ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 01.4.002.92

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «16» сентября 2025 г., протокол №92.15

о присуждении **Новиковой Сагиле Аладдиновне**, гражданке РФ, ученой степени кандидата химических наук

Диссертация **Новиковой Сагилы Аладдиновны «Иммунохроматографическая тест-система на основе многослойных халькогенидных квантовых точек, флуоресцирующих в ближней инфракрасной области»** по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия принята к защите диссертационным советом «11» июля 2025 г., протокол №92.14.

Соискатель Новикова Сагила Аладдиновна, 1992 года рождения, окончила магистратуру ГБОУ ВО МО «Университета «Дубна» в 2016 году по направлению подготовки 04.04.01 Химия. В 2020 году окончила аспирантуру ГБОУ ВО МО «Университета «Дубна» в г. Дубна по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

С сентября 2014 по июнь 2018 работала в должности ассистента ФБОУ ВО Университета «Дубна», кафедры химии, новых технологий и материалов. С октября 2016 по июнь 2020 работала в должности лаборанта хим.анализа ГБОУ ВО МО Университета «Дубна» кафедры химии, новых технологий и материалов. С апреля 2020 по 28.12.2020 работала в должности научного сотрудника ООО «НОВОПЛАСТ-М», научное управление (по совместительству).

С сентября 2018 по настоящее время работает в должности старшего преподавателя кафедры химии, новых технологий и материалов ФГБОУ ВО «Университета «Дубна». С ноября 2024 по настоящее время работает в

должности заместителя заведующего лабораторией нанотехнологий и биоинженерии ФГБОУ ВО Университета «Дубна» (по совместительству).

Диссертация выполнена на кафедре химии, новых технологий и материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Университет «Дубна».

Научный руководитель: кандидат химических наук, доцент кафедры химии, новых технологий и материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Университет «Дубна» Грибова Елена Дмитриевна.

Официальные оппоненты:

доктор химических наук, профессор Еремин Сергей Александрович, ведущий научный сотрудник кафедры химической энзимологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ им. М.В. Ломоносова);

кандидат химических наук, доцент Ермоленко Юлия Валерьевна, доцент кафедры аналитической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» (РХТУ им. Д.И. Менделеева)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в своем положительном заключении, подписанном заведующей кафедрой общей и неорганической химии д.х.н., проф. Горячевой И.Ю., заведующей кафедрой аналитической химии и химической экологии д.х.н., доц. Русановой Т.Ю. и утвержденном проректором по научной работе и цифровому развитию ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», д.ф.-м.н., проф. Короновским А.А., указала, что диссертационная работа Новиковой Сагилы Аладдиновны по актуальности решаемых проблем,

новизне, объему проведенных исследований, уровню их обсуждения, научной и практической значимости соответствует паспорту специальности 1.4.2. - Аналитическая химия, отвечает критериям, указанным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), и пунктах 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук» от 29 марта 2024 г, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывался профилем их специализации, близкой к теме диссертации, наличием публикаций в рецензируемых научных изданиях по теме диссертации, что позволило им дать объективную оценку всех аспектов диссертационной работы.

На автореферат поступило 6 отзывов:

1) от Апеля Павла Юрьевича, д.х.н., начальника Центра прикладной физики Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова (Объединенный институт ядерных исследований);

2) от Зайцевой Елены Александровны, к.х.н., старшего научного сотрудника лаборатории сорбционных методов, ученого секретаря секции Ученого совета ГЕОХИ РАН по аналитической химии (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук);

3) от Токмаковой Арины Сергеевны, к.б.н., доцента кафедры зоологии и генетики (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена»);

4) от Рахимова Алимардона Восибовича, к.х.н., старшего научного сотрудника Лаборатории ядерных проблем (Объединенный институт ядерных исследований);

5) от Баймухановой Аягоз Елтаевны, к.х.н., помощника директора Лаборатории ядерных проблем (Объединенный институт ядерных исследований);

6) от Михайловой Аллы Владимировны, к.х.н., старшего научного сотрудника лаборатории Инструментальных методов и органических реагентов (Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук).

Все отзывы положительные. В поступивших отзывах отмечена новизна, актуальность, теоретическая и практическая значимость полученных результатов диссертационной работы. Замечания носят частный и дискуссионный характер и не влияют на общую высокую оценку диссертационной работы и ее соответствие критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Соискатель имеет 24 опубликованные статьи, в том числе 8 работ по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях, соответствующих требованиям Положения о присуждении ученых степеней в ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова РАН и 6 патентов.

Перечень публикаций Новиковой С.А.:

1. Gribova E.D., **Novikova S.A.**, Mukhina I.V. A highly efficient capillary electrophoresis-based method for determination of water-soluble CdTe, CdTe/ZnS, and multilayer CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS quantum dots // Nanosystems: Physics, Chemistry, Mathematics (принята в печать)

2. Troshkina N.N., **Novikova S.A.,** Nasirov P.D., Volobueva M.U., Mukhina I.V., Popova A.A., Gribova E.D. Investigation of the optical properties of quantum dots depending on the nature and number of additional semiconductor layers //

ST. PETERSBURG POLYTECHNIC UNIVERSITY JOURNAL: PHYSICS AND MATHEMATICS. V. 15. № 3.3. 2022. P.106-110.

3. Sidorov E. A., Kriger V. V., Nasirov P. D., **Novikova S. A.,** Gribova E. D., Gladyshev P. P. E. A. Sidorov, V. V. Kriger, P. D. Nasirov, S. A. Novikova, E. D. Gribova, P. P. Gladyshev. Study of quantum dots conjugation with antibodies to be used in a lateral flow immunochromatographic assay // ST. PETERSBURG POLYTECHNIC UNIVERSITY JOURNAL: PHYSICS AND MATHEMATICS. V. 15. № 3.2. 2022. P. 331-335.

4. Gladyshev P.P., Tumanov Yu.V., **Ibragimova (Novikova) S.A.,** Kouznetsov V.V., Gribova E.D. Quantum dots in proteomic studies and medical diagnostics //Russian Chemical Bulletin. – 2018. – Т. 67. – №. 4. – С. 600-613.

5. Dezhurov S.V., Krylsky D.V., Rybakova A.V., **Ibragimova (Novikova) S.A.,** Gladyshev P.P., Vasiliev A.A., Morenkov O.S. One-pot synthesis of polythiol ligand for highly bright and stable hydrophilic quantum dots toward bioconjugate formation //Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology. – 2017. – Т. 9. – №. 1. – С. 015002.

6. Vrublevskaya V.V., Afanasyev V.N., Grinevich A.A., Skarga Y.Y., Gladyshev P.P., **Ibragimova (Novikova) S.A.,** Krylsky D.V., Dezhurov S.V., Morenkov O.S. A sensitive and specific lateral flow assay for rapid detection of antibodies against glycoprotein B of Aujeszky's disease virus //Journal of virological methods. – 2017. – Т. 249. – С. 175-180.

7. Vrublevskaya V.V., Afanasyev V. N., Grinevich A. A., Skarga Yu. Y., Gladyshev P. P., **Ibragimova (Novikova) S. A.,** Morenkov O. S. Development of a competitive double antibody lateral flow assay for the detection of antibodies specific to glycoprotein B of Aujeszky's disease virus in swine sera //Journal of virological methods. – 2017. – Т. 240. – С. 54-62.

8. **Novikova S. A.,** Gribova E. D., Andreev E. V., Gladyshev P. P., Kalganova N. V., Ibrahim M. A. Colloidal Synthesis and Characterization of Hydrophilic CdTe Quantum Dots for Medical Diagnostics //Egyptian Journal of

Chemistry. – 2019. – Т. 62. – №. The First International Conference on Molecular Modeling and Spectroscopy 19-22 February, 2019. – С. 77-88.

Патенты:

1. Способ создания аналитической метки на основе многослойных халькогенидных квантовых точек, покрытых полимером, с полноразмерными антителами. Гладышев П.П., Грибова Е.Д., **Новикова С.А.**, Мухина И.В., Сидоров Е.А. Патент на изобретение RU 2826502 C1, 11.09.2024. Заявка № 2023111733 от 05.05.2023.

2. Способ получения коллоидных квантовых точек для применения в медицинской диагностике. Попова А.А., Андреев Е.В., Рудных С.К., **Новикова С.А.,** Грибова Е.Д., Гладышев П.П., Сергеев С.Н., Сидоров Е.А. Патент на изобретение RU 2809097 C1, 06.12.2023. Заявка № 2022129956 от 17.11.2022.

3. Способ изготовления калибровочных образцов для поверки флуоресцентного ридера. Гладышев П.П., **Новикова С.А.**, Грибова Е.Д., Мухина И.В., Насиров П.Д. Патент на изобретение №2829076. Дата регистрации: 23.10.2024 г.

4. **Новикова С.А.**, Шириков И.В., Насиров П.Д., Егоров Д.С., Кузьмин В.С., Гладышев П.П. Программное обеспечение прибора флуоресцентного ридера для считывания сигнала тестовой зоны полоски и вывода результата анализа в полностью автоматическом режиме Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2022611585, 27.01.2022. Заявка № 2022610698 от 24.01.2022.

5. Гладышев П.П., Крайнова Е.А., **Ибрагимова (Новикова) С.А.**, Ковригин И.М., Моржухин А.М., Мороз В.В. Одноразовая кассета-ротор для микроцентрифугирования. Патент на полезную модель RU 168470 U1, 06.02.2017. Заявка № 2015153078 от 10.12.2015.

6. Гладышев П.П., Крайнова Е.А., **Ибрагимова (Новикова) С.А.,** Ковригин И.М., Моржухин А.М., Мороз В.В. Устройство микродозирования опасных биологических жидкостей, исключающее контаминацию опасных

инфекций. Патент на изобретение RU 2640120 C, 26.12.2017. Заявка № 2015153077 от 10.12.2015.

Количество цитирований основных публикаций по теме диссертации (и в скобках всего) в международных базах данных Web of Science **7 (9)**, Scopus **8 (10)**, РИНЦ **13 (14)**.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан способ гидрофилизации гидрофобных КТ со структурой ядро/оболочка/оболочка/оболочка и изучено его влияние на свойства КТ;

2. Разработаны способы получения конъюгатов антител к gB ВБА с многослойными КТ состава CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS, флуоресцирующими в БлИК-области спектра;

3. Впервые проведено ориентированное связывание антител с CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS-КТ, состоящее из 2 стадий: конъюгирования антител с поверхностью КТ за счет физической адсорбции с последующим ковалентным связыванием с поверхностью;

4. Разработаны способы определения CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS-КТ и их конъюгатов с белками методами КЗЭ и ВЭЖХ;

5. Разработан иммунохроматографический способ диагностики болезни Ауески.

Практическая значимость результатов работы заключается в том, что установленные зависимости и подходы, способствующие повышению интенсивности флуоресценции конъюгатов КТ на тест-полосках, могут быть применены для понижения предела обнаружения различных заболеваний в биологических средах. В результате проведенных исследований разработаны способы получения стабильных в буферных растворах конъюгатов CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS-КТ с антителами. Выявлены и обоснованы основные факторы, определяющие поведение гидрофильных КТ и их конъюгатов в иммунохроматографии, в том числе определена изоэлектрическая точка,

оптимальный диапазон pH-стабильности и условия конъюгирования. Разработаны способы определения КТ и их конъюгатов с белками методами КЗЭ и ВЭЖХ и исследования их физико-химических свойств. Показана возможность количественного ИХА с использованием многослойных КТ в качестве меток с применением разработанного портативного флуоресцентного ридера, а также иммунохроматографического способа диагностики болезни Ауески.

Разработан макет сканера и программное обеспечение для обработки получаемых во время сканирования спектров флуоресценции КТ и их конъюгатов с белками.

На основании проведенных исследований разработан ридер и программное обеспечение для считывания сигнала тестовой зоны полоски и вывода результата анализа в полностью автоматическом режиме, используемый для определения флуоресцентных меток на тест-полосках после проведения ИХА.

Ценность научной работы соискателя состоит в разработке комплекса научно-практических решений для создания высокочувствительной иммунохроматографической тест-системы на основе многослойных халькогенидных квантовых точек, флуоресцирующих в ближней инфракрасной области, включающего исследование и оптимизацию физико-химических свойств гидрофильных КТ и их конъюгатов с антителами, установление ключевых факторов, определяющих их эффективность в иммунохроматографическом анализе (таких как изоэлектрическая точка, оптимальный диапазон pH-стабильности и условия конъюгирования), разработку методов их анализа методами КЗЭ и ВЭЖХ, а также создание портативного флуоресцентного ридера для автоматизированного считывания и интерпретации результатов, что в совокупности позволило существенно понизить предел обнаружения аналита, и, как результат, разработать готовый к внедрению диагностический комплекс (тест-система и ридер),

обеспечивающий экспресс-выявление маркеров заболеваний с высокой чувствительностью и специфичностью.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: результаты работы получены с использованием современных физико-химических методов исследования и соответствия между ними; прошли неоднократную апробацию на международных конференциях и рецензирование в профильных изданиях.

Личное участие диссертанта заключается в постановке цели и задач исследования, анализе литературных данных по теме диссертации. Все включенные в диссертацию данные получены лично автором или при его непосредственном участии. Автором осуществлено обоснование выбора методов исследования, проведены экспериментальные исследования, анализ и интерпретация полученных результатов. Сформулированы основные выводы и научные положения, выносимые на защиту.

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (отрасль науки – химические) в пунктах: 2. Методы химического анализа (химические, физико-химические, атомная и молекулярная спектроскопия, хроматография, рентгеновская спектроскопия, масс-спектрометрия, ядерно-физические методы и др); 4. Методическое обеспечение химического анализа; 10. Анализ органических веществ и материалов; 14. Анализ природных веществ.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Новиковой Сагилы Аладдиновны на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, результаты которой связаны с новым решением важной научной задачи аналитической химии в области разработки иммунохроматографической тест-системы с использованием многослойных халькогенидных квантовых точек в качестве меток, позволяющей улучшить чувствительность и селективность анализа, снизить предел обнаружения определяемых биомаркеров при использовании портативного флуоресцентного ридера. Создание такой системы открывает перспективы применения данного подхода для мультиплексного

иммунохроматографического анализа с целью диагностики заболеваний на ранней стадии их развития, что имеет важное практическое значение в области медицинской диагностики для развития соответствующей отрасли науки и существенное значение для развития страны.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Способ синтеза тиол-содержащего сополимера винилпирролидона, малеинового ангидрида и этиленгликольдиметакрилата (ПТВП) и покрытия им КТ состава CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS для получения стабильных, водорастворимых КТ с высоким КВ флуоресценции.

2. Новый подход к получению конъюгатов CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS-КТ с оптимальной ориентацией антител на поверхности КТ, заключающийся в конъюгировании антител с

поверхностью КТ за счет физической адсорбции с последующим ковалентным связыванием с поверхностью КТ.

3. Способ определения CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS-КТ и их конъюгатов с белками методами КЗЭ и ВЭЖХ.

4. Разработанный иммунохроматографический тест на основе CdTeSe/CdS/CdZnS/ZnS-КТ в качестве меток белков для определения gB ВБА, обоснование возможности определения белковых аналитов с использованием иммунохроматографических тестов и определение оптимальных условий для увеличения чувствительности ИХА.

В диссертации Новиковой Сагилы Аладдиновны соблюдены установленные пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (с изменениями и дополнениями), и пп. 2.1-2.5 «Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт общей и неорганической химии

им. Н.С. Курнакова Российской академии наук» от 29 марта 2024 г. критерии, которым должна соответствовать диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук.

На заседании 16 сентября 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Новиковой Сагиле Аладдиновне ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **15** человек, из них **13** докторов наук, специалистов по теме диссертации, участвующих в заседании, из **16** человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту **0 (ноль)** человек), проголосовали: «за» – **15**, «против» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**. Протокол счетной комиссии №92.15а.

Председатель диссертационного совета
д.ф.-м.н. М.Н. Филиппов

Ученый секретарь диссертационного совета
к.т.н. М.С. Доронина

16.09.2025