

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.411.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 29.02.2024 г. № 3

О присуждении **Перевозовой Татьяне Викторовне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

**Диссертация** «Супрамолекулярные системы на основе водных растворов L-цистеина, его производных и солей серебра» по специальности 1.4.4. Физическая химия принята к защите 27 декабря 2023 г., протокол № 18, диссертационным советом 24.2.411.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ; адрес: 170100, г. Тверь, ул. Желябова, 33; приказ № 105/нк от 11 апреля 2012 г.

**Соискатель** – Перевозова Татьяна Викторовна, 5 августа 1994 года рождения, в 2016 году окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет» с присвоением квалификации специалист по специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия; в 2020 году окончила аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки. В настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре физической химии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет» Министерства науки и высшего образования РФ.

**Научный руководитель** – доктор химических наук, профессор Пахомов Павел Михайлович, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный университет», заведующий кафедрой физической химии.

**Официальные оппоненты:**

Сашина Елена Сергеевна, доктор химических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», заведующая кафедрой химических

технологий им. профессора А.А. Хархарова; Лысенко Евгений Александрович, доктор химических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», доцент кафедры высокомолекулярных соединений, дали **положительные отзывы** на диссертацию.

**Ведущая организация** – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тверской государственный технический университет», г. Тверь, в своем **положительном отзыве**, подписанном деканом химико-технологического факультета, д.т.н, профессором Косивцовым Юрием Юрьевичем и профессором кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, д.х.н., доцентом Долудой Валентином Юрьевичем и утвержденном проректором по научной и инновационной деятельности, д.э.н., доцентом Артемьевым Алексеем Анатольевичем, указала, что диссертационная работа Перевозовой Т.В. является законченной научно-квалификационной работой, которая по актуальности, научной новизне, практической и теоретической значимости соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Соискатель имеет 10 научных работ и патент РФ на изобретение, все по теме диссертации, из них 7 статей опубликовано в рецензируемых научных изданиях, входящих в Перечень ВАК, включая 3 статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Vishnevetsky, D.V. L-cysteine/AgNO<sub>2</sub> low molecular weight gelators: self-assembly and suppression of MCF-7 breast cancer cells / D.V. Vishnevetsky, A.R. Mekhtiev, **T.V. Perevozova**, D.V. Averkin, A.I. Ivanova, S.D. Khizhnyak, P.M. Pakhomov // *Soft Matter* – 2020. – V.16. – P. 9669 – 9673.

2. **Перевозова, Т.В.** Влияние концентрации дисперсной фазы на процессы гелеобразования и формирования наночастиц серебра в водных растворах L- цистеина и нитрита серебра / **Т.В. Перевозова**, Д.В. Вишневецкий, А.И. Иванова, С.Д. Хижняк, П.М. Пахомов // *Известия РАН, серия химическая* – 2022. – т. 71. – С. 2123 – 2129.

3. **Перевозова, Т.В.** Процессы гелеобразования в водных растворах L-цистеина и нитрита серебра / **Т.В. Перевозова**, С.Д. Хижняк, Д.В. Вишневецкий, П.М. Пахомов // *Вестник Тверского государственного университета, Серия «Химия»* – 2020 – № 4. – С. 45–53.

4. Vishnevetskii, D.V. L-Cysteine as a reducing/capping/gel-forming agent for the preparation of silver nanoparticle composites with anticancer properties / D.V. Vishnevetskii, A.R. Mekhtiev, **T.V. Perevozova**, A.I. Ivanova, D.V. Averkin, S.D.

Публикации соискателя в достаточной степени отражают содержание, новизну, практическую и теоретическую значимость диссертационного исследования. Подготовка публикаций выполнена соискателем совместно с научным руководителем Пахомовым П.М. и соавторами работ.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов, все **отзывы положительные**:

1. Филиппова Александра Павловича д.ф.-м.н., главного научного сотрудника лаборатории Молекулярной физики полимеров НИЦ «Курчатовский институт», ФГБУН Институт высокомолекулярных соединений РАН не содержит замечаний.

2. Вшивкова Сергея Анатольевича, д.х.н., профессора кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». Замечания по автореферату: опечатка в формуле N-ацетил-L-цистеина и отсутствие уравнений окислительно-восстановительных реакций. Вопросы по работе: на каком основании автор называет меркаптопропионовую кислоту и цистеамин «производными» аминокислоты L-цистеин; почему в качестве объектов исследования были выбраны разные соли серебра; насколько корректно переносить выводы о роли карбоксильной и аминогрупп в формировании гелей, полученные при исследовании растворов цистеамин и меркаптопропионовой кислоты, на процессы гелеобразования в растворах L-цистеина; чем отличаются механизмы гелеобразования в растворах L-цистеина в нитрите серебра от изученных ранее в нитрате серебра; как учитывали факт одновременного присутствия отрицательно-заряженных кластеров меркаптида серебра и положительно-заряженных наночастиц серебра; почему процесс гелеобразования происходит в темноте.

3. Захаровой Люции Ярулловны, д.х.н., профессора, главного научного сотрудника лаборатории Высокоорганизованных сред Института органической и физической химии им А.Е. Арбузова – обособленного структурного подразделения ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН». В качестве замечаний отмечены необходимость указания толщины поглощающего слоя в подписи к рисунку с УФ-спектрами, а также отсутствие обоснования выбора линии клеток карциномы молочной железы.

4. Кештова Мухамеда Лостанбиевича, д.х.н., ведущего научного сотрудника лаборатории физической химии полимеров ФГБУН Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН. Был задан вопрос о причине выпадения осадка в растворах разных молярных концентраций и стабилизации наночастиц серебра в этих растворах.

5. Строковой Валерии Валерьевны, д.т.н., профессора, зав. кафедрой материаловедения и технологии материалов ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова». В качестве замечания отмечено, что не ясно, чем обоснован выбор молярных соотношений исходных веществ при определении концентрационного диапазона

гелеобразования цистеин-серебряного раствора.

6. Марихина Вячеслава Александровича, д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника лаборатории физики прочности ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН не содержит замечаний.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается тем, что официальные оппоненты и сотрудники ведущей организации являются специалистами высокой профессиональной квалификации в области физической химии, соответствующей тематике диссертации. Официальный оппонент д.х.н., профессор Сашина Е.С. является специалистом в области химии растворов, модификации и переработки природных и синтетических полимеров и создании полимерных смесей. Официальный оппонент д.х.н., доцент Лысенко Е.А. является специалистом в области химии высокомолекулярных соединений и химии растворов полимеров.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- впервые **обнаружено**, что формирование пространственной сетки геля в водных растворах L-цистеина и  $\text{AgNO}_2$  происходит с участием наночастиц серебра.

- **показано**, что для процесса гелеобразования в водных растворах N-ацетил-L-цистеина, 3-меркаптопропионовой кислоты, цистеамина и солей серебра необходимо наличие всех трех функциональных групп L-цистеина. В то же время процесс самоорганизации с образованием супрамолекулярных цепей из молекул меркаптида серебра может происходить при отсутствии одной из функциональных групп в молекуле (карбоксильной или аминогруппы).

- **предложен** механизм гелеобразования в новых водных растворах L-цистеин/ $\text{AgNO}_2$ , заключающийся в формировании молекул меркаптида серебра (в растворе цвиттер-ион), образовании супрамолекулярных цепей из молекул меркаптида серебра в процессе созревания раствора и последующем желировании супрамолекулярного раствора с участием или без наночастиц серебра.

- **определены** антибактериальные свойства водных растворов на основе L-цистеина, N-ацетил-L-цистеина и солей серебра, а также их цитотоксические свойства относительно клеток карциномы молочной железы на примере L-цистеина и  $\text{AgNO}_2$ , что может найти в дальнейшем практическое применение.

**Теоретическая значимость исследования обоснована** тем, что полученные результаты расширяют теоретические знания о процессах самоорганизации с гелеобразованием, происходящих в супрамолекулярных системах. Поиск новых низкомолекулярных гелеобразователей и исследование процессов самоорганизации с гелеобразованием в водных растворах низкомолекулярных серосодержащих аминокислот позволил продвинуться в понимании этих процессов, а также определить влияние химической природы аминокислоты на способность раствора к гелеобразованию.

**Значение** полученных соискателем **результатов исследования для практики** обусловлено тем, что цистеин-серебряный раствор и супрамолекулярные гели на основе L-цистеина и  $\text{AgNO}_2$  можно рассматривать как среду для получения наночастиц серебра с перспективой их дальнейшего практического применения в качестве эффективных катализаторов, фоточувствительных элементов и биоактивных агентов.

**Оценка достоверности результатов работы выявила:** достоверность результатов работы обеспечена комплексным использованием современных физико-химических методов регистрации и обработки экспериментальных данных, согласованностью полученных результатов с исследованиями других авторов.

**Личный вклад соискателя** заключается в том, что основные результаты диссертации получены автором самостоятельно, постановка задачи, анализ результатов и формулировка выводов проводились совместно с научным руководителем. Антибактериальные и цитостатические исследования, а также выполненные с использованием методов электронной микроскопии, осуществлялись совместно с соавторами опубликованных статей. Автор принимал непосредственное участие в подготовке публикаций.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: корректно ли относить цистеамин и 3-меркаптопропионовую кислоту к производным L-цистеина; как было доказано протекание реакции диазотирования и какие продукты получаются на выходе этой реакции.

Соискатель Перезовова Т.В. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию, что термин «производные» в данной работе используется для обозначения веществ, схожих по структурной формуле с аминокислотой цистеин. Выдвигается предположение, что в результате реакции диазотирования, происходящей в растворах на основе нитрита серебра, возникают гидроксогруппы. Между гидроксо- и карбоксильными группами аминокислоты образуются межмолекулярные водородные связи, что является движущей силой процесса гелеобразования. О ходе данной реакции могут свидетельствовать данные ИК-спектроскопии, где в ИК-спектрах гелей отсутствует полоса поглощения валентных колебаний группы  $\text{NH}_3^+$ , а также результаты элементного анализа.

Диссертация соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» №842 от 24.09.2013 г. в текущей редакции. На заседании 29 февраля 2024 года диссертационный совет 24.2.411.02 принял решение **присудить** Перезовой Т.В. ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия за решение задач по синтезу нового супрамолекулярного гидрогеля на основе L-цистеина и нитрита серебра; установлению возможности гелеобразования в водных растворах на основе L-цистеин/ $\text{AgNO}_2$ , N-ацетил-L-цистеин/ $\text{AgNO}_2$ , меркаптопропионовая кислота/ $\text{AgNO}_3$  и цистеамин/ $\text{AgNO}_3$ ; определению влияния концентрации исходных компонентов на процессы самоорганизации с гелеобразованием в водных растворах на основе L-цистеин/ $\text{AgNO}_2$ ; выяснению роли различных

функциональных группировок молекулы L-цистеина в процессах самоорганизации, а также изучению биологической активности цистеин-серебряного раствора и гидрогелей.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек (из них 6 докторов наук по специальности 1.4.4. Физическая химия (химические науки)), участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовал: «за» – 13, «против» – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя  
диссертационного совета

Каплунов  
Иван Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Барабанова  
Екатерина Владимировна

29.02.2024 г.