

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.385.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА"  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 19.11.2024 г. № 3

О присуждении Кудрявцевой Екатерине Викторовне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Модификация полимерных материалов бикомпонентными наночастицами металлов» по специальности 2.6.11. – «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов» (химические науки), принята к защите 17.09.2024 г. (протокол № 2), диссертационным советом 24.2.385.01, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, расположенного по адресу 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18, приказ о создании диссертационного совета № 525/нк от 25 мая 2022 г; приказы о внесении частичных изменений: № 547/нк от 24.03.2023 г; № 377/нк от 15.04.2024 г., № 669/нк от 09.07.2024 г.

Соискатель Кудрявцева Екатерина Викторовна, 1 января 1990 года рождения, в 2012 году окончила специалитет в федеральном государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна», в 2021 году магистратуру по направлению подготовки «Химическая технология» в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», в 2024 году окончила обучение в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» по направлению 29.06.01 Технологии легкой промышленности, получила квалификацию «Исследователь.

Преподаватель-исследователь». Справка о сдаче кандидатских экзаменов по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов (химические науки) выдана в 2023 году федеральным государственным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна». С 2021 г. по настоящее время работает ассистентом кафедры химических технологий им. А. А. Хархарова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре химических технологий им. А. А. Хархарова федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – Буринская Алла Александровна, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, институт прикладной химии и экологии, кафедра химических технологий им. А. А. Хархарова, профессор.

Официальные оппоненты:

Хабаров Юрий Германович, доктор химических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, кафедра целлюлозно-бумажных и лесохимических производств высшей школы естественных наук и технологий, профессор.

Хижняк Светлана Дмитриевна, кандидат химических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, кафедра физической химии, доцент.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, г. Иваново, в своем положительном отзыве, подписанном Владимирцевой Еленой Львовной,

доктором технических наук, доцентом, профессором кафедры химической технологии волокнистых материалов, и утвержденном Гординой Натальей Евгеньевной, доктором технических наук, профессором, ректором, указала, что диссертационная работа Кудрявцевой Екатерины Викторовны на тему: "Модификация полимерных материалов бикомпонентными наночастицами металлов" по актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям пунктов 9-14 "Положения о присуждении ученых степеней" Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук, так как является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки по модификации полимерных материалов бикомпонентными наночастицами металлов и использованию их в качестве антимикробных волокнистых и пленочных материалов, имеющие существенное значение для развития страны, а автор работы, Кудрявцева Екатерина Викторовна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Соискатель имеет 32 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 32 работы, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ, опубликовано 9 работ, в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus – 4 работы, патент РФ на изобретение – 1.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Kudriavtseva, E.V. Synthesis of Bimetallic Copper–Silver Nanoparticles in Solutions and on Polymeric Materials / E.V. Kudriavtseva, A.A. Burinskaya, P. Malinowski // *Fibre Chemistry*. – 2022. – Vol. 54. – №. 3. – P. 160–165. Авторский вклад 70 %.

2. Kudriavtseva, E.V. Investigation of the bactericidal properties of textile materials modified with bimetallic nanoparticles / E.V. Kudriavtseva, A.A. Burinskaya, L.A. Kraeva, I.V. Baranov // *Fibre Chemistry*. – 2023. – Vol. 55. – № 2. – P. 62–66. Авторский вклад 70 %.

3. Кудрявцева, Е.В. Придание антимикробных свойств текстильным материалам / Е.В. Кудрявцева // *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*. – 2023. – № 3 (61). – С. 85–91. Авторский вклад 100 %.

4. Кудрявцева, Е.В. Получение антимикробных пленочных материалов путем синтеза биметаллических наночастиц медь-серебро / Е.В. Кудрявцева

// Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. – 2023. – № 3 (61). – С. 67–70. Авторский вклад 100 %.

На диссертацию и автореферат поступили положительные отзывы без принципиальных замечаний от: доктора медицинских наук, профессора, заведующего лабораторией медицинской бактериологии Федеральное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека **Л.А. Краевой**; доктора технических наук, главного редактора АНО «Редакция журнала «Химические волокна» **Н.Н. Мачалабы**; коммерческого директора ООО «Грант» **В.Ю. Бурлакова** и доктора химических наук, профессора кафедры ТНВ и ОХТ Белорусского государственного технологического университета **М.А. Зильберглейта**.

Также поступили положительные отзывы, содержащие следующие вопросы и замечания:

1. От кандидата технических наук, старшего эксперта-криминалиста федерального бюджетного учреждения Северо-Западный региональный центр судебной экспертизы Министерства юстиции Российской Федерации **А.Н. Аитовой**: «как отличаются свойства полимерных материалов, модифицированных отдельно наночастицами серебра и меди, от модифицированных бикомпонентными наночастицами медь-серебро?».

2. От кандидата физико-математических наук, научного сотрудника лаборатории рефлектометрии и малоуглового рассеяния Курчатовского комплекса кристаллографии и фотоники НИЦ «Курчатовский институт» **С.В. Амарантова**: 1) Рис. 1 подписан как электронный спектр, когда как следует писать электронный спектр поглощения или, просто, спектр поглощения. 2) Из спектров отражения, представленных на рис. 4, были вычислены значения функции Гуревича – Кубелки – Мунка в диапазоне от 380 нм до 460 нм с шагом 10 нм, они представлены в таблице 1. Было бы нагляднее показать значения вычисленной функции Гуревича – Кубелки – Мунка также как и спектры отражения в графической форме. В этом случае, графическая форма представления результата сохранила бы ту же точность, что измеренные спектры поглощения. 3) В целом, по представленным в автореферате графикам, можно сделать заключение, что полученные с приборов графики не подвергались последующей обработке, а анализировались визуально. В частности, для анализа очень близких или визуально малоразличимых по форме спектров поглощения на рис. 1 в зависимости от концентрации прекурсора сульфата меди было бы удобнее сделать декомпозицию – разложить спектры на гауссовы компоненты или вычислить их первую и вторую производную. 4) По полученным растворам

бикомпонентных наночастиц можно заметить, что частицы обладают значительным разбросом в размерах 40-100 нм, остается неясно, означает ли это, что более мелкие частицы образуют более крупные агрегаты или образованы поликристаллические частицы во всем диапазоне размеров, от самых мелких до самых крупных. Неясно, было ли возможно под действием ультразвуковой обработки получить более моодисперсный раствор этих наночастиц.

3. От доктора технических наук, профессора высшей школы промышленно-гражданского и дорожного строительства федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации **М.В. Успенской**: 1) Как вы проверяли устойчивость бактерицидных свойств полимеров к физико-химическим воздействиям, включая мокрую обработку? 2) Почему было выбрано именно сочетание меди и серебра для модификации полимеров? Какие преимущества дают эти металлы? 3) Из автореферата не следует, какой ПВС с какой молекулярной массой использовали для стабилизации наночастиц? Влияет ли молекулярная масса полимера на устойчивость частиц? 4) Хорошо известно, что при получении наночастиц металлов возможно получение частиц различной степени валентности (не только нуль), исследовалось ли это в работе?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью и глубокими специальными знаниями, обобщенными в ряде опубликованных научных работ по направлению диссертационного исследования, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также их соответствием требованиям, предъявляемым к оппонентам и ведущей организации на основании пунктов 22 и 24 Положения о присуждении ученых степеней.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан**

– новый научный подход к модификации синтетических и природных полимерных материалов, заключающийся в создании непосредственно в их структуре и на поверхности бикомпонентных наночастиц состава «медь-серебро» и «железо-серебро» путем восстановления электронодонорными функциональными группами полимера и за счет разности окислительных потенциалов ( $E_0$ ) пар  $Ag^+/Ag^0$  и  $Cu^{2+}/Cu^0$  и  $Fe^{2+}/Fe^0$ ;

**предложен**

– механизм образования и закрепления биметаллических наночастиц в свободном объеме полимерного материала;

**доказаны**

– особенность структуры бикомпонентных наночастиц состава «медь-серебро», состоящей из ядра нульвалентной меди и оболочки из нульвалентного серебра;

– наличие межмолекулярного взаимодействия катионов металлов с электронодонорными функциональными группами полимерного субстрата ( $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{CO}-\text{NH}-$ ,  $-\text{S}-\text{S}-$ ), выступающими в качестве восстановителей при получении биметаллических наночастиц;

– перспективность использования разработанного способа модификации полимерных материалов бикомпонентными наночастицами состава «медь-серебро» для придания материалам антимикробного и противовирусного действия широкого спектра за счет синергетического действия металлов;

**введены**

– расширенные представления о формировании и закреплении бикомпонентных наночастиц металлов в структуре полимерного материала путем взаимодействия катионов металлов с электронодонорными функциональными группами и за счет разности окислительных потенциалов пар металлов.

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

**доказаны**

– кинетические закономерности процесса синтеза бикомпонентных наночастиц состава «медь-серебро» из растворов соответствующих солей;

– механизм фиксации бикомпонентных наночастиц состава «медь-серебро» и «железо-серебро» в полимерных волокнистых и пленочных материалах на натуральных и химических полимеров;

**применительно к проблематике диссертации результативно****использован**

– комплекс существующих базовых методов (химических, физических и биологических) исследования и анализа структуры и свойств модифицированных полимерных материалов;

**изложены**

– аргументированные доказательства структуры биоконпонентных наночастиц и их взаимодействия с функциональными группами полимеров;

**раскрыты**

– влияние электронодонорных функциональных групп макромолекул полимеров на формирование бикомпонентных наночастиц;

– условия образования и фиксации бикомпонентных наночастиц в надмолекулярной структуре волокнообразующих и пленкообразующих полимеров;

### **изучены**

- кинетические зависимости процесса синтеза бикомпонентных наночастиц Cu-Ag из растворов соответствующих солей;
- взаимосвязь между условиями получения бикомпонентных наночастиц (концентрации прекурсоров, температура, pH) и цитотоксичностью, антимикробными и противовирусными свойствами модифицированных наночастицами полимерных материалов разной природы;

### **проведена модернизация**

- существующих методов модификации полимерных материалов с переходом от использования индивидуальных металлических наночастиц к бикомпонентным объектам, обеспечивающим достижение более высокого уровня целевых свойств за счет синергетического действия металлов.

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

### **разработан и внедрен**

- способ модификации материалов на основе волокнообразующих полимеров натурального и химического происхождения бикомпонентными наночастицами металлов с целью придания комплекса антимикробных и противовирусных свойств в условиях ООО «Проммонтаж-сервис НТ», г.Санкт-Петербург;

### **определены**

- области и перспективы использования модифицированных волокнистых и пленочных полимерных материалов, обладающих антимикробными и противовирусными свойствами;

### **создана**

- система практических рекомендаций по условиям модификации полимерных материалов разной природы бикомпонентными наночастицами металлов с целью придания им антимикробных свойств;

### **представлены**

- предложения по реализации разработанного способа модификации полимерных материалов в производственных условиях, дальнейшему развитию и совершенствованию теории и практики создания и применения указанных материалов;
- методические рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования в учебном процессе при подготовке специалистов соответствующего профиля.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:  
для экспериментальных работ**

– экспериментальные результаты получены на сертифицированном оборудовании, показана воспроизводимость результатов и их взаимосогласованность;

**теория**

– построена на общепринятых современных научных представлениях в области модификации полимерных материалов наночастицами металлов и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

**идея базируется:**

– на анализе и обобщении научно-технической информации в области строения и свойств коллоидных и наноразмерных систем, полимерных материалов, процессов получения наночастиц металлов в растворах и структуре полимерного материала;

– на опыте научной деятельности кафедры химических технологий им. А. А. Хархарова Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна в области разработки и внедрения инновационных технологий получения модифицированных полимерных материалов;

**использованы**

– сравнение авторских данных и данных мировой науки, полученных ранее по тематике диссертации;

**установлена**

– корреляция результатов, полученных автором, с данными, представленными в независимых источниках по данной тематике.

**использованы**

– современные методы сбора и обработки экспериментальных данных с применением вычислительной техники и информационных технологий;

**Личный вклад соискателя состоит в:**

– непосредственном участии разработке стратегии исследования, планировании и выполнении экспериментов, научном анализе и обобщении полученных результатов, формулировке выводов, а также в подготовке публикаций, разработке технологического регламента и его апробации на ООО «Проммонтажсервис НТ».

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют пунктам 2, 4, 6 паспорта научной специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

В ходе защиты были заданы вопросы и высказаны замечания, на которые соискатель Кудрявцева Е.В. ответила и привела собственную аргументацию.

На заседании 19.11.2024 г. диссертационный совет принял решение, что диссертационная работа Кудрявцевой Екатерины Викторовны «Модификация полимерных материалов бикомпонентными наночастицами металлов» по актуальности, научной новизне, объему и обоснованности научных результатов отвечает всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями), является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения и разработки по модификации полимерных материалов бикомпонентными наночастицами металлов и использованию их в качестве антимикробных волокнистых и пленочных материалов, имеющие существенное значение для развития страны, и присудить Кудрявцевой Екатерине Викторовне ученую степень кандидата химических наук по специальности 2.6.11. – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 11 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших на заседании, из 13 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 11, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета

Сашина Елена Сергеевна

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Цобкалло Екатерина Сергеевна

19.11.2024