

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и цифровому развитию
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»
доктор физико-математических наук, профессор
Алексей Александрович Короновский

« 07 » _____ 2026 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»
по диссертации Малинкиной Ольги Николаевны
«Закономерности структурообразования и физико-химические свойства
L- и *D*-аскорбатов хитозана» на соискание учёной степени кандидата
химических наук по специальности 1.4.4. «Физическая химия»,
выполненной на кафедре полимеров на базе ООО «АКРИПОЛЬ»
ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского».

Тема диссертационной работы утверждена приказом ректора СГУ
№ 136-Д от 04 июля 2023 г.

Соискатель Малинкина Ольга Николаевна в 2003 году окончила
Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского с
присвоением квалификации «Химик. Преподаватель по специальности
«Химия». С 2003 по 2006 гг. Малинкина О.Н. обучалась в аспирантуре по
специальности 02.00.04 – физическая химия. В период подготовки
диссертации с 01.09.2014 г. соискатель работала сначала в должности
ассистента, а с 2022 г. по настоящее время в должности старшего
преподавателя кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛЬ» Института
химии федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет имени
Н.Г. Чернышевского».

Справка о сданных кандидатских экзаменах № 12-2026 выдана
26.03.2026 г. федеральным государственным бюджетным образовательным
учреждением высшего образования «Саратовский национальный

исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского».

Научный руководитель – Шиповская Анна Борисовна, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ», утвержденный приказом ректора СГУ № 136-Д от 04 июля 2023 г., представила положительный отзыв о диссертации и соискателе.

Научную экспертизу диссертация проходила на расширенном заседании кафедры физической химии и кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ» Института химии ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» с приглашением специалистов по теме диссертации из других структурных подразделений СГУ. На заседании присутствовали:

сотрудники кафедры физической химии СГУ:

Казаринов Иван Алексеевич, д.х.н., профессор, зав. кафедрой;

Бурашникова Марина Михайловна, д.х.н., профессор;

Ушаков Арсений Владимирович, к.х.н., доцент;

Гамаюнова Ирина Михайловна, к.х.н., доцент;

Васильков Михаил Юрьевич, к.х.н., доцент;

сотрудники кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ» СГУ:

Шиповская Анна Борисовна, д.х.н., профессор, зав. кафедрой;

Байбурдов Тельман Андреевич, к.х.н., доцент;

Шмаков Сергей Львович, к.х.н., доцент;

сотрудники кафедры общей и неорганической химии СГУ:

Черкасов Дмитрий Геннадьевич, д.х.н., профессор;

Бурмистрова Наталия Анатольевна, д.х.н., профессор;

Маркин Алексей Викторович, к.х.н., доцент;

сотрудники кафедры нефтехимии и техногенной безопасности СГУ:

Кузьмина Раиса Ивановна, д.х.н., профессор.

Рецензенты диссертации:

Кузьмина Раиса Ивановна, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой нефтехимии и техногенной безопасности, представила положительный отзыв.

Шмаков Сергей Львович, кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры полимеров на базе ООО «АКРИПОЛ», представил положительный отзыв.

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Выполненная Малинкиной О.Н. диссертационная работа полностью соответствует требованиям п.п. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Личное участие автора в получении научных результатов заключалось в формировании основных направлений исследования, поиске и анализе литературных источников, выборе объектов и методов, постановке и непосредственном выполнении основных экспериментальных исследований по ключевым направлениям работы:

- проведении калориметрических, вискозиметрических и спектрополяриметрических измерений;
- получении и обработке кинетических данных паросорбционного анализа, потенциометрического титрования, капиллярной и ротационной вискозиметрии;
- построении и обработке концентрационных зависимостей наибольшей ньютоновской вязкости, реокинетических реограмм вязкости в процессе гелеобразования; оценке концентрации образования флуктуационной сетки зацепления макроцепей;
- расчете степени протонирования, степени кристалличности, параметров изотерм сорбции Ленгмюра и термического уравнения сорбции, вращательных и дисперсионных констант, гидродинамических характеристик (констант Хаггинса, температурного коэффициента предельного числа вязкости);
- анализе и интерпретации спектроскопических данных (ИК-, ЯМР, УФ- и КД-), рентгеноструктурного, элементного и микроскопического анализа;
- построении кинетических зависимостей сорбции, концентрационных зависимостей средней свободной энергии Гиббса смещения и наибольшей ньютоновской вязкости, кривых течения, температурных и концентрационных зависимостей приведенной удельной вязкости и времени гелеобразования;
- обобщении и статистической обработке всех полученных результатов, их обсуждении, формулировке выводов и заключений, представлении результатов исследований на Всероссийских и Международных конференциях, а также написании публикаций и диссертации.

Степень достоверности результатов исследований, проведенных Малинкиной О.Н., подтверждается применением современных взаимодополняющих методов и аппаратуры, многоплановостью исследования и использованием статистической обработки экспериментальных данных, соответствием полученных результатов основным закономерностям физико-химических свойств полимерных систем, а также отсутствием противоречий с литературными данными, публикацией основных положений диссертационного исследования в профильных высокорейтинговых журналах. Апробация полученных результатов прошла на научных конференциях различного уровня: Всероссийской Каргинской конференции «Полимеры» (2024, 2020), Общероссийской конференции «Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана» (2025, 2021), XXXI Симпозиуме по реологии (2024), VI Всероссийской конференции «Фундаментальная гликобиология» (2023), Всероссийской конференции «Поверхностные явления в дисперсных системах» (2023), International School and Conference «Saint-Petersburg OPEN» (2020, 2019), V Международной конференции стран СНГ «Золь-гель синтез и исследование неорганических соединений, гибридных функциональных материалов и дисперсных систем» (2018), International Conference «Saratov Fall Meeting» (2017–2015) и др.

Научная новизна состоит в следующем:

На основании комплексного анализа влияния диастереомерной формы аскорбиновой кислоты на термодинамику взаимодействия, пространственную структуру, надмолекулярное упорядочение, сорбционные и др. физико-химические свойства, конформационные особенности и биологическую функциональность гетеро- (*D-L*) и гомохиральных (*D-D*) солевых комплексов хитозан–кислота впервые установлено, что:

- взаимодействие хитозана с *D*-аскорбиновой кислотой энергетически и стерически более выгодно чем с *L*-диастереомером кислоты;
- пространственное упорядочение и конформация макроцепей солевой формы хитозана с *L*- и *D*-диастереомерами аскорбиновой кислоты определяются стереоконфигурацией хирального лиганда;
- абсолютные значения энергии Гиббса смешения, термодинамическое сродство компонентов и устойчивость системы хиральная соль + вода увеличиваются в ряду $D-D \rightarrow D-L$ -солей;

– стереоизомерия кислотного лиганда влияет на кинетику формирования органо-неорганических глицерогидрогелей, морфоструктуру и прочность взаимопроникающих гибридных сеток в золь-гель материале.

Практическая значимость

Обнаружены особенности донорно-акцепторного взаимодействия хитозана с изомерами аскорбиновой кислоты, обеспечивающие эффекты соле- и структурообразования, физико-химических свойств, хирооптических характеристик и биологической активности *L*- и *D*-аскорбата хитозана, открывают принципиальные возможности управления хиральной структурой полимерной системы для разработки комплементарно-селективных и субстрат-специфичных биоматериалов, а также multifunctional агробιοпрепаратов.

На основе водных растворов *L*-(*D*-)аскорбата хитозана и глицериновых растворов тетраглицеролата кремния (фармакологически активного золь-гель прекурсора) разработаны гелеобразные композиции широкого спектра биологического действия, перспективные для регенеративной медицины, фармакологии, косметологии. Получены порошкообразные препараты солевых комплексов хитозана с *L*-(*D*-)аскорбиновой кислотами с выраженным ростостимулирующим действием в отношении тест-растений, перспективные для агробιο-технологий. Полученные глицерогидрогелевые структуры на основе гидрохлорида *D*-аскорбата хитозана могут быть использованы для создания биорезорбируемых покрытий для закрытия раневых поверхностей с высоким терапевтическим эффектом. По результатам работы получено 4 патента РФ.

Материалы диссертации используются в учебном процессе при чтении лекций, выполнении лабораторных и учебно-исследовательских работ дисциплины «Биоразлагаемые полимеры» для студентов Института химии СГУ, специализирующихся по направлению подготовки 04.03.01 «Химия», профиль «Химия низко- и высокомолекулярных соединений».

Ценность научных работ подтверждается опубликованием результатов в журналах из перечня ВАК и в международных рецензируемых журналах: «International Journal of Biological Macromolecules» (Q1), «Journal of Molecular Liquids» (Q1), «Polymers» (Q1), «Journal of Sol-Gel Science and Technology» (Q2), «Высокомолекулярные соединения. Серия А», «Прикладная биохимия и микробиология»,

«Известия Академии наук. Серия химическая», «Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология», «BioNanoScience».

Выполненная работа относится к следующим пунктам паспорта специальности 1.4.4. – «Физическая химия» («Химические науки»): 1 – Экспериментально-теоретическое определение энергетических и структурно-динамических параметров строения молекул и молекулярных соединений, а также их спектральных характеристик; 2 – Экспериментальное определение термодинамических свойств веществ, расчет термодинамических функций простых и сложных систем, в том числе на основе методов статистической термодинамики, изучение термодинамических аспектов фазовых превращений и фазовых переходов. 3 – Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз и формирования активных центров на таких поверхностях; 6 – Химические превращения, потоки массы, энергии и энтропии пространственных и временных структур в неравновесных системах; 7 – Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физикохимическая гидродинамика, растворение и кристаллизация.

Полнота изложения материалов диссертации отмечается в работах, опубликованных соискателем. Основные положения диссертации отражены в 19 публикациях, из них 12 статей в журналах, рекомендованных ВАК и в международных рецензируемых журналах, 3 статьи в книжных периодических научных изданиях, 4 патента РФ.

Статьи в журналах из перечня ВАК:

1. **Malinkina O.N.**, Shmakov S.L., Shipovskaya A.B. Structure, the energy, sorption and biological properties of chiral salts of chitosan with L- and D-ascorbic acid // ***International Journal of Biological Macromolecules***. – 2024. – Vol. 257. – Article ID 128731. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2023.128731. (*Личный вклад соискателя состоит в планировании, выполнении и интерпретации результатов энергетического взаимодействия L- и D- аскорбиновой кислоты с хитозаном разной молекулярной массы, сравнении сорбционных характеристик, построении и описании изотерм сорбции, сравнительной оценке морфологии выделенной твердой фазы и ростостимулирующей активности, поиске и анализе литературных сведений, написании первоначального варианта*).
2. **Малинкина О.Н.**, Шиповская А.Б. Энергетика солеобразования и надмолекулярное упорядочение L- и D-аскорбатов хитозана

//Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2023. – Т. 65. – № 5. – С. 351–361. DOI: 10.31857/S2308112023600059. (Личный вклад соискателя состоит в планировании, выполнении и интерпретации данных калориметрического анализа солеобразования L- и D-аскорбатов хитозана, сравнении спектральных характеристик и надмолекулярного упорядочения в твердофазном состоянии, поиске и анализе литературных сведений, написании первоначального варианта).

3. **Малинкина О.Н.,** Журавлёва Ю.Ю., Шиповская А.Б. Ранозаживляющая активность *in vivo* глицерогидрогелевых пластин на основе аскорбата хитозана, *Алоэ Вера* и полиолата кремния // **Прикладная биохимия и микробиология.** – 2022. – Т. 58. – №. 2. – С. 179-184. DOI: 10.31857/S0555109922020143. (Личный вклад соискателя состоит в планировании, выполнении и интерпретации исследования по обоснованию оптимальных составов для получения глицерогидрогелевых пластин на основе L- и D-аскорбата хитозана с заданными свойствами, оценки скорости закрытия раны *in vivo* и сроков биорезорбируемости покрытий, написании первоначального варианта).

4. Шиповская А.Б., **Малинкина О.Н.,** Гегель Н.О., Зудина И.В., Луговицкая Т.Н. Структура и свойства солевых комплексов хитозана с диастереомерами аскорбиновой кислоты // **Известия Академии наук. Серия химическая.** – 2021. – №. 9. – С. 1765-1774. DOI: 10.1007/s11172-021-3281-5. (Личный вклад соискателя состоит в планировании, выполнении и интерпретации результатов и спектральных характеристик, сравнении гидродинамического поведения макромолекул L- и D-аскорбата хитозана с разной молекулярной массой, поиске и анализе литературных сведений, написании первоначального варианта).

5. Shipovskaya A.B., Zhuravleva Yu.Yu., Khonina T.G., **Malinkina O.N.,** Gegel N.O. Influence of the ascorbic acid isoform on the sol–gel synthesis kinetics and properties of silicon–chitosan-containing glycerohydrogel plates // **Journal of Sol-Gel Science and Technology.** – 2019. – Vol. 92. – P. 349-358. DOI: 10.1007/s10971-019-04963-y. (Личный вклад соискателя состоит в со-руководстве при планировании и выполнении сравнительного анализа упругоэластических свойств тонкопленочных пластин на основе L- и D-аскорбата хитозана с разной молекулярной массой, выявлении влияния изоформы кислоты-растворителя на кинетику гелеобразования, написании первоначального варианта).

6. **Malinkina O.N.,** Gegel N.O., Shipovskaya A.B. Hydrodynamic behavior of chitosan hydrochloride macromolecules in aqueous solutions of D- and L-ascorbic acid // **Journal of Molecular Liquids.** – 2019. – Vol. 284. – P. 75-81. DOI:

10.1016/j.molliq.2019.03.164. (Личный вклад соискателя состоит в планировании, выполнении и интерпретации результатов вискозиметрического исследования разбавленных растворов гидрохлорида L- и D-аскорбата низкомолекулярного хитозана, поиске и анализе литературных сведений, написании первоначального варианта).

7. **Малинкина О.Н.**, Гегель Н.О., Шиповская А.Б. Влияние изоформы аскорбиновой кислоты на гидродинамическое поведение макромолекул аскорбата хитозана в водных растворах // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология.* – 2019. – Т. 19. – №. 2. – С. 152-164. DOI: 10.18500/1816-9775-2019-19-2-152-164. (Личный вклад соискателя состоит в планировании, выполнении и интерпретации результатов вискозиметрического исследования разбавленных растворов L- и D-аскорбата высокомолекулярного хитозана, поиске и анализе литературных сведений, написании первоначального варианта).

8. Гегель Н.О., Зудина И.В., **Малинкина О.Н.**, Шиповская А.Б. Влияние изомерной формы аскорбиновой кислоты на антибактериальную активность ее солей с хитозаном // *Микробиология.* – 2018. – Т. 87. – №. 5. – С. 618-623. DOI: 10.1134/S0026365618050105. (Личный вклад соискателя состоит в получении солевой L- и D-аскорбата хитозана с заданными характеристиками, проведении сравнительного анализа его воздействия на микроорганизмы, написании первоначального варианта).

9. Журавлева Ю.Ю., **Малинкина О.Н.**, Гегель Н.О., Голядкина А.А., Шиповская А.Б. Физико-механические свойства кремний-хитозансодержащих глицерогидрогелевых пластин на основе L- и D-аскорбата хитозана // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология.* – 2018. – Т. 18. – №. 2. – С. 154-162. DOI: 10.18500/1816-9775-2018-18-2-154-162. (Личный вклад соискателя состоит в со-руководстве при планировании и выполнении сравнительного анализа упругопластических свойств тонкопленочных пластин на основе L- и D-аскорбата хитозана с разной молекулярной массой, написании первоначального варианта).

10. Gegel N.O., Zhuravleva Yu.Yu., Shipovskaya A.B., **Malinkina O.N.**, Zudina I.V. Influence of chitosan ascorbate chirality on the gelation kinetics and properties of silicon-chitosan-containing glycerohydrogels // *Polymers.* – 2018. – Vol. 10. – No 3. – P. 259. DOI: 10.3390/polym10030259. (Личный вклад соискателя состоит в со-руководстве при планировании и выполнении экспериментов по исследованию влияния хиральности аскорбата хитозана на оптические свойства растворов, кинетику гелеобразования и

поверхностные свойства глицерогидрогелей, поиске и анализе литературных сведений, написании первоначального варианта).

11. **Malinkina O.N., Sobolev A.M., Shipovskaya A.B.** Hybrid nanogels based on chitosan hydrochloride-ascorbate derived by sol-gel biomimetic synthesis // *BioNanoScience*. – 2016. – Vol. 6. – No. 2. – P. 157-161. DOI: 10.1007/s12668-016-0195-z. (Личный вклад соискателя состоит в со-руководстве при планировании и выполнении экспериментов по исследованию влияния компонентного состава глицерогидрогелей гидрохлорида D-аскорбата хитозана на время золь-гель перехода и морфологию поверхности, написании первоначального варианта).

12. **Шадрина Е.В. Малинкина О.Н., Хонина Т.Г., Шиповская А.Б., Фомина В.И., Ларченко Е.Ю., Попова В.А., Зырянова И.Г., Ларионов Л.П.** Исследование процесса образования и фармакологической активности кремнийхитозансодержащих глицерогидрогелей, полученных методом биомиметической минерализации // *Известия Академии наук. Серия химическая*. – 2015. – №. 7. – С. 1633-1633. DOI: 10.1007/s11172-015-1053-9. (Личный вклад соискателя состоит в получении глицерогидрогелей на основе D-аскорбата хитозана, изучении кинетики гелеобразования, оценка влияния pH на время золь-гель перехода, выявление биологических эффектов, написании первоначального варианта).

Диссертация «Закономерности структурообразования и физико-химические свойства L- и D-аскорбатов хитозана» Малинкиной Ольги Николаевны свободна от некорректных заимствований, полностью соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. «Физическая химия».

Присутствовало на заседании 6 докторов наук и 5 кандидатов наук по профилю диссертации. Результаты открытого голосования: «за» – 11 чел.; «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел. (протокол №2 от 07 апреля 2026 г.).

Председатель заседания
Зав. кафедрой физической химии
Института химии ФГБОУ ВО
«СГУ имени Н.Г. Чернышевского»,
д.х.н., профессор

Казаринов Иван Алексеевич

