

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА  
99.0.041.02 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Н.И.  
ЛОБАЧЕВСКОГО" МИНОБРНАУКИ РФ И ФЕДЕРАЛЬНОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ  
«ИНСТИТУТ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ ИМ. Г.А. РАЗУВАЕВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК» МИНОБРНАУКИ РФ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 июня 2023 г. № 6

О присуждении Рябковой Ольге Андреевне, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Фоточувствительные самоочищающиеся композиционные материалы на основе наноструктурированного полититаноксида в полимерных матрицах различной природы», в виде рукописи, по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки) принята к защите 17 апреля 2023 г. (протокол заседания № 4) объединенным диссертационным советом 99.0.041.02 на базе ФГФОРУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» Минобрнауки РФ (603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23) и ФГБУН Института металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук Минобрнауки РФ (603950, г. Нижний Новгород, Бокс–445, ул. Тропинина, 49); приказ Минобрнауки РФ №125/нк от 22.02.2017 г., №35/нк от 27.01.2020 г., №86/нк от 26.01.2022 г.

Соискатель Рябкова Ольга Андреевна, 1995 года рождения, в 2018 году окончила специалитет химического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.

Лобачевского» (ННГУ) по направлению подготовки «Фундаментальная и прикладная химия». В период подготовки диссертации в 2018-22 г. соискатель Рябкова Ольга Андреевна окончила очную аспирантуру ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ) по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения. На момент защиты диссертации Рябкова О.А. работает в должности методиста центра дополнительного и инновационного образования «МЕДУМНИКИ» ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России.

**Диссертация выполнена** на кафедре высокомолекулярных соединений и коллоидной химии химического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ).

**Научный руководитель** – кандидат химических наук Саломатина Евгения Владимировна, доцент кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии химического факультета ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ).

Официальные оппоненты:

Казанцев Олег Анатольевич, доктор химических наук, заведующий кафедрой «Химические и пищевые технологии», заместитель директора по научной работе Дзержинского политехнического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (ДПИ НГТУ), ученое звание – профессор.

Черникова Елена Вячеславовна, доктор химических наук, профессор РАН, профессор кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ).

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (КНИТУ) в своем положительном отзыве, подписанном Русановой Светланой Николаевной, доктором химических наук, профессором кафедры «Технологии пластических масс» и Бутовецкой Валентиной Ивановной, кандидатом химических наук, заведующей лабораторией кафедры «Технологии пластических масс», утвержденном и.о. проректора по научной работе и инновациям, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Архитектуры и дизайна изделий из древесины» Сафиным Русланом Рушановичем, указала, что по своей актуальности, научной новизне, практической значимости и уровню исполнения диссертационная работа Рябковой О.А. «Фоточувствительные самоочищающиеся композиционные материалы на основе наноструктурированного полититаноксида в полимерных матрицах различной природы» полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в ред. 30.07.2017 г.) в редакции Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 335), предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени кандидата химических наук, а ее автор Рябкова Ольга Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки). При рассмотрении диссертационной работы возник ряд вопросов и замечаний: 1) Из текста диссертации не вполне понятно, каким образом устанавливался состав материалов, для которых исследовали широкий комплекс свойств. 2) Целесообразно было бы обработать и более детально проанализировать данные разложения азокрасителей в присутствии плёнок органо-неорганических терполимеров в качестве фотокатализаторов. Насколько общими являются полученные результаты по фотокаталитическим свойствам нанокомпозитов для других систем? 3) Учитывая мировой интерес к

самоочищающимся покрытиям, необходимым является вопрос о защите патентом разработанных материалов с переключаемым режимом смачивания.

4) Не совсем понятно, каким образом проводился эксперимент по изучению скоростей затемнения и просветления терполимеров, какая оптическая схема при проведении эксперимента? 5) На рис. 21 и рис.31 диссертации отсутствует нумерация кривых.

Основной материал достаточно полно отражен в 23 печатных работах автора, из них – 6 статей (4 статьи опубликованы в журналах из списка, рекомендованного ВАК для публикации результатов работ на соискание ученой степени кандидата химических наук, 2 статьи – в зарубежных журналах) и обсуждался на конференциях всероссийского и международного уровня. Содержание автореферата полностью отражает основные положения диссертации и научных публикаций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

- 1. Рябкова О.А., Саломатина Е.В., Князев А.В., Смирнова Л.А.** Стратегия получения материалов с переключаемым режимом смачивания на основе фоточувствительных полититаноксид-содержащих терполимеров // Перспективные материалы, 2018, 8, 52-60 (научная статья, объем 0,56 п. л.). Авторский вклад состоит в том, что Рябкова О.А. проводила синтезы по получению и изучению фотохромных свойств широкого круга органо-неорганических терполимеров на основе полититаноксида, участвовала в обсуждении результатов и написании текста статьи.
- 2. Ryabkova O.A., Salomatina E.V., Smirnova L.A.** Reversible wettability effect of the Organic-(≡TiO)<sub>n</sub>-inorganic terpolymers surface // Key Engineering Materials. 2019, 816, 266-270 (научная статья, объем 0,31 п. л.) Авторский вклад состоит в том, что Рябкова О.А. изучала смачивание органо-неорганических терполимеров методом «лежащей» капли, участвовала в обсуждении результатов и написании текста статьи.
- 3. Ryabkova O.A., Redina L.V., Salomatina E.V., Smirnova L.A.** Hydrophobized poly(titanium oxide) containing polymeric surfaces with UV-induced reversible

wettability and self-cleaning properties // *Surfaces and Interfaces*. 2020, 18, 100452 (научная статья, объем 0,44 п. л.). Авторский вклад состоит в том, что Рябкова О.А. проводила гидрофобизацию поверхности органо-неорганических терполимеров методом «dip-coating», а также участвовала в обсуждении результатов и написании текста статьи.

4. **Рябкова О.А.**, Саломатина Е.В., Ковылин Р.С., Батенькин М.А., Смирнова Л.А. Влияние природы фторированного мономера в составе органо-неорганических терполимеров, содержащих наноструктурированный полититаноксид, на свойства их поверхности // *Пластические массы*, 2022, 7-8, 23 – 26 (научная статья, объем 0,25 п.л.). Авторский вклад состоит в том, что Рябкова О.А. проводила синтез органо-неорганических терполимеров, где в качестве третьего сомономера выступал фторированный органический мономер, изучала смачивание их поверхности водой, принимала участие в интерпретации АСМ и СЭМ-исследований, а также участвовала в обсуждении результатов и написании текста статьи.

5. **Ryabkova O.A.**, Shirokova M.V., Salomatina E.V., Smirnova L.A. Adhesion strength of organic-inorganic terpolymers containing nanostructured poly(Titanium oxide) with self-cleaning properties to different materials // *Key Engineering Materials*.2021, 899, 110-118 (научная статья, объем 0,56 п. л.). Авторский вклад состоит в том, что Рябкова О.А. изучала адгезионную прочность органо-неорганических терполимеров методами решетчатого надреза и сдвиговых деформаций, а также участвовала в обсуждении результатов и написании текста статьи.

6. **Ryabkova O.A.**, Salomatina E.V., Zakharychev E.A., Shvarev R.R., Smirnova L.A. Properties of poly(titanium oxide)-containing polymeric materials exhibiting UV-induced superhydrophilicity under simulated climate test conditions // *Results in Engineering*. 2022, 15, 100525 (научная статья, объем 0,81 п. л.). Авторский вклад состоит в том, что Рябкова О.А. исследовала широкий комплекс эксплуатационных характеристик органо-неорганических терполимеров до и

после проведения климатических испытаний, участвовала в обсуждении результатов и написании текста статьи.

### **На диссертацию и автореферат поступили отзывы.**

Отзыв официального оппонента, доктора химических наук (05.17.04 – Технология продуктов тяжелого (или основного) органического синтеза), профессора **Казанцева Олега Анатольевича**, заведующего кафедрой «Химические и пищевые технологии», заместителя директора по научной работе Дзержинского политехнического института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (ДПИ НГТУ). Отзыв на диссертацию положительный. В отзыве отмечается, что по актуальности, научной новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической ценности полученных результатов диссертация Рябковой Ольги Андреевны «Фоточувствительные самоочищающиеся композиционные материалы на основе наноструктурированного полтитаноксида в полимерных матрицах различной природы» полностью отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (пункты 9-14), а ее автор Рябкова Ольга Андреевна, безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения (химические науки). Имеются замечания. 1) Выполнению данной диссертации предшествовали проведенные на этой же кафедре ННГУ им. Н.И. Лобачевского работы по получению аналогичных материалов на основе ГЭМА (без добавок других сомономеров) и изопропоксититана. Результаты этих работ использованы в качестве научной основы для представленных Рябковой О.А. исследований. Это касается, в том числе, ключевой схемы превращений (как предполимеризационных, так и протекающих в ходе полимеризации). И в этой связи важным является вопрос – где и кем впервые была предложена данная схема и сама идея получения

гибридных материалов исследуемого типа. В автореферате на с. 9 под схемой превращений дана ссылка на работу Саломатиной Е.В. и соавторов, опубликованную в 2013 г., а в диссертации при описании этой схемы на с. 68 указанной ссылки нет (и в списке литературы она вообще отсутствует), но при этом представлены 2 другие ссылки – на работу зарубежных авторов 1988 г. и на работу Саломатиной Е.В. 2016 г. 2. Диссертация посвящена получению гибридных материалов на основе синтетических полимерных матриц, защищается по специальности Высокомолекулярные соединения, и логичным было бы рассмотрение в литературном обзоре закономерностей радикальной сополимеризации для ГЭМА и исследуемых сомономеров и свойств получаемых полимеров, в том числе, сшитых. Эти данные были бы более полезными, чем описанные во всех профильных учебниках эффекты смачиваемости (которым в литературном обзоре уделено 4 страницы). В частности, при полимеризации ГЭМА даже в отсутствие сшивающих агентов нередко образуются сшитые полимеры. Такой эффект, связанный с наличием приводящих к сшивкам примесей в исходном мономере, может влиять на получение и свойства исследуемых в данной работе материалов. Это будет особенно важно в случае промышленной реализации полученных результатов. Поэтому возможное влияние сшивающих примесей (и их содержания в исходном мономере) также необходимо было рассмотреть. 3. Большим достоинством диссертации является ее практическая направленность. Но это подразумевает и обязательное сравнение свойств разрабатываемых для практического применения материалов с ранее известными, особенно, промышленно выпускаемыми. В данном случае, вероятно, стоило провести сравнение эффективности полученных «умных» покрытий с применяемыми гидрофобизирующими и антибактериальными покрытиями, и показать не ожидаемые, а фактические преимущества новых гибридных материалов. 4. Важным фактором для свойств разрабатываемых покрытий является их состав. Однако практически все представленные данные получены только при одном соотношении ПТО, ГЭМА и сомономеров в терполимере. 5. Выбор виниловых

сомономеров, применяемых дополнительно к МЭГ, мог быть выстроен более логично. Например, можно рекомендовать исследование в ряду алкилметакрилатов с различной длиной n-алкильных радикалов, что позволило бы более обоснованно делать предположения о влиянии объема гидрофобных заместителей в сомомерах, ассоциации этих заместителей и плотности их упаковки. Кстати, в автореферате и диссертации во многих местах разделены понятия виниловых и метакриловых мономеров. Обычно метакриловые мономеры также принято относить к виниловым, в качестве одного из их типов.

6. Для нескольких представленных результатов возникли вопросы по их воспроизводимости. Например, на рис. 9 автореферата (с. 16) при рассмотрении кинетики разложения метилового оранжевого, все точки, полученные для терполимеров, хорошо укладываются на зависимости, в то время как для «глухого опыта» наблюдаются заметные колебания. На рис. 11 форма кривой 4 (с резким перегибом) отличается от зависимостей 1-3. В этих и других подобных случаях необходимо проверить результаты на воспроизводимость или объяснить выявленные особенности. Впрочем, указанные замечания не снижают обоснованность и важность основных результатов и научных положений диссертации.

Отзыв официального оппонента, доктора химических наук (02.00.06 – Высокомолекулярные соединения), профессора РАН **Черниковой Елены Вячеславовны**, профессора кафедры высокомолекулярных соединений химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Отзыв на диссертацию положительный. В отзыве отмечается, что диссертационная работа по всем критериям (актуальности, объему материала, научной новизне, практической значимости и достоверности полученных результатов) соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям пунктами 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. (в ред. Постановления Правительства РФ от 21.04.2016 № 335), а ее автор Рябкова Ольга Андреевна заслуживает



присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки). Замечания: 1. Из текста диссертации и из автореферата я не понимаю, почему синтезированные в работе гибридные полимеры автор называет терполимерами. В действительности они содержат два виниловых мономера и набор металлосодержащих мономеров с неизвестным количеством связанного ГЭМА, структура которого авторами не установлена. Я бы их назвала гибридными сополимерами, что более корректно. 2. Вероятно, в результате редактирования работы в ней появились странные оговорки и неточности. Например, на стр. 63 дважды повторены предложения. На рис. 16 приведены зависимости конверсии от времени при разных мольных соотношениях ГЭМА и мономер, из которых автор почему-то делает вывод об активности мономеров. Далее, автор указывает, что терполимеры не растворяются в органических растворителях, а лишь слабо набухают в них (Таблица 3) и делает почему-то из этого вывод о том, что состав материалов соответствует составу загрузочной смеси. На рис. 31 и 41 не указаны номера кривых. На рис. 42 и в тексте разночтение в материале подложки: стекло или поликарбонат. 3. Мне не очень понятен и очевиден подход, по которому о структуре гибридного полимера, точнее полититаноксида, судят по сжиганию полимера и анализу его неорганической части. Тем более неочевидным является вывод о некоей самоорганизации полититаноксида и о его размерах в полимерной матрице. Здесь явно требуются дополнительные исследования состава и размеров продукта, образующегося на стадии поликонденсации до полимеризации по  $C=C$  связям. 4. Аналогичное замечание относится и к разделу с фторсодержащими мономерами. Не очень убедительно звучит утверждение о самоорганизации макромолекул в процессе синтеза гибридного полимера (стр. 105). Метод АСМ очень чувствителен к условиям проведения эксперимента и всегда требует подтверждения независимыми методами. 5. Хотелось бы, чтобы наблюдаемые в работе эффекты разных по природе мономеров на свойства конечных полимеров авторы больше связывали с химизмом образования гибридных полимеров и

характером распределения в них мономерных звеньев и полититаноскида. 6. Несколько удивительным является слишком высокое значение температуры стеклования, полученное методом ДСК. Сами кривые ДСК выглядят необычно и можно ли из них извлечь температуру стеклования – вопрос открытый. При этом авторы использовали метод динамического механического анализа, который дает температурную зависимость тангенса угла механических потерь и, как результат, температуру стеклования. К сожалению, авторы ограничились температурной зависимостью модуля накопления, что в данном случае недостаточно. 7. Исследование пиролиза гибридных полимеров было бы желательно дополнить данными термогравиметрического анализа (стр. 129-130). Вызывает большие сомнения идентификация ДАК среди продуктов пиролиза сополимеров, содержащих акрилонитрил. Вероятнее всего, это вещество, содержащее нитрильные группы, например, пропионитрил, акрилонитрил и т.п. Высказанные замечания не умаляют положительное впечатление о работе. Нет сомнений в том, что тематика диссертации актуальная и ее стоит развивать, а сама автор получила новые и актуальные результаты.

**На автореферат поступило 4 отзыва.**

1) Отзыв кандидата химических наук (02.00.04. Физическая химия), доцента **Белова Дениса Владимировича**, старшего научного сотрудника отдела элементной базы лазерных систем Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН» (ИПФ РАН). Отзыв на автореферат положительный. Автором отзыва отмечается, что автореферат диссертации оформлен грамотно и дает полное представление о содержании диссертации, однако имеется ряд замечаний и комментариев: 1. В формулировке цели работы на первое место выдвинут тезис «о получении новых оптически прозрачных органо-неорганических терполимеров...», вместе с тем в автореферате приведен всего один рисунок (стр. 21) с двумя спектрами светопропускания синтезированного терполимера до и после климатических

испытаний. Было бы целесообразно привести в автореферате данные по сравнительной характеристике светопропускания полимеров до и после воздействия УФ-облучения. На стр. 12 автореферата сообщается, что «изменением природы и содержания третьего мономера в составе материала можно варьировать глубину снижения их светопропускания при УФ-воздействии и скорости переходов  $Ti^{4+}/Ti^{3+}$ ». Эти результаты заслуживают высокой оценки, однако в автореферате их необходимо было проиллюстрировать.

2. Чем обусловлен выбор красителей (метиловый оранжевый и метиленовый синий) при изучении фотокаталитических свойств синтезированных терполимеров? Автор сообщает (стр. 16), что «эти красители являются одними из основных загрязнителей сточных вод в текстильной промышленности». Действительно, данная проблема актуальна для предприятий текстильной промышленности, так как при обработке текстильного сырья образуется большое количество сточных вод. Однако задачу очистки сточных вод, содержащих красители, эффективно решать используя сорбенты, которые обладают достаточной сорбционной емкостью, доступностью и дешевизной.

3. На стр. 23 автореферата автор сообщает, что «На поверхности терполимеров способны разлагаться не только органические загрязнители, но и патогенные бактерии». Вероятно, здесь имеется в виду гибель клеток микроорганизмов. Однако далее по тексту автор обсуждает «инактивацию роста бактерий». Чем в конечном счете обусловлена антибактериальная активность исследуемых терполимеров? Чем обусловлен выбор бактерий *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*? Целесообразно ли исследование устойчивости терполимеров к действию микромицетов?

2) Отзыв кандидата химических наук (02.00.11. Коллоидная химия) **Богдановой Юлии Геннадиевны**, старшего научного сотрудника кафедры коллоидной химии химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова». Отзыв на автореферат положительный. Автор отзыва отмечает, что в качестве некоторых замечаний и пожеланий можно отметить следующее: – поверхности, характеризующиеся

достаточно большими величинами краевых углов натекания воды, которые при этом не превосходят 90 градусов, принято называть ограниченно смачиваемыми; – хотелось бы видеть данные о величинах порядкового гистерезиса смачивания водой самоочищающихся поверхностей.

3) Отзыв доктора химических наук (1.4.7. Неорганическая химия) **Кинжалова Михаила Андреевича**, доцента кафедры физической органической химии Института химии СПбГУ Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет». Отзыв на автореферат положительный. Автор отзыва отмечает, что на обсуждение диссертационного совета можно вынести ряд вопросов, появление которых, в первую очередь, обусловлено высоким интересом к диссертации: 1. Какое количество циклов затемнения/просветления можно провести для терполимеров без потери эксплуатационных свойств? Влияет ли природа винилового/(мет)акрилового мономера на количество возможных циклов затемнения/просветления? 2. В соответствии с графиками на рисунках 4 и 5 терполимер 4 становится более прозрачным после цикла затемнение-просветление. С чем автор связывает наблюдаемое изменение свойств? 3. Изучалась ли зависимость фотохромных, фотокаталитических, фотоантибактериальных свойств и изменение угла смачивания и т.д. от длины волны облучающего света? Можно ли выделить спектральные диапазоны, при облучении которыми будут исключительно или преимущественно проявляться только одни свойства и не проявляться другие? 4. Из многообразия полученных терполимеров может ли автор выделить материал, имеющий наилучшие характеристики по совокупности параметров? Имеется замечание по оформлению автореферата диссертационной работы – на рисунках и графиках полученные образцы терполимеров приведены в разной последовательности, что затрудняет чтение автореферата. Заданные вопросы и высказанные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общего хорошего впечатления от работы.

4) Отзыв доктора химических наук (02.00.15 – Кинетика и катализ), профессора **Кольцова Николая Ивановича**, заведующего кафедрой физической химии и высокомолекулярных соединений химико-фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». Автор отзыва отмечает, что представленная работа, несомненно, характеризуется научной новизной и практической значимостью. В качестве замечания к автореферату следует отнести следующее: – желательно было бы привести значения изменения массы терполимеров после выдержки в различных растворителях в процентах. Это замечание не снижает общего высокого уровня работы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации по диссертации проводился из числа специалистов, компетентных в соответствующей отрасли науки, а именно в области химии высокомолекулярных соединений, обосновывался их публикационной активностью в данных областях и способностью дать профессиональную оценку новизны и научно-практической значимости рассматриваемого диссертационного исследования.

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

**разработана** стратегия получения оптически прозрачных органо-неорганических материалов тройного состава, содержащих полититаноксид в матрицах сополимеров 2-гидроксиэтилметакрилата с виниловыми мономерами при однократной загрузке всех компонентов;

**предложен** оригинальный подход к созданию полимерных материалов с фотоиндуцированным обратимым изменением характера смачивания поверхности, включающий поверхностную обработку сополимеров, содержащих наноструктурированный полититаноксид, оптически прозрачными фторакрилатными латексами;

**доказана** перспективность использования материалов на основе органо-неорганических TiO<sub>2</sub>-содержащих сополимеров для изготовления адгезионно-прочных самоочищающихся покрытий с переключаемым режимом смачивания

поверхности, способных к фотокаталитическому разложению на ней органических загрязнителей и бактерий;

**Новых понятий и терминов введено** не было.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что **Доказано** образование твердых формоустойчивых оптически прозрачных нанокompозитов на основе полититаноксида в органических матрицах сополимеров 2-гидроксиэтилметакрилата с виниловыми мономерами, обладающих фотохромными свойствами, которые зависят от природы третьего мономера в составе композитов, что вносит вклад в расширение представлений о материалах, в которых происходит одноэлектронный переход  $Ti^{4+} + e^- \rightarrow Ti^{3+}$ ;

**Применительно к проблематике диссертации результативно использован** комплекс таких физико-химических методов анализа, как УФ-, ИК-, ЭПР-спектроскопия, рентгенофазовый анализ, атомно-силовая микроскопия, сканирующая электронная микроскопия с рентгенофлуоресцентным анализом поверхности, хромато-масс-спектрометрия, дифференциально-сканирующая калориметрия, динамический механический анализ, метод «сидячей» капли, решетчатого надреза, позволил определить структуру полититаноксида в материалах, исследовать топографию и элементный состав их поверхности, выявить физико-механические и теплофизические свойства;

**изложены** доказательства формирования в материалах независимо от природы органической полимерной матрицы наноструктурированного полититаноксида с размером частиц 6-8 нм, за счет которого на их поверхности возможно образование активных форм кислорода при УФ-воздействии;

**раскрыты** неизвестные ранее особенности топографии поверхности материалов, содержащих полититаноксид, в зависимости от природы полимерной матрицы и их взаимосвязь со способностью материалов различного состава к переключению режимов смачивания поверхности при действии света;

**изучено** влияние природы третьего органического мономера в составе

материалов на их оптические, физико-механические и теплофизические свойства, а также адгезионную прочность покрытий на их основе к различным подложкам.

**проведена модернизация** поликонденсационно-полимеризационного синтеза органо-неорганических сополимеров на основе алкоксидов титана и органических мономеров.

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

**разработаны** материалы, способные при световом воздействии обратимо изменять характер поверхности с гидрофобного на гидрофильный;

**определены** перспективы использования материалов, содержащих наноструктурированный полититаноксид и звенья акрилонитрила, в качестве высокоэффективных самоочищающихся покрытий с фотокаталитическим разложением органических загрязнителей поверхности и антибактериальной активностью;

**создана** система практических рекомендаций по формированию адгезионно прочных тонких покрытий на основе органо-неорганических материалов на подложках различной природы, выдерживающих климатические испытания;

**представлены** сведения о структурных особенностях, оптических, физико-механических и теплофизических характеристиках, свойствах поверхности, фотокаталитической и антибактериальной активностях полученных материалов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**экспериментальные результаты** получены с применением независимых физико-химических методов исследования с использованием комплекса сертифицированного оборудования.

**Теория** построена на достоверных, воспроизводимых данных и согласуется с принципами современной химии высокомолекулярных соединений.

**Идея базируется** на анализе литературных данных и на полученных к настоящему времени в ННГУ им. Н.И. Лобачевского результатах в области синтеза высокомолекулярных соединений и продуктов на их основе.

**Использованы** известные в литературе и соответствующие решаемым задачам экспериментальные методы и подходы;

**установлено**, что данные, полученные автором при изучении изменения краевого угла смачивания поверхности органо-неорганических терполимеров водой при действии на них УФ-света, согласуются с ранее выявленными в литературе особенностями поведения поверхности диоксида титана во время его УФ-облучения;

**использованы** современные физико-химические методы исследования характера смачивания поверхности материалов водой, их фотокаталитической и антибактериальной активности, моделирования эксплуатации материалов в реальных условиях окружающей среды в течение 20 месяцев.

Личный вклад соискателя заключается в его участии во всех этапах диссертационной работы, включая постановку целей и задач исследования, планирование и выполнение экспериментов, обработку и интерпретацию полученных результатов, формулирование выводов по результатам работы и их обобщение в виде научных статей и тезисов докладов. Подготовка публикаций по выполненной работе проведена автором совместно с научным руководителем и другими соавторами публикаций.

Диссертационная работа Рябковой Ольги Андреевны соответствует требованиям, установленным пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научной и практической задачи получения самоочищающихся адгезионно прочных полимерных покрытий на основе оптически прозрачных органо-неорганических терполимеров, содержащих наноструктурированный полититаноксид, обладающих фотокаталитической активностью и способностью к обратимому изменению



режимов смачивания поверхности, а ее автор, Рябкова Ольга Андреевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки).

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: 1. За счет чего происходит изменение ширины запрещенной зоны титаноксидного компонента при изменении природы органической полимерной матрицы? 2. До каких продуктов происходит фотокаталитическое разложение органических веществ на поверхности разработанных материалов или в водных растворах?

Соискатель Рябкова О.А. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию приведенных выше процессов.

На заседании 23 июня 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Рябковой Ольге Андреевне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.4.7, участвующих в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 чел., проголосовали за - 17, против - 0, воздержавшихся - 0.

Председатель

диссертационного совета

Федоров Алексей Юрьевич

Ученый секретарь

диссертационного совета

Гущин Алексей Владимирович

