



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. ректора  
ФГБОУ ВО НГТУ им. Р.Е. Алексеева

С.М. Дмитриев

« 1 » июня 2026 г.

### Отзыв ведущей организации

на диссертационную работу Румянцевой Виктории Олеговны «Синтез 3D-структур на основе трескового коллагена в условиях гетерогенного фотокатализа в присутствии сложных оксидов металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности

#### 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

**Актуальность работы.** Разработка новых материалов медицинского назначения на основе гибридных полимеров, содержащих цепи исходных биополимеров и модифицирующие цепочки синтетических полимеров, является одним из передовых, наукоёмких и практически важных направлений химии высокомолекулярных соединений. Сочетание таких достоинств биополимеров, как биосовместимость, биоактивность, способность к биоразложению, и способности синтетических полимеров обеспечивать требуемый уровень многих других важнейших физико-химических характеристик (способность к созданию макромолекул заданной архитектуры и объема, к достижению оптимального уровня прочностных и других механических характеристик, скорости водопоглощения и т.д.) – все это открывает огромные возможности для конструирования новых гибридных материалов с заданными свойствами. Рыбный (и, в частности, тресковый) коллаген является доступным и возобновляемым сырьевым белковым источником, содержит ценные биоактивные компоненты и проявляет, благодаря этому, очень высокий уровень биосовместимости. Его

модификация с использованием также широкодоступного синтетического активного в радикальной полимеризации мономера – метилметакрилата – является весьма перспективной, поскольку полиметакриловые эфиры хорошо изучены и способны, как известно, обеспечивать материалам самые разные свойства (за счет способности к сополимеризации, возможности получения макромолекул разного состава, архитектуры, молекулярно-массовых характеристик). Данное направление (модификация трескового коллагена цепочками полиметилметакрилата) является малоизученным. Поэтому представленная диссертация является актуальной как в теоретическом, так и в практическом плане.

**Научная новизна** связана с тем, что впервые для радикального инициирования привитой сополимеризации метилметакрилата на коллаген был использован гетерогенный фотокатализ под действием видимого света (с применением в качестве катализатора сложного оксида металла  $RbTe_{1.5}W_{0.5}O_6$ ), причем процесс проводится с использованием наиболее экологичного растворителя – воды. Синтезированные новые гибридные полимерные материалы были впервые охарактеризованы. Другие научные достижения связаны с получением на основе разработанных полимеров гидрогелевых материалов и исследованиями свойств этих материалов, в том числе таких важных для медицинского применения, как биосовместимость, биоразлагаемость, антимикробные свойства.

**Теоретическая значимость работы** связана, в первую очередь, с развитием метода привитой радикальной полимеризации виниловых мономеров на природные белковые субстраты реакций в условиях фотокатализа в водной среде в присутствии сложных оксидов металлов, в том числе, с возможностью одностадийного синтеза полимерных 3D-структур (за счет введения сшивающих агентов и регулируемой подшивки гибридных макромолекул). Такой метод может получить дальнейшее развитие и применение для получения многих других гибридных полимеров и 3D-структур – за счет использования в качестве субстратов других

биополимеров, а в качестве модификаторов – полимерные цепочки, получаемые на основе самых разных синтетических мономеров или смесей мономеров (в зависимости от поставленных задач и заданных свойств новых полимерных материалов).

**Практическая ценность полученных результатов** связана, в первую очередь, с разработкой гидрогелей на основе новых гибридных полимеров – модифицированных цепочками полиметилметакрилата и слабо подшитых макромолекул биополимера трескового коллагена. В результате работы показано, что такие гидрогели проявляют хорошую эффективность в качестве раневых покрытий при значительных повреждениях кожи – более высокую по сравнению с коммерческим образцом на основе бычьего коллагена. Особенно ценно, что разработанные гидрогели в составе покрытий проявляют антигрибковые свойства, что делает возможным их применение в нестерильных условиях.

Диссертация Румянцевой В.О. включает результаты большого объема проведенных впервые экспериментальных исследований, а также их обобщение и анализ. Работы проводились в нескольких взаимосвязанных направлениях, причем выбранные объекты исследований являются весьма сложными для изучения, а пионерский характер экспериментов потребовал использования нетривиальных подходов, разработки специфических методов эксперимента. Автору диссертации удалось решить целый ряд непростых научных задач:

- подобрать достаточно эффективный катализатор образования гидроксильного радикала, инициирующего радикальную полимеризацию в мягких условиях – в водной среде, при облучении видимым светом;
- разработать методику синтеза привитой полимеризации метилметакрилата на тресковый коллаген (а также тресковый желатин);
- определить влияние прививки полиметилметакрилатных цепей на стойкость трескового коллагена к гидролизу, катализируемому ферментами;

- определить протекающие побочные реакции и разобраться с причинами резкого снижения эффективности катализатора в следующих циклах привитой полимеризации;

- подобрать модифицирующие добавки (сшивающие агенты и др.), позволяющие в результате привитой полимеризации в одну стадию получать гидрогели, для которых проведенные исследования (изучение грибостойкости, цитотоксичности, водопоглощения, а главное – испытания в условиях *in vivo*) показали хорошие перспективы при использовании в составе раневых покрытиях. Важным результатом работы является создание научных основ такого метода получения гидрогелей медицинского назначения, который может быть применен и для разработки новых материалов с 3D-материалов, но на основе других доступных полисахаридов (пектина, хитозана).

Диссертация выполнена на стыке химии полимеров, органического синтеза, фармакологии. Наиболее интересные результаты получены в области химии высокомолекулярных соединений и связаны с получением нового типа гибридных полимеров, сочетающих природный полимер и привитые синтетические полиметилметакрилатные цепи, с использованием специфического метода инициирования радикальной полимеризации.

В целом, представленные в диссертации результаты по получению и исследованию свойств рассматриваемых типов полимеров являются оригинальными и имеют очевидные научную новизну и практические перспективы.

**Обоснованность и достоверность представленных в диссертации основных научных положений и выводов** не вызывают сомнений и определяются как использованием для экспериментальных исследований современных методов анализа (ГПХ, ЯМР- и , ИК-спектроскопии, РМА, СЭМ, масс-спектрометрического анализа (МАЛДИ) и хромато-масс-спектрометрии (ПГХ), РФЭС), так и логичностью проведенного анализа

результатов в контексте последних мировых достижений в исследуемой области.

**Структура и содержание работы** полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Литературный обзор содержит анализ основных мировых научных достижений в исследуемых направлениях (причем, автором описано много статей в ведущих профильных журналах, опубликованных в последние годы), в экспериментальной части с достаточной степенью подробности описаны использованные материалы, методики синтеза и анализа, в главе «Результаты и их обсуждение» представлены четко структурированные полученные данные и их анализ.

По теме диссертации опубликовано много (для уровня кандидатской работы) статей - 12, из них 5 – в журналах, рекомендованных ВАК, 7 - в изданиях, включенных в международные базы Web of Science и Scopus, 1 монография, 3 патента РФ, тезисы 10 докладов на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Материалы публикаций и автореферат в полной мере отражают содержание диссертации.

Полученные Румянцевой В.О. результаты исследования представляют несомненный интерес для научных коллективов, работающих в области разработки биоразлагаемых полимеров, устойчивых гибридных гидрогелей, изучающих фотокатализаторы для полимеризации в мягких условиях. Полученные полимеры и материалы на их основе представляют интерес для химии высокомолекулярных соединений, биомедицины, тканевой инженерии и могут быть использованы как научными центрами и институтами, так и предприятиями биополимерной и медицинской промышленности (ООО «РММ Биоинновации», АО «БИОМИР сервис», ООО «ПМК», Институт травматологии и ортопедии ПИМУ).

**По работе имеется ряд замечаний и вопросов:**

1. Как учитывалась гетерогенность реакционных систем при проведении прививочной радикальной полимеризации и влияние таких

факторов, как дисперсность твердых каталитических частиц, способ и эффективность перемешивания? Насколько это может повлиять при воспроизведении полученных результатов?

2. Чем обусловлены различия в каталитической активности оксидов различных металлов? Почему лишь один состав катализатора намного активнее всех остальных (а проверено 12 сложных оксидов разной природы). И является ли выбранное соотношение металлов в наиболее активном катализаторе оптимальным?

3. Недостаточно подробно представлены данные по восстановлению каталитической активности катализатора (и сохранению его физических характеристик) после регенерации путем обжига. Это важно для ответа на вопрос - насколько эффективным будет практическое применение таких катализаторов или, с учетом выявленных перспективных свойств получаемых материалов, для их синтеза все же более подходящими станут традиционные методы привитой радикальной полимеризации?

4. Сообщается, что фотокатализ с использованием сложных оксидов металлов позволяет достигать невысоких выходов полимера – не более 5-10 %, во многих синтезах выход полимера составляет 1 % и менее. Речь в таких случаях идет о непривитых метакриловых полимерах? А какие степени прививки цепей ПММА к коллагену удастся получить, т.е. какая доля введенного в систему мономера (ММА) прививается к субстрату? Судя по снижению содержания коллагена в полученном полимере – около 30 %, но почему при этом молекулярная масса коллагена выросла всего лишь с 240 до 270 кДа? К сожалению, в диссертации не проведено системное исследование влияния условий на степень прививки, среднюю длину привитых цепей, Такие данные позволили бы определить влияние указанных параметров на свойства получаемых гибридных полимеров и оптимизировать эти свойства.

5. В диссертации изучен ряд характеристик полученных новых гибридных полимеров и гидрогелей на их основе. Однако, наряду с,

несомненно, интересными результатами и выводами, такой важный для практического применения аспект, как физические свойства гидрогелей, в работе изучен недостаточно. Не определены прочностные характеристики гидрогелей и влияние на них разных факторов (степень сшивки, температура, наличие солей и т.д.). Какие сшивающие агенты, степени сшивки, значения влагопоглощения гидрогелей являются оптимальными в лечении ожоговых ран (с учетом успешных испытаний гидрогелей в данном направлении)?

б. В диссертации встречается немало неудачных выражений – таких, как «... доказано существование реакции окисления мономера ...», «результаты исследований об особенностях гидролиза ТК ...». Например, в Содержании раздел 1.1 назван «Получение новых материалов на основе природных полимеров приемами радикального инициирования» (необходимо было указать, что иницируется именно привитая полимеризация). Раздел 1.2 назван «Особенности природы белковых соединений», но п. 1.2.1 – «Методы модификации природных белков» (модификация не относится к особенностям природы белков).

Однако, основные замечания связаны, в первую очередь, с пионерским характером работы, необходимостью изучения очень многих новых аспектов получения и исследования разработанных гибридных материалов. Поэтому перечисленные замечания не отменяют высокого научного уровня и ценности основных полученных результатов, и общая оценка диссертации, безусловно, является положительной.

### **Заключение по диссертационной работе**

Диссертация Румянцевой В.О. на тему «Синтез 3D-структур на основе трескового коллагена в условиях гетерогенного фотокатализа в присутствии сложных оксидов металлов» отвечает требованиям пунктов 2, 5, 9 паспорта специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Диссертация Румянцевой В.О. на тему «Синтез 3D-структур на основе трескового коллагена в условиях гетерогенного фотокатализа в присутствии

сложных оксидов металлов» соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, представляет собой законченное научное исследование, в котором решена важная научно-практическая задача синтеза новых перспективных гибридных полимерных материалов на основе природного сырья (трескового коллагена), имеющая существенное значение для химии высокомолекулярных соединений. Автор работы, Румянцева Виктория Олеговна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. – Высокомолекулярные соединения.

Диссертация Румянцевой Виктории Олеговны рассмотрена и отзыв на нее одобрен на заседании кафедры «Химические и пищевые технологии» (ХПТ) Дзержинского политехнического института (филиала) ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ) «25» мая 2026 года, протокол № 10. Отзыв подготовил доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой ХПТ Казанцев Олег Анатольевич.

Сведения о ведущей организации: федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева». Адрес: 603155, Н. Новгород, ул. Минина, д. 24. Телефон: +7(831)436-63-07. Электронная почта: nntu@nntu.ru

Доктор химических наук, профессор,  
заведующий кафедрой ХПТ  
ФГБОУ ВО «Нижегородский  
Государственный технический  
университет им. Р.Е. Алексеева» *Казанцев* Олег Анатольевич Казанцев  
*17.05.2026*

Секретарь заседания,  
зав. лабораторией кафедры ХПТ

*Л*  
И.О. Лебедева

*Подписи О.А. Казанцева и И.О. Лебедева заверены*  
*Могачева О.И. Шуб - Лебедева И.О. 17.05.2026*



Вход. № 05-9028  
«10» 06 2026 г.  
подпись *Л*