ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 01.4.002.92

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «19» мая 2026 г., протокол №92.21

о присуждении **Щемелеву Ивану Сергеевичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата химических наук

Диссертация **Щемелева Ивана Сергеевича «Оптические сенсорные системы на основе композитных матриц состава «сшитый поливиниловый спирт – магнетит»** по специальности 1.4.2 Аналитическая химия принята к защите диссертационным советом «14» апреля 2026 г., протокол №92.20.

Соискатель **Щемелев Иван Сергеевич**, 1993 года рождения, окончил магистратуру ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина» в г. Екатеринбурге в 2018 году по направлению подготовки 04.04.01 Химия. В 2023 году окончил аспирантуру ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Химический факультет в г. Москве по направлению подготовки 04.06.01 «Химические науки» с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

С сентября 2018 по август 2019 работал в должности ветеринарного врача ГАУ ТО «Тюменская областная ветеринарная лаборатория» в отделе химии и токсикологии. С февраля по сентябрь 2023 работал в должности химика-технолога ООО «Лиг».

С сентября 2023 по настоящее время работает в ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии». С сентября 2023 по январь 2025 занимал должность инженера, с января по декабрь 2025 – младшего научного сотрудника, с декабря 2025 по настоящее время занимает должность научного сотрудника.

Диссертация выполнена на кафедре аналитической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель: доктор химических наук, доцент, доцент по кафедре аналитической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Иванов Александр Вадимович.

Официальные оппоненты:

кандидат химических наук, доктор медицинских наук Проскурнина Елена Васильевна, главный научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова Российской академии наук (ИОНХ РАН);

доктор химических наук, профессор Доронин Сергей Юрьевич, профессор кафедры аналитической химии и химической экологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (СГУ)

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «МИРЭА – Российский технологический университет» в своем положительном заключении, подписанном заведующим кафедрой аналитической химии имени И.П. Алимарина д.х.н. Родиным И.А., ученым секретарем кафедры аналитической химии имени И.П. Алимарина Мироновой Е.В. и утвержденном первым проректором ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет», д.х.н. Прокоповым Н.И., указала, что диссертационная работа Щемелева Ивана Сергеевича 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 Суханова Павла Тихоновича, д.х.н., проф., профессора кафедры физической и аналитической химии (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий»);

2) от Лаврухиной Ольги Игоревны, к.х.н., доц., ведущего научного сотрудника отдела научного планирования и НИР (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов»);

3) от Жердева Анатолия Витальевича, д.х.н., ведущего научного сотрудника лаборатории иммунобиохимии Института биохимии им. А.Н. Баха (Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук);доц.,

4) от Петровой Юлии Сергеевны, к.х.н., доц., заведующей кафедрой аналитической химии и химии окружающей среды Института естественных наук и математики (Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»);

5) от Вирюса Эдуарда Даниэлевича, д.х.н., начальника лаборатории биохимии (Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научный центр физической культуры и спорта»);

6) от Грибанова Евгения Николаевича, к.х.н., доц., заведующего кафедрой химии (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»).

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 10 опубликованных статей по теме диссертации, в том числе 8 работ в рецензируемых научных изданиях, соответствующих требованиям Положения о присуждении ученых степеней в ФГБУН Институт общей и неорганической химии им. Н.С.Курнакова РАН.

Перечень публикаций Щемелева И.С.:

1. Большаков Е. С., Щемелев И. С., Иванов А.В., Козлов А.А. Фотонные кристаллы и их аналоги как средство химического анализа (обзор) // Журн. аналит. химии. 2022. Т. 77, № 10. С. 875–898 (Bolshakov E. S., Shchemelev I. S., Ivanov A. V., Kozlov A. A. Photonic crystals and their analogues as tools for chemical analysis (a review) // J. Anal. Chem. 2022. V. 77. № 10. P. 1215–1235).
2. Щемелев И. С., Староверова А. В., Иванов А. В., Ферапонтов Н. Б. Применение полиэлектролитов для определения концентрации сахарозы в растворе методом оптической микрометрии // Сорбц. хромат. процессы. 2021. Т. 21, № 6. С. 841–849.
3. Щемелев И. С., Смирнова М. А., Иванов А. В., Ферапонтов Н. Б. Применение комплексообразующего импрегнированного поливинилового спирта для определения углеводов методом оптической микрометрии // Журн. коорд. химии. 2022. Т. 48, № 10. С. 625–631 (Shchemelev I. S., Smirnova M. A., Ivanov A. V., Ferapontov N. B. Application of complex forming impregnated

polyvinyl alcohol for the determination of carbohydrates by optical micrometry // Russ. J. Coord. Chem. 2022. V. 48, № 10. P. 638–643).

4. Shchemelev I. S., Khasanov D. S., Smirnova M. A., Ivanov A. V., Ferapontov N. B., Tokmachev M. G. Determination of reducing carbohydrates in natural honey samples by optical micrometry method // CTA. 2022. V. 9, № 4. 20229417.

5. Щемелев И.С., Зиновьев Н.А., Иванов А.В., Ферапонтов Н.Б., Михеев И.В., Гагарин А.Н. Сенсорный гранулированный материал на основе импрегнированного композита «сшитый поливиниловый спирт – магнетит» для определения углеводов методом оптической микрометрии // Зав. лаб. диагн. матер. 2024. Т. 90, № 6. С. 5–14.

6. Shchemelev I.S., Ivanov A.V., Ferapontov N.B. Composite "cross-linked polyvinyl alcohol-magnetite" as a stimuli-responsive matrix for optical methods // Molecules. 2024. V. 29. 2794.

7. Щемелев И.С., Зиновьев Т.В., Иванов А.В., Ферапонтов Н.Б. Цифровой цветометрический анализ водных и водно-органических систем с применением композитных пленок «сшитый поливиниловый спирт – магнетит» // Журн. аналит. химии. 2024. Т. 7, № 9. С. 960–970. (Shchemelev I.S., Zinov'ev T.V., Ivanov A.V., Ferapontov N.B. Digital colotimetric analysis of aqueous and aqueous-organic systems using "polyvinyl alcohol – magnetite" hydrophilic composite films // J. Anal. Chim. 2024. V. 7, № 9. P. 1204–1213.)

8. Щемелев И.С., Иванов А.В., Ферапонтов Н.Б. Применение сенсорных композитных пленок «поливиниловый спирт – магнетит» для цифрового цветометрического определения глюкозы и фруктозы в меде // Журн. неорг. химии. 2025. Т. 70, № 10. С. 1428–1436. (Shchemelev I.S., Ivanov A.V., Ferapontov N.B. The use of polyvinyl alcohol – magnetite sensing composite films for the digital image colorimetric determination of glucose and fructose in honey // Rus. J. Inorg. Chem. 2025. V. 70, № 10. P. 1613–1620.)

9. Щемелев И. С., Ферапонтов Н. Б., Иванов А. В. Кинетические аспекты определения содержания углеводов в водных растворах методом оптической микрометрии // Науч. вестн. СамГУ. 2021. № 3(127). С. 14–19.

10. Щемелев И. С., Староверова А. В., Ферапонтов Н. Б., Иванов А. В. Определение сахарозы в растворах методом оптической микрометрии с применением нового композита «поливиниловый спирт – магнетит» / Инновационные материалы и технологии: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, г. Минск, 19–21 янв. 2021 г. – Минск : БГТУ, 2021. – С. 395–398.

Количество цитирований основных публикаций по теме диссертации (и в скобках всего) в международных базах данных Web of Science **1 (1)**, Scopus **15 (15)**, РИНЦ **11 (20)**.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработан способ получения композитных сенсорных матриц на основе сшитого поливинилового спирта путем осаждения частиц Fe_3O_4 внутри геля сшитого полимера в атмосфере аммиака;

2. Усовершенствован метод оптической микрометрии для целей более селективного и чувствительного определения растворимых углеводов путем импрегнирования чувствительного полимера раствором тетрабората натрия;

3. Создан новый подход к регистрации аналитического отклика композитных материалов – аналогов фотонных кристаллов, способных менять цвет, с применением метода цифровой цветометрии.

Практическая значимость результатов работы заключается в разработке и апробировании подхода к определению суммарного содержания глюкозы и фруктозы в натуральном меде и сиропах с применением сенсорных гранул и пленок состава «сшитый ПВС – магнетит», который является более дешевым и простым по сравнению с существующими методами химического анализа. В результате проведенных исследований показаны принципиальная возможность создания новых сенсорных систем на основе композитных материалов состава «набухающий полимер – частицы металла / оксида металла» для целей внелабораторного анализа и преимущества цветометрического измерения и обработки отклика композитных пленок на аналиты (углеводороды, спирты, сильные электролиты) с помощью смартфона.

Ценность научной работы соискателя состоит в создании новых аналитических подходов с использованием методов оптической микрометрии и цифровой цветометрии, основанных на применении композитного материала "сшитый ПВС – магнетит" в качестве сенсорного элемента. Исследование включает выбор условий получения композитного материала с наилучшими характеристиками, дающего наибольший аналитический отклик на определяемые вещества - низшие спирты, водорастворимые углеводы, и способов повышения чувствительности и селективности композитных

сенсорных пленок и гранул за счет предварительного импрегнирования ПВС тетраборатом натрия и поддержания необходимой кислотности в растворе аналита, а также выбор условий измерения аналитического сигнала методами оптической микрометрии и цифровой цветометрии с использованием бытовых цифровых устройств. Сочетание импрегнирования ПВС тетраборатом с одновременным формированием частиц магнетита в объеме набухающего полимера для улучшения аналитических характеристик сенсорного материала применено впервые. Преимущества обоснованных подходов показаны на примере контроля содержания низших спиртов в дезинфицирующих средствах и водорастворимых углеводов - в пищевых продуктах (мёде и лечебных сиропах на основе природного сырья), в том числе – при предварительном выявлении фальсифицированных продуктов, содержащих сахарозу. Таким образом, существенно расширяется возможность скрининга пищевой продукции, проведения внелабораторного анализа "на месте", без применения сложного аналитического оборудования.

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждается методами статистической обработки получаемых результатов. В качестве способов валидации разработанных методов анализа в рамках настоящей работы используются метод «введено-найдено» и анализ исследуемых образцов независимыми методами, предложенными нормативной документацией (ГОСТ, МУ и пр.).

Личное участие диссертанта заключается в постановке цели и задач исследования, поиске, систематизации и анализе литературы по теме исследования, организации и проведении экспериментов, получении, обработки и интерпретации результатов экспериментов, подготовке материалов к публикации и представлению в качестве докладов на конференциях, формулировании научных положений, выносимых на защиту. Все включенные в диссертацию данные получены лично автором или при его непосредственном участии. Отдельные этапы исследования были выполнены при участии студентов: А.В. Староверовой, Д.С. Бельковой, Д.С. Хасанова,

М.А. Смирновой, Т.В. Зиновьева и Н.А. Зиновьева, у которых автор был соруководителем курсовых и дипломных работ.

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); 3. Аналитические приборы.; 13. Анализ пищевых продуктов.

Диссертационный совет пришел к выводу, что диссертация Щемелева Ивана Сергеевича на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, результаты которой можно квалифицировать как решение важной проблемы в области аналитической химии: изучение оптических характеристик композитных материалов состава «сшитый поливиниловый спирт – магнетит», позволяющих использовать эти материалы в качестве чувствительных элементов в оптических сенсорных системах для контроля содержания низших спиртов и водорастворимых углеводов в пищевых продуктах, лекарственных препаратах. Это существенно расширяет возможности внелабораторного анализа, благодаря чему облегчается контроль качества продукции и выявление фальсифицированных продуктов питания или лечебных сиропов, что, в свою очередь, имеет существенное значение для развития соответствующих отраслей науки и производства, необходимых 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. Методы формирования композитных сферических гранул и пленок на основе сшитого поливинилового спирта позволяют создавать новые оптические сенсорные системы, которые могут в перспективе использоваться для внелабораторного анализа.

2. Предложенные конструкции установок оптических сенсорных систем с применением композитных чувствительных элементов позволяют осуществлять экспресс-анализ водных и водно-органических систем с более высокой воспроизводимостью аналитического сигнала как в рамках метода оптической микрометрии, так и с применением цифровой цветометрии как способа регистрации аналитического сигнала.

3. Импрегнирование сенсорной матрицы на основе сшитого поливинилового спирта раствором тетрабората натрия в оптимальных условиях (концентрации тетрабората натрия, времени контакта фаз, кислотности раствора, концентрации частиц Fe_3O_4 в геле) снижает предел обнаружения водорастворимых углеводов с 100 до 7,9 ммоль/дм^3, повышает селективность определения глюкозы и фруктозы в присутствии сахарозы, при этом наиболее воспроизводимые результаты наблюдаются при применении сенсорных композитных материалов состава «сшитый поливиниловый спирт – магнетит».

4. Апробация предложенных подходов при анализе образцов натурального мёда и антисептиков для рук демонстрирует селективность и хорошую правильность определения аналитов методами оптической микрометрии и цифровой цветометрии.

В диссертации Щемелева Ивана Сергеевича 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 19 мая 2026 г. диссертационный совет принял решение присудить Щемелеву Ивану Сергеевичу ученую степень кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **12** человек, из них **10** 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» – **12**, «против» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**. Протокол счетной комиссии №92.21а.

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

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

19.05.2026