

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по исследовательской и
проектной деятельности

ФГБОУ ВО «Ивановский
государственный университет»

И. Н. Смирнова

9» февраль 2026 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Ивановский государственный университет»
(153025, г. Иваново, ул. Ермака, д. 39, адрес сайта: <http://ivanovo.ac.ru/>)

Диссертация Магдалиновой Натальи Александровны на тему «Платино- и палладийсодержащие углеродные наноматериалы в каталитической гидрогенизации органических соединений» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный университет».

Магдалинова Н.А. в 2006 г. окончила государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный университет» по специальности «Химия». С 2006 г. по 2009 г. обучалась в очной аспирантуре в государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Ивановский государственный университет» по специальности 02.00.03 – Органическая химия. Защитила кандидатскую диссертацию «Алкилиденанилины: структура и реакционная способность в гидрировании» по специальности 02.00.03 – Органическая химия, 02.00.04 – Физическая химия 10.06.2009 в диссертационном совете Д 212.063.01 при государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Ивановский государственный химико-технологический университет».

В период подготовки диссертации соискатель Магдалинова Наталья Александровна работала в Ивановском государственном университете: с 2009 г. по 2012 г. инженером кафедры органической и биологической химии, с 2012 г. по 2013 г. инженером кафедры органической и физической химии, с 2013 г. по 2018 г. ведущим инженером кафедры органической и физической химии, с 2016 г. по 2018 г. по совместительству в должности доцента кафедры органической и физической химии; с 1.09.2018 по 31.09.2020 доцентом кафедры органической и физической химии. С 1.09.2020 по настоящее время работает в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный университет» на кафедре фундаментальной и прикладной химии в должности доцента.

По итогам обсуждения диссертации «Платино- и палладийсодержащие углеродные наноматериалы в каталитической гидрогенизации органических соединений» на расширенном заседании кафедры фундаментальной и

прикладной химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» принято следующее заключение:

Работа Магдалиновой Н.А. посвящена созданию новых подходов для получения гетерогенных платиновых и палладиевых катализаторов на основе углеродных наноматериалов (углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, фуллереновой черни, наноалмазов, графенсодержащего материала, функционализированного аминами) для реакций гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген, имеющих перспективу применения в каталитических технологиях.

Актуальность темы

Гетерогенный катализ используется для получения различных органических веществ, многие из которых относятся к числу важнейших продуктов общего и тонкого органического синтеза: насыщенных алифатических и ароматических соединений, первичных и вторичных аминов. Основным преимуществом гетерогенного катализа является легкость выделения катализаторов из реакционной массы, а также возможность их рециркуляции и применения в жестких условиях. В то же время гетерогенные катализаторы имеют невысокие удельные активность и селективность, связанные с их неупорядоченной структурой и доступностью для реагентов активных центров только на поверхности носителя. Накопленный в области гетерогенного катализа экспериментальный материал показывает, что природа носителя обуславливает форму, размер и место закрепления частиц металла, тем самым, определяя тип активных центров и их каталитические свойства. Несмотря на существование множества типов носителей для гетерогенных катализаторов, особую практическую ценность представляют углеродные материалы (активированный уголь, сажи, графит и т.д.), отличающиеся инертностью, стабильностью, механической прочностью, высокой удельной поверхностью и пористостью. Металлсодержащие (Pt, Pd, Ni и др.) катализаторы на основе углеродных носителей, в частности активированного угля, являются наиболее изученными и используемыми в разнообразных химических процессах (гидрировании, гидрогенизационном аминировании, окислении, диспропорционировании, кросс-сочетании и др.), осуществляемых в лабораторных условиях и промышленности. Однако нерегулярное строение и высокая пористость активированного угля снижают доступность активных центров металла для реагентов. Поэтому в последнее время в качестве носителей активного металла изучаются углеродные наноматериалы (УНМ), к которым относят фуллерены и их производные, фуллереновую чернь, углеродные нановолокна, углеродные нанотрубки, наноалмазы и графенсодержащие материалы. Выбор углеродных наноматериалов в качестве носителя обусловлен их термической и химической устойчивостью, высокой удельной поверхностью и хорошей адсорбционной способностью, а также возможностью модифицирования поверхности. Несмотря на интерес многих ученых к таким каталитическим системам к настоящему времени

отсутствуют систематические исследования по разработке высокоэффективных катализаторов на основе углеродных наноматериалов для реакций гидрогенизации ненасыщенных органических соединений, что указывает на актуальность выбранной темы работы.

Научная новизна

1. Впервые получены графенсодержащие материалы, функционализированные аминами: этилендиамином, диэтилентриамином и триэтилентетраамином, а также палладийсодержащие образцы на их основе, показавшие высокую активность, селективность и стабильность в реакциях жидкофазной гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген с количественным выходом продуктов.

2. Впервые в сопоставимых условиях с использованием одной экспериментальной установки исследованы каталитические свойства платино- и палладийсодержащих катализаторов на основе углеродных наноматериалов (углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, фуллереновой черни, наноалмазов, графенсодержащего материала, модифицированного аминами) в реакциях жидкофазной гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген.

3. Показано, что прочно закрепляемые на поверхности углеродных наноматериалов наночастицы металла размером от 3 до 8 нм образуют однородные и устойчивые активные центры. Наночастицы не вымываются и не агрегируются в ходе реакций жидкофазной гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген, обеспечивая высокую активность, селективность и стабильность платино- и палладийсодержащих катализаторов.

4. Впервые показано, что в изученных условиях платино- и палладийсодержащие наноалмазы проявляют наибольшую активность, обусловленную размером частиц металла 4–5 нм, высокой удельной поверхностью и особенностями структуры носителя, обеспечивающими максимальную доступность активных центров для субстратов.

5. Впервые каталитическая активность платино- и палладийсодержащих углеродных наноматериалов изучена в реакции гидрогенизационного аминирования пропаналя 4-аминобензойной кислотой с образованием вторичного амина. Показано, что металлсодержащие углеродные наноматериалы могут быть использованы в качестве катализаторов гидрогенизации разных ненасыщенных органических соединений.

6. Предложен новый способ синтеза 2,3,4,4a,10,10a-гексагидро-1*H*-феноксазинов, являющихся основой биологически активных соединений, в присутствии палладийсодержащих наноалмазов путем *one-pot* восстановительной циклизации нитрофеноксиксиклогексанов.

7. Доказана возможность применения металлсодержащих углеродных наноматериалов в качестве катализаторов гидрирования нитрозамещенных макрогетероциклических соединений и металлокомплексов.

8. Обнаружена высокая активность палладийсодержащих углеродных наноматериалов в гидродегалогенировании галогенаренов и тетрахлорметана при устойчивости к отравлению продуктами реакции, что показывает перспективность их использования для решения экологических проблем утилизации хлорорганических отходов.

9. Впервые проведено квантово-химические расчеты изученных молекул субстратов с учетом неспецифической сольватации. Показано, что в качестве дескриптора реакционной способности органических соединений в реакции гидрогенизации может быть использован суммарный заряд на реакционном центре молекул субстратов и получены соответствующие корреляционные уравнения.

10. Впервые проведено квантово-химическое моделирование адсорбции молекул метана, моно-, ди-, три- и тетрахлорметанов – участников ступенчатой реакции гидродегалогенирования CCl_4 на кластере Pd_{13} . Показано, что могут образовываться комплексы $\text{Pd}_{13} + \text{субстрат}$ с различной энергией адсорбции, которая уменьшается от тетрахлорметана к метану, указывая на облегчение и ускорение каждой следующей ступени реакции.

Теоретическая и практическая значимость

1. Синтезированы новые гетерогенные катализаторы на основе углеродных наноматериалов (углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, фуллереновой черни, наноалмазов, графенсодержащего материала, модифицированного аминами). Получен патент на палладиевый катализатор гидрирования на основе графенсодержащего материала, функционализированного этилендиамином, с содержанием металла 4,8–5 вес. % (Патент РФ 2551673 С1).

2. Предложен новый способ гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген, молекулярным водородом с количественным выходом продуктов реакций в присутствии платино- и палладийсодержащих углеродных наноматериалов (углеродных нанотрубок, углеродных нановолокон, фуллереновой черни, наноалмазов, графенсодержащего материала, модифицированного аминами), которые оказались стабильнее и от 1,5 до 8 раз каталитически активнее по сравнению с платино- и палладийсодержащим активированным углем.

3. Устойчивость к отравлению продуктами реакции гидродегалогенирования ароматических и алифатических галогенпроизводных и высокая каталитическая активность палладийсодержащих наноалмазов указывает на перспективность использования данных образцов для решения экологических проблем утилизации хлорорганических отходов.

4. Показана возможность использования платино- и палладийсодержащих углеродных наноматериалов в качестве катализаторов жидкофазного гидрирования нитрозамещенных фталоцианинов и порфиринов для получения соответствующих аминопроизводных

макрогетероциклических соединений и металлокомплексов на их основе, а также других процессов с участием молекулярного водорода.

5. Описанные в работе подходы могут быть применены для синтеза других металлсодержащих углеродных наноматериалов (например, Ni/УНМ, Co/УНМ), в том числе, биметаллических каталитических систем (например, Pt-Pd/УНМ, Ni-Pd/УНМ) и для других практически значимых реакций (окисление, кросс-сочетание, восстановительное ацилирование) органического синтеза.

6. Многие результаты исследования были включены в монографию и главы коллективных монографий, которые используются в учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях, занимающихся проблемами катализа.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность результатов, полученных в работе, обеспечивается применением современных научно-обоснованных методов исследования и специализированного сертифицированного научного оборудования. Полученные нами экспериментальные данные приведены с учетом статистических критериев воспроизводимости результатов измерений и не противоречат фундаментальным представлениям в области органической и физической химии. Результаты работы опубликованы в ведущих рецензируемых журналах из списка, рекомендованного ВАК РФ.

Результаты работы подвергались многократной независимой положительной экспертизе и опубликованы в ведущих рецензируемых изданиях, индексируемых в Scopus, Web of Science, RSCI, относящихся к журналам K1 – K3, а также U1 и U2 «Белого списка» в классификации ВАК Минобрнауки РФ; основные результаты диссертации неоднократно обсуждались на Всероссийских и Международных конференциях: II, IV Nanotechnology International Forum (Москва, 2009, 2011); Всероссийская научно-практическая конференция «Принципы зеленой химии и органический синтез» (Ярославль, 2009); II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Органические и гибридные наноматериалы» (Иваново, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023, 2025); VII VIII, IX, X, XI Всероссийская молодежная школа-конференция «Квантово-химические расчеты: структура и реакционная способность органических и неорганических молекул» (Иваново, 2015, 2017, 2018, 2022, 2024), XII Молодежная конференция по органической химии (Суздаль, 2009), Седьмая Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология. Конструкционные и функциональные материалы (в том числе наноматериалы) и технологии их производства» (Владимир, 2010); Евразийский симпозиум по инновациям в катализе и электрохимии (Республика Казахстан, Алматы, 2010); Российский конгресс по катализу «Роскатализ» (Москва, 2011); XIX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии (Волгоград, 2011); XI Международная конференция «Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах» (Иваново, 2011), International Conference Catalysis in Organic Synthesis ICCOS-2012 (Москва, 2012); VII Всероссийская

конференция молодых ученых, аспирантов и студентов с международным участием по химии и наноматериалам Менделеев-2013 (С.-Петербург, 2013); XII International Conference on Nanostructured Materials (NANO 2014) (Москва, 2014); IV Международная научно-практическая конференция «Фундаментальная наука и технологии – перспективные разработки» (Fundamental science and technology – promising developments IV) (North Charleston, USA, 2014); XX Менделеевский съезд по общей и прикладной химии (Екатеринбург, 2016); Всероссийская научная конференция «Актуальные проблемы адсорбции и катализа» (Плёт, 2016, Суздаль, 2018 г.); III Всероссийская научная конференция (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов» (Иваново, 2018), X, XII Международная научная конференция «Фуллерены и наноструктуры в конденсированных средах» (Республика Беларусь, Минск, 2018, 2022), IV Всероссийский научный симпозиум (с международным участием) «Актуальные проблемы теории и практики гетерогенных катализаторов и адсорбентов» (Иваново-Суздаль, 2019) и др.

Планный характер работы

Работа выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ, проводимых в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Ивановский государственный университет» по теме «Кинетика и механизм реакций в растворах», и на разных этапах была поддержана грантами Министерства науки и высшего образования РФ: проект РНП.2.2.1.1.7181, проект РНП.2.2.1.1.2820, проект 2.2.1.1/11465, а также грантом РФФИ № 12-03-97546-р_центр_а.

Полнота опубликования результатов и ценность научных работ соискателя ученой степени

По теме диссертации опубликовано 80 печатных работ, в том числе, 29 статей, входящих в Перечень ВАК, включая 20 статей в журналах, индексируемых международными базами данных Scopus и WoS, а также 1 патент РФ на изобретение, 1 монография, 9 глав в коллективных монографиях.

Статьи по результатам работы:

1. **Магдалинова, Н.А.** Гидроаминирование пропаналя *n*-аминобензойной кислотой / Н.А. Магдалинова, М.С. Груздев, Т.Г. Волкова, М.В. Ключев. // Журнал органической химии. – 2010. – Т. 46. – № 5. – С. 646-648. // Перевод: **Magdalina, N.A.** Propanal hydroamination with *p*-aminobenzoic acid / N.A. Magdalina, M.S. Gruzdev, T.G. Volkova, M.V. Klyuev. // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2010. – V. 46. – № 5. – С. 634-636; DOI: 10.1007/s11172-011-0171-2.
2. **Магдалинова, Н.А.** Платино- и палладийсодержащие углеродные наноматериалы как катализаторы гидрирования и гидрогенизационного аминирования / Н.А. Магдалинова, М.В. Ключев, Т.Г. Волкова, Н.Н.

- Вершинин, В.А. Бакаев, О.Н. Ефимов, И.И. Коробов. // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2011. – № 6. – С. 1060-1064. // Перевод: **Magdalinova, N.A.** Platinum- and palladium-containing carbon nanomaterials as catalysts for hydrogenation and hydrogenating amination / N.A. Magdalinova, M.V. Klyuev, T.G. Volkova, N.N. Vershinin, V.A. Bakaev, O.N. Efimov, I.I. Korobov. // Russian Chemical Bulletin. – 2011. – V. 60. – № 6. – P. 1085-1089; DOI: 10.1007/s11172-011-0171-2.
3. Волкова, Т.Г. Металлсодержащие углеродные наноматериалы как катализаторы гидрирования и гидрогенизационного аминирования / Т.Г. Волкова, **Н.А. Магдалинова**, М.В. Ключев. // Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология». – 2011. – Т. 54. – № 7. – С. 98-101.
4. **Магдалинова, Н.А.** Pt- и Pd-содержащие наноалмазы в реакциях гидрирования и гидроаминирования / Н.А. Магдалинова, М.В. Ключев, Н.Н. Вершинин, О.Н. Ефимов. // Кинетика и катализ. – 2012. – Т. 53. – № 4. – С. 505-508. // Перевод: **Magdalinova, N.A.** Pt- and Pd-Containing Nanodiamonds in Hydrogenation and Hydroamination Reactions / N.A. Magdalinova, M.V. Klyuev, N.N. Vershinin, O.N. Efimov. // Kinetics and Catalysis. – 2012. – V. 53. – № 4. – P. 482-485; DOI: 10.1134/S0023158412040052.
5. **Магдалинова, Н.А.** Наноалмазы, содержащие палладий, в гидрировании и гидроаминировании / Н.А. Магдалинова, П.А. Калмыков, М.В. Ключев. // Нефтехимия. – 2012. – Т. 52. – № 5. – С. 333-338. // Перевод: **Magdalinova, N.A.** Palladium-Containing Nanodiamonds in Hydrogenation and Hydroamination / N.A. Magdalinova, P.A. Kalmykov, M.V. Klyuev. // Petroleum Chemistry. – 2012. – V. 52. – № 5. – P. 299-304; DOI: 10.1134/S0965544112050064.
6. **Магдалинова, Н.А.** Катализаторы гидрирования на основе платино- и палладийсодержащих наноалмазов / Н.А. Магдалинова, П.А. Калмыков, М.В. Ключев. // Журнал общей химии. – 2014. – Т. 84. – № 1. – С. 35-42. // Перевод: **Magdalinova, N.A.** Hydrogenation Catalysts Based on Platinum- and Palladium-Containing Nanodiamonds / N.A. Magdalinova, P.A. Kalmykov, M.V. Klyuev. // Russian Journal of General Chemistry. – 2014. – V. 84. – № 1. – P. 33-39; DOI: 10.1134/S1070363214010083.
7. Калмыков, П.А. Сравнение палладиевых катализаторов на основе наноалмазов и активированного угля в реакциях гидрирования / П.А. Калмыков, **Н.А. Магдалинова**, М.В. Ключев. // Нефтехимия. – 2015. – Т. 55. – № 1. – С. 66-71; DOI: 10.7868/S0028242115010062. // Перевод: Kalmykov, P.A. Comparison of Palladium Catalysts Based on Nanodiamonds and Activated Carbon in Hydrogenation Reactions / P.A. Kalmykov, **N.A. Magdalinova**, M.V. Klyuev. // Petroleum Chemistry. – 2015. – V. 55. – № 1. – P. 63-67; DOI: 10.1134/S0965544115010065.
8. Kalmykov, P.A. Palladium-containing graphene-like materials: preparation and application as hydrogenation catalysts / P.A. Kalmykov, **N.A. Magdalinova**, M.V. Klyuev, A.A. Arbuzov, B.P. Tarasov. // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56. – № 6. – P. 503-509; DOI: 10.1134/S0965544116060025.

9. Калмыков, П.А. Жидкофазное гидродегалогенирование на металлсодержащих наноалмазах / П.А. Калмыков, **Н.А. Магдалинова**, М.В. Ключев. // Бутлеровские сообщения. – 2016. – Т. 47. – № 8. – С. 1-9.
10. Ключев, М.В. Палладийсодержащий графеноподобный материал: синтез и каталитическая активность / М.В. Ключев, А.А. Арбузов, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков, Б.П. Тарасов. // Журнал физической химии. – 2016. – Т. 90. – № 9. – С. 1331-1335; DOI: 10.7868/S0044453716090144. // Перевод: Klyuev, M.V. Palladium-containing graphene-like material: Synthesis and catalytic activity / M.V. Klyuev, A.A. Arbuzov, **N.A. Magdalinova**, P.A. Kalmykov, B.P. Tarasov. // Russian Journal of Physical Chemistry A. – 2016. – V. 90. – Iss. 9. – P. 1749-1753; DOI: 10.1134/S0036024416090144.
11. Klyuev, M.V. Metal-containing graphene-like materials: synthesis and use in hydrogenation / M.V. Klyuev, **N.A. Magdalinova**, P.A. Kalmykov. // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56. – № 12. – P. 1093-1106; DOI: 10.1134/S0965544116120057.
12. **Magdalinova, N.A.** Hydrogenation and hydroamination in the presence of catalysts based on platinum and carbon nanofibers / N.A. Magdalinova, M.V. Klyuev. // Petroleum Chemistry. – 2016. – V. 56. – № 12. – P. 1123-1127; DOI: 10.1134/S0965544116120100.
13. **Магдалинова, Н.А.** Гидрирование нитро- и непредельных органических соединений на катализаторах, содержащих наноразмерные частицы палладия / Н.А. Магдалинова, М.В. Ключев. // Нефтехимия. – 2017. – Т. 57. – № 6. – С. 647-652; DOI: 10.7868/S0028242117060065. // Перевод: **Magdalinova, N.A.** Hydrogenation of Nitro and Unsaturated Organic Compounds over Catalysts Containing Nanosized Palladium Particles / N.A. Magdalinova, M.V. Klyuev. // Petroleum Chemistry. – 2017. – V. 57. – № 12. – P. 1024-1030; DOI: 10.1134/S0965544117120064.
14. Kalmykov, P.A. Liquid-phase hydrogenation of halobenzenes in the presence of palladium-containing nanodiamonds / P.A. Kalmykov, **N.A. Magdalinova**, M.V. Klyuev. // Petroleum Chemistry. – 2018. – V. 58. – № 14. – P. 1206-1212; DOI: 10.1134/S0965544118140049.
15. **Магдалинова, Н.А.** Жидкофазное гидрогенизационное дегалогенирование моногалогенбензолов в присутствии 1% Pd/C / Н.А. Магдалинова, М.В. Ключев. // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. – 2019. – Т. 34. – № 2. – С. 92-97; DOI: 10.21779/2542-0321-2019-34-2-92-97.
16. Ключев, М.В. Гидрирование изомерных нитрохлорбензолов в присутствии комплекса палладия с поли(4-винилпиридином), привитого к полиэтилену / М.В. Ключев, П.А. Калмыков, **Н.А. Магдалинова**. // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. – 2019. – Т. 34. – № 1. – С. 67-76; DOI: 10.21779/2542-0321-2019-34-1-67-76.
17. Шапенова, Д.С. *One-pot* синтез 2,3,4,4а,10,10а-гексагидро-1H-феноксазинов / Д.С. Шапенова, **Н.А. Магдалинова**, М.В. Ключев. // Журнал органической химии. – 2019. – Т. 55. – № 9. – С. 1388-1392; DOI: 10.1134/S0514749219090076. // Перевод: Shapenova, D.S. One-Pot Synthesis of

- 2,3,4,4a,10,10a-Hexahydro-1H-phenoxazines / D.S. Shapenova, **N.A. Magdalinova**, M.V. Klyuev. // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2019. – V. 55. – № 9. – P. 1305-1309; DOI: 10.1134/S1070428019090070.
18. Калмыков, П.А. Квантово-химическое моделирование адсорбции тетрахлорметана и продуктов его гидродехлорирования на поверхности кластеров палладия / П.А. Калмыков, А.А. Лысенко, **Н.А. Магдалинова**, М.В. Ключев. // Известия высших учебных заведений. Серия «Химия и химическая технология». – 2019. – Т. 62. – № 4. – С. 95-102; DOI: 10.6060/ivkkt.20196204.5971i.
19. Kalmykov, P.A. Tetrachloromethane hydrodechlorination over palladium-containing nanodiamonds / P.A. Kalmykov, **N.A. Magdalinova**, E.G. Belkina, M.V. Klyuev, A.A. Lysenok, M.S. Gruzdev. // Petroleum Chemistry. – 2020. – V. 60. – № 10. – P. 1148-1153; DOI: 10.1134/S0965544120100060.
20. **Магдалинова, Н.А.** Аминированный активированный уголь в жидкофазном гидрировании органических соединений / Н.А. Магдалинова, К.М. Пузакова, М.В. Ключев. // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1: Естественные науки. – 2020. – Т. 35. – № 3. – С. 103-110; DOI: 10.21779/2542-0321-2020-35-3-103-110.
21. Klyuev, M.V. Liquid-phase hydrogenation of the nickel complex with tetra(4-tert-butyl-5-nitro)phthalocyanine / M.V. Klyuev, **N.A. Magdalinova**, M.E. Klyueva, T.V. Tikhomirova, V.E. Maizlish. // Macroheterocycles. – 2021. – V. 14. – № 3. – P. 201-203; DOI: 10.6060/mhc211247k.
22. **Магдалинова, Н.А.** Палладийсодержащий аминированный активированный уголь в жидкофазном гидрогенизационном аминировании изобутаналя / Н.А. Магдалинова, Д.С. Заморецков, Н.Н. Смирнов, М.В. Ключев. // Бутлеровские сообщения. – 2023. – Т. 73. – № 3. – С. 12-19; DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/23-73-3-12.
23. Dyrvar', A.P. Palladium-containing aminated activated carbons: hydrogenation of aromatic nitro compounds / A.P. Dyrvar', D.S. Maksimenko, K.K. Syabetova, **N.A. Magdalinova**, M.V. Klyuev. // High Energy Chemistry. – 2023. – V. 57. – № S2. – P. S296-S298; DOI: 10.1134/s0018143923080076.
24. **Магдалинова, Н.А.** Квантово-химическое исследование молекулярной структуры тетра(4-*трет*-бутил-5-нитро)фталоцианина, а также комплексов тетра(4-*трет*-бутил-5-нитро)- и тетра(4-*трет*-бутил-5-амино)фталоцианинов с никелем / Н.А. Магдалинова, К.А. Шарова, М.Е. Ключева, М.В. Ключев. // Макрогетероциклы. – 2023. – Т. 16. – № 3. – С. 225-231; DOI: 10.6060/mhc235049m.
25. Стойков, И.И. Органическая химия в университетах России. Достижения последних лет / И.И. Стойков, И.С. Антипин, В.А. Бурилов, А.Р. Курбангалиева, Н.В. Ростовский, А.С. Панькова, И.А. Балова, Ю.О. Ремизов, Л.М. Певзнер, М.Л. Петров, А.В. Васильев, А.Д. Аверин, И.П. Белецкая, В.Г. Ненайденко, Е.К. Белоглазкина, С.П. Громов, С.С. Карлов, Т.В. Магдесиева, А.А. Прищенко, С.В. Попков, А.О. Терентьев, Г.В. Цаплин, Т.П. Кустова, Л.Б. Кочетова, **Н.А. Магдалинова**, Е.А. Краснокутская, А.В. Нючев, Ю.Л. Кузнецова, А.Ю. Федоров, А.Ю. Егорова,

- В.С. Гринев, В.В. Сорокин, К.Л. Овчинников, Е.Р. Кофанов, А.В. Колобов, В.Л. Русинов, Г.В. Зырянов, Э.В. Носова, В.А. Бакулев, Н.П. Бельская, Т.В. Березкина, Д.Л. Обыденнов, В.Я. Сосновских, С.Г. Бахтин, О.В. Баранова, В.С. Дорошкевич, Г.З. Раскильдина, Р.М. Султанова, С.С. Злотский, В.Д. Дяченко, И.В. Дяченко, А.С. Фисюк, В.В. Коншин, В.В. Доценко, Е.А. Ивлева, А.Н. Резников, Ю.Н. Климочкин, Д.А. Аксенов, Н.А. Аксенов, А.В. Аксенов, В.В. Бурмистров, Г.М. Бутов, И.А. Новаков, Х.С. Шихалиев, Н.В. Столповская, С.М. Медведева, Н.В. Кандалинцева, О.И. Просенко, Е.Б. Меньщикова, А.А. Голованов, С.Ю. Хаширова. // Журнал органической химии. – 2024. – Т. 60. – № 2-3. – С. 170-396; DOI: 10.31857/S0514749224020058. // Перевод: Stoikov, I.I. Organic Chemistry in Russian Universities. Achievements of Recent Years / I.I. Stoikov, I.S. Antipin, V.A. Burilov, A.R. Kurbangalieva, N.V. Rostovskii, A.S. Pankova, I.A. Balova, Yu.O. Remizov, L.M. Pevzner, M.L. Petrov, A.V. Vasil'ev, A.D. Averin, I.P. Beletskaya, V.G. Nenaidenko, E.K. Beloglazkina, S.P. Gromov, S.S. Karlov, T.V. Magdesieva, A.A. Prishchenko, S.V. Popkov, A.O. Terent'ev, G.V. Tsaplin, T.P. Kustova, L.B. Kochetova, **N.A. Magdalina**, E.A. Krasnokutskaya, A.V. Nyuchev, Yu.L. Kuznetsova, A.Yu. Fedorov, A.Yu. Egorova, V.S. Grinev, V.V. Sorokin, K.L. Ovchinnikov, E.R. Kofanov, A.V. Kolobov, V.L. Rusinov, G.V. Zyryanov, E.V. Nosov, V.A. Bakulev, N.P. Belskaya, T.V. Berezkina, D.L. Obydenov, V.Ya. Sosnovskikh, S.G. Bakhtin, O.V. Baranova, V.S. Doroshkevich, G.Z. Raskildina, R.M. Sultanova, S.S. Zlotskii, V.D. Dyachenko, I.V. Dyachenko, A.S. Fisyuk, V.V. Konshin, V.V. Dotsenko, E.A. Ivleva, A.N. Reznikov, Yu.N. Klimochkin, D.A. Aksenov, N.A. Aksenov, A.V. Aksenov, V.V. Burmistrov, G.M. Butov, I.A. Novakov, Kh.S. Shikhaliev, N.V. Stolpovskaya, S.M. Medvedev, N.V. Kandalintseva, O.I. Prosenko, E.B. Menshchikova, A.A. Golovanov, S.Yu. Khashirova. // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2024. – V. 60 – № 8. – P. 1361-1584; DOI: 10.1134/S1070428024080013.
26. **Магдалинова, Н.А.** Каталитическое гидрогенизационное аминирование алифатических альдегидов 4-нитрофенолом / Н.А. Магдалинова, Д.С. Максименко, М.В. Ключев. // Бутлеровские сообщения. – 2024. – Т. 79. – № 8. – С. 29-35; DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-79-8-29.
27. **Магдалинова, Н.А.** Жидкофазное гидрогенизационное аминирование алифатических альдегидов нитрофенолами на палладиевом катализаторе / Н.А. Магдалинова, К.К. Сябетова, М.В. Ключев. // Бутлеровские сообщения. – 2024. – Т. 79. – № 8. – С. 36-42; DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/24-79-8-36.
28. **Магдалинова, Н.А.** Жидкофазное гидрирование 5-нитросалициловой кислоты в присутствии палладийсодержащих катализаторов / Н.А. Магдалинова, И.Д. Балагадашова, М.В. Ключев. // Бутлеровские сообщения. – 2025. – Т. 82. – № 4. – С. 17-23; DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-82-4-17.
29. **Магдалинова, Н.А.** Платино- и палладийсодержащие углеродные наноматериалы в каталитическом гидрировании нитробензола / Н.А. Магдалинова, М.В. Ключев. // Бутлеровские сообщения. – 2025. – Т. 82. – № 8. – С. 61-68; DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-83-8-61.

Патент

Патент 2551673 С1. Российская Федерация, МПК В01J 23/44, В82В 3/00, В01J 27/24, В01J 37/02. Палладийсодержащий катализатор гидрирования и способ его получения: № 2013158097/04: заявл. 27.12.2013: опубл. 27.05.2015 / А.А. Арбузов, М.В. Клюев, П.А. Калмыков, Б.П. Тарасов, **Н.А. Магдалинова**, В.Е. Мурадян. – 6 с.

Монография и главы в монографиях

1. Клюев, М.В. Катализаторы гидрогенизации на основе углеродных наноматериалов / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков. – Иваново: Изд. «Иван. гос. ун-т», 2015. – 224 с. ISBN 978-5-7807-1133-9.
2. Клюев, М.В. Катализаторы на основе углеродных наноматериалов / М.В. Клюев, Т.Г. Волкова, **Н.А. Магдалинова**. // Органические и гибридные наноматериалы / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. Иваново: Иван. гос. ун-т, 2009. – Гл. 8. – С. 147-176. ISBN 978-5-7807-0788-2.
3. Клюев, М.В. Катализаторы, содержащие наноразмерные частицы металлов, в реакциях гидрогенизации / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**. // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2011. – Гл. 6. – С. 114-138. ISBN 978-5-7807-0917-4.
4. Клюев, М.В. Наноалмазы: использование в катализе / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков. // Органические и гибридные наноматериалы: тенденции и перспективы / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2013. – Гл. 6. – С. 191-220. ISBN 978-5-7807-1014-1.
5. Клюев, М.В. Металлсодержащие графеноподобные материалы: получение и применение в катализе / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков. // Органические и гибридные наноматериалы: получение и перспективы применения / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2015. – Гл. 3 – С. 71-125. ISBN: 978-5-7807-1014-1.
6. Клюев, М.В. Жидкофазное гидродегалогенирование в присутствии катализаторов / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков. // Органические и гибридные наноматериалы: получение и перспективы применения: монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2017. – Гл. 12. – С. 382-467. ISBN 978-5-7807-1226-8.
7. Клюев, М.В. Жидкофазное гидродегалогенирование хлорфенолов / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков, М.Е. Клюева. // Органические и гибридные наноматериалы: получение и перспективы применения: монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2017. – Гл. 13. – С. 468-492. ISBN 978-5-7807-1226-8.
8. Клюев, М.В. Каталитическое гидродегалогенирование галогеналифатических соединений / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова**, П.А. Калмыков. // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение:

монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2019. – Гл. 10. – С. 268-306. ISBN 978-5-7807-1317-3.

9. Клюев, М.В. Палладийсодержащие аминированные активированные угли в реакциях восстановления органических соединений молекулярным водородом / М.В. Клюев, **Н.А. Магдалинова** // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение: монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2023. – Гл. 10. – С. 370-399. ISBN 978-5-7807-1432-3.

10. **Магдалинова, Н.А.** Металлсодержащие углеродные наноматериалы / Н.А. Магдалинова, М.В. Клюев. // Органические и гибридные наноматериалы: получение, исследование, применение: коллективная монография / под ред. В.Ф. Разумова, М.В. Клюева. – Иваново: Иван. гос. ун-т, 2025. – Гл. 6. – С. 168-210. ISBN: 978-5-7807-1506-1.

Все статьи, выполненные в соавторстве, процитированы в диссертации в соответствии с п. 14 критериев Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.04.2013 г., с учетом всех последующих изменений. Результаты, описанные в диссертации, являются оригинальными, заимствованные материалы без ссылки на источник заимствования отсутствуют.

В опубликованных материалах довольно полно изложены основные результаты работы. Работы [2]–[8], [10]–[12] включают описание методик получения каталитических материалов и физико-химических методов их анализа, методики проведения реакций гидрогенизации, приведенные в разделах 2.2, 2.4 и 2.3 соответственно, также содержат обсуждение результатов физико-химических методов анализа полученных катализаторов, приведенные в главе 3. Работы [2]–[8], [10]–[12], [20], [21], [23], [25], [28] и [29] содержат результаты каталитических испытаний платино- и палладийсодержащих углеродных наноматериалов в гидрогенизации нитробензола и его замещенных аналогов и их обсуждение, приведенные в главе 4. Работы [21], [23] и [24] содержат обсуждение результатов каталитических испытаний палладиевых катализаторов в гидрогенизации нитрозамещенных фталоцианинов и порфиринов, данные квантово-химических расчетов фталоцианинов, приведенные в разделе 4.3. Работы [9], [14]–[16] и [18] включают описание методики проведения реакции гидродегалогенирования галогенорганических соединений и методы анализа катализаторов и продуктов реакции, изложенных в разделах 2.3 и 2.4, обработанные результаты экспериментов в виде таблиц и графиков, приведенные в разделах 5.1, 5.2.1. Работа [19] включает описание методов квантово-химических расчетов, изложенных в разделе 2.6, результаты квантово-химических расчетов комплексов молекул субстратов с кластером палладия, приведенные в разделе 5.2.2. Работы [1]–[8], [10]–[13], [20], [22], [26]–[29] содержат обсуждение результатов каталитических испытаний платиновых и палладиевых катализаторов в гидрогенизации непредельных органических соединений и гидрогенизационного аминирования альдегидов

аминами, приведенные в разделах 6.1 и 6.2 соответственно. Работа [17] включает описание *one-pot* синтеза 2,3,4,4а,10,10а-гексагидро-1*H*-феноксазинов в присутствии палладийсодержащих наноалмазов с обсуждением полученных результатов, приведенных в разделе 6.3. В патенте изложены способ получения палладиевого катализатора (4.8–5 вес.% палладия), закрепленного на функционализированном этилендиамином графенсодержащем материале, и результаты его каталитических испытаний в реакции гидрогенизации циклогексена и нитробензола.

Ценность научных работ соискателя для специальности Кинетика и катализ обусловлена значимым вкладом в создание новых активных, селективных и стабильных платиновых и палладиевых катализаторов, закрепленных на углеродных наноматериалах (углеродных нанотрубках, углеродных нановолокнах, фуллереновой черни, наноалмазах, графенсодержащем материале, функционализированном аминами), для реакций гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген, с учетом понимания зависимости их свойств от структурных характеристик, определяемых природой и поверхностью носителя, природой и размером металлоцентров.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, 6 глав, списка источников литературы и приложения. Работа изложена на 337 страницах машинописного текста, включая 131 рисунок, 19 схем и 80 таблиц. Список цитируемой литературы включает 478 наименований.

Личный вклад автора

Автором диссертации обосновано направление исследования, определены его цель и задачи, осуществлен выбор путей и методов их решения. В соответствии с целью и перечнем задач автором самостоятельно разработана структура диссертационного исследования, проведены поиск и анализ литературных источников, получение, анализ и обобщение экспериментальных результатов, сформулированы выводы диссертационного исследования. Автором осуществлялась ведущая роль в подготовке полученных данных к опубликованию и представлению их на научных мероприятиях разного уровня.

Экспериментальная часть работы, включающая получение ряда катализаторов, каталитические испытания в реакциях гидрогенизации и квантово-химическое моделирование, выполнены лично автором, а также совместно с аспирантом и студентами кафедры фундаментальной и прикладной химии ИвГУ. Ряд исследований выполнен в соавторстве с сотрудниками ФИЦ ПХФ и МХ РАН (г. Черноголовка, Московская обл.) с использованием оборудования для синтеза и анализа физико-химическими методами платино- и палладийсодержащих углеродных наноматериалов, с сотрудником ТюмГУ (г. Тюмень) – проведение восстановительной

циклизации нитрофеноксикиклогексанонов и анализ продуктов реакции с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Рациональное природопользование и физико-химические исследования» Института химии ТюмГУ, с сотрудником АО «ГЕНЕРИУМ» (пос. Вольгинский, Владимирская обл.) – квантово-химическое моделирование адсорбции молекулы на кластере палладия и анализ продуктов гидродехлорирования тетрахлорметана с использованием оборудования, с сотрудниками ИГХТУ (г. Иваново) с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ для анализа катализаторов и продуктов реакции гидрирования макрогетероциклов, с сотрудником ИХР РАН (г. Иваново) с использованием оборудования Центра коллективного пользования научным оборудованием «Верхневолжский региональный центр физико-химических исследований» ИХР РАН для анализа продуктов реакции гидрогенизации.

Публикации по материалам, изложенным в диссертации, выполнены в соавторстве. В работах [1]–[6], [12]–[13], [15], [17], [21], [28], [29] соискателем выполнены экспериментальные измерения, их обработка, интерпретация результатов экспериментов и анализов, написана первичная версия статьи, выполнено редактирование. В работах [7]–[10], [14], [18]–[20], [22], [23] соискателем выполнена интерпретация результатов экспериментов, выполнено редактирование. В работах [11], [16], [24], [26], [27] выполнена интерпретация результатов экспериментов и анализов, соискателем написана первичная версия статьи, выполнено редактирование. В работе [25] соискателем написана первичная версия части статьи, выполнено редактирование этой части статьи.

Соответствие диссертации научным специальностям, отрасли науки

Диссертация Магдалиновой Н.А. на тему: «Платино- и палладийсодержащие углеродные наноматериалы в каталитической гидрогенизации органических соединений» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой решена проблема по созданию эффективных гетерогенных платино- и палладийсодержащих катализаторов на основе углеродных наноматериалов для реакций жидкофазной гидрогенизации органических соединений, содержащих нитрогруппу, двойные связи углерод–углерод, углерод–азот и связь углерод–галоген.

Работа соответствует паспорту специальности 1.4.14. «Кинетика и катализ» (химические науки) по направлениям исследований: п. 1. «Скорости элементарных и сложных химических превращений в гомогенных, микрогетерогенных и гетерогенных системах. Экспериментальные исследования и теория скоростей химических превращений. Квантово-химические исследования элементарного акта химических превращений», п. 2. «Установление механизма действия катализаторов. Изучение элементарных стадий и кинетических закономерностей протекания гомогенных, гетерогенных и ферментативных каталитических превращений. Исследование природы каталитического действия и промежуточных

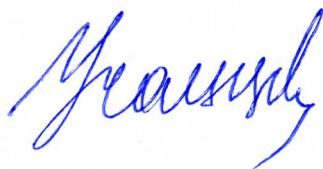
соединений реагентов с катализатором с использованием химических, физических, квантово-химических и других методов исследования», п. 3. «Поиск и разработка новых катализаторов и каталитических композиций, усовершенствование существующих катализаторов для проведения новых химических реакций, ускорения известных реакций и повышения их селективности», п. 5. «Научные основы приготовления катализаторов. Строение и физико-химические свойства катализаторов. Разработка и усовершенствование промышленных катализаторов, методов их производства и оптимального использования в каталитических процессах».

Решение о рекомендации работы к защите

Диссертация Магдалиновой Натальи Александровны «Платино- и палладийсодержащие углеродные наноматериалы в каталитической гидрогенизации органических соединений» соответствует всем критериям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.04.2013 г. с учетом всех последующих изменений, применительно к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 1.4.14. Кинетика и катализ (химические науки).

Заключение принято на расширенном заседании кафедры фундаментальной и прикладной химии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный университет» (протокол № 9 от 04.02.2026 г.). Присутствовало на расширенном заседании 16 человек, 15 из которых принимали участие в голосовании. Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержались» – 0 чел.

Председательствующий
на расширенном заседании кафедры
фундаментальной и прикладной
химии ФГБОУ ВО «ИвГУ»
Директор НИИ Наноматериалов ИвГУ
д.х.н., профессор

 Н. В. Усольцева

Секретарь
расширенного заседания
кафедры фундаментальной и
прикладной химии ФГБОУ ВО «ИвГУ»



А. А. Филиппов