ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Вологжаниной Анны Владимировны **«Топологический анализ как универсальный подход для изучения молекул в кристаллическом поле: от молекулярных органических соединений до ассоциатов с биомакромолекулами»**, представленную на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия

Изучение закономерностей строения соединений в конденсированном (кристаллическом) и газообразном (изолированном) состоянии является ключевым моментом в понимании их связи со свойствами, что и является одной из центральных задач современной химии. Знание таких закономерностей позволяет получать вещества с заранее заданными физическими или физико-химическими свойствами. Топологический анализ экспериментальной, экспериментально-теоретической и теоретической функции $\rho(\mathbf{r})$ в рамках теории Р. Бейдера (Атомы в молекулах, **АМ**) является мощным и универсальным инструментом для изучения молекул в кристалле и поиска связи между их строением и свойствами. Однако получение этой функции для больших рядов кристаллических соединений, как с помощью экспериментальных данных, так и теоретических расчетов, является чрезвычайно время затратным мероприятием, требующим кристаллов высокого качества, либо мощных вычислительных возможностей. Отсюда следует, что сравнительный анализ дескрипторов химической связи, атомов и молекул, полученных в рамках различных методов (отличных от **АМ**) описания кристаллической структуры, как опирающихся на функцию $\rho(\mathbf{r})$, так и анализирующих геометрические свойства точек, соответствующих атомам или группам атомов, является способом оценки взаимного согласования этих методов и границ их применимости, что обуславливает **актуальность** данного исследования. В качестве таковых, автором исследования выбрано разбиение кристаллического пространства с помощью полиэдров Вороного-Дирихле (**ПВД**), которое с единых позиций позволяет выявить межатомные взаимодействия в разных типах кристаллических соединений, оценить объем и площадь поверхности любых структурных единиц, и поверхностями Хиршфельда (**ПХ**), которые помимо вышеперечисленных величин позволяют оценить энергию парных взаимодействий и выявить области разрежения/концентрации электронной плотности, но применимы к ограниченному кругу объектов. Отмечу, **ПВД** и **ПХ**, рассчитываются существенно быстрее, чем топология электронной плотности в рамках **АМ**, а следовательно, это позволяет в разумные сроки обрабатывать большие массивы данных о строении кристаллических соединений.

Поэтому проведенный автором сравнительный анализ трех методов разбиения кристаллического пространства и сравнение топологических характеристик **ПВД** и **ПХ** с **АМ** позволяет выявить сходства и различия в описании межатомных и межмолекулярных взаимодействий, координационных чисел, атомных и молекулярных объемов, что определяет **новизну** данной работы.

Практическая значимость работы заключаются в разработке нового подхода, позволяющего более широко использовать **ПВД** и **ПХ** для получения максимально точной кристаллохимической информации на больших рядах соединений.

Объектами настоящего исследования являются координационные соединения ряда s-, p-, d- и f-элементов, полиэдрические соединения бора, соединения, содержащие фармацевтически активные субстанции, фоточувствительные соединения 4,4'-бипиридилэтилена, 1-арил(гетарил)-5-фенилпент-1-ен-4-ин-3-оны, соли полибромид-анионов.

Задачей настоящего исследования является сравнение кристаллохимических характеристик, полученных с помощью **ПВД** и **ПХ** с теорией **АМ** («золотой стандарт») и на основе этого расширение их использования в кристаллохимии.

Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов, списка цитируемой литературы (349 источников) и приложения. Материал диссертации изложен на 304 страницах, содержит 95 рисунков и 55 таблиц.

Во введении (стр. 8-14) обоснована актуальность поставленной проблемы, сформулирована цель работы, дана научная и практическая значимость проведенного исследования, указана апробация полученных результатов.

Глава 1 является ***обзором литературы***, посвященной топологической теории **АМ**, **ПВД** и **ПХ**, а также теоретическим и экспериментальным подходам для получения электронной плотности в кристалле.

Глава 2 посвящена качественным данным (особенности строения координационной сферы атома металла), получаемым в рамках полуэмпирических подходов (**ПВД** и **ПХ**). Здесь автор исследования анализирует координационные связи в различных комплексных соединениях с помощью **ПВД** и **ПХ** и сравнивает полученные результаты с **АМ**. В результате было показано, что разбиение на **ПВД** может быть использовано для поиска связей металл…металл и агостических взаимодействий, определения координационного числа атомов-комплексообразователей, включая π-комплексы и многоцентровые взаимодействия, а атомные поверхности Хиршфельда могут применяться для сравнительного анализа степени ионности таких связей и разделения многоцентровых (MHB) и двухцентровых M-H(B) связей. Для поиска многоцентровых взаимодействий наилучшим из алгоритмов, реализованных в программе ToposPro, оказался анализ межатомных расстояний, тогда как в остальных случаях – алгоритм «сферических секторов».

Кроме этого, здесь был проведен кристаллохимический анализ невалентных взаимодействий (водородных и галогенных связей, а также стекинг взаимодействий). Целью такого анализа была «точная настройка» параметров программы TOPOS, в частности критических значений телесных углов, для максимально точного определения количества связывающих невалентных взаимодействий разного типа.

Глава 3 посвящена количественным данным (атомные и молекулярные объемы, энергия взаимодействий и площадь поверхности грани **ПВД**), получаемым в рамках полуэмпирических подходов (**ПВД** и **ПХ**).

Здесь автор исследования на достоверной выборке показал, что объемы ионов металлов ($V_{ВД}$ или $V_{ПХ}$) коррелируют с $V_{АМ}$ коэффициентом регрессии примерно равным 0.8 независимо от степени окисления атома-комплексообразователя и природы атомов его окружения. Дополнительный анализ показывает, что ошибка определения объема иона металла выше для π-комплексов и низко-координационных соединений: если исключить их из рассмотрения, то ошибка определения объема прямо пропорциональна заряду ядра атома металла. Таким образом, благодаря тому, что для катионов металла межатомная поверхность, как правило, проходит посередине между атомом-комплексообразователем и атомами окружения и имеет невыраженную кривизну из-за высоких координационных чисел катиона, разница между величинами $V_{АМ}$ и $V_{ВД}$ составляет в среднем всего 14%, а между величиной $V_{АМ}$ и $V_{ПХ}$ – 20%. Полученные данные о постоянстве объема атома-комплексообразователя в некотором валентном и спиновом состоянии могут служить основой для определения степени окисления иона металла в спорных случаях.

Кроме того, автор обнаружил линейную зависимость (r^2=0.97 и 0.98) между объемами $V_{АМ}$ – $V_{ВД}$ и $V_{АМ}$ – $V_{ПХ}$ для 108 многоатомных структурных фрагментов в структуре 30 координационных соединений и показал, что с ростом молекулярной массы разница между приближенными методами оценки объема структурной единицы и объема молекулярного домена в **АМ**, резко снижается.

Другая часть главы 3 посвящена поиску корреляций между энергией координационных и невалентных взаимодействий с площадью поверхности полиэдра ВД атома металла. Для 11 соединений, содержащих информацию о 43 расстояниях Cu(II)–O были обнаружены тенденции, свидетельствующие о взаимосвязи между телесным углом грани и расстоянием (r^2=0.88), а также энергией связи и телесным углом грани (r^2=0.83). Однако, зависимость $E_{СВ}(S_{СВ})$ независимо от методики расчета не может быть использована для оценки энергии координационных связей из-за слишком дисперсного характера. Аналогичные зависимости для 173 взаимодействий в 37 координационных или ионных соединениях, построенные для полиэдров **ВД** катионов металла также показывают сильно дисперсные тенденции.

Ни один из вариантов представления зависимости энергии водородной связи от площади полиэдра **ВД**, общего для взаимодействующих атомов ($E_{СВ}(\Omega_{СВ})$ или $E_{СВ}(S)$ с учетом или без учета атомов водорода) не соответствует линейной, экспоненциальной или другой распространенной математической зависимости как для отдельных видов водородной связи, так и для всех типов вместе. Значительная дисперсия наблюдается и для зависимостей $E_{СВ}(d)$, $\Omega_{СВ}(d)$ и $S(d)$. Таким образом, ни природа водородной связи, ни учет положения атомов водорода не влияют на вид зависимости, которая не может быть использована для определения прочности

водородной связи на основании количественных данных, полученных в рамках **ПВД**. Аналогичная ситуация имеет место при анализе галогенных связей.

Полученные данные свидетельствуют о том, что оценить энергию парных межатомных взаимодействий на основании площади их общей грани полиэдра ВД пока не представляется возможным. В таком случае возникает вопрос, будут ли пропорциональны друг другу парциальные вклады различных типов межмолекулярных взаимодействий в общую энергию контактов, в которых участвует молекула, и в площадь молекулярной поверхности. Полномасштабный анализ этого вопроса на разных группах соединений показал отсутствие корреляции.

Глава 4 посвящена использованию метода **ПВД** для систематизации больших массивов структурных данных. Были систематизированы данные о системах галогенных связей во всех структурно-охарактеризованных соединениях, содержащих полибромид-анионы и/или бром. Ожидалось, что галогенной проводимостью должны обладать лишь соединения, в которых наблюдаются одно-, двух- и трех-периодичные системы галогенных связей. Установлено, что результаты анализа связевых путей по Бейдеру в некоторых солях противоречат экспериментальным данным о наличии галогенной проводимости, что говорит о необходимости включения в рассмотрения всех «прямых» контактов и позволяет использовать полиэдры **ВД** для поиска соединений с галогенной проводимостью.

Информация о числе граней полиэдров ВД, отвечающих межмолекулярным и внутримолекулярным взаимодействиям была использована как для традиционного анализа полиморфов мономолекулярных соединений, так и для изучения фазовых переходов, конформационного анализа молекулы в различном окружении и оценки различий между конформационным и «упаковочным» полиморфизмом. На примере мономолекулярных фотохромных соединений было показано, что соединения, проявляющие фотохромизм за счет кето-енольной таутомерии характеризуются наличием внутримолекулярного контакта O–H…N, а соединения, где фотохромизм обусловлен миграцией бензольного протона на атом азота пиридила реализуют внутримолекулярное N…N взаимодействие. На примере клатрохелатов кобальта и железа было показано, что бимакроцикл имеет жесткую конформацию, которая практически не изменяется в различном окружении, но зависит от природы координированного атома, а фазовые переходы характеризуются изменением положения апикальных заместителей. На примере сольватов клатрохелатов было показано, что в рамках метода **ПВД** возможно автоматическое разделение полиморфов с разной упаковкой, которые характеризуются различными наборами межмолекулярных взаимодействий. Конформационный анализ соединений иматиниба показал, что данный подход может быть применен не только к кристаллам моно и гетеромолекулярных соединений, солям, но и к комплексам малых молекул с белками. Корреляционный анализ показал, что свернутая конформация иматиниба реализуется в окружении,

содержащем малое число функциональных групп, способных образовывать водородные связи, но склонным к реализации стекинг-взаимодействий.

Глава 5 посвящена использованию полуэмпирических подходов для поиска корреляций состав – структура – свойства.

На примере монокарбоксилатоуранилатов щелочноземельных металлов, автор работы исследовал кривизну поверхности Хиршвельда и увязал ее с ковалентностью и ионностью координационных взаимодействий. Кроме того, на примере комплексов серебра(I) с полиэдрическими анионами бора поверхность Хиршвельда была использована для обнаружения связи металл-металл, поскольку катионы серебра имеют общую поверхность. Наличие аргентофильного взаимодействия было подтверждено Рамановской спектроскопией. Таким образом, использование данного приближения позволяет выявить наличие связей металл-металл, тип координации аниона, а также свидетельствует о высокой степени ковалентности координационных связей Ag–Cl.

Разбиение **ВД** может быть чрезвычайно полезным для оценки НЭП в каталитических реакциях комплексов олова, в реакции окисления циклогексана пероксидом водорода в присутствии силсесквиоксана меди(II) и т.д., что было удачно продемонстрировано автором этой работы.

В заключение диссертационной работы приведены основные результаты и выводы, представлен список цитируемой литературы. Выводы чётко сформулированы и хорошо обоснованы. Список литературы оформлен по правилам ГОСТа, предъявляемым к библиографическому описанию, используемому в научно-исследовательских и научно-квалификационных работах.

Есть небольшие замечания и вопросы по диссертационной работе.

Описки и не корректности, не требующие ответа.

1) стр.29, 8 строка снизу.

«….на примере ряда соединений было показано, что различные полиморфные соединения характеризуются разным набором межмолекулярных **соединений**...» [прим.: должно быть взаимодействий или контактов]

2) стр.34, 2 строка снизу.

«Этот подход использовался для поиска каналов проводимости в литий- [7], натрий- и калий-ионных [111,112].» [прим.: пропущено «соединений» или «солей»]

3) стр.78, 3 строка сверху.

«В отличие от предыдущего соединения, геометрия данной молекулы в газовой фазе заметно отличается от экспериментальной в области координационных связей (табл.14): длины координационных связей Cu–B и Cu–N выравнены (2.126 – 2.184 и 2.051 – 2.077 Å), и дианион координирован **через атомы двух граней**.» [прим.: в таблице указаны только вершины]

4) В Таблице 10 $E_{св}$ имеет отрицательное значение, а в Таблице 18 (и в некоторых других) – положительное. [прим.: Необходимо определиться со знаком]

5) стр.141, 6 строка снизу.

«Соответствующие значения $V_{ВД}$ = 10.4(17), 8.6(7) и 9.19(6) Å^3 , также как значения объема полиэдра ВД в координационных полиэдрах CoO_6, NiO_6 и CuO_5 , равные 9.1, 8.6 и 9.9, хорошо согласуются не только с ранее полученными значениями $\mathbf{V_{ПВ}}$ для двухвалентных катионов этих элементов в кислородном окружении [71], но и с соответствующими значениями $V_{АМ}$ (рис.39).» [прим.: опечатка]

6) На рисунках 44-48 оси координат должны быть подписаны для легкости восприятия.

7) Рис.55 на оси абсцисс E_{lat}, а в подписи -E_{lat}.

8) стр.217, последнее предложение.

«Данный факт может объяснить, почему стронций-содержащие полиядерные гетерометаллические комплексы среди монокарбоксилатоуранилатов щелочноземельных элементов…» [прим.: предложение не закончено].

Требуется пояснение

9) стр.62, Таблица 8

Расстояния Sn-H имеют погрешность в одну десятитысячную. Из текста работы не понятно, почему столь малая погрешность?

10) стр.169, 7 строка сверху.

«Состав клатрохелатов $M(Cl_2Gm)_3(BMe)_2$ предполагает формирование молекулярной поверхности преимущественно атомами водорода и хлора.» Требуется пояснение.

11)Таблица 29.

Отсутствуют погрешности для экспериментальных расстояний.

Требуется ответ

12) Как строились **ПВД**? В явном виде это в работе это не прописано. Однако при внимательном прочтении работы **ПВД** строились посередине межатомных расстояний. В программе TOPOS **ПВД** можно строить как посередине расстояний, так и пропорционально радиусам элементов. Вопрос, почему диссертант выбрал построение **ПВД** посередине расстояний, а не пропорционально радиусам? Чем эти два типа разбиения пространства отличаются друг от друга? И какой из них «лучше»?

13) Этот вопрос снова к способу построения **ПВД**. На странице 135 строка 9 написано: «Как и следовало ожидать, в случае связи C–C критическая точка связи расположена посередине соответствующего отрезка, тогда как для связей N–C, N≡C, C–H и N–H КТ(3, –1) на 6 – 22% смещена в сторону менее электроотрицательного атома. Данный факт находит свое отражение в том, что для атомов углерода, водорода и азота $V_{ВД} \neq V_{АМ}$ (табл. 38).» Вопрос, может быть разбиение пространства на **ПВД** с учетом радиусов элементов существенно уменьшит различие в объемах атомов в моделях **ПВД** и **АМ**? Проверял ли автор работы это? Да или нет? Возможно, это улучшит корреляции, которые автор исследует в главе 3?

14) Следующий вопрос относится к **ПХ**. Из работы не ясно, ограничивал ли автор молекулярные домены в кристалле поверхностями, внутри которых $w(r) \geq 0.5$ или менял этот параметр для лучшего совпадения с теорией **АМ**?

Высказанные вопросы и замечания носят частный характер и не умаляют достоинств диссертационной работы.

В целом, работа представляет собой актуальное, цельное, научно- и практически-значимое исследование, выполненное и представленное на высоком профессиональном уровне. Работа написана хорошим научным языком, материал изложен логично и ясно, особо хочется отметить отличное оформление – текст практически не содержит опечаток, материал отлично проиллюстрирован рисунками хорошего качества.

Материалы диссертации опубликованы в тридцати двух статьях в профильных журналах, рекомендованных ВАК, и многократно апробированы на международных и всероссийских научных конференциях. Автореферат и опубликованные работы максимально полно (на сто процентов) отражают содержание диссертации.

Считаю, что диссертация Вологжаниной Анны Владимировны, представленная на соискание ученой степени доктора химических наук, представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г. и пунктам 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова Российской академии наук» от 29 марта 2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора химических наук, с учетом соответствия паспорта специальности, по которой проходит защита диссертации, а сам соискатель – Вологжанина Анны Владимировны – достойна присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Официальный оппонент – доктор химических наук (специальность 02.00.04 – Физическая химия), ведущий научный сотрудник группы рентгенодифракционных исследований Института металлоорганической химии имени Г.А. Разуваева Российской Академии Наук, профессор РАН Георгий Константинович Фукин, 603137, г. Нижний Новгород, ул. Тропинина, 49, gera@iomc.ras.ru , +7(831)4627709.

12.09.2025 Г.К. Фукин

Подпись заверяю

Начальник ОК ИМХ РАН Муравьева Е.В.

ИМХ РАН ИНН 5261012465 Отдел кадров

СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Вологжаниной Анны Владимировны "Топологический анализ как универсальный подход для изучения молекул в кристаллическом поле: от молекулярных органических соединений до ассоциатов с биомакромолекулами" на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Фамилия Имя Отчество	Фукин Георгий Константинович
Гражданство	РФ
Ученая степень официального оппонента, и наименование отрасли науки, научных специальностей, по которым им защищена диссертация	доктор химических наук по специальности 02.00.04 – «Физическая химия»
Ученое звание	Профессор РАН
Место работы	
Полное наименование организации в соответствии с уставом	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлоорганической химии имени Г.А. Разуваева Российской Академии Наук»
Наименование структурного подразделения	Группа рентгенодифракционных исследований
Должность	Ведущий научный сотрудник
Почтовый адрес	603137, г. Нижний Новгород, ул. Тропинина, 49.
Официальный сайт	http://iomc.ras.ru
Контактный телефон	+7-910-395-14-63
e-mail	gera@iomc.ras.ru
Дополнительные сведения	–

Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет

1. Shteingolts S.A., Saifina A.F., Saifina L.F., Semenov V.E. Fukin G.K., Fayzullin R.R. X-ray charge density study of the 6-methyluracil derivative in the crystal: Revealing, consequences, and multipole refinement of minor static disorder. // J. Mol. Struct. – 2021. – Vol. 1228. – No. 129724. DOI: 10.1016/j.molstruc.2020.129724 (Q2, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ).
2. Poddel'sky A.I., Smolyaninov I.V., Shataeva A.I., Baranov E.V., Fukin G.K. Binuclear Triphenylantimony(V) Catecholates through N-Donor Linkers: Structural Features and Redox Properties // Molecules. – 2022. – Vol. 27, I. 19. – P. 6484. DOI: 10.3390/molecules27196484 (Q1, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ)
3. Pochekutova T.S., Fukin G.K., Baranov E.V., Petrov B.I., Lazarev N.M., Khamylov V.K. Influence of pseudo-polymorphism on the structure and thermal behavior of the new barium β-diketonate complexes [Ba(adtfa)$_2$(18-crown-6)] and [Ba(adtfa)$_2$(18-crown-6)](CDCl$_3$)$_2$ // Inorg. Chim. Acta. – 2022. – Vol. 531. – No. 120734. DOI: 10.1016/j.ica.2021.120734 (Q3, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ)
4. Ilichev V.A., Rogozhin A.F., Belyakova A.V., Rozhkov A.V., Yablonskiy A.N., Rumyantcev R.V., Kozlova E.A., Fukin G.K., Bochkarev M.N. Structural and Luminescent Features of Lanthanide Ate Complexes with Polychlorinated 2-Mercaptobenzothiazolate Ligands // Organometallics. – 2023. – Vol. 42, I. 19. – P. 2792–2799. DOI: 10.1021/ac s.organomet.3c00260 (Q2, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ)
5. В. В. Сущев, А. В. Христолюбова, Ю. С. Панова, Н. В. Золотарева, М. Д. Гришин, Р. В. Румянцев, Г. К. Фукин, А. Н. Корнев РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ 1,4-ДИХЛОР-3А,6А-ДИАЗА-1,4-ДИФОСФАПЕНТАЛЕНОВ ПО ОТНОШЕНИЮ К ФЕНОЛЯТАМ,

АЛКОГОЛЯТАМ И ФЕНОЛАМ // Изв. Академии наук. Сер. химич. – 2023. – № 12. – С. 2913. (WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ К2)

6. Rumyantcev R.V., Zhigulin G.Yu., Zabrodina G.S., Katkova M.A., Ketkov S.Yu., Fukin G.K. Electron density topology in Ca^{II}–Cu^{II} alanine hydroximate metallacrowns: crystal invariom vs DFT calculation // Mendeleev Commun. – 2023. – Vol. 33, I. 1. – P. 41-44. DOI: 10.1016/j.mencom.2023.01.012 (Q3, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ)
7. Balashova T.V., Polyakova S.K., Ilichev V.A., Baranov E.V., Fukin G.K., Kozhanov K.A., Zhigulin G.Yu., Ketkov S.Yu., Bochkarev M.N. Synthesis and Structure of a Samarium Complex with Perylene // Organometallics. – 2023. – Vol. 42, I. 22. – P. 3283-3291. DOI: 10.1021/acs.organomet.3c00388 (Q2, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ)
8. Tolpygin A.O., Cherkasov A.V., Fukin G.K., Kovylina T.A., Trifonov A.A. Scandium Bis(o-aminobenzyl) Complexes Coordinated by 5-Methyl-5,6-dihydroindeno[2,1-b]indolyl Ligands: Synthesis, Structures, and Catalytic Activity in Isoprene Polymerization and Olefin Hydrophosphination // Organometallics. – 2025. – Vol. 44, I. 1. – P. 158-168. DOI: 10.1021/acs.organomet.4c00416 (Q2, WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ)
9. А. О. Толпыгин, Т. А. Ковылина, А. В. Черкасов, Г. К. Фукин, А. М. Объедков, А. А. Трифонов ДИХЛОРИДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СКАНДИЯ И НЕОДИМА С PH_3EO-ЛИГАНДАМИ (E = C, SI): СИНТЕЗ, СТРОЕНИЕ И КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ИЗОПРЕНА // Изв. Академии наук. Сер. химич. – 2025. – № 2. – С. 376. (WoS, Scopus, RSCI, РИНЦ К2)

Ведущий научный сотрудник группы рентгенодифракционных исследований Института металлоорганической химии имени Г. А. Разуваева Российской академии наук, д.х.н., профессор РАН
Фукин Георгий Константинович
тел. +7-910-395-14-63; e-mail: gera@iomc.ras.ru

15.09.2025

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт металлоорганической химии имени Г. А. Разуваева Российской академии наук»,
адрес: 603137, г. Нижний Новгород, ул. Тропинина, 49.
Тел.: +7 (831) 462-77-09, e-mail: office@iomc.ras.ru, сайт: http://iomc.ras.ru/

Подпись Фукина Г. К. заверяю

Начальник ОК ИМХ РАН

ИМХ РАН ИНН 5261012465 Отдел кадров

Муравьева Е.В.