«УТВЕРЖДАЮ»

директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук,
чл.-корр. РАН, д.х.н., В.К. Иванов

_____
(подпись)

«23» апреля 2025 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

секции «Неорганическая химия» Учёного совета Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН)

Диссертация «Высокодисперсные нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные наночастицами LnO_x (Ln=Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максена Ti_2CT_x, для хеморезистивных газовых сенсоров» выполнена в Лаборатории физикохимии керамических материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН).

В период подготовки диссертации в 2021-2025 гг. соискатель Нагорнов Илья Алексеевич, 21.01.1999 г.р., обучался в аспирантуре ИОНХ РАН (очная форма), а также работал в ИОНХ РАН в должности младшего научного сотрудника с 2021 года.
Научный руководитель – д.х.н. Симоненко Елизавета Петровна, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией физикохимии керамических материалов ИОНХ РАН.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы.
Диссертационная работа Нагорнова Ильи Алексеевича носит фундаментальный характер и посвящена изучению особенностей синтеза слабоагрегированных нанокристаллических материалов на основе оксида цинка, в том числе модифицированного наночастицами оксидов церия, празеодима, европия, платины, палладия и максена Ti_2CT_x, с применением в качестве прекурсора $[Zn(H_2O)(C_5H_7O_2)_2]$ без добавления дополнительного гидролизующего агента, а также в выявлении влияния морфологии синтезированного ZnO и введения указанных компонентов на его хеморезистивные свойства. Данная диссертация направлена на решение комплекса практически важных взаимосвязанных фундаментальных, технологических и

прикладных задач. Исследование посвящено изучению закономерностей в области сольвотермального синтеза при атмосферном давлении высокодисперсного оксида цинка, его декорированию наночастицами оксидов РЗМ (церия, празеодима и европия), благородных металлов (Pt, Pd) и максена Ti_2CT_x. Проведено всестороннее изучение хеморезистивных свойств полученных наноматериалов на прецизионной установке, включающее анализ их откликов по отношению к широкому ряду неорганических и органических газов-аналитов в большом интервале концентраций и температур, в том числе при различной влажности газовых смесей.

В экспериментальной части описаны примененные в работе физико-химические методы анализа, а также методики синтеза высокодисперсных композитов на основе ZnO. Использование современных методов анализа позволило изучить микроструктуру, фазовый состав и сенсорные свойства полученных нанокомпозитов.

В диссертации Нагорнова Ильи Алексеевича «Высокодисперсные нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные наночастицами LnO_x (Ln=Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максена Ti_2CT_x, для хеморезистивных газовых сенсоров» поставлены и решены актуальные задачи современной неорганической химии. Так, показано, что синтез нанодисперсного оксида цинка путем термической обработки раствора $[Zn(H_2O)(C_5H_7O_2)_2]$ в спиртах (*н*-бутанол, изоамиловый спирт, этиленгликоль) без добавления дополнительного гидролизующего агента позволяет создавать нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные высокодисперсными оксидами церия, празеодима, европия, наночастицами платины, палладия и многослойным максеном Ti_2CT_x. Выявлено влияние на хеморезистивные свойства микроструктуры ZnO, природы и содержания введенных модификаторов. Определены закономерности, связывающие величину откликов на различные газы-аналиты с температурой детектирования и концентрацией аналитов. Показано, что модифицирование оксида цинка компонентами различной природы (наночастицами оксидов церия, празеодима и европия, а также платины, палладия и максена Ti_2CT_x) влияет на сенсорные характеристики получаемых нанокомпозитов. Установлено, что для впервые полученного нанокомпозита на основе ZnO, модифицированного 1-5 мол.% Ti_2CT_x, характерны высокие чувствительность и селективность по отношению к NO_2 (рабочая температура 200°C): отклик на 4 ppm NO_2 увеличивается с 5 (ZnO) до 26.7 (ZnO-5 мол.% Ti_2CT_x), а отношение отклика NO_2 к отклику на ацетон/этанол – с 1.6 (ZnO) до 20.5 (5 мол.% Ti_2CT_x). Установлено, что при модифицировании ZnO высокодисперсными оксидами церия, празеодима и европия (1–5 мол.% LnO_x) наблюдается снижение чувствительности по отношению к NO_2 и происходит улучшение кинетических характеристик. Для материала ZnO, модифицированного оксидом празеодима, выявлен рост значения отклика на NO_2 при повышении влажности газовой смеси до 75%. Установлено, что декорирование ZnO, синтезированного в среде *н*-бутанола, наночастицами платины приводит к улучшению чувствительности к этанолу. Показано, что декорирование ZnO наночастицами поверхностно окисленного палладия приводит к увеличению отклика на ацетон с пределом обнаружения 100 ppb.

Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.

Личный вклад диссертанта состоял в выполнении всего объема синтетической экспериментальной работы: проведение синтеза, выделения и очистки полученных веществ, поиска оптимальных методик синтеза. Автором выполнен литературный обзор, посвященный теме исследования. Автор производил пробоподготовку образцов для их исследования физико-химическими методами, готовил функциональные чернила для нанесения слоев, принимал участие в интерпретации и анализе полученных данных, разработке задач и плана работы, формулировании выводов.

Степень достоверности результатов проведенных соискателем исследований, их апробация.

Достоверность полученных результатов обеспечивается применением комплекса современных методов исследования, согласованностью полученных данных между собой и с известными данными других исследователей. Сформулированные выводы и результаты научно обоснованы и соответствуют современным научным химическим представлениям.

По материалам научно-квалификационной работы (диссертации) опубликованы 10 статей в отечественных и зарубежных журналах, рекомендованных к опубликованию ВАК. Результаты работы были представлены и обсуждались в ходе работы 6 профильных научных конференций всероссийского и международного уровня

Новизна, теоретическая и практическая значимость работы, ценность научных работ соискателя.

Научная новизна настоящего исследования заключается в выявлении особенностей синтеза слабоагрегированных нанокристаллических материалов на основе оксида цинка, полученного из $[Zn(H_2O)(C_5H_7O_2)_2]$ в качестве прекурсора без добавления дополнительного гидролизующего агента, а также получения нанокомпозитов ZnO с наночастицами оксидов церия, празеодима, европия, платины, палладия и максена Ti_2CT_x, и в установлении эффекта указанных наноматериалов на их хеморезистивные свойства:

1. Впервые разработана методика получения нанокомпозита $ZnO\text{-}Ti_2CT_x$, содержащего 1-5 % мол. многослойного максена Ti_2CT_x, комплексно изучены его хемосенсорные свойства на широкий круг аналитов (NO_2, CO, NH_3, H_2, CH_4, C_6H_6, C_2H_5OH, C_3H_6O) при рабочей температуре 200 °C.
2. Изучено влияние растворителя из класса спиртов (*н*-бутанол, изоамиловый спирт, этиленгликоль) и температуры термообработки раствора ацетилацетоната цинка на микроструктуру и сенсорные свойства полученного высокодисперсного ZnO. Установлено, что в одноатомных спиртах (*н*-бутаноле и изоамиловом спирте), образующаяся микроструктура сходна (стержневидная форма), однако существенно отличается от таковой для продуктов, полученных при термической обработке в этиленгликоле (агрегаты наночастиц в виде сфер или эллиптических параболоидов). Для всех полученных образцов ZnO можно констатировать повышенную чувствительность по отношению к NO_2 (при рабочих температурах 125-200 °C) и CO (при 200-275 °C).
3. В результате комплексного исследования хемосенсорных откликов полученных нанокомпозитов $ZnO\text{-}LnO_x$ (Ln = Ce, Pr, Eu), ZnO–Pt, ZnO–Pd и $ZnO\text{-}Ti_2CT_x$ на различные газы-аналиты установлены зависимости, связывающие их с химическим и фазовым составом, микроструктурой рецепторных материалов; для наиболее перспективных аналитов установлены их температурные и концентрационные закономерности.

Теоретическая и практическая значимость. Теоретическая значимость выполненных исследований заключается в установлении закономерностей «состав-строение-свойства» для рецепторных наноматериалов на основе ZnO, ориентируясь на требования повышенной чувствительности к некоторым газообразным аналитам, селективности и стабильности работы сенсорного элемента.

Практическая значимость работы обусловлена потребностью в детектировании содержания в атмосфере некоторых газообразных примесей, эффективность же данного процесса значительно определяется свойствами рецепторных материалов,

используемых в сенсорных устройствах. Полученные вещества и разработанные высокотехнологичные подходы к нанесению покрытий могут послужить основой для создания хеморезистивных газовых сенсоров с повышенной чувствительностью (прежде всего, по отношению к NO_2, ацетону и этанолу) и селективностью, а том числе в составе мультисенсорных датчиков.

Ценность научных работ соискателя. Данная диссертация направлена на решение комплекса практически важных взаимосвязанных фундаментальных, технологических и прикладных задач. Исследование посвящено изучению закономерностей в области сольвотермального синтеза при атмосферном давлении наноразмерного оксида цинка, его декорированию наночастицами оксидов РЗМ (церия, празеодима и европия), благородных металлов (Pt, Pd) и максена Ti_2CT_x. Проведено всестороннее изучение хеморезистивных свойств полученных наноматериалов на прецизионной установке, включающее анализ их откликов по отношению к широкому ряду неорганических и органических газов-аналитов в большом интервале концентраций и температур, в том числе при различной влажности газовых смесей. Полученные научные результаты могут быть использованы для создания хеморезистивных газовых сенсоров с улучшенными характеристиками, необходимыми для корректного детектирования содержания в газовой среде целевых аналитов.

Научная специальность, которой соответствует диссертация. Диссертационная работа Нагорнова Ильи Алексеевича соответствует паспорту научной специальности 1.4.1. «Неорганическая химия» (отрасль наук – химические), в пунктах:

П.1. Фундаментальные основы получения объектов исследования неорганической химии и материалов на их основе.

П.4. Реакционная способность неорганических соединений в различных агрегатных состояниях и экстремальных условиях

П.5. Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.

Основные научные результаты диссертации представлены в 10 статьях в отечественных и зарубежных рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также 6 тезисах докладов на научных конференциях всероссийского и международного уровня:

1. Mokrushin A.S., **Nagornov I.A.**, Simonenko T.L., Simonenko N.P., Gorobtsov Ph.Yu., Khamova T.V., Kopitsa G.P., Evzrezov A.N., Simonenko E.P., Sevastyanov V.G., Kuznetsov N.T., Chemoresistive gas-sensitive ZnO/Pt nanocomposites films applied by microplotter printing with increased sensitivity to benzene and hydrogen, **Materials Science and Engineering: B**, 2021, Vol. 271, 115233, DOI: 10.1016/j.mseb.2021.115233
2. **Нагорнов И.А.**, Мокрушин А.С., Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т., Жидкофазное выращивание тонких пленок нанокристаллического ZnO и их газочувствительные свойства, **Журнал неорганической химии,** 2022, Т. 67, № 4, С. 523-530, DOI: 10.31857/S0044457X22040146

Nagornov I.A., Mokrushin A.S., Simonenko E.P., Simonenko N.P., Sevastyanov V.G., Kuznetsov N.T. Liquid-phase growth of nanocrystalline ZnO thin films and their gas-sensitive properties, **Russian Journal of Inorganic Chemistry**, 2022, 67. № 4, 539-546, DOI: 10.1134/S0036023622040143

3. Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., **Нагорнов И.А.**, Симоненко Т.Л., Горобцов Ф.Ю., Мокрушин А.С., Кузнецов Н.Т., Синтез и хеморезистивные свойства однослойного максена Ti_2CT_x, Журнал неорганической химии, 2022, Т. 67, № 11, С. 1653-1663, DOI: 10.31857/S0044457X22600992
E.P. Simonenko, N.P. Simonenko, **I.A. Nagornov**, T. L. Simonenko, Ph. Yu. Gorobtsov, A. S. Mokrushin, N.T. Kuznetsov Synthesis and Chemoresistive Properties of Single-Layer MXene Ti_2CT_x, **Russian Journal of Inorganic Chemistry**, 2022, 67, 1838–1847, DOI: 10.1134/S0036023622601222

4. Mokrushin A.S., **Nagornov I.A.**, Simonenko T.L., Simonenko N.P., Gorobtsov Ph.Yu., Arkhipushkin I.A., Simonenko E.P., Sevastyanov V.G., Kuznetsov N.T. Gas-sensitive nanostructured ZnO films praseodymium and europium doped: Electrical conductivity, selectivity, influence of UV irradiation and humidity, **Applied Surface Science**, 2022, 589, 152974, DOI: 10.1016/j.apsusc.2022.152974

5. Mokrushin A.S., **Nagornov I.A.**, Gorban Y.M., Simonenko T.L., Simonenko N.P., Arkhipushkin I.A., Simonenko E.P., Kuznetsov N.T. Effect of platinum nanoparticles on the chemoresistive gas sensitive properties of the ZnO/Pt composite, **Ceramics International**, 2023, Vol. 49 (11), Part A, 17600-17610, DOI: 10.1016/j.ceramint.2023.02.126

6. Mokrushin A.S., **Nagornov I.A.**, Gorobtsov Ph.Yu., Averin A.A., Simonenko T.L., Simonenko N.P., Simonenko E.P., Kuznetsov N.T. Effect of Ti_2CT_x MXene Oxidation on Its Gas-Sensitive Properties, **Chemosensors**, 2023, Vol. 11, 1-18, DOI: 10.3390/chemosensors11010013

7. Simonenko E.P., **Nagornov I.A.**, Mokrushin A.S., Averin A.A., Gorban Y.M., Simonenko T.L., Simonenko N.P., Kuznetsov N.T. Gas-Sensitive Properties of ZnO/Ti_2CT_x Nanocomposites, **Micromachines**, 2023, Vol. 14, 725, DOI: 10.3390/mi14040725

8. Симоненко Е.П., **Нагорнов И.А.,** Мокрушин А.С., Сапронова В.М., Горобцов Ф.Ю., Симоненко Н.П., Кузнецов Н.Т., Синтез Ti_2AlC в расплаве KBr: влияние температуры и соотношения компонентов, **Журнал неорганической химии**, 2024, Т. 69, № 11, С. 2284–2295, DOI: 10.31857/S0044457X24110128
E. P. Simonenko, **I. A. Nagornov**, A. S. Mokrushin, V. M. Sapronova, Ph. Yu. Gorobtsov, N. P. Simonenko, N. T. Kuznetsov. Synthesis of Ti_2AlC in KBr melt: effect of temperature and component ratio, **Russian Journal of Inorganic Chemistry**, 2024, 69, № 11, 1744–1753, DOI: 10.1134/S0036023624602617

9. Мокрушин А.С., Дмитриева С.А., **Нагорнов И.А**., Симоненко Н.П., Воробей А.М., Аверин А.А., Симоненко Е.П., Синтез высокоэлектропроводящих нанокомпозитов ZnO/УНТ с хеморезистивным откликомпри комнатной температуре, **Журнал неорганической химии**, 2024, 69, № 12, 1872-1881, DOI: 10.31857/S0044457X24120195
Mokrushin A.S., Dmitrieva S.A., **Nagornov I.A.**, Simonenko N.P., Vorobei A.M., Averin A.A., Simonenko E.P., Synthesis of high electroconductive ZnO/CNT nanocomposites with chemoresistive response at room temperature, **Russian Journal of Inorganic Chemistry**, 2024, V. 69, No. 12, P. 1836–1843, DOI: 10.1134/S0036023624602782

10. Mokrushin A.S., **Nagornov I.A.**, Gorban Y.M., Dmitrieva S.A., Simonenko T.L., Simonenko N.P., Doronina M.S., Vakhitov I.R., Nikitenko M.S., Khudonogov D.Yu., Vershinina O.V., Simonenko E.P. Synthesis of Pd-decorated ZnO nanocomposites with improved gas-sensitive properties for acetone detection, **Journal of Alloys and Compounds**, 2024, Vol. 25, p. 176856, DOI: 10.1016/j.jallcom.2024.176856

11. **Нагорнов И.А.**, А.С. Мокрушин, Е.П. Симоненко, Н.П. Симоненко, В.Г. Севастьянов, Н.Т. Кузнецов. Синтез нанокомпозитов состава $(ZnO)_{0.99}(Ln_2O_3)_{0.01}$ ($Ln=Ce^{3+/4+}$, Pr^{3+}, Eu^{3+}) для чувствительных слоёв хеморезистивных газовых сенсоров //

Второй международный симпозиум «Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства: Сборник тезисов докладов», Санкт-Петербург, 2021. С. 131.

12. **Нагорнов И.А.**, Мокрушин А.С., Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Симоненко Т.Л., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т. Нанокомпозиты ZnO/Pt с высокой чувствительностью к NH_3 // XII Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: Тезисы докладов конференции. Москва, 2022. С. 139.

13. **Нагорнов И.А.**, Мокрушин А.С., Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Симоненко Т.Л., Кузнецов Н.Т. Влияние на хеморезистивные характеристики ZnO допирования многослойным максеном Ti_2CT_x // XIII Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: Тезисы докладов конференции. Москва, 2022. С. 51.

14. **Нагорнов И.А.**, Симоненко Е.П., Мокрушин А.С., Симоненко Н.П., Симоненко Т.Л., Кузнецов Н.Т. Влияние модифицирования максена Ti_2CT_x наночастицами ZnO на газочувствительные свойства // Седьмая международная конференция стран СНГ золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем «ЗОЛЬ-ГЕЛЬ 2023», Москва, 2023. С. 54.

15. **Нагорнов И.А.**, Сапронова В.М., Симоненко Н.П., Мокрушин А.С., Симоненко Е.П. Влияние условий синтеза на фазовый состав MAX-фазы Ti_2AlC // XIV Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: Тезисы докладов конференции. Москва, 2024. С. 45.

16. **Нагорнов И.А.**, Сапронова В.М., Симоненко Н.П., Мокрушин А.С., Симоненко Е.П. Нагорнов И.А., Мокрушин А.С., Симоненко Н.П., Симоненко Т.Л., Симоненко Е.П. // XV Конференция молодых ученых по общей и неорганической химии: Тезисы докладов конференции. Москва, 2025. С. 49.

По докладу Нагорнова Ильи Алексеевича были заданы следующие вопросы:

к.х.н. Ефимов Н.Н.: Каким образом изготавливались пасты для печати пленок на датчики?

д.х.н. Малинина Е.А.: В каком виде получаются нанокомпозиты оксида цинка с оксидами редкоземельных металлов? Проводили ли анализ на остаточный хлор при декорировании оксида цинка наночастицами палладия?

д.х.н. Егорышева А.В.: Как Вы доказывали наличие именно металлического палладия в ваших образцах, если на спектрах РФЭС присутствует только оксид палладия? Как было доказано получение именно нанокомпозитов, а не твердых растворов, оксида цинка с оксидами редкоземельных металлов?

д.х.н. Приходченко П.В.: Какой смысл получать ZnO с минимальным содержанием воды при синтезе, если отжиг все равно происходит воздушной атмосфере, где много молекул воды?

д.х.н. Ильин Е.Г.: Каким образом происходило допирование оксида цинка оксидами редкоземельных металлов?

На все вопросы соискателем были предоставлены развернутые ответы

Таким образом, диссертация Нагорнова Ильи Алексеевича является научно-квалификационной работой, в которой решены важные задачи для неорганической химии – изучены особенности синтеза слабоагрегированных нанокристаллических

материалов на основе оксида цинка, в том числе модифицированного наночастицами оксидов церия, празеодима, европия, а также платины, палладия и максена Ti_2CT_x, с применением в качестве прекурсора $[Zn(H_2O)(C_5H_7O_2)_2]$ без добавления дополнительного гидролизующего агента, выявлено влияние морфологии синтезированного ZnO и введения указанных компонентов на его хеморезистивные свойства. Впервые разработана методика получения нанокомпозита $ZnO\text{-}Ti_2CT_x$, содержащего 1-5 мол.% многослойного максена Ti_2CT_x, комплексно изучены его хемосенсорные свойства на широкий круг аналитов при рабочей температуре 200°C. Изучено влияние растворителя из класса спиртов (*н*-бутанол, изоамиловый спирт, этиленгликоль) и температуры термообработки раствора моногидрата ацетилацетоната цинка на микроструктуру и сенсорные свойства полученного высокодисперсного ZnO. Для всех полученных образцов ZnO можно констатировать повышенную чувствительность по отношению к NO_2 (при рабочих температурах 125-200°C) и CO (при 200-275°C). В результате комплексного исследования хемосенсорных откликов полученных нанокомпозитов $ZnO\text{-}LnO_x$ (Ln = Ce, Pr, Eu), ZnO–Pt, ZnO–Pd и $ZnO\text{-}Ti_2CT_x$ на различные газы-аналиты установлены зависимости, связывающие их с химическим и фазовым составом, микроструктурой рецепторных материалов; для наиболее перспективных аналитов установлены их температурные и концентрационные закономерности.

Диссертационная работа Нагорнова Ильи Алексеевича «Высокодисперсные нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные наночастицами LnO_x (Ln=Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максена Ti_2CT_x, для хеморезистивных газовых сенсоров» на соискание ученой степени кандидата химических наук полностью соответствует требованиям пп. 2.1-2.5 Положение о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН) от 29 марта 2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата/доктора наук.

По результатам заседания секции «Неорганическая химия» Учёного совета ИОНХ РАН постановили:

1. Утвердить положительное заключение секции «Неорганическая химия» по диссертации Нагорнова Ильи Алексеевича «Высокодисперсные нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные наночастицами LnO_x (Ln=Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максена Ti_2CT_x, для хеморезистивных газовых сенсоров» на соискание ученой степени кандидата химических наук.
2. Рекомендовать диссертацию «Высокодисперсные нанокомпозиты на основе ZnO, модифицированные наночастицами LnO_x (Ln=Ce, Pr, Eu), Pt, Pd и максена Ti_2CT_x, для хеморезистивных газовых сенсоров» к защите по специальности 1.4.1. Неорганическая химия (Химические науки) на диссертационном совете 01.4.001.91.
3. Назначить в качестве научного руководителя д.х.н., гл.н.с. Симоненко Елизавету Петровну (ИОНХ РАН) с её письменного согласия.
4. Рекомендовать в качестве официальных оппонентов (давших на это свое письменное согласие):

- доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника Шилову Ольгу Алексеевну (Лаборатория неорганического синтеза Филиала федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» – Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова (Филиал НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ – ИХС)

- доктора химических наук, главного научного сотрудника Егорышеву Анну Владимировну (Лаборатория синтеза функциональных материалов и переработки минерального сырья Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук)

5. Рекомендовать в качестве ведущей организации Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», предоставившую на это письменное согласие.

Заключение принято на заседании секции «Неорганическая химия» учёного совета ИОНХ РАН 23 апреля 2025 г. (протокол № 2). Присутствовало на заседании 10 человек, в том числе: членов секции «Неорганическая химия» - 10 (из 16 чел), докторов химических наук – 8, кандидатов химических наук – 2.

Результаты голосования: «**за**» - **10** человек, «**против**» - **0** человек, «**воздержалось**» - **0** человек.

Председатель секции «Неорганическая химия Ученого совета ИОНХ РАН, чл.-корр. РАН

Жижин К.Ю.

Учёный секретарь секции «Неорганическая химия Учёного совет ИОНХ РАН, кандидат химических наук

Симоненко Н.П.