

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.108.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ЦЕНТРА ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И МЕДИЦИНСКОЙ ХИМИИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «12» октября 2023 г. № 6

О присуждении Морозовой Анне Сергеевне, гражданство РФ, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Самосборка ряда короткоцепных олигопептидов с образованием микро и нанообъектов и их свойства по данным сканирующей зондовой микроскопии» по специальности 1.3.17. «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» принята к защите 29 июня 2023 года (протокол № 3) диссертационным советом 24.1.108.02 (Д 002.082.03), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра 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.ac.ru>); диссертационный совет утвержден приказом Минобрнауки РФ о создании от 03.03.2016 г. № 245/нк, с внесением частичных изменений в состав совета от 17.04.2019 г. № 327/нк, от 18.11.2020 г. № 692/нк, от 19.04.2022 г. №384/нк, от 12.07.2023 г. №1512/нк и в наименование организации от 03.10.2022 г. №1088/нк.

Соискатель Морозова Анна Сергеевна, 1993 года рождения, в 2018 году окончила Институт физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» (Министерство науки и высшего образования Российской Федерации), получив степень магистра по специальности «03.04.02 Физика». В 2018-2022 гг. обучалась в очной

аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук» (ФИЦ КазНЦ РАН) по направлению «Физика и астрономия» и специальности 01.04.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества. В 2023 г. соискатель прикреплялась к ФИЦ КазНЦ РАН для сдачи кандидатских экзаменов по специальности 1.3.17. «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества» (химические науки). Соискатель работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории физики и химии поверхности отдела химической физики Казанского физико-технического института им. Е.К. Завойского - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Бухараев Анастас Ахметович, Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук», отдел химической физики, лаборатория физики и химии поверхности, главный научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. Миронов Виктор Леонидович, доктор физико-математических наук (1.3.2 – приборы и методы экспериментальной физики), Институт физики микроструктур РАН - филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии

наук», отдел магнитных наноструктур, ведущий научный сотрудник;

2. Крупин Александр Сергеевич, кандидат химических наук (02.00.04 – физическая химия), Институт полимеров ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», кафедра физической и коллоидной химии, ведущий научный сотрудник;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (УУНиТ), г. Уфа, в своем положительном отзыве, подписанном к.ф.-м.н. Шариповым Т. И., заведующим кафедрой физической электроники и нанофизики Физико-технического института УУНиТ, д. х. н. Доломатовым М. Ю., профессором кафедры физической электроники и нанофизики, д.ф.-м.н. Бахтизиным Р.З., профессором той же кафедры, и утвержденном проректором по инновационной деятельности ФГБОУ ВО УУНиТ, к.т.н. Агеевым Г.К., указала, что: «Диссертационная работа Морозовой А.С. представляет собой законченное исследование, имеющее существенное научное и практическое значение. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в высших учебных заведениях и научно-исследовательских учреждениях, например, Казанском физико-техническом институте КазНЦ РАН, Казанском федеральном университете, МГУ им. М.В. Ломоносова, Институте общей физики РАН (г. Москва) и др.

Тема диссертационной работы полностью соответствует научной специальности 1.3.17. – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества. В диссертационной работе разработана технология получения и нанесения пленок органических молекул-олигопептидов для создания нового поколения приборов наноэлектроники. Диссертационная работа А.С. Морозовой является завершенной научно-квалификационной работой, по объему и научному уровню полученных результатов отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от

24.09.2013 года №842 (с изменениями) и содержат решение научно-технической задачи <получения> пленок олигопептидов, а ее автор, Морозова Анна Сергеевна, безусловно, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.3.17. Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества».

Соискатель имеет 22 опубликованные работы по теме диссертации (общий объем 86 стр.), в том числе, 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ и индексируемых в РИНЦ, Web of Science и Scopus. Все научные работы опубликованы в соавторстве (вклад соискателя не менее 75%) и процитированы в тексте диссертации; недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1) Morozova A.S. Additive and antagonistic effects of substrate and vapors on self-assembly of glycyl-glycine in thin films / A. S. Morozova, M.A. Ziganshin, S.A. Ziganshina, V.V. Vorobev, K. Suwinska, A.A. Bukharaev, V.V. Gorbachuk // *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. – 2019. – V. 690. – No. 1. – P. 67 – 83. DOI: 10.1080/15421406.2019.1683311.

2) Morozova A. S. Features of the self-organization of films based on triglycine under the influence of vapors of organic compounds / A. S. Morozova, S. A. Ziganshina, A. A. Bukharaev, M. A. Ziganshin, and A. V. Gerasimov // *Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques*, 2020 – Vol. 14. – No. 3. – P. 499 – 506. DOI: 10.1134/S102745102003009X.

3) Morozova A.S. Water admixture triggers the self-assembly of the glycyl-glycine thin film at the presence of organic vapors / A.S. Morozova, S.A. Ziganshina, E.O. Kudryavtseva, N.V. Kurbatova, L.I. Savostina, A.A. Bukharaev, M.A. Ziganshin // *Colloids and Surfaces A*. – 2022. – Vol. 649. – P.129541. – DOI: 10.1016/j.colsurfa.2022.129541.

4) Morozova A.S. Self-organization of di- and triglycine oligopeptides in thin films on the hydrophilic and hydrophobic silicon surface under exposure to organic compounds vapors / A.S. Morozova, S.A. Ziganshina, M.A. Ziganshin, A.A. Bukharaev // *Russian Journal of General Chemistry*. – 2022. – Vol. 92. – No. 7. – P. 1271-1279.

В вышеперечисленных работах представлены экспериментальные результаты исследования самосборки короткоцепных олигопептидов с образованием органических нано- и микрокристаллических структур под действием паров органических соединений и воды и результаты изучения свойств полученных микро- и наноструктур, а также установлена ключевая роль паров воды в процессе самосборки олигопептидов при совместном воздействии с парами органических растворителей.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов, все положительные. В отзыве г.н.с. д.ф.-м.н. Толстихиной А.Л. и в.н.с. к.ф.-м.н. Гайнутдинова Р.В. (Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» РАН) содержится замечание технического характера. В отзыве с.н.с. к.ф.-м.н. Емельянова Н.К. (лаборатория функциональных материалов для электроники и медицины отдела Кинетики и катализа ФИЦ ПХФ и МХ РАН) имеется 2 замечания: «<...> не сообщается величина прикладываемая между зондом и образцом электрического поля, а также не приводится калибровочная кривая привода-отвода зонда, которая позволила бы перевести измеренные значения из условных единиц, которыми являются пикоамперы, в количественные значения коэффициента пьезоотклика.». Второе замечание технического характера. В отзыве в.н.с. к.ф.-м.н. Темиряева А.Г. (Фрязинский филиал ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН) указано 1 замечание: «поскольку работа в основном экспериментальная, в автореферате стоило хотя бы кратко упомянуть, какая аппаратура была использована при проведении измерений, в каких условиях эти измерения проводились, какие зонды и режимы использовались». В отзыве руководителя группы разработки программного обеспечения ООО «НТ-МДТ» к.т.н. Леесмента С.Г. имеется 3 замечания: 1. «На странице 11 автореферата упоминается о применении метода атомно-силовой спектроскопии (АСС) в исследовании адгезионных свойств полученных микро- и наноструктур. К сожалению, данный аспект исследований, будучи вынесенным в список защищаемых положений (положение №3), освещен в автореферате всего одним

абзацем текста. В то время как было бы интересно увидеть характерные графики АСС и краткое описание технической стороны подготовки эксперимента.» 2. «На странице 16 автореферата <...> непонятно из каких соображений проводится сравнение величин аппаратного сигнала амплитуды для вертикальной и крутильной компоненты колебаний кантилевера. Строго говоря, это могут быть совершенно разные величины при пересчете в пикометры. Это же замечание относится к выводу для кристаллов LeuPhe в начале семнадцатой страницы автореферата». Третье замечание носит технический характер. В отзыве доцента к.х.н. Семенистой Т.В. и доцента к.т.н. Гусева Ю.Г. (институт нанотехнологий, электроники и приборостроения Южного федерального университета) приведены следующие замечания: «<...> указано, что рассчитан средний объем частиц на поверхности подложки, но численные данные в автореферате отсутствуют; для оценки количества нерастворившегося дипептида учитывали плотность кристаллов, выражено в г/мл – насколько уместно использовать данную размерность для кристаллов на поверхности подложки?; с чем связано, что в разделе 3.4. представлены результаты исследования пьезоэлектрических свойств иных аминокислотных остатков, чем в разделах 3.1.-3.3?; не указано, как при исследовании методом атомно-силовой микроскопии учитывались погрешности, связанные с формой зонда и упругими свойствами объекта исследования». Остальные замечания технические.

Диссертационный совет решил, что на все поступившие замечания соискатель Морозова А.С. дала полные и исчерпывающие ответы.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что В.Л. Миронов является ведущим специалистом в области сканирующей зондовой микроскопии, а также автором более 100 публикаций, индексируемых в Scopus и Web of Science. Основным направлением исследований является изучение наноструктур с помощью методов сканирующей зондовой микроскопии, в частности магнитно-силовой микроскопии, что согласуется с направлением работ диссертации. А.С. Крупнин является автором более 25 публикаций, индексируемых в Scopus и Web of

Science, по исследованию тонких пленок и их свойств различными физико-химическими методами, что является основным направлением исследований диссертационной работы.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- установлен механизм формирования кристаллических структур на основе глицил-глицина на поверхности аморфных пленок под действием паров органических соединений в присутствии воды с определяющей стадией перехода молекул дипептида из нейтральной (аморфная пленка) в цвиттер-ионную форму (кристаллическая структура), стабилизируемую молекулами воды;
- продемонстрированы пьезоэлектрические свойства микрокристаллов дипептидов L-лейцил-L-фенилаланин и L-фенилаланил-L-лейцин;
- обосновано использование параметров растворимости Хансена для предсказания возможного влияния паров органических соединений на морфологию аморфных пленок олигопептидов с целью подбора оптимальных условий для формирования органических биосовместимых наноструктур на основе олигопептидов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- сформулированы общие принципы применения различных типов органических соединений для направленной самосборки олигопептидов в тонких пленках, нанесенных на подложки с различными поверхностными свойствами;
- предложен возможный механизм формирования кристаллических структур олигопептидов на поверхности аморфных пленок под действием паров органических соединений, доказана критическая роль воды в этом процессе.

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

- обнаружены пьезоэлектрические свойства микрокристаллов дипептидов L-лейцил-L-фенилаланин и L-фенилаланил-L-лейцин, что открывает

перспективу их использования для разработки сенсорных устройств, особенно в биомедицинских областях.

— полученные результаты могут быть использованы при разработке подходов к управляемой самосборке олигопептидов, с целью получения новых биосовместимых материалов и экологически чистых микро- и наноустройств для медицины, экологии, энергетики.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

— экспериментальные результаты получены с привлечением комплекса физико-химических методов, позволяющих получить объективные данные о морфологии поверхности, структуре и свойствах исследуемых пленок;

— результаты работы прошли независимую экспертизу при рецензировании статей автора по теме работы и обсуждении работы на конференциях и симпозиумах различного уровня.

Личный вклад соискателя состоит в разработке методик получения аморфных пленок и микро- и наноструктур на основе олигопептидов, а также в проведении экспериментов по изучению их свойств, обработке и анализе экспериментальных результатов и их интерпретации. Постановка задач, обсуждение результатов работы и формулировка выводов выполнены совместно с научным руководителем.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: не ясно, почему для оценки влияния времени выдерживания в парах растворителя на размер кристаллов не привлекался метод монокристалльного рентгеноструктурного анализа, поскольку, помимо размера, мог меняться и состав кристаллов. Если же этот метод недоступен, то следует прибегнуть к исследованиям на синхротроне.

Соискатель Морозова А.С. согласилась с замечанием и привела собственную аргументацию в части невозможности исследования методом рентгеноструктурного анализа ввиду малого количества получаемых образцов.

На заседании 12 октября 2023 года диссертационный совет принял

решение:

«За решение научной задачи установления закономерностей процессов самосборки олигопептидов в тонких пленках в зависимости от природы и свойств подложки, состава контактирующей паровой фазы (органический растворитель, вода) и механизма формирования кристаллических структур олигопептидов в таких системах с использованием метода атомно-силовой микроскопии, имеющей значение для развития химической физики в части механизмов химического превращения и молекулярной организации веществ, присудить Морозовой Анне Сергеевне ученую степень кандидата химических наук».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 14 докторов наук по специальности 1.3.17. «Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества», участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 14, против присуждения ученой степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор

Разоренов Сергей Владимирович

Ученый секретарь диссертационного совета
д.х.н

Золотухина Екатерина Викторовна

12.10.2023 г.