ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.108.01, СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ

НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «21» октября 2026 г., протокол №17.

О присуждении Сорину Евгению Сергеевичу, гражданство РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Новые самозаживляющиеся металлосополимеры акриловой кислоты и акриламида» по специальности 1.4.7 Высокомолекулярные соединения (химические науки) принята к защите 1 июля 2026 года (протокол заседания № 7) диссертационным советом 24.1.108.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук (ФИЦ ПХФ и МХ РАН), подведомственного Министерству науки и высшего образования РФ: 142432, Московская область, г. Черноголовка, пр. академика Семенова, д. 1 (адрес сайта http://www.icp-ras.ru), диссертационный совет утверждён приказом Минобрнауки РФ о создании от 11.04.2012 г. № 105/НК.

Соискатель Сорин Евгений Сергеевич, 24.11.1999 года рождения, в 2023 году окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия». С 2023 по 2026 г обучался в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук по специальности 1.4.7 Высокомолекулярные соединения, сдал все кандидатские экзамены на отлично. В настоящее время работает младшим научным сотрудником лаборатории металлополимеров Отдела полимеров и композиционных материалов ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории металлополимеров отдела полимеров и композиционных материалов ФИЦ ПХФ и МХ РАН.

Научный руководитель – Джардималиева Гульжиан Искаковна, доктор химических наук, работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр проблем химической

физики и медицинской химии Российской академии наук», отдел полимеров и композиционных материалов, лаборатория металлополимеров, в должности заведующей лабораторией.

Официальные оппоненты:

1) Чвалун Сергей Николаевич, член-корреспондент Российской академии наук, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», главный научный сотрудник лаборатории полимерных материалов;

2) Черникова Елена Вячеславовна, доктор химических наук, доцент, профессор РАН, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», профессор кафедры высокомолекулярных соединений

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» (г. Нижний Новгород), в положительном отзыве, подготовленном доктором химических наук, профессором Смирновой Ларисой Александровной, профессором кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидной химии химического факультета, и утверждённом проректором по науке и инновациям кандидатом физико-математических наук Грязновым Михаилом Юрьевичем, указали, что «…диссертационная работа Сорина Е. С. «Новые самозаживляющиеся металлосополимеры акриловой кислоты и акриламида» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная задача по разработке новых высокопрочных самозаживляющихся сополимеров, что определяет как фундаментальную, так и потенциальную практическую значимость для создания перспективных долговечных материалов. Диссертация по своему содержанию, актуальности, научной новизне и полученным результатам соответствует требованиям, установленным в пп. 9–14 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 «О порядке присуждения учёных степеней» (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335), предъявляемым к диссертации на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения (химические науки), а её автор, Сорин Евгений Сергеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата химических наук».

Соискатель имеет 7 опубликованных работ (общим объёмом 79 страниц) по

теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и включенных в международные системы цитирования (Scopus, Web of Science), а также 16 тезисов докладов на конференциях разного уровня. Все работы процитированы в тексте диссертации, недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Sorin E.S. New Mixed-Ligand Metal-Containing Monomer Based on Cobalt Acrylate and 4-Phenyl-2,2':6',2''-Terpyridine Ligand: Synthesis, Characteristics and Thermal Properties / E.S. Sorin, R.K. Baimuratova, D.A. Chernyayev, D.V. Korchagin, I.E. Uflyand, G.I. Dzhardimalieva // Key Engineering Materials. — 2021. — V. 899. — P. 37. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.899.37.

2. Sorin E.S. New Self-Healing Metallosupramolecular Copolymers with a Complex of Cobalt Acrylate and 4′-Phenyl-2,2′:6′,2″-terpyridine / E.S. Sorin, R.K. Baimuratova, I.E. Uflyand, E.O. Perepelitsina, D.V. Anokhin, D.A. Ivanov, G.I. Dzhardimalieva // Polymers. — 2023. — V. 15. — 6. — P. 1472. DOI: 10.3390/polym15061472.

3. Sorin E.S., Structure and properties of the metal-containing monomer based on nickel acrylate and 4'-phenyl-2,2':6',2''-terpyridine for self-healing polymers / E.S. Sorin, R.K. Baimuratova, V.V. Tkachev, A.N. Utenyshev, A.V. Kuzmin, G.I. Dzhardimalieva // Mendeleev Communications. — 2024. — V. 34. — 3. — P. 382. DOI: 10.1016/j.mencom.2024.04.022.

4. Sorin E.S. High-Strength, Self-Healing Copolymers of Acrylamide and Acrylic Acid with Co(II), Ni(II), and Cu(II) Complexes of 4′-Phenyl-2,2′:6′,2″-terpyridine: Preparation, Structure, Properties, and Autonomous and pH-Triggered Healing / E.S. Sorin, R.K. Baimuratova, M.V. Zhidkov, M.L. Bubnova, E.O. Perepelitsina, A.F. Abukaev, D.V. Anokhin, D.A. Ivanov, G.I. Dzhardimalieva // Polymers. — 2024. — V. 16 — 22. — P. 3127. DOI: 10.3390/polym16223127.

5. Zakiev S.E. Using Non-Equilibrium Mesoscopic Thermodynamics to Describe the Molecular Mass Distribution of Polymers / S.E. Zakiev, S.A. Kurochkin, E.S. Sorin, E.O. Perepelitsina, Yu.P. Kvurt, G.I. Dzhardimalieva // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. — 2024. — Vol. 58. — 5. — P. 1705. DOI: 10.1134/S0040579525600780.

6. Baimuratova R.K. Crystal structure, thermal and luminescent properties of the complex of zinc(II) acrylate and 4′-phenyl-2,2′:6′,2″-terpyridine / R.K. Baimuratova, E.S. Sorin, D.V. Korchagin, L.G. Gutsev, G.V. Shilov, V.A. Zhinzhilo, I.E. Uflyand, A.V. Akkuratov, G.I. Dzhardimalieva // Inorganica Chimica Acta. — 2025. — V. 581. — P.

122649. DOI: 10.1016/j.ica.2025.122649.

7. Sorin E.S. Effect of chelating ligand 4'-phenyl-2,2':6',2"-terpyridine on the kinetics of formation of a copolymer of acrylic acid, acrylamide and copper acrylate / E.S. Sorin, R.I. Komendant, S.A. Kurochkin, R.K. Baimuratova, E.A. Nikitina, M.P. Berezin, S.E. Zakiev, I.E. Uflyand, and G.I. Dzhardimalieva // Iranian Polymer Journal. — 2026. Online First. DOI: 10.1007/s13726-026-01681-5

В вышеперечисленных работах изложены результаты синтеза новых комплексов акрилатов металлов с 4′-фенил-2,2′:6′,2″-терпиридином (фенилтерпиридин), исследования их координационного строения и термического поведения; приведены экспериментальные данные по получению сополимеров с различным соотношением акриловой кислоты и акриламида, их физико-химическим и механическим свойствам, самозаживлению, а также результаты анализа кинетики радикальной сополимеризации в присутствии акрилата меди и его комплекса с фенилтерпиридином.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

На диссертацию и автореферат поступило 3 отзыва, все – положительные.

В отзыве заведующего лабораторией «Механика полимеров и композиционных материалов» Института высокомолекулярных соединений — филиала ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», доктора физико-математических наук Юдина Владимира Евгеньевича содержатся следующие вопросы и замечания: «1) Рисунки 7–11 наглядно демонстрируют «эффект самозаживления» пленок металлосополимеров как в автономном (во влажной атмосфере), так и в ускоренном pH-инициируемом. Однако остается «за кадром» — касается этот «эффект самозаживления» только пленок (какой толщины?) или также и блочных изделий, как схематично показано на рисунке 11? 2) Было бы совсем нелишним помимо прочности и модуля упругости исходного и «заживленного» образцов указать в Таблице 4 также деформацию до разрушения этих образцов, а еще лучше привести диаграмму их нагружения, чтобы уточнить, восстанавливаются ли пластические и эластические свойства материала. 3) Непонятно (стр. 11), что за «низкотемпературные эндотермические эффекты» не позволяли определить температуру стеклования для Со-сополимеров с помощью метода ДСК и зачем вводить в лексикон при использовании метода ДМА две температуры стеклования, хотя обычно обходятся одной, уточняя, что она определена по максимуму модуля механических потерь. 4) Интересно, какие еще области применения полученных столь сложным образом новых

самозаживляющихся металлосополимеров видит диссертант помимо их использования в достаточно интересной, но узкой области по созданию ТЭНГ? Мне кажется, что поскольку речь идет о полимерах, полученных «полимеризацией водных растворов предшественников», то вполне допустимым было бы их использование в медицине при разработке, например, самозаживляющихся раневых покрытий, при условии, конечно, их нетоксичности».

В отзыве ведущего научного сотрудника лаборатории металлоорганического синтеза Института нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева Российской академии наук, доктора химических наук, доцента Костиной Юлии Вадимовны поставлены следующие вопросы: «1) Контролировали ли вы возможность образования Н-связей молекул или ассоциатов воды с мономерами и получившимися сополимерами при полимеризации из водных растворов предшественников? Условия полимеризации и последующего высушивания пленок сополимеров (10–15 масс.% остаточного растворителя) могут не гарантировать полного исключения участия молекул воды в формировании Н-связей. Тем более, что и квантово-химические расчеты показали увеличение дипольного момента при расчете в водной среде по сравнению с расчетами в газовой фазе. 2) Учитывали ли в механизме заживления, включающий гидратацию области повреждения, возможность формирования Н-связей с молекулами или ассоциатами воды?».

В совместном отзыве заведующей научно-исследовательской лабораторией многомасштабного моделирования многокомпонентных функциональных материалов, профессора кафедры теоретической и прикладной химии Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета), доктора химических наук, профессора Барташевич Екатерины Владимировны и старшего научного сотрудника указанной лаборатории, кандидата химических наук Макарова Геннадия Ивановича содержатся два замечания: «1) В тексте автореферата некоторые аббревиатуры, например ДРС, PDI используются без введения и расшифровки. 2) В тексте автореферата приводится Таблица 6, содержащая сведения о полярности поверхности, но никак не поясняются ни используемые единицы, ни использованный метод определения этой величины».

Диссертационный совет решил, что на все поступившие замечания Сорин Е.С. дал полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой квалификацией и научными достижениями в области химии и физики высокомолекулярных соединений. Чвалун Сергей Николаевич является признанным специалистом в

области физической химии полимеров, исследования их структуры, процессов самоорганизации макромолекул и формирования супрамолекулярных систем. Научная деятельность Черниковой Елены Вячеславовны связана с исследованием кинетики и механизмов радикальной полимеризации и сополимеризации, разработкой методов контролируемого синтеза и управления строением макромолекул. Выбор федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» в качестве ведущей организации обусловлен значительным опытом его научных коллективов в области синтеза и исследования высокомолекулярных соединений, контролируемой радикальной сополимеризации, изучения структуры и физико-химических свойств полимерных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан способ введения ионов Co(II), Ni(II), Cu(II) в сополимеры акриловой кислоты и акриламида путём радикальной сополимеризации с новыми металломономерами, содержащими 4′-фенил-2,2′:6′,2″-терпиридин;

выявлены различия эффективных энергий активации полимеризационных превращений металломономеров Co(II), Ni(II), Cu(II), качественно согласующиеся с их положением в ряду Ирвинга-Уильямса;

показано, что связывание Cu(II) с фенилтерпиридиновым лигандом подавляет ингибирующее действие акрилата меди(II) на радикальную сополимеризацию;

доказана возможность сочетания высокой прочности (до 120 МПа) и способности к самозаживлению металлосополимеров акриловой кислоты и акриламида;

предложена физико-химическая модель самозаживления, включающая гидратацию, повышение подвижности полимерных цепей и реконструкцию лабильных связей.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

установлено подавление ингибирующего действия акрилата меди(II) на радикальную полимеризацию при координации металлоцентра с 4′-фенил-2,2′:6′,2″-терпиридином;

раскрыты закономерности влияния состава сополимеров, природы металла и архитектуры металлоузлов на эффективность заживления;

изучены особенности поверхностных, гидродинамических и вязкоупругих свойств металлосополимеров, позволившие установить влияние состава сополимера и архитектуры металлоузла на способность материала к заживлению;

доказано, что введение координационных узлов, содержащих фенилтерпиридин, существенно повышает полярность пленки, что обусловлено формированием высокого дипольного момента у соответствующих металлоузлов.

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

разработан подход к регулированию механических характеристик и эффективности заживления металлосополимеров посредством варьирования состава сополимеров и природы металлоцентров;

определена возможность использования комплексов меди(II) с фенилтерпиридином для получения высокомолекулярных металлосополимеров методом радикальной полимеризации, что расширяет возможности синтеза функциональных металлополимерных материалов;

продемонстрирована возможность применения полученных материалов в трибоэлектрических наногенераторах (с выходным сигналом до 420 В и 26 мкА) с восстановлением электрического отклика после повреждения;

представлены экспериментальные данные о механических и поверхностных характеристиках, а также влагопоглощении плёнок, представляющие интерес для разработки защитных и функциональных полимерных покрытий.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

подлинность и надежность полученных результатов экспериментальных работ и **обоснованность** сделанных выводов, которые подтверждаются совокупностью экспериментальных данных, полученных с применением комплекса современных взаимодополняющих физико-химических методов исследования;

построение теоретических выводов, которые основаны на известных положениях координационной химии переходных металлов и представлениях о роли координационных связей в процессах самозаживления полимеров;

качественное согласие полученных результатов с литературными данными о влиянии динамических метал-лигандных взаимодействий и гидратации на процессы самозаживления полимерных материалов.

Сделанные выводы четко сформулированы и обоснованы, полностью соответствуют результатам проведенных экспериментов.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии в анализе и систематизации литературных данных о самовосстанавливающихся

полимерах, синтезе металломономеров и сополимеров на их основе, проведении физико-химических исследований полученных материалов, обработке и анализе экспериментальных данных, установлении закономерностей самозаживления, формулировании выводов диссертационной работы и подготовке научных публикаций.

В ходе защиты было высказано критическое замечание об отсутствии исследования композиционной неоднородности металлосополимеров. Соискатель Сорин Е.С. согласился с замечанием и пояснил, что установленные закономерности самозаживления позволяют считать данный вопрос не принципиальным для основных выводов работы, однако изучение композиционной неоднородности представляет интерес для дальнейшего уточнения механизма восстановления.

На заседании 21 октября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Сорину Евгению Сергеевичу учёную степень кандидата химических наук за решение научной задачи, имеющей значение для развития химии высокомолекулярных соединений и заключающейся в разработке высокопрочных самозаживляющихся металлосополимеров акриловой кислоты и акриламида, а также установлении взаимосвязи между строением координационных узлов и способностью полученных полимерных материалов к восстановлению после повреждения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.4.7 Высокомолекулярные соединения, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 15, против присуждения ученой степени – 0, недействительных бюллетеней – 0.

21.10.2026

Председатель диссертационного совета
д.х.н., профессор _____ /А.Ф. Шестаков/

Ученый секретарь диссертационного совета
д.х.н. _____ / Г.И. Джардималиева/