

В диссертационный совет 24.1.092.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата химических наук, доктора химических наук при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук

СОГЛАСИЕ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Я, Куропатов Вячеслав Александрович, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории металлокомплексов с редокс-активными лигандами ФГБУН Институт металлорганической химии им. Г. А. Разуваева РАН, даю свое согласие выступить в качестве официального оппонента по диссертации Вильман Виктории Александровны на тему: «Иницируемые электроном реакции разрыва (C-C, Si-Si) и образования (C-N, O-B, O-Si) химических связей» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3 –органическая химия и предоставить отзыв в диссертационный совет в установленном порядке.

В соответствии с Федеральным законом от 27.07.2006 № 152–ФЗ «О персональных данных» настоящим даю согласие на обработку моих персональных данных в целях включения в аттестационное дело для защиты диссертации соискателя. Согласие распространяется на следующие персональные данные: фамилия, имя, отчество; ученая степень; ученое звание; шифр специальности, по которой защищена диссертация; место основной работы; должность; контактный телефон, e-mail; научные публикации.

Также подтверждаю, что даю согласие на размещение полного текста отзыва на диссертацию и сведений об официальном оппоненте на сайте (портале) Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской Академии Наук в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://zioc.ru/events/novosti-dissertacziornyix-sovetov> с момента подписания настоящего согласия.

Приложение: сведения об официальном оппоненте

Доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории металлокомплексов с редокс-активными лигандами ФГБУН РАН Институт металлорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН

Подпись д.х.н., В.А. Куропатова удостоверяю
Ученый секретарь ИМХ РАН



В.А. Куропатов
В.А. Куропатов

К.Г. Шальнова
к.х.н. К.Г. Шальнова

16.12.2025

Сведения об официальном оппоненте

по диссертации Вильман Виктории Александровны
«Иницилируемые электроном реакции разрыва (C-C, Si-Si) и образования (C-N, O-B, O-Si) химических связей» по специальности 1.4.3 – Органическая химия
на соискание ученой степени кандидата химических наук

Фамилия, имя, отчество	Куропатов Вячеслав Александрович
Гражданство	РФ
Ученая степень, наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым защищена диссертация	Доктор химических наук (02.00.03, 02.00.08)
Ученое звание	Без ученого звания
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение науки Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук
Сокращенное наименование организации в соответствии с уставом	ИМХ РАН
Ведомственная принадлежность организации	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Полное наименование лаборатории	Лаборатория металлокомплексов с редокс-активными лигандами
Почтовый индекс, адрес организации	603952, г. Нижний Новгород, бокс 445, ул. Тропинина, 49
Веб-сайт	https://iomc.ras.ru
Телефон	+7-905-190-29-95
Адрес электронной почты	viach@iomc.ras.ru
Список основных публикаций в рецензируемых изданиях, монографии, учебники за последние пять лет по теме диссертации (не более 15 публикаций)	1) K.A. Martyanov, V.A. Kuropatov, E.V. Baranov, M.V. Arsenyev, A.S. Bogomyakov, V.K. Cherkasov. Regioselective interaction of bifunctional O-quinone, annulated with dithiete cycle, and Ni(CO) ₄ . New heterospin bis(o-semiquinonato) nickel complexes // Polyhedron. – 2021. – T. 210. – №. 1. – С. 115512. 2) S. V. Norkov, A. V. Cherkasov, A. S.

- Shavyrin, M. V. Arsenyev, V. A. Kuropatov, V. K. Cherkasov. Annulation of a 1, 3-dithiole ring to a sterically hindered o-quinone core. Novel ditopic redox-active ligands // *Beilstein journal of organic chemistry*. – 2021. – T. 17. – №. 1. – C. 273-282.
- 3) K. A. Martyanov, V. A. Kuropatov, R. V. Rumyantsev, V. K. Cherkasov.
Metallocomplexes, exhibiting catecholate binding mode for o-quinone, annulated with dithiete cycle // *Inorganica Chimica Acta*. – 2021. – T. 528. – C. 120604.
- 4) A.V. Cherkasova, A.V. Cherkasov, K.A. Martyanov, A.S. Bogomyakov, V.N. Khrustalev, A.A. Kissel, K.A. Kozhanov, V.A. Kuropatov, V.K. Cherkasov. Self-assembly of a metal–organic cage-like structure bearing cofacial redox-active bis-(o-semiquinone) copper (ii) units // *Dalton Transactions*. – 2023. – T. 52. – №. 41. – C. 15107-15114.
- 5) A. V. Cherkasova, , K. A. Martyanov, , , E. A. Rychagova, K. A. Kozhanov, A. V. Cherkasov, V. A. Kuropatov. A family of dioxyarylene linked di-o-quinones. Structural dependence on the topology of the linker: a comparative study // *New Journal of Chemistry*. – 2024. – T. 48. – №. 42. – C. 18075-18087.
- 6) T. N. Kocherova, K. A. Martyanov, R. V. Rumyantsev, N. O. Druzhkov, V. A. Kuropatov. Imination of Sterically Unshielded o-Quinones in the Coordination Sphere of Zinc (II) // *ChemistrySelect*. – 2024. – T. 9. – №. 22. – C. e202401455.
- 7) A. V. Cherkasova, K. A. Martyanov, A. V. Cherkasov, N. Antipova, V. A. Kuropatov, V. K. Cherkasov. Di-o-Quinones Bearing an Additional Coordination Function in m-Dioxyarylene Linker as Potential Building Blocks for Coordination-Driven Self-Assembly // *ChemistrySelect*. – 2024. – T. 9. – №. 42. – C.

	e202403747. 8) A. V. Cherkasova, A. V. Cherkasov, K. A. Martyanov, V. A. Kuropatov. Role of Bulky Substituents in the Mutual Influence of Metal Centers in a Binuclear Copper Complex with a Ditopic Di-o-quinone Ligand // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Т. 94. – №. 11. – С. 2920-2926. 9) A. V. Cherkasova, G. V. Romanenko, A. V. Cherkasov, V. A. Kuropatov. Bis-Semiquinonate Copper Complexes with 4, 4'-Bipyridine. Coordination Sphere Dynamics // Russian Journal of General Chemistry. – 2024. – Т. 94. – №. 12. – С. 3378-3385. 10) A. V. Cherkasova, G. V. Romanenko, A. V. Cherkasov, G. K. Fukin, A.S. Bogomyakov, K. A. Martyanov, M. P. Bubnov, V. A. Kuropatov. Tellurium and nickel homobinuclear metallamacrocycles based on the redox-active dioxolene ligands // Polyhedron. – 2025. – Т. 268. – С. 117385. 11) K. A. Martyanov, M. P. Shurygina, S. Y. Ketkov, A. V. Cherkasov, V. A. Kuropatov. Benzodioxolenes Functionalized with Hydrazone Moiety: Synthesis, Azo-Hydrazone Tautomerism, and Acid-Base Equilibrium // Russian Journal of General Chemistry. – 2025. – Т. 95. – №. 7. – С. 1771-1781. 12) K. A. Martyanov, A. A. Tsybushkina, A. V. Cherkasov, A. A. Belikov, V. A. Kuropatov, 4-Phenyldiazenyl-substituted 3, 6-di-tert-butylcatechol: synthesis and azo-hydrazone equilibrium // Mendeleev Communications. – 2024. – Т. 34. – №. 4. – С. 584-586.
Являетесь ли Вы работником Института органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской Академии Наук (в том числе по совместительству)?	Не являюсь

Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организации, где работает соискатель ученой степени, его научный руководитель?	Не являюсь
Являетесь ли Вы работником (в том числе по совместительству) организаций, где ведутся научно-исследовательские работы, по которым соискатель ученой степени является руководителем или работником организации-заказчика или исполнителем (соисполнителем)?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом экспертных советов Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования науки Российской Федерации?	Не являюсь
Являетесь ли Вы членом диссертационного совета, принявшего диссертацию к защите?	Не являюсь
Являетесь ли Вы соавтором соискателя степени по опубликованным работам по теме диссертационного исследования?	Не являюсь

Подпись д.х.н. Куропатова В. А. удостоверяю
Ученый секретарь ИМХ РАН, к.х.н.



К. Г.Шальнова

ОТЗЫВ

официального оппонента Куропатова Вячеслава Александровича доктора химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории металлокомплексов с редокс-активными лигандами Института металлоорганической химии им. Г. А. Разуваева Российской академии наук на диссертацию Вильман Виктории Александровны на тему: «Иницилируемые электроном реакции разрыва (C-C, Si-Si) и образования (C-N, O-B, O-Si) химических связей», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия (химические науки)

Наблюдательность и стремление объяснить происходящие вокруг явления – замечательные качества, присущие многим людям. В конечном итоге, человеческое любопытство является главной движущей силой прогресса. Основной задачей химика-экспериментатора можно считать необходимость заметить нечто необычное в проводимых реакциях, а затем понять и объяснить суть происходящего. Исследования механизмов реакций проводились на всём протяжении развития химической науки, но, несмотря на это, данная отрасль знаний никогда не перестанет быть актуальной.

Многие реакции, несмотря на термодинамическую разрешённость процесса, не протекают в обозримом промежутке времени, либо движутся в нежелательном направлении. Эта проблема решается при помощи катализаторов. Публикации, посвящённые поиску новых катализаторов и исследованию механизма их воздействия и преследующие цели повышения эффективности, а также селективности катализируемых процессов, занимают огромную часть мирового потока научной информации.

Концепция катализа электроном, предложенная А. Студером и Д. Кюрреном, стоит особняком среди прочих теорий каталитических реакций. Классические теории катализа предполагают добавление в реакционную смесь дополнительного компонента, участвующего в формировании переходных состояний, необходимых для ускорения целевого химического процесса. В случае катализа электроном, он является переносчиком энергии, которая затем используется для активации реакции. Теория апконверсии электрона, предложенная И. В. Алабугиным в сотрудничестве с группой М. П. Егорова и М. А. Сыроешкина из ИОХ РАН, внесла существенный вклад в понимание механизма катализа реакций электроном.

При наличии теоретических обоснований протекания процессов катализа электронов, необходимо определить круг объектов, к которым могут быть применены подобные катализаторы, а также изучить экспериментальные особенности реализации этих процессов.

Принимая во внимание изложенные факты, тему диссертации, представленной к защите В. А. Вильман, следует признать актуальной.

Диссертационная работа В. А. Вильман написана по традиционному плану, она изложена на 142 страницах машинописного текста и состоит из введения, литературного обзора (глава 1), обсуждения результатов (глава 2), экспериментальной части (глава 3), выводов, списка сокращений и условных обозначений, и списка цитируемой литературы (176 наименований). Диссертация включает 2 таблицы, 53 схемы, 28 рисунков.

Во *введении* автор с необходимой тщательностью, в подробностях формулирует обоснования актуальности темы, целей, основных задач и практической значимости

диссертационной работы, сведения о личном вкладе автора. Также приводятся данные о научной новизне и методах исследований.

В главе 1 (литературный обзор) диссертантом продемонстрированы свои глубокие знания о сути исследуемого вопроса и исчерпывающе проанализированы данные литературных источников об используемой терминологии в описании инициируемых переносом электрона реакций, о катализе электроном в реакциях органических пероксидов, соединений со связью N-O, соединений со связью C-S и ароматических азосульфидов. Кроме этого, приведён обзор современного состояния дел в изучении реакций гидроборирования и гидросилилирования.

Глава 2 (обсуждение результатов) содержит четыре основных подраздела. В первых двух автор последовательно разбирает особенности различных вариантов инициируемых электроном процессов разрыва центральной связи C-C в 1,1,2,2-тетрафенил-1,2-этандиоле (бензпинаконе) и связи Si-Si в 1,1,2,2-тетраметил-3,4,5,6-тетрафенил-1,2-дисила-3,5-циклогексадиене, подробно обосновывая механизмы наблюдаемых явлений. Два последующих раздела посвящены инициированному при алконверсии переносом электрона образованию связи C-N, а также образованию связей O-B и O-Si в реакциях анион-радикалов с гидридами. Автором подтверждена фундаментальная роль тандемных реакций переноса электрона и протона (ET/PT), лежащая в основе базовых принципов молекулярных превращений.

В главе 3 (экспериментальная часть) В. А. Вильман скрупулёзно, обстоятельно, тщательно и подробно излагает фактические особенности синтеза и выделения продуктов реакции, установления их механизмов, а также основные свойства исходных веществ. Перечислены тонкости проведения экспериментов, детали, касающиеся подробностей выделения и характеристики полученных соединений с использованием магниторезонансных, оптических, ИК-спектроскопических методов, а также рентгеноструктурного и элементного анализа.

Следует отметить, что квалификационная работа грамотно спланирована концептуально и идеологически, и выполнена на очень высоком экспериментальном, теоретическом и техническом уровне, диссертант в процессе планирования эксперимента и проведения практической работы обнаружила общую эрудицию, всестороннее и глубокое понимание сущности проблемы и применила систематический подход к её решению.

Подводя итоги анализа диссертационной работы, можно выделить её основные результаты:

- Электрохимическое восстановление бензпинакона в апротонной среде сопровождается разрывом его центральной C-C связи. Последующие за разрывом химические процессы замыкают каталитический цикл и приводят к количественному образованию бензофенона и бензгидрола, а общее достаточное количество электронов, необходимых для его протекания не превышает 0.1 на молекулу субстрата. При этом протекание цепной реакции может полностью быть подавлено при добавлении в раствор доноров протонов или катионов двухвалентных металлов.
- При одноэлектронном восстановлении 1,2-дисила-3,5-циклогексадиена в апротонных условиях образуется полностью устойчивый в течение длительного времени анион-радикал, который может быть охарактеризован с помощью ЭПР-спектроскопии и другими инструментальными методами. При этом присутствие в системе воды или

молекулярного кислорода вызывает развитие цепной анион-радикальной реакции, для протекания которой необходим только один из этих компонентов, в то время как совместное присутствие воды и кислорода вызывает обрыв цепи и тушение цикла. Для полного протекания каталитических реакций достаточно 0.3 электрона на молекулу субстрата, а их результатом является образование продуктов количественного элиминирования одной (в присутствии кислорода) или двух (в присутствии воды) молекул диметилсиланона из органической части.

- При электровосстановлении 4-фенил-1,2,4-триазилин-3,5-диона в апротонных условиях инициируется цепная реакция его превращения в триазоло[1,2-*a*]триазол-1,3,5,7-тетраон, причем механизм включает превращение первично образовавшегося анион-радикала исходного соединения в анион-радикал продукта, разница в потенциалах образования которых составляет 2.39 В, что соответствует величине апконверсии электрона свыше 50 ккал·моль⁻¹. Для полного превращения 4-фенил-1,2,4-триазилин-3,5-диона достаточно пропускания 0.1 электрона на молекулу субстрата. Механизм реакции включает быструю обратимую димеризацию в π -димер первично образующихся анион-радикалов, который относительно медленно превращается в ключевой интермедиат всего процесса — σ -димерный дианион. В дальнейшем σ -димерный дианион выступает донором электрона для молекулы исходного соединения, а сам превращается в разделенный димерный анион-радикал, который в свою очередь элиминирует азот с образованием анион-радикала продукта, также восстанавливающего молекулу исходного субстрата, что замыкает каталитический цикл.
- Электрон выступает эффективным катализатором реакций гидроборирования и гидросилилирования в реакции бензофенона с пинаколбораном и дифенилсиланом, борилирования и силилирования в реакциях 1,4-бензохинона с пинаколбораном и трифенилсиланом, а также образования силоксанов и бороксанов в реакциях молекулярного кислорода с пинаколбораном и трифенилсиланом.

В целом, сформулированные положения, выносимые на защиту, научная новизна работы, характер реализации экспериментальных процедур, выводы и практическая значимость существенных замечаний у оппонента не вызывают.

С практической точки зрения полученные результаты могут быть значимы для разработки технологических процессов получения фармпрепаратов и продуктов тонкого химического синтеза. Безусловно, работа заинтересует и химиков-синтетиков, работающих в области исследования гетероциклических соединений.

Следует также отметить достаточно логичное и последовательное изложение диссертационной работы. Особое внимание хочется обратить на грамотное как с литературной точки зрения, так и в смысле научной терминологии представление материалов диссертации.

По работе у оппонента есть следующие вопросы, замечания и пожелания:

1. В последней строке на стр. 26 указано, что «гидроборирование ароматических и алифатических кетонов пинаколбораном катализируется с помощью $[Pt(PPh_3)]$ » присутствует ошибка в написании тетракис-трифенилфосфинового комплекса платины (0). Далее идёт ссылка на схему 14, где этот комплекс написан правильно — $Pt(PPh_3)_4$, зато с ошибками написан бис-лигандный платиновый интермедиат:

$Ph_3HP-Pt-PHPh_3$. Кроме этого, на стр. 28 во фрагменте «Классический механизм гидросилилирования алкенов Чока-Хэррода, предложенный для каталитических фосфиновых комплексов платины(II) ($[Pt(PPh_3)_4]$) и иридия(I)» неправильно указана степень окисления платины.

2. При написании литературного обзора автор иногда использует нескорректированный машинный перевод текста, что сильно усложняет общее восприятие смысла, например: «*Более детально механизм исследован на примере фотоллиза $Re(CO)_5Cl$ [92]. Он приведен на схеме 21: под действием УФ-света в присутствии триэтилсилана образуется набор рениевых карбонильных видов, среди которых зафиксирован димер $HRe_2(CO)_9(SiR_3)$ in situ ИК-спектроскопией и рассматривается как «состояние покоя».*» - можно догадаться, что слово «видов» в исходном варианте выглядело как «species».
3. На странице 43 при описании поведения соединений **1**, **2** и **3** в условиях ЦВА эксперимента в тексте допущена ошибка в нумерации соединений: «*Было показано, что **1**, как и ожидалось, характеризуется полностью обратимой кривой, возникающей при потенциале -2285 мВ. Такое поведение объясняется образованием в процессе съемки ЦВА-кривых его устойчивого анион-радикала — кетила, стабилизированного за счет эффективного сопряжения между карбонильной группой и двумя ароматическими кольцами с образованием общей π -системы.*» Из объяснения понятно, что речь идёт о бензофеноне **2**, а не о бензпинаконе **1**.
4. На стр. 45 в тексте «*В указанных средах наблюдается та же картина, что и на рис. 1:*» должна быть отсылка к рисунку 5.
5. Тот факт, что процесс распада бензпинакона на бензофенон и бензгидрол может идти в условиях катализа электроном при его апконверсии свидетельствует о том, что процесс должен быть термодинамически разрешен. Делалась ли попытка сравнить стандартные энтальпии образования или сгорания исходного соединения и продуктов реакции? Пробовали ли измерять тепловой эффект реакции распада?
6. В подписи к рисунку 14 на стр. 56 указано, что спектр ЭПР соединения **A** регистрировали при концентрации радикала 100 ммоль/л в смеси растворителей ТГФ/бензол. Судя по картинке спектра, удалось добиться великолепного разрешения линий сверхтонкой структуры, что плохо согласуется с очень высокой обозначенной концентрацией радикала. Чувствительность метода ЭПР-спектроскопии очень высока, чтобы добиться хорошего разрешения линий СТС в спектре, обычно используют концентрации растворов в диапазоне $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л, поскольку увеличение концентрации приводит к уширению линий. Каким образом оценивали концентрацию радикала **A** в растворе?
7. К сожалению, ни в обсуждении результатов, ни в экспериментальной части диссертант не приводит подробностей регистрации спектров ЭПР. Однако, глядя на рис. 14, можно сделать вывод, что у радикала **B** значение g -фактора должно быть существенно больше, чем у радикала **A**. Чем можно объяснить такую разницу, если оба радикала в силу схожей природы теоретически должны иметь сходные значения g -фактора?
8. В описании разницы вида спектров ЭПР для радикалов **A** и **B** диссертант пишет, что она обусловлена «*значительным различием в структуре **4** и **5**. На первый взгляд, оба соединения содержат схожие бутадиеновые фрагменты с четырьмя ароматическими заместителями. Однако только **5** обладает относительно плоским пятичленным кольцом, тогда как **4** имеет сильно скрученную шестиленную структуру, в которой четыре бутадиеновых углеродных атома не лежат в одной плоскости и в результате чего неспаренный электрон в **A** участвует во множестве внутримолекулярных взаимодействий.*» Из этого можно

сделать вывод, что у радикала В отсутствует сверхтонкое взаимодействие с магнитными ядрами молекулы. Однако, если обратить внимание на ширину линии сигнала радикала В, можно увидеть, что она практически точно совпадает с протяжённостью спектра радикала А. Это свидетельствует о том, что СТВ с магнитными ядрами молекулы в радикале В присутствует, но, в силу разных причин (концентрация, особенности динамики вращения групп и т.п.) оно осталось неразрешённым. Неразрешённость линий и отсутствие СТВ – это не одно и то же.

9. У оппонента есть вопрос к механизму электроиницируемого превращения, указанному на схеме 44. Если предполагается, что π -димер **J** образуется быстро, то входящие в его состав мономерные фрагменты должны оставаться плоскими, не претерпевая геометрических изменений. На рисунке же один из фрагментов уже искажён. Кроме того, возможно, что этот димер уже не будет обладать бирадикальной природой, поскольку наиболее вероятной движущей силой образования такой структуры может стать стремление образовать синглетную частицу.
10. Несмотря на корректную и орфографически грамотную манеру изложения автором материалов диссертации, оппоненту всё же удалось найти несколько недочётов, опечаток, или стилистически неудачных выражений: а) опечатки: «гидрогидросилилирования» (стр. 2), «учабствующих» (стр. 5), «начачинается» (стр. 20) и т.д.; б) неудачные выражения: «может быть охарактеризован с помощью ЭПР» (стр. 7) – ЭПР – это эффект электронного парамагнитного резонанса, для исследований используют метод ЭПР спектроскопии; «съёмке УФ-спектров» (стр. 9) – это жаргонное выражение, обычно спектры регистрируют или записывают.

Указанные замечания не затрагивают основных выводов и итогов работы. В основе диссертационной работы заложены достоверные экспериментальные данные, высокопрофессиональная обработка и обобщение этих результатов, а также сведений, имеющихся в литературе. Автореферат диссертации, опубликованные статьи и тезисы достоверно отражают основное содержание работы. Материалы диссертации отражены в четырёх рецензируемых статьях в изданиях, индексируемых Web of Science и Scopus, а также представлены в материалах четырёх Российских и международных конференций.

В целом, диссертация является научно-квалификационной работой, в которой автором предложено решение проблемы органической химии, имеющей важное народнохозяйственное значение, поскольку показано, что электрон может выступать в роли универсального катализатора, способного инициировать разрыв (C-C, Si-Si) и образование (C-N, O-B, O-Si) связей, запускать каталитические циклы и направлять реакции гидрометаллирования. Полученные знания могут быть применены как при создании технологических процессов получения важных препаратов, так и в лабораторной практике.

Выполненное В. А. Вильман исследование соответствует паспорту специальности 1.4.3. Органическая химия (химические науки) по формуле и областям исследования (п.п. 1, 2, 3, 4).

Считаю, что диссертация В. А. Вильман на тему: «Иницируемые электроном реакции разрыва (C-C, Si-Si) и образования (C-N, O-B, O-Si) химических связей» удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. (пункты 9–11, 13, 14 в текущей редакции), а её автор, Вильман Виктория Александровна, заслуживает присуждения

учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.3. Органическая химия (химические науки)

Официальный оппонент,

доктор химических наук (02.00.03 - Органическая химия,

02.00.08 - Химия элементоорганических соединений)

ведущий научный сотрудник лаборатории

металлокомплексов с редокс-активными лигандами

Института металлоорганической химии им. Г. А. Разуваева

Российской академии наук

Куропатов Вячеслав Александрович

23 января 2026 г.

Подпись В. А. Куропатова заверяю,

учёный секретарь ИМХ РАН,

к.х.н.



К. Г. Шальнова

603952, г. Нижний Новгород, бокс 445, ул. Тропинина, 49

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт металлоорганической химии им. Г. А. Разуваева

Российской академии наук (ИМХ РАН),

Электронная почта: viach@iomc.ras.ru

Тел: +7 831 462-7709