018 г. по настоящее время Пронина Екатерина Валерьевна обучается в очной аспирантуре и работает младшим научным сотрудником в лаборатории биоактивных неорганических соединений ИНХ СО РАН. В 2018 г. окончила ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» по специальности «Фундаментальная и прикладная химия».

Справка о сдаче кандидатских экзаменов и периоде обучения выдана 11 апреля 2022 г. в ФГБУН «Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук» (ИНХ СО РАН) на основании подлинных протоколов кандидатских экзаменов и удостоверения, хранящихся в архиве института.

Научный руководитель – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биоактивных неорганических соединений ИНХ СО РАН Шестопалов Михаил Александрович.

**На семинаре отдела присутствовали:** 43 сотрудника отдела и приглашенные, в том числе 12 докторов наук, членов диссертационного совета 24.1.086.01 (д.х.н. Артемьев А.В., д.х.н. Булавченко А.И., д.х.н. профессор РАН Брылев К.А., д.х.н. профессор РАН Дыбцев Д.Н., д.х.н. Игуменов И.К., д.х.н., профессор Коренев С.В., д.х.н. Костин Г.А., д.х.н. Миронов Ю.В., д.х.н. Потапов А.С., д.х.н. Шубин Ю.В., д.х.н. профессор РАН Соколов М.Н., д.х.н., чл-к. РАН Федин В.П.), 3 доктора наук (д.х.н. Гушин А.Л., д.х.н. Конченко С.Н., д.х.н. Шестопалов М.А.) и 20 кандидатов наук (к.х.н. Воротников Ю.А., к.х.н. Воротникова Н.А., к.х.н. Демидова М.Г., к.х.н. Демаков П.А., к.х.н. Ермолаев А.В., к.х.н. Иванов А.А., к.х.н. Иванова М.Н., к.х.н. Коковкин В.В., к.х.н. Кокина Т.Е., к.х.н. Колодин А.Н., к.х.н. Литвинова Ю.М., к.х.н. Макотченко Е.В., к.х.н. Макотченко В.Г., к.х.н. Плюснин П.Е., к.х.н. Поповецкий П.С., к.х.н. Подлипская Т.Ю., к.х.н. Пушкаревский Н.А., к.х.н. Савков Б.Ю., к.х.н. Чеплакова А.М., к.х.н. Шапаренко Н.О.).

**Слушали:** доклад соискателя Прониной Екатерины Валерьевны по диссертационной работе «Водорастворимые октаэдрические иодидные кластерные комплексы молибдена и вольфрама и их стабилизация функционализированными декстранами».

Рецензент – д.х.н., доцент, г.н.с. лаборатории химии редких платиновых металлов Костин Геннадий Александрович (ИНХ СО РАН).

**Вопросы задавали:** д.х.н. **Федин В.П.** (Какая модель взаимодействия окисленного декстрана с вашими комплексами? Что известно про октаэдрические кластерные комплексы молибдена и вольфрама с альдегидными группами в качестве лигандов? Что известно о структуре вашего материала в растворе? Как молекулы полимера находят кластерные комплексы? В каком виде молекулы полимера находятся в растворе? Вы впервые получили окисленные декстраны? Насколько выражена цитотоксичность? Насколько она [цитотоксичность] сильная? О каких материалах идет речь в названии? Сравниваете с люминесценцией аквагидрокомплексов в растворе или в твердом теле?); д.х.н. **Корнев С.В.** (Почему материалы перерастворяли в воде, а не в ДМСО? Как долго растворяли в воде? Почему не вели синтез сразу в воде? Вы не связываете токсичность с высвобождением ДМСО?  $X = 100$  – это что? Что такое питательная среда? Сколько выдерживали комплексы? Какое соотношение между графиками, на которых представлены спектры люминесценции комплекса молибдена в питательной среде?); к.х.н. **Пушкаревский Н.А.** (Как определяли количество включенного кластерного комплекса в полимер экспериментально? Не пробовали ли вы вместо декстранов брать ЭДТА?); д.х.н. **Артемьев А.В.** (Как вы доказывали, что у вас пероксогруппы? Где гарантия, что у вас пероксогруппы, а не оставшийся пероксид водорода?); д.х.н. **Потапов А.С.** (Чем объясняется отличие влияния свежеприготовленного выдержанного раствора комплекса на цитотоксичность? Можно ли использовать уже готовые аквагидрокомплексы для исследования биологических свойств? Как отличаете комплексы с 2 и 14 молекулами воды? Чем объясняется разная люминесценция комплексов с 2 и 12 молекулами воды?); к.х.н. **Демаков П.А.** (Декстран не может «сжигаться» в организме?); к.х.н. **Петров П.А.** (В одном материале реально ли сосуществование надкислот и альдегидных групп? Делали качественную реакцию, например, реакцию серебряного зеркала, на определение альдегидных групп?); д.х.н. **Дыбцев Д.Н.** (Порядок реакции экспериментально подтвердили?); д.х.н. **Конченко С.Н.** (Какой вклад в неорганическую химию вносит ваша работа? Конкретные результаты приведите. Что вы называете материалами?).

По результатам рассмотрения диссертационной работы «Водорастворимые октаэдрические иодидные кластерные комплексы молибдена и вольфрама и их стабилизация функционализированными декстранами» принято следующее заключение:

Диссертационная работа Прониной Е.В. 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 2018 по 2022 г.г.

Диссертационная работа выполнялась 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», базовый проект лаборатории V.44.4.1. Синтез, строение и функциональные свойства новых супрамолекулярных и комплексных соединений, в том числе координационных полимеров (№ 0300–2019–0013). Кроме того, работа была выполнена в рамках проектов РФФИ (18–33–00209, 18–33–20061, 20–33–90087\_Аспиранты). Также результаты исследований были поддержаны стипендией Правительства Российской Федерации (2019 г.) и стипендией им. М.В. Остроградского (2021).

**Личный вклад автора.** 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, определены физические свойства и состав окисленных полимеров, проведены 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.

#### **Актуальность темы исследования.**

В настоящее время химия октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама активно развивается. Особый интерес к данному классу соединений вызван тем, что они проявляют яркую люминесценцию в красной и ближней инфракрасной областях спектра при ультрафиолетовом или рентгеновском облучении, способны фотосенсибилизировать процесс генерации синглетного кислорода, а также имеют высокую фотостабильность. Благодаря этому кластерные комплексы обладают огромным потенциалом для применения в различных областях, таких как оптоэлектроника, фотокатализ, фотовольтаика (создание солнечных батарей) и др. Кроме того, они могут быть использованы в биомедицине в качестве компонентов антибактериальных материалов, агентов для биовизуализации и фотодинамической терапии. Однако, подавляющее большинство известных комплексов либо не растворимы в воде, либо подвергаются гидролизу, что препятствует их применению в живых системах.

Синтез новых водорастворимых кластеров позволит расширить немногочисленный список таких соединений, а детальное изучение полученных комплексов в водном растворе позволит определить ключевые факторы, влияющие на гидролитическую стабильность, и даст более глубокое понимание процесса гидролиза. Эти фундаментальные знания впоследствии позволят направленно подходить к получению водорастворимых кластерных комплексов. Наряду с этим включение в биосовместимые матрицы является эффективным подходом для стабилизации наноразмерных объектов, включая нестабильные комплексы, в водном растворе. В данной работе в качестве таких матриц было предложено использовать природный полисахарид декстран и его окисленные производные. Исследование композитных материалов на основе кластерных комплексов и водорастворимых полимеров позволит не только оценить эффективность стабилизирующего агента, а также изучить влияние матрицы на фотофизические характеристики люминофора. Кроме того, изучение биологических свойств чистых комплексов и материалов на их основе даст дополнительную информацию о возможности применения этого класса соединений в биомедицинском контексте.

Таким образом, развитие химии октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама и создание материалов на их основе является действительно актуальной задачей. Исходя из этого, можно с высокой долей уверенности утверждать, что данная диссертационная работа поможет раскрыть потенциал применения таких комплексов.

#### **Научная новизна и практическая значимость проведенных исследований.**

Новизна диссертационной работы обусловлена тем, что в результате ее выполнения разработаны методики синтеза новых водорастворимых кластерных комплексов и способы их стабилизации в водном растворе производными декстрана. Так, в ходе выполнения работы была получена серия кластерных комплексов с тиолигандами  $\text{Na}_2[\{\text{M}_6\text{I}_8\}(\text{RS})_6]$  ( $\text{M} = \text{Mo}, \text{W}$ ;  $\text{R} = \text{Ph}, \text{Bn}$  и  $4\text{-}^1\text{BuBnS}$ ). На примере  $\text{Na}_2[\{\text{Mo}_6\text{I}_8\}(\text{PhS})_6]$  было детально изучено поведение тиокомплексов в ацетоне и воде. Установлено, что в присутствии кислорода тиофенолят-лиганды подвергаются окислению до сульфенатов и сульфинатов, которые в свою очередь легко замещаются на  $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$ . Без стадии окисления полученные комплексы не подвергаются гидролизу.

Показано, что при взаимодействии  $(\text{Bu}_4\text{N})_2[\{\text{M}_6\text{I}_8\}(\text{NO}_3)_6]$  ( $\text{M} = \text{Mo}, \text{W}$ ) с диметилсульфоксидом (ДМСО или DMSO) образуются новые водорастворимые люминесцентные комплексы  $[\{\text{M}_6\text{I}_8\}(\text{DMSO})_6](\text{NO}_3)_4$ . Стоит отметить, что это первый пример

водорастворимого галогенидного кластерного комплекса вольфрама. Для полученных соединений было проведено детальное исследование кинетики гидролиза, согласно которому кластер вольфрама являются более стабильным в сравнении с молибденовым аналогом.

В ходе биологических исследований было выявлено, что различная скорость гидролиза кластерных комплексов молибдена и вольфрама с ДМСО-лигандами оказывает различное влияние на жизнеспособность клеток. Кроме того, состав форм комплекса в водном растворе, который напрямую связан со временем его выдержки, играет ключевую роль в определении биологических показателей. Так, свежеприготовленный водный раствор  $[\{W_6I_8\}(DMSO)_6](NO_3)_4$  проявляет фотоиндуцированную цитотоксичность, в то время как выдерживание комплекса в растворе приводит к увеличению его темновой цитотоксичности. Для комплекса молибдена наблюдается противоположная ситуация. Стоит отметить, что это первый и единственный пример опубликованной работы, в которой изучались биологические свойства октаэдрического галогенидного кластерного комплекса вольфрама.

Разработан метод функционализации полисахарида декстрана, в ходе которого образуется полимер, содержащий в своем составе альдегидные, кислотные и пероксогруппы. На основе мультифункционального декстрана получены водорастворимые кластер-содержащие материалы. Включение  $[\{M_6I_8\}(DMSO)_6](NO_3)_4$  ( $M = Mo, W$ ) в модифицированный полисахарид приводит к значительному увеличению стабильности комплексов в водном растворе и питательной среде.

В результате работы значительно расширено число водорастворимых октаэдрических иодидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама. Данные, полученные в ходе изучения поведения новых комплексов в воде и питательной среде, дают понимание о процессах, происходящих в растворе. Отличия в гидролитической стабильности оказывают влияние на биологические свойства кластеров. Это в свою очередь открывает возможность рассматривать различные формы комплексов перспективными агентами для применения в различных областях биологии и медицины, в частности для биовизуализации, фотодинамической или химиотерапии. Покрытие функционализированными полисахаридами значительно увеличивает стабильность кластерных комплексов в водном растворе и питательной среде.

#### **Методология и методы диссертационного исследования.**

Методология исследования включает в себя разработку метода синтеза новых октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама, выделение их в виде индивидуальных соединений, получение монокристаллов, изучение состава, строения и физико-химических свойств. Для достоверной характеристики соединений был использован набор физико-химических методов анализа: элементный анализ (CHNS, ЭДС, ИСП-АЭС), рентгеноструктурный анализ, спектроскопия ядерного магнитного резонанса, инфракрасная спектроскопия, масс-спектрометрия высокого разрешения с распылением в электрическом поле, электронная спектроскопия поглощения.

Модификацию полисахарида декстрана проводили путем обработки пероксидом водорода. При взаимодействии кластерных комплексов  $[\{M_6I_8\}(DMSO)_6](NO_3)_4$  ( $M = Mo, W$ ) с функционализированными полисахаридами в растворе ДМСО были получены кластер-содержащие гибридные материалы. Степень включения металлокомплекса в полимер определяли с помощью ИСП-АЭС. С помощью ЯМР- и электронной спектроскопии была исследована стабильность полученных комплексов/материалов в ацетоне, водном растворе или питательной среде. Спектры люминесценции для полученных соединений регистрировались при помощи чувствительного к красному свету детектора. Квантовые выходы определены с использованием системы измерения абсолютных квантовых выходов фотолюминесценции, содержащей интегрирующую сферу.

При проведении биологических исследований использовались раковые клетки линий Нер-2 (клетки рака шейки матки). Цитотоксичность материалов изучалась с использованием МТТ-теста. Визуализацию клеток проводили с использованием методов просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (КЛСМ). Проникновение соединений в клетку изучали методом проточной цитофлуориметрии (FACS). Для определения фотоиндуцированной цитотоксичности использовалась лампа с длиной волны 400–800 нм, а жизнеспособность клеток после облучения определяли методом МТТ.

В ходе работы контроль достоверности результатов выполнялся проведением перекрестных анализов. Достоверность оценки цитотоксических эффектов соединений подтверждена тремя сходящимися данными.

**На защиту выносятся:**

- методы синтеза 8 октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама, 6 из которых охарактеризованы с помощью рентгеноструктурного анализа;
- получение материалов на основе кластерных комплексов  $[M_6I_8](DMSO)_6(NO_3)_4$  ( $M = Mo, W$ ) и функционализированных декстранов;
- результаты исследования всех полученных соединений с помощью различных аналитических и спектроскопических методов анализа (РСА, ЯМР-, ИК- и электронная спектроскопия, масс-спектрометрия, элементный анализ и др.);
- результаты исследования стабильности полученных комплексов и материалов на их основе в водном растворе и в питательной среде;
- результаты изучения люминесцентных свойств и определения фотофизических показателей для полученных образцов;
- результаты исследования биологических свойств кластерных комплексов и материалов на их основе, таких как темновая и фотоиндуцированная цитотоксичность, клеточное проникновение, люминесцентная визуализация внутри клетки, генерация активных форм кислорода внутри клетки.

**Степень достоверности результатов исследований.**

Достоверность представленных результатов основывается на высоком методическом уровне проведения работы, согласованности экспериментальных данных с данными других исследований. Корректность полученных результатов подтверждается их воспроизводимостью. Признание результатов работы мировым научным сообществом подтверждается наличием публикаций по результатам выполненной работы в рецензируемых журналах различного уровня и высокой оценкой на российских и международных конференциях.

**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 диссертационной работы опубликовано 3 статьи в международных журналах, которые входят в перечень индексируемых в международной системе научного цитирования Web of Science. В материалах российских и зарубежных конференций опубликованы тезисы 11 докладов.

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

1. Svezhentseva (Pronina) E. V., Vorotnikov Y. A., Solovieva A. O., Pozmogova T. N., Eltsov I. V., Ivanov A. A., Evtushok D. V., Miroschnichenko S. M., Yanshole V. V., Eling C. J., Adawi A. M., Bouillard J.-S. G., Kuratieva N. V., Fufaeva M. S., Shestopalova L. V., Mironov Y. V., Efremova O. A., Shestopalov M. A., From photo-induced to dark cytotoxicity via an octahedral cluster hydrolysis // *Chem. Eur. J.* – 2018. – V. 24, No. 68. – P. 17915–17920.
2. Pronina E. V., Vorotnikov Y. A., Pozmogova T. N., Solovieva A. O., Miroschnichenko S. M., Plyusnin P. E., Pishchur D. P., Eltsov I. V., Edeleva M. V., Shestopalov M. A., Efremova O. A., No catalyst added hydrogen peroxide oxidation of dextran: an environmentally friendly route to multifunctional polymers // *ACS Sustainable Chem. Eng.* – 2020. – V. 8, No. 13. – P. 5371–5379.
3. Pronina E. V., Pozmogova T.N., Vorotnikov Y. A., Ivanov A. A., Shestopalov M. A., The rôle of hydrolysis in biological effects of molybdenum cluster with DMSO ligands // *J. Biol. Inorg. Chem.* – 2022. – V. 27. – P. 111–119.

**Материалы диссертационной работы представлены на конференциях:**

1. Свеженцева (Пронина) Е. В., Воротников Ю. А., Соловьева А. О., Шестопалов М. А., Миронов Ю. В., Водорастворимые люминесцентные материалы на основе кластерных комплексов молибдена // Байкальская школа-конференция по химии – 2017. 5 – 19 мая 2017 г. – Иркутск, 2017, С. 181.
2. Свеженцева (Пронина) Е. В., Воротников Ю. А., Соловьева А. О., Шестопалов М. А., Миронов Ю. В., Синтез и исследование свойств материалов на основе кластерных комплексов молибдена и декстранов // IV Школа-конференция молодых ученых «Неорганические соединения и функциональные материалы» ICFM–2017. 21 – 26 мая 2017 г. – Новосибирск, 2017, С. 83.
3. Свеженцева (Пронина) Е. В., Водорастворимые октаэдрические кластерные комплексы молибдена и вольфрама с лигандами ДМСО // Международная научная студенческая конференция. 22 – 27 апреля 2018 г. – Новосибирск, 2018. С. 95.
4. Svezhentseva (Pronina) E. V., Ivanov A. A., Vorotnikov Y. A., Eltsov I. V., Solovieva A. O., Efremova O. A., Shestopalov M. A., Water-soluble octahedral cluster complexes of molybdenum and tungsten with DMSO ligands // LIA-CLUSPOM CONFERENCE. 05-08 June 2018 - Gif-sur-Yvette, France, 2018. P. O17.
5. Svezhentseva (Pronina) E. V., Vorotnikov Y. A., Ivanov A. A., Evtushok D. V., Solovieva A. O., Efremova O. A., Shestopalov M. A., Water-soluble octahedral molybdenum and tungsten clusters with DMSO ligands // International workshop on transition metal clusters (IWTMC-VI). 5–7 September 2018 – Tübingen, Germany, 2018. P. 52–53.
6. Vorotnikov Y. A., Svezhentseva (Pronina) E. V., Solovieva A. O., Shestopalov M. A., Water-soluble octahedral cluster complexes and their stabilization by oxidized dextran // The Russian National Cluster of Conferences on Inorganic Chemistry «InorgChem 2018» The school-conference For young scientists "Novel trends in inorganic chemistry". 17 – 21 September 2018 – Astrakhan, 2018. P. 282–283.
7. Svezhentseva (Pronina) E. V., Vorotnikov Y. A., Shestopalov M. A., Modified dextrans as biocompatible water-soluble matrices // XXVII. International conference on coordination and bioinorganic chemistry. 02 – 07 June 2019 – Bratislava, Slovakia, 2019. P. 103.
8. Svezhentseva (Pronina) E. V., Vorotnikov Y. A., Shestopalov M. A., Oxidized Dextrans as Promising Stabilizing Matrices // XXI Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry. 9 – 13 September 2019 – Saint-Petersburg, 2019. P. 438.

9. Пронина Е. В., Воротников Ю. А., Позмогова Т. Н., Шестопалов М. А., Окисленный декстран в качестве многофункционального стабилизирующего агента // IV Школа-конференция молодых ученых «Неорганические соединения и функциональные материалы» ICFM–2019. 30 сентября – 4 октября 2019 г. – Новосибирск, 2019. С. 70.
10. Свеженцева (Пронина) Е. В., Воротников Ю. А., Водорастворимые октаэдрические кластерные комплексы  $[\{M_6I_8\}(DMSO)_6](NO_3)_4$  (M = Mo, W) // IV Школа-конференция молодых ученых «Неорганические соединения и функциональные материалы» ICFM – 2019. 30 сентября – 4 октября 2019 г. – Новосибирск, 2019. С. 33.
11. Пронина Е. В., Новые кластерные комплексы молибдена и вольфрама с тиолигандами // Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» – 2022. 11 – 22 апреля 2022 г. – Москва, 2022.

Соавторы публикаций не возражают против использования материалов перечисленных работ в диссертации Е.В. Прониной. Опубликованные работы достаточно полно отражают содержание диссертационной работы.

#### **Решение о рекомендации работы к защите**

Автор диссертации Пронина Е.В. является сложившимся исследователем, имеет высокие теоретические и практические навыки, хорошо ориентируется в научной литературе, способна к критическому анализу и оценке современных научных достижений; уверенно решает поставленные научные задачи, планирует и осуществляет оригинальные исследования, связанные с синтезом и характеристикой октаэдрических галогенидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама и материалов на их основе. Пронину Е.В. характеризует высокая ответственность, дисциплинированность и аккуратность. Научные положения и выводы диссертационной работы, выполненной Прониной Е.В., не вызывают сомнения. Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

**В обсуждении работы** выступили: научный руководитель д.х.н. Шестопалов М.А., рецензент работы д.х.н. Костин Г.А., д.х.н. Потапов А.С., д.х.н. Конченко С.Н., д.х.н., профессор РАН Соколов М.Н., д.х.н., чл.-к. РАН Федин В.П.

В ходе обсуждения было отмечено, что диссертационная работа Прониной Екатерины Валерьевны является важным исследованием, выполненном на высоком современном экспериментальном и теоретическом уровне. Работа содержит большой объем материала и посвящена синтезу новых водорастворимых октаэдрических иодидных кластерных комплексов молибдена и вольфрама и их стабилизация в водном растворе путем включения в полисахарид декстран и его производные. В ходе работы синтезированы новые водорастворимые кластерные комплексы, а также получены материалы на их основе. Отмечено, что работа является комплексной и комбинирует в себе задачи по получению новых соединений и изучению их стабильности в водном растворе, что важно для применения в биомедицине. Диссертация построена логично, а полученные результаты изложены четко и последовательно. Актуальность работы четко связана с полученными результатами, цели работы и выводы согласуются.

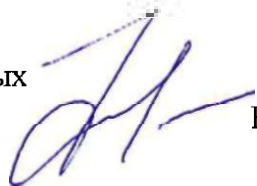
Работа отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

В качестве замечаний высказаны пожелания скорректировать доклад и доработать выводы.

**ПОСТАНОВИЛИ:** диссертация «Водорастворимые октаэдрические иодидные кластерные комплексы молибдена и вольфрама и их стабилизация функционализированными декстранами» ПРОНИНОЙ ЕКАТЕРИНЫ ВАЛЕРЬЕВНЫ 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 43 человека. Результаты голосования «за» – 42 чел., «против» – нет, «воздержавшиеся» – один, протокол № 259 от 22 апреля 2022 г.

Председатель семинара  
зав. отделом химии координационных, кластерных  
и супрамолекулярных соединений  
чл.-к. РАН, д.х.н.



Владимир Петрович Федин

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



Евгения Васильевна Макотченко