

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

РХТУ.2.6.03 РХТУ им. Д.И. Менделеева

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № 10/24

решение диссертационного совета

от «28» августа 2024 года, № 3

О присуждении ученой степени кандидата химических наук Ивановой Анне Валерьевне, представившей диссертационную работу на тему «Синтез и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии» по научной специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы, принята к защите «03» июня 2024 года, протокол № 1, диссертационным советом РХТУ.2.6.03 РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 14 человек приказом временно исполняющего обязанности ректора № 16ОД от 03 февраля 2022 г, № 268А от 08 июля 2022 г, № 73А от 14 марта 2023 г, № 417А от 25 декабря 2023 г.

Соискатель Иванова Анна Валерьевна, 20 февраля 1996 года рождения. В 2017 году окончила «МИРЭА — Российский технологический университет, Институт тонких химических технологий имени М.В. Ломоносова», получила степень бакалавра по специальности 04.03.01 «Химия». Диплом № 107718 0849874, выдан 12.07.2017 года. В 2019 году получила степень магистра с отличием по направлению 04.04.01 – Химия, по профилю «Медицинская и фармацевтическая химия». Диплом № 107718 0853628, выдан 06.07.2019 года. С 01.09.2019 года по 31.08.2023 года обучалась в очной аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 22.06.01 – Технологии материалов Диплом №107704 0412348, выдан 30.06.2023 года. В августе 2023 года окончила аспирантуру.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 2.6.6 Нанотехнологии и наноматериалы выполнена в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС».

Тема диссертационной работы «Синтез и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии» и научный руководитель Абакумов Максим Артемович, кандидат химических наук, доцент заведующий лабораторией «Биомедицинские наноматериалы» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» утверждены на заседании Ученого совета ИНМиН НИТУ МИСИС (протокол от 26.09.2019 г. № 6-19).

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, **Горин Дмитрий Александрович**, профессор центра фотоники и фотонных технологий Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»;

доктор химических наук, профессор **Клячко Наталья Львовна**, заведующая кафедрой химической энзимологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России» (117513, Москва, Островитянова, д. 1, стр. 10).

Основные положения и выводы диссертационного исследования в полной мере изложены в 16 научных публикациях, 3 из которых в изданиях, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, и 1 публикации в рецензируемых изданиях, 1 ноу-хау, 1 патента на изобретение. Все работы опубликованы в соавторстве. Личный вклад автора составляет от 50% до 80%, заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, анализе и обсуждении полученных результатов, написании работ. Результаты работ прошли апробацию на 10 всероссийских и международных научных конференциях.

Опубликованные работы общим объемом 73 страницы полностью отражают результаты, полученные в диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Synthesis and intensive analysis of antibody labeled single core magnetic nanoparticles for targeted delivery to the cell membrane. / **A.V Ivanova**, A.A. Nikitin, A.N. Gabashvily, D.A. Vishnevskiy, M.A. Abakumov // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2021. – P. 1-40. DOI: 10.1016/j.jmmm.2020.167487. (Scopus, WoS).

2. 3,4-Dihydroxyphenylacetic acid-based universal coating technique for magnetic nanoparticles stabilization for biomedical applications / A. Semkina, A. Nikitin, **A. Ivanova**, N. Chmelyuk, N. Sviridenkova, P. Lazareva, M. Abakumov // Journal of Functional Biomaterials. – 2023. – Vol. 14(9). – P. 461. DOI: 10.3390/jfb14090461. (Scopus, WoS).

3. Thermal decomposition of acetylacetonates for highly reproducible synthesis of M-ferrite (Mn, Co and Zn) nanoparticles with tunable magnetic properties. / **A.V Ivanova**, E.V. Ivanova, A.A. Nikitin, V.M. Cherepanov, M.A. Abakumov // Journal of Alloys and Compounds. – 2024. – Vol. 976. – P. 172736. DOI: 10.1016/j.jallcom.2023.172737 (Scopus, WoS).

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

**1. Официального оппонента**, доктора химических наук, **Горина Дмитрия Александровича**, профессора центра фотоники и фотонных технологий Автономной некоммерческой образовательной организации высшего образования «Сколковский институт науки и технологий».

В отзыве отражены актуальность темы, научная новизна, практическая значимость работы, достоверность полученных данных, общий обзор работы. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания:

1. Стр.13 представлен неудачный русский перевод STED (Stimulated Emission Depletion Microscopy), который искажает суть метода - микроскопия на основе **появления** спонтанного испускания. Корректный перевод - микроскопия на основе **подавления** спонтанного испускания.

2. Стр.15. Автор пишет: "В **1944** году **финским** ученым Штеффаном Хеллем был предложен новый тип сканирующего флуоресцентного микроскопа с разрешающей способностью до 35 нм [14]." Штеффан Хелль - немецкий ученый, он родился в **1962** году. Он работал в Финляндии с 1993-1996 гг, но он не является финским ученым. Ссылка 14 - за **1994**, а не 1944. Хелль получил Нобелевскую премию в 2014 за STED. Хелль показал в одной из своих работ, что разрешение может быть на уровне единиц нанометров, для неорганических объектов. Эту информацию можно найти [Figure 14, Nanoscopy with Focused Light Nobel Lecture, December 8, 2014 by Stefan W. Hell, <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/hell-lecture.pdf>].

3. Стр.17. Автор пишет: "Основной недостаток STED-микроскопии - относительно высокая стоимость системы из-за применения мощных лазеров и очень фотостабильных флуорофоров." Почти все методы сверхвысокого разрешения используют фемтосекундные лазеры и все системы стоят дорого. Основным недостатком STED является большие значения мощности лазера, необходимые для

подавления спонтанной эмиссии, и как следствие повышается вероятность обесцвечивания красителя, именно в связи с этим появляется требование фотостабильных флуорофоров. Но эту проблема удалось решить в GSD и RESOLFT микроскопах сверхвысокого разрешения [<https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/hell-lecture.pdf>].

4. Стр.20. Рисунок 6. Отсутствуют размерные отрезки, также как и ссылки на работы откуда они были взяты; Стр.22. Рисунок 7. Отсутствует ссылка на работы откуда была взята схема; Стр.25 Рисунок 9. Отсутствуют размерный отрезок, также как и ссылка на работу откуда изображение было взято.
5. Стр.37 Таблица 1. Не хватает информации о ссылках на работы, из которых была взята информация, например, о температуре синтеза или о недостатках методов.
6. Стр. 82 рисунок 31Г, отсутствуют доверительные интервалы, нет оснований соединять экспериментальные точки, используя прямые.

Сделанные замечания не являются принципиальными и не снижают общего положительного впечатления от рассматриваемой диссертационной работы.

Диссертация Ивановой А.В. на тему «Синтез и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой отражены основные научные результаты, посвященные получению наночастиц сложных оксидов железа и исследованию визуализации биомолекул методом электронной микроскопии. Результаты исследований, представленные в работе, вносят существенный вклад в развитие нанотехнологии и биомедицины. Диссертация Ивановой А.В. на тему: «Синтез и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к работам на соискание степени кандидата наук, а ее автор Иванова Анна Валерьевна заслуживает присуждение степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (химические науки).

**2. Официального оппонента**, доктора химических наук, профессора, **Клячко Натальи Львовны**, заведующей кафедрой химической энзимологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

В отзыве отражены актуальность темы, научная новизна, практическая значимость работы, достоверность полученных данных, общий обзор работы. Отзыв положительный. Имеются следующие замечания:

1. Несмотря на очень грамотное изложение материала, в диссертации имеется некоторое количество опечаток и нестыковок фраз;
2. Некоторые из рисунков, особенно в автореферате, практически без лупы рассмотреть невозможно, особенно обозначения внутри рисунков (рис. 5 автореферата, рис. 4 диссертации и др.);
3. Рис. 5 автореферата (рис. 36 диссертации). Не совсем понятно, почему точки были соединены ломаной линией. Что, по мнению автора, обозначают минимумы, максимумы и тенденции к увеличению или уменьшению размеров? Насколько это значимые данные?
4. Рис. 6 автореферата (рис. 38 диссертации). Как можно объяснить уменьшение PDI при увеличении размеров наночастиц (Б)?

Сделанные замечания не являются принципиальными и не умаляют общего положительного впечатления от рассматриваемой диссертационной работы.

В заключении указано, что диссертационная работа Ивановой А.В. по объему, уровню выполнения, важности и актуальности полученных результатов полностью соответствует

требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа соответствует паспорту специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (химические науки), а ее автор Иванова Анна Валерьевна, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (химические науки).

**3. Ведущей организации** - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России».

В отзыве отражены актуальность темы, научная новизна, практическая значимость работы, достоверность полученных данных, общий обзор работы. Отзыв положительный. Имеются следующие рекомендации:

1. В качестве рекомендаций можно отметить, что для валидации специфичности полученных нанозондов было бы более убедительно использовать не рутинную флуоресцентную микроскопию низкого разрешения, а флуоресцентную микроскопию сверхвысокого разрешения (SIM или STORM), которая бы позволила более детально локализовать исследуемые антигены (или хотя бы сканирующую лазерную конфокальную микроскопию с иммерсионным объективом).
2. Кроме того, автор в качестве вторичных антител использовала анти-мышинные и анти-кроличьи антитела с единственной меткой – Alexa Fluor 488. Качество флуоресцентных изображений можно было бы существенно улучшить и сделать, действительно, мультиспецифичным, используя коктейли первичных и вторичных антител с разными флуоресцентными метками (например, goat anti-mouse Alexa Fluor 488 и goat anti-rabbit Alexa Fluor 633).

Сделанные рекомендации носят сугубо технический характер и не влияют на общую позитивную оценку работы.

В заключении указано, что диссертационная работа Ивановой Анны Валерьевны на тему «Синтез и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии», представленная на официальное оппонирование соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (химические науки), а ее автор - Иванова Анна Валерьевна - заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы (химические науки).

**4. Доктора биологических наук, заведующего отделом электронной микроскопии Научно-исследовательский институт физико-химической биологии А.Н. Белозерского МГУ им. М. В. Ломоносова, Киреева Игоря Игоревича.**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

По работе имеются некоторые вопросы:

1. Во-первых, авторы используют для целей картирования магнитные наночастицы. Мне кажется, что магнитные свойства абсолютно не принципиальны для решения поставленной задачи, а сложный состав наночастиц скорее является минусом, так как снижает локальную концентрацию целевых атомов и, следовательно, чувствительность метода.
2. Во-вторых, в тексте автореферата не указаны конкретные клеточные мишени, из-за чего сложно интерпретировать результаты иммуноферментного и иммуноэлектронного анализа.
3. В-третьих, по-видимому, из-за ограниченного объема автореферата и отсутствия детального описания методики иммуноэлектронной микроскопии мне остается неясным мотивация выбора протокола фиксации с использованием тетраоксида

осмия, существенно снижающей эффективность иммуномечения и неизбежно требующей количественного анализа результатов для подтверждения специфичности.

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

**5. Доктора химических наук, профессора, заведующего кафедрой химии и технологии биологически активных соединений, медицинской и органической химии им. Преображенского Н.А. ФГБОУ ВО «МИРЭА-Российский технологический университет», Институт тонких химических технологий им. М.В. Ломоносова Грина Михаила Александровича**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

По работе имеется вопрос:

В подразделе 3.1.1, в частности, не понятно статистическая значимость различия размера наночастиц  $7\pm 1$  и  $10\pm 2$  нм, возможно, это отражено в тесте диссертационной работы?

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

**6. Доктора медицинских наук, заведующего кафедрой медицинских нанобиотехнологий МБФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Чехонина Владимира Павловича**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

По работе имеется вопрос:

Методом конфокальной микроскопии можно с легкостью идентифицировать отдельные структуры клетки (ядро, митохондрии, цитоскелет, Аппарат Гольджи и т.д.). Существуют ли литературные данные о более точной внутриклеточной локализации распределения антигенов в органелле и визуализации их методом электронной микроскопии?

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

**7. Кандидата физико - математических наук, директора института биомедицинской инженерии НИТУ МИСИС Сенатова Федора Святославовича**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

Критических замечаний по работе нет.

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

**8. Кандидата химических наук, старшего научного сотрудника им.Н.М. Эмануэля РАН, Никольской Елены Дмитриевны**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

Принципиальных замечаний нет.

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

**9. Кандидата биологических наук, старшего научного сотрудника НИЛ синтетических нейротехнологий НИИ трансляционной медицины ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Абакумовой Татьяны Олеговны**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

Принципиальных замечаний по работе нет.

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

**10. Кандидата химических наук, старшего научного сотрудника лаборатории асимметрического синтеза Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук (ИОС УрО РАН), Демина Александра Михайловича**

В отзыве на автореферат отмечается актуальность темы, практическая значимость, научная новизна и достоверность экспериментального материала. Отзыв положительный.

По прочтении автореферата возникает ряд вопросов:

1. В автореферате есть неудачные выражения, например, на стр. 2 (раздел Научная новизна): «...связанные с белковым антигеном презентированным в митохондрии...»; термин «презентирование» обозначает другой иммунный процесс, лучше использовать «находящийся» или «локализованный» (то же на стр. 8). На стр. 2 (раздел Теоретическая и практическая значимость): «...методика синтеза по получению МНЧ...», лучше: «...методики синтеза МНЧ...».
2. На стр. 4 в названии раздела после скобки не хватает запятой. На стр. 4 в выражении: «...может быть объяснено малым размером МНЧ...», возможно, следовало бы указать: «...размером МНЧ в нанодиапазоне». На страницах 4 и 6 автор говорит о «суперпарамагнитной природе образцов», однако, строго говоря, образцы не являются суперпарамагнитными, поскольку всё же обладают коэрцитивной силой (Рис. 1Г, вставка).
3. На стр. 6: «В конечной реакционной смеси образуется гидроксильная группа...», в реакционной смеси может образоваться молекула, частица и т.п.
4. На стр. 7: «...проводили дополнительную модификацию ... по карбодиимидному методу...», лучше: «с использованием карбодиимидного метода...» (аналогичное выражение есть на стр. 8). На стр. 7-8 дополнительно к сокращению МНЧ@ДФУК появляется МНЧ@ДОПАК, это опечатка (расшифровки аббревиатуры ДОПАК в списке сокращений нет.)?
5. На стр. 8 в первом предложении сделан некорректный вывод. Следовало бы указать: «...что говорит о том, что полученные коллоидные растворы агрегативно устойчивы.», вместо «...такие МНЧ монодисперсны».
6. Раздел «Заключение» автор начинает с описания актуальности работы, в чём нет необходимости, а следует сделать выводы, полученные в работе. Там же, на стр. 12: "...конъюгированы с АТ, которые оказались стабильными и не потеряли своей иммунореактивности...". Термин "иммунореактивность" описывает другой иммунный процесс, лучше использовать "аффинность" или "авидность" в зависимости от контекста.
7. В автореферате не сделан вывод, наноконъюгаты с каким ядром (из 4-х синтезированных типов) наиболее удобны для использования в предлагаемых автором целях.

8. Также не отражено, какими методами доказывалась иммобилизация на МНЧ органических молекул, кроме ПЭМ?
9. Дополнительно можно было бы посоветовать автору сделать рисунки крупнее, поскольку место в автореферате позволяет.

В заключении отзыва отмечено, что диссертационная работа является законченной квалификационной работой, а ее автор, Иванова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы.

На все замечания Иванова Анна Валерьевна дала полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов обосновывается компетентностью, достижениями в научных исследованиях с близкой тематикой, наличием у оппонентов публикаций в рецензируемых журналах и их высоким профессиональным уровнем.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**получены:** наночастицы сложных оксидов железа  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) в бензиловом спирте правильного стехиометрического состава;

**определены:** элементный состав, фазовый состав, структура и магнитные свойства, получаемых наночастиц  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) в бензиловом спирте и дибензиловом эфире с добавлением олеиновой кислоты;

**разработана:** оригинальная методика конъюгации магнитных наночастиц  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) и  $Fe_3O_4$  с вторичными антителами, с сохранением их иммунохимической активности.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

**показано,** что бензиловый спирт приводит к формированию наночастиц  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) меньшего размера по сравнению с дибензиловым эфиром;

**установлено,** что намагниченность насыщения в поле 2Тл для наночастиц сложных оксидов железа  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) в бензиловом спирте с элементным составом  $M:Fe=1:2, 1:6$  и  $1:10$  имеет закономерность распределения катионов  $Mn^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}$  по тетраэдрическим и октаэдрическим порам, с максимумом насыщения в  $Mn^{2+}, Co^{2+}:Fe=1:6$ ;

**показано,** что использование молекул 3,4-дигидроксифенилуксусной кислоты (ДФУК) и гетеробифункционального аминокарбоксипроизводного полиэтиленгликоля ( $NH_2$ -ПЭГ<sub>1100</sub>-COOH) для функционализации поверхности наночастиц дает возможность получать стабильные водные коллоидные растворы наночастиц.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

**разработана** оригинальная методика синтеза наночастиц сложных оксидов железа  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) в бензиловом спирте;

**исследовано** влияние бензинового спирта и дибензинового эфира совместно с олеиновой кислотой на элементный состав получаемых наночастиц  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ );

**установлено,** что закрепление вторичных антител на поверхности модифицированных наночастиц  $Fe_3O_4$  и  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) не влияет на их иммунохимические свойства;

**показано,** что конъюгаты наночастиц  $Fe_3O_4$  и  $MFe_2O_4$  ( $M=Mn, Co, Zn$ ) с вторичными антителами способны связываться с белковыми антигенами в клеточных компартаментах и могут быть визуализированы методом просвечивающей электронной микроскопии.

**Впервые проведен** ЭДСР анализ в тандеме с СПЭМ НАADF, который позволяет обнаружить с высоким разрешением единичные МНЧ  $CoFe_2O_4$ , связанные с белковым антигеном презентированным в митохондрии, и достоверно идентифицировать катионный состав таких МНЧ.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**достоверность** полученных экспериментальных результатов обеспечивалась применением современных методов анализа (метод динамического светорассеяния, ИК-Фурье спектроскопия, ПЭМ-микроскопия, рентгенофазовый анализ, мессбауэровская

спектроскопия, конфокальная микроскопия), реализованных с использованием современного сертифицированного оборудования и подтверждается воспроизводимостью полученных экспериментальных данных;

**теория** основана на известных и опубликованных данных; согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации в области исследования наноматериалов, в частности магнитных наночастиц;

**установлено** отсутствие противоречия полученных результатов с опубликованными в работах отечественных и зарубежных авторов;

**использованы** общепринятые методики статистической обработки экспериментальных данных.

Выводы диссертации хорошо сформулированы, обоснованы и согласуются с современными научными представлениями о получении и применение конъюгатов наночастиц сложных оксидов железа с антителами в исследовании внутриклеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии.

Личный вклад соискателя состоит в разработке и планировании исследования, постановке цели и задач (совместно с научным руководителем), выборе подходов к их решению, разработке методик эксперимента, выполнении экспериментов, анализе результатов и их обобщении, а также в личном участии в апробации результатов исследования и подготовке публикаций.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, концептуальности и взаимосвязи выводов. По своему содержанию диссертационная работа Ивановой Анны Валерьевны «Синтез и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии» соответствуют паспорту специальности научных работников 2.6.6. Нанотехнологии и наноматериалы в части 3.1. Экспериментальные исследования процессов получения и технологии наноматериалов, формирования наноструктур на подложках, синтеза порошков наноразмерных простых и сложных оксидов, солей и других соединений, индивидуальных металлов и сплавов, в том числе редких и платиновых металлов; 3.8. Исследование физико-химических свойств неорганических наполнителей и 3.9. Новые технологические процессы с участием наноструктурированных сред и наноматериалов.

Диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, которая направлена на разработку и применение наночастиц сложных оксидов железа в исследовании клеточных структур методом просвечивающей электронной микроскопии.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», утвержденном приказом ректора РХТУ им. Д.И. Менделеева № 103 ОД от 14 сентября 2023 года.



На заседании диссертационного совета РХТУ.2.6.03 РХТУ «28» августа 2024 года принято решение о присуждении ученой степени кандидата химических наук **Ивановой** **Анне Валерьевне**.

Присутствовало на заседании 12 членов диссертационного совета, в том числе в режиме видеоконференции 3, в том числе докторов наук по научной специальности, отрасли науки рассматриваемой диссертации 7.

При проведении голосования члены диссертационного совета по вопросу присуждения ученой степени проголосовали.

Результаты тайного голосования:

«за» - 9,

«против» - нет,

«воздержались» - нет.

Проголосовали 3 члена диссертационного совета, присутствовавшие на заседании в режиме видеоконференции

«за» - 3,

«против» - нет,

«воздержались» - нет.

**Итоги голосования:**

«за» - 12,

«против» - нет,

«воздержались» - нет.

Председатель  
диссертационного совета

д.х.н., проф. Королева М.Ю.

Ученый секретарь  
диссертационного совета



к.х.н., доц. Мурадова А.Г.

Дата «28» августа 2024 г.