

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

**Чистякова Александра Сергеевича “Синтез, строение и фотохимические свойства координационных полимеров цинка(II), меди(II) и марганца(II) с анионами замещенных малоновых кислот и мостиковыми N-донорными лигандами”, представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. - Неорганическая химия**

Химия металл-органических координационных полимеров (МОКП) является одной из наиболее динамично развивающихся областей современной координационной химии, что обусловлено многообразием свойств и перспективами применения данных материалов в различных областях науки и технологии, таких, как хранение газов, разделение различных газовых и жидких смесей, доставка лекарств, определение вредных веществ в воздухе и воде и т.д. Разнообразием возможных применений МОКП и определяется **актуальность и практическая значимость** темы диссертационной работы Чистякова Александра Сергеевича. Выбор лигандов для синтеза координационных полимеров обусловлен ограниченным числом опубликованных в литературе МОКП цинка(II), меди(II) и марганца(II) с производными малоновой кислоты и N-донорными лигандами, а также многообразием способов координации карбоксилатных групп малонат-аниона к атому металла, что позволяет получать разнообразные структурные мотивы и делает малоновую кислоту важным инструментом для создания координационных полимеров.

**Цель работы** состояла в синтезе координационных полимеров цинка(II), меди(II) и марганца(II) с анионами замещенных малоновых кислот и мостиковыми гетероароматическими N-донорными лигандами, анализе строения и исследовании их фотохимических свойств. Для достижения указанной цели был решен комплекс взаимодополняющих научных задач, включающий:

1. Разработку методик синтеза и выделения в виде монокристаллов МОКП цинка(II), меди(II) и марганца(II) с анионами замещенных малоновых кислот (диметилмалоновой, диэтилмалоновой, аллилмалоновой, циклобутан-1,1-дикарбоновой, бутилмалоновой, бензилмалоновой, циклопропан-1,1-дикарбоновой) и мостиковыми N-донорными гетероароматическими лигандами (пиразином, 4,4'-бипиридином, 1,2-бис(4-пиридил)этаном, 1,2-бис(4-пиридил)этиленом).

2. Определение состава и строения полученных соединений с помощью метода монокристалльного рентгеноструктурного анализа, а также других физико-химических методов исследования (ИК-спектроскопии, элементного и рентгенофазового анализов).

3. Анализ влияния заместителей в анионах кислот и условий синтеза (природы исходной соли металла, растворителя) на строение и состав получающихся соединений.

4. Изучение твердофазных фотохимических реакций в кристаллах фоточувствительных координационных соединений.

**Научная новизна работы** определяется следующими основными результатами исследования, которые выносятся на защиту:

– Методики синтеза новых координационных полимеров цинка(II), меди(II) и марганца(II) с анионами диметилмалоновой, диэтилмалоновой, аллилмалоновой, циклобутан-1,1-дикарбоновой, бутилмалоновой, бензилмалоновой кислот и мостиковыми N-донорными лигандами.

– Методики синтеза новых гетерометаллических координационных полимеров Cu(II)-Mn(II) с анионами циклопропан-1,1-дикарбоновой кислоты и мостиковыми N-донорными лигандами.

– Анализ данных по изучению влияния природы ионов металлов, заместителя в замещенных малоновых кислотах и N-донорных лигандов на структуру и топологию координационных полимеров.

– Результаты исследования фотохимических свойств полученных координационных соединений цинка(II) и меди(II).

Проделанный большой объем синтетической работы, всесторонняя характеристика полученных соединений комплексом современных физико-химических методов исследования с использованием современного сертифицированного оборудования с получением согласующихся данных позволяет считать заявленные результаты **достоверными и надежными**, а сформулированные выводы по результатам работы – **обоснованными**. Важную роль в успешном проведении экспериментальных исследований сыграл тщательный анализ литературы, касающийся условий синтеза и особенностей строения полученных ранее координационных полимеров 3d-металлов с малонат-анионами и N-донорными лигандами (моноциклическими, бициклическими и т.д.), что позволило подобрать комбинации лигандов, приводящие к новым соединениям

с уникальными свойствами. Критический анализ результатов ранее проведенных исследований, описанный в литературном обзоре, позволил автору обосновать **цель** исследования и сформулировать основные **задачи** для ее достижения.

**Практическая значимость** работы определяется востребованностью полученных результатов для создания координационных полимеров с заданными свойствами, а также для развития представлений о процессах фотохимических превращений в координационных полимерах с целью получения материалов с фотоизменяемыми свойствами.

Результаты, полученные в работе, могут быть рекомендованы к использованию в ФГБУН Институте им. А.В. Николаева СО РАН, ФГБУН Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова РАН, Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургском государственном университете, а также в организациях, занимающихся синтезом и изучением свойств металл-органических координационных полимеров и фотохимическими процессами.

Материалы диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus (5 статей в профильных журналах), и апробированы на российских и международных научных конференциях.

Диссертационная работа изложена на 161 странице и содержит 119 рисунков и 9 схем. Работа состоит из введения, трех глав (литературного обзора, экспериментальной части и обсуждения результатов работы), выводов и списка цитируемой литературы (146 наименований).

Автореферат полностью соответствует тексту диссертации.

Во **введении** обоснована актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, указаны научная новизна работы, ее теоретическая и практическая значимость, использованные методы исследования, сформулированы положения, выносимые на защиту, апробация работы, а также личный вклад автора.

**Первая глава** диссертационной работы посвящена обзору литературы, в котором проведен анализ литературных данных по условиям синтеза, структуре и свойствам известных координационных полимеров 3d-металлов с малонат-анионами и N-донорными лигандами различных типов (моноциклическими, бициклическими и т.д.). В конце литературного обзора проведено обобщение литературных данных и выбраны комбинации лигандов, позволяющие получить новые координационные полимеры 3d-металлов на основе производных малоновой кислоты и N-донорных лигандов с

интересной топологией и уникальными свойствами (магнитными, люминесцентными, фотохимическими).

Во **второй главе** детально описаны методики синтеза координационных полимеров и физико-химические методы исследования их структуры и свойств.

**Третья глава** диссертации посвящена обсуждению результатов синтеза и структурного исследования новых координационных соединений, полученных на основе анионов замещенных малоновых кислот и мостиковых N-донорных лигандов (пиразина, 4,4'-бипиридина, 1,2-бис(4-пиридил)этана и 1,2-бис(4-пиридил)этилена), а также проведению реакций [2+2]-фотоциклоприсоединения по типу «монокристалл-монокристалл». Все полученные соединения с двойной связью в малонат-анионах и двойной связью в N-донорных лигандах проанализированы на предмет возможности реализации [2+2]-фотоциклоприсоединения.

Среди **полученных результатов** наиболее значимыми являются следующие:

1. Разработка методик синтеза гомо- и гетерометаллических координационных полимеров марганца(II), меди(II) и цинка(II) с анионами замещенных малоновых кислот и мостиковыми N-донорными гетероциклическими лигандами.
2. На примере структурно охарактеризованных координационных соединений с лигандами, имеющими олефиновые фрагменты, показана эффективность использования выбранного типа МОКП для получения исходных продуктов фотохимической реакции [2+2]-фотоциклоприсоединения.
3. Проведение фотохимических реакции по типу «монокристалл-монокристалл» [2+2]-фотоциклоприсоединения в твердой фазе с получением полимеров  $\{[\text{Zn}(\text{bpe})(\text{Me}_2\text{mal})]_2[\text{Zn}_2(\text{tpcb})(\text{Me}_2\text{mal})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$  (3D→3D');  $\{[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{bpe})_2]_{0.15}[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{tpcb})]_{0.85}(\text{HEt}_2\text{mal})_4\}_n$  (0D→1D);  $\{[\text{Zn}(\text{bpe})(\text{cbdc})]_2[\text{Zn}_2(\text{tpcb})(\text{cbdc})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$  (3D→3D');  $\{[\text{Cu}_4(\text{bpe})(\text{tpcb})(\text{mal})_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}\}_n$  (2D→2D') и образованием в качестве мостикового лиганда изомера 1,2,3,4-тетраakis(4-пиридил)циклобутана (tpcb).
4. Проведение фотохимической реакции *кросс*-[2+2]-фотоциклоприсоединения по типу «монокристалл-монокристалл» на примере МОКП  $[\text{Zn}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{bpe})(\text{Amal})_2]_n \rightarrow [\text{Zn}_2(\text{H}_2\text{O})_2(\text{Amal})_{1.25}(\text{bpcbmal})_{0.75}(\text{bpe})_{0.25}]_n$  по типу реакции 3D→3D' с образованием 2-(((1R,2S,3S)-2,3-ди(пиридин-4-ил)циклобутил)метил)малоната (bpcbmal).

По окончании представления результатов исследования автор проводит обобщение, делая выводы, что демонстрирует умение систематизировать и обобщать накопленный экспериментальный материал.

Однако при ознакомлении с текстом работы возникли следующие **вопросы и замечания**:

1. Хотя в диссертации есть список сокращений и условных обозначений, он не унифицирован: иногда используются строчные буквы, иногда прописные, иногда аббревиатуры на английском, иногда – на русском, в том числе – в формулах химических соединений (см., например, с. 12). Некоторые сокращения весьма неожиданны, например, ODA - 4,4'-Диаминодифениловый эфир. Безотносительно всех остальных сокращений я все же предпочла бы в диссертации на русском языке видеть традиционное сокращение металл-органического координационного полимера как МОКП, а не MOF.
2. В литературном обзоре представлены таблицы с длинами связей в координационных полимерах на основе производных малоновых кислот и N-донорных лигандов, но непонятно, какие выводы из этих таблиц автор делает. Также непонятно предназначение таблиц 3.2, 4.2 в части “Обсуждение результатов”: никаких ссылок из текста на эти таблицы нет.
3. В диссертации следовало привести таблицу с порядковыми номерами, химическими формулами и параметрами кристаллической структуры всех полученных соединений, потому что значительная часть работы – это установление структуры соединений методом монокристалльного рентгеноструктурного анализа.
4. Порошковые дифрактограммы в сравнении с рассчитанными из данных монокристалльного рентгеноструктурного исследования, подтверждающие чистоту полученных фаз, приведены не для всех соединений.
5. Основной метод синтеза координационных полимеров в диссертации - метод медленной диффузии растворов, о котором автор пишет, что он существенно облегчает получение монокристаллов и последующее масштабирование синтеза. При этом основной метод синтеза координационных полимеров в литературе – сольвотермальный метод, про который автор пишет, что его недостатками являются длительное время реакции, низкий процентный выход и необходимость использования высоких температур. В экспериментальной части диссертации автором описан синтез 44 координационных полимеров, 39 из которых получены методом медленной диффузии растворов, при этом количества синтезированных целевых соединений составляют от 10 до 168 мг, что соответствует выходам от 10 до 88 %, а время синтеза варьируется от 1 дня до 2 месяцев. В то же время известно, что метод сольвотермального синтеза позволяет за 1-2 дня получать целевой координационный полимер с высоким (> 50 %) выходом. Чем все же объясняется выбор способа синтеза координационных полимеров в пользу метода

медленной диффузии растворов несмотря на то, что в литературе большинство МОКП на основе малонат-аниона получают сольвотермальным способом? Есть ли какие-либо доказательства, что в случае малонат-аниона для синтеза МОКП лучше использовать метод медленной диффузии растворов, а не сольвотермальный метод, например, литературные? Пробовали ли авторы получать свои соединения сольвотермальным способом?

6. Стехиометрия полученных координационных полимеров не всегда соответствует соотношению реагентов в реакционной среде. Почему использовали нестехиометрическую реакционную смесь и что получается в случае использования стехиометрической реакционной смеси? Также получается, что, например, в синтезах соединений **9.2**, **13.2** и **35.2** один из реагентов, а именно соль металла, берется в избытке, а автор считает по данному реагенту выход, что не является верным и приводит к заниженным значениям.

7. Для соединений **8.2**, **15.2** наблюдаются значительные различия между результатами химического анализа и расчетными данными для соответствующих формул соединений.

8. Красивым завершением синтетической части работы является реализация фотохимических реакций в кристаллах МОКП, содержащих линкеры с двойной связью, ориентированных благоприятным образом для протекания фотоиндуцированного [2+2]-циклоприсоединения. Реализация превращения устанавливалась тремя методами: монокристалльного рентгеноструктурного анализа, порошкового рентгенофазового анализа и  $^1\text{H}$  ЯМР спектроскопии. Для наглядной демонстрации такого превращения следовало представить таблицу с пространственными группами и параметрами ячейки монокристаллов реагентов и продуктов облучения, привести на одном графике порошковые дифрактограммы реагента и продукта в сравнении с рассчитанными из данных монокристалльного рентгеноструктурного анализа, а также произвести отнесение линий молекул реагентов и продуктов в спектрах  $^1\text{H}$  ЯМР (приложение 2). В диссертации данная информация разбросана по тексту, что затрудняет восприятие материала.


9. В диссертации присутствует некоторое количество опечаток и несогласованных предложений.

Указанные замечания не снижают значимости диссертационного исследования, выполненного на высоком научном уровне.

Диссертация соответствует специальности 1.4.1. Неорганическая химия в пунктах 1-3 и 5-7.

По актуальности темы, новизне, достоверности экспериментальных результатов и выводов, теоретической и практической значимости диссертационная работа “Синтез, строение и фотохимические свойства координационных полимеров цинка(II), меди(II) и марганца(II) с анионами замещенных малоновых кислот и мостиковыми N-донорными лигандами” соответствует критериям, указанным в пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в действующей редакции) и пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук от 29 марта 2024 г., предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Считаю, что автор работы, Чистяков Александр Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. - Неорганическая химия (Химические науки).

Официальный оппонент,  
кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник  
лаборатории металл-органических координационных полимеров  
ФГБУН Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН

 Лысова Анна Александровна  
15.11.2024

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация: 02.00.15.- Кинетика и катализ

Адрес места работы:  
630090, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 3,  
ИНХ СО РАН  
Тел.: +7 (383) 330-94-90; e-mail: lysova@niic.nsc.ru

Согласна на обработку персональных данных, связанную с работой диссертационного  
совета 01.4.001.91.

Подпись А.А. Лысовой заверяю.

 Лысова Анна Александровна

Ученый секретарь ИНХ СО РАН  
доктор химических наук



О.А. Герасько



### Сведения об оппоненте

по диссертационной работе **Чистякова Александра Сергеевича** на тему:  
**“Синтез, строение и фотохимические свойства координационных полимеров  
цинка(II), меди(II) и марганца(II) с анионами замещенных малоновых кислот и  
мостиковыми N-донорными лигандами”**,  
представленную на соискание учёной степени кандидата химических наук по  
специальности 1.4.1. Неорганическая химия (химические науки)

|  |  |
|--|--|
| Фамилия Имя Отчество оппонента   | Лысова Анна Александровна  |
| Шифр и наименование специальности, по которым защищена диссертация   | 02.00.15. Кинетика и катализ   |
| Ученая степень и отрасль науки   | Кандидат химических наук   |
| Полное название организации, являющейся основным местом работы   | Федеральное государственное научное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского Сибирского отделения Российской академии наук (ИНХ СО РАН)  |
| Ведомственная принадлежность организации   | Министерство науки и высшего образования Российской Федерации (Минобрнауки России)   |
| Занимаемая должность, структурное подразделение  | Старший научный сотрудник, лаборатория металл-органических координационных полимеров   |
| Почтовый индекс, адрес   | 630090, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева 3, ИНХ СО РАН   |
| Телефон  | +7 (383) 330-94-90   |
| Адрес электронной почты  | lysova@niic.nsc.ru   |
| Список основных публикаций официального оппонента по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15 публикаций) | 1. <b>A.A. Lysova</b> , K.A. Kovalenko, A.S. Nizovtsev, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin, Efficient separation of methane, ethane and propane on mesoporous metal-organic frameworks, <i>Chem. Eng. J.</i> , <b>2023</b> , 53, 139642. <a href="https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.139642">https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.139642</a> .<br>2. V.A. Dubskikh, A.A. Kolosov, <b>A.A. Lysova</b> , D.G. Samsonenko, A.N. Lavrov, |

K.A. Kovalenko, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin, A series of metal-organic frameworks with 2,2'-bipyridyl derivatives: synthesis vs. structure relationships, adsorption and magnetic studies, *Molecules*, **2023**, 28(5), 2139. <https://doi.org/10.3390/molecules28052139>.

3. М.А. Агафонов, Е.В. Александров, Н.А. Артюхова, Г.Э. Бекмухамедов, В.А. Блатов, В.В. Бутова, Я.М. Гайфулин, А.А. Гарибян, З.Н. Гафуров, Ю.Г. Горбунова, Л.Г. Гордеева, М.С. Груздев, А.Н. Гусев, Г.Л. Денисов, Д.Н. Дыбцев, Ю.Ю. Енакиева, А.А. Кагилев, А.О. Кантюков, М.А. Кискин, К.А. Коваленко, А.М. Колкер, Д.И. Колоколов, Ю.М. Литвинова, **А.А. Лысова**, Н.В. Максимчук, Ю.В. Миронов, Ю.В. Нелюбина, В.В. Новиков, В.И. Овчаренко, А.В. Пискунов, Д.М. Полюхов, В.А. Поляков, В.Г. Пономарева, Порываев А.С., Г.В. Романенко, А.В. Солдатов, М.В. Соловьева, А.Г. Степанов, И.В. Терехова, О.Ю. Трофимова, В.П. Федин, М.В. Федин, О.А. Холдеева, А.Ю. Цивадзе, У.В. Червонова, А.И. Черевко, В.Ф. Шульгин, Е.С. Шутова, Д.Г. Яхваров, **Металл-органические координационные полимеры в России: от синтеза и структуры к функциональным свойствам и материалам**, *ЖСХ*, 63, 5, **2022**, 535-718. [https://doi.org/10.26902/JSC\\_id93211](https://doi.org/10.26902/JSC_id93211).

4. V.A. Dubskikh, K.A. Kovalenko, A.S. Nizovtsev, **A.A. Lysova**, D.G. Samsonenko, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin, Enhanced Adsorption Selectivity of Carbon Dioxide and Ethane on Porous Metal-Organic Framework Functionalized by Sulfur-Rich Heterocycle, *Nanomaterials*, **2022**, 12(23), 4281. <https://doi.org/10.3390/nano12234281>.

5. V.A. Dubskikh, **A.A. Lysova**, D.G. Samsonenko; A.N. Lavrov, K.A. Kovalenko, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin, 3D metal-organic frameworks based on Co(II) and bithiophendicarboxylate: synthesis, crystal structures, gas adsorption, and magnetic properties, *Molecules*, **2021**, 26, 5, 1269. <https://doi.org/10.3390/molecules26051269>.

6. G.N. Bondarenko, O.G. Ganina, **A.A. Lysova**, V.P. Fedin, I.P. Beletskaya, Cyclic carbonates synthesis from epoxides and CO<sub>2</sub> over NiIC-10 metal-organic frameworks, *J. CO<sub>2</sub> Util.*,

- 53, **2021**, 101718.  
<https://doi.org/10.1016/j.jcou.2021.101718>.
7. **A.A. Lysova**, K.A. Kovalenko, D.N. Dybtsev, S.N. Klyamkin, E.A. Berdonosova, V.P. Fedin, Hydrocarbon Adsorption in a Series of Mesoporous Metal-Organic Frameworks, *Microporous Mesoporous Mater.*, **2021**, 328, 111477,  
<https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2021.111477>.
8. R.D. Marchenko, **A.A. Lysova**, D.G. Samsonenko, D.N. Dybtsev, A.S. Potapov, Synthesis, structural diversity, luminescent properties and antibacterial effects of cadmium(II) and silver(I) coordination compounds with bis(1,2,3-benzotriazol-1-yl)alkanes, *Polyhedron*, **2020**, 177, 114330,  
<https://doi.org/10.1016/j.poly.2019.114330>.
9. **A.A. Лысова**, Р.Д. Марченко, Д.Г. Самсоненко, А.С. Потапов, В.П. Федин, Координационные полимеры на основе 1,5-бис(3,5-диметилпиразол-1-ил)-3-селенапентана: синтез, строение, свойства, *Изв. АН. Серия химич.*, **2020**, 6, 1122-1129.  
<https://doi.org/10.1007/s11172-020-2877-5>.
10. В.А. Дубских, **A.A. Лысова**, Д.Г. Самсоненко, В.А. Самсонов, А.А. Рядун, Д.Н. Дыбцев, В.П. Федин, Строение и люминесцентные свойства координационных полимеров, содержащих свинец(II) и тиофеновые лиганды, *ЖСХ*, **2020**, 61(11), 1895-1904, [https://doi.org/10.26902/JSC\\_id63266](https://doi.org/10.26902/JSC_id63266).
11. **A.A. Lysova**, D.G. Samsonenko, K.A. Kovalenko, A.S. Nizovtsev, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin A series of mesoporous metal-organic frameworks with tunable windows sizes and exceptionally high ethane over ethylene adsorption selectivity, *Angew. Chem. Intern. Ed.*, **2020**, 59(46), 20561-20567.  
<https://doi.org/10.1002/anie.202008132>.
12. V.A. Dubskikh, **A.A. Lysova**, D.G. Samsonenko, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin, Topological polymorphism and temperature-driven topotactical transitions of metal-organic coordination polymers, *CrystEngComm*, **2020**, 22, 6295-6301.  
<https://doi.org/10.1039/D0CE01045F>.
13. D.P. Pishchur, N.B. Kompankov, **A.A. Lysova**, S.G. Kozlova, Order-disorder phase transitions in  $Zn_2(C_8H_4O_4)_2 \cdot C_6H_{12}N_2$  in atmospheres of noble gases, *J. Chem. Thermodyn.*,

|  |  |
|--|--|
|  | 130, 2019, 147-153.<br><a href="https://doi.org/10.1016/j.jct.2018.10.004">https://doi.org/10.1016/j.jct.2018.10.004</a> .   |
|  | 14. А.А. Лысова, Д.Г. Самсоненко, К.А. Коваленко, Д.Н. Дыбцев, В.П. Федин, <i>Металл-органические координационные полимеры на основе магния(II): адсорбционные и люминесцентные свойства</i> , <i>Изв. АН. Серия химич.</i> , 2019, 4, 793-801.<br><a href="https://doi.org/10.1007/s11172-019-2487-2">https://doi.org/10.1007/s11172-019-2487-2</a> .   |
|  | 15. А.А. Lysova, D.G. Samsonenko, P.V. Dorovatovskii, V.A. Lazarenko, V.N. Khrustalev, K.A. Kovalenko, D.N. Dybtsev, V.P. Fedin, <i>Tuning the molecular and cationic affinity in a series of multifunctional metal-organic frameworks based on dodecanuclear Zn(II) carboxylate wheels</i> , <i>J. Am. Chem. Society</i> , 2019, 141, 43, 17260-17269.<br><a href="https://doi.org/10.1021/jacs.9b08322">https://doi.org/10.1021/jacs.9b08322</a> . |

Старший научный сотрудник  
 лаборатории металл-органических координационных полимеров,  
 ФГБУН Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН,  
 кандидат химических наук

Лысова Анна Александровна  
 15.11.2024

Специальность, по которой официальным оппонентом  
 защищена диссертация: 02.00.15. Кинетика и катализ

Адрес места работы:  
 630090, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 3,  
 ИНХ СО РАН  
 Тел.: +7 (383) 330-94-90; e-mail: lysova@niic.nsc.ru

Согласна на обработку персональных данных, связанную с работой диссертационного  
 совета 01.4.001.91.

Подпись А.А. Лысовой заверяю.  
 Ученый секретарь ИНХ СО РАН  
 доктор химических наук



Лысова Анна Александровна

О.А. Герасько