«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, доктор химических наук, академик РАН В.К. Иванов

«10» февраля 2026 г.

ПРОТОКОЛ № 17
заседания Секции «Аналитическая химия» Ученого Совета ИОНХ РАН

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

- члены секции: председатель Секции - академик РАН Ю.А. Золотов, зам. председателя Секции д.х.н. А.В. Иванов, ученый секретарь Секции к.х.н. П.М. Камилова, д.х.н. А.С. Алиханян, к.х.н. Т.Ф. Ахметжанов, д.х.н. В.Б. Барановская, член-корр. РАН А.А. Вошкин, к.т.н. М.С Доронина, к.т.н. Г.Е. Марьина, к.т.н. Е.В. Фатюшина, д.ф.-м.н. М.Н. Филиппов (ИОНХ РАН), д.х.н. И.В. Кубракова (ГЕОХИ РАН), д.х.н. М.А. Статкус (МГУ), д.х.н. Т.И. Тихомирова (МГУ), к.х.н. В.А. Филичкина (МИСИС);
- участники заседания: аспирант Щемелев И.С. (МГУ), д.х.н. А.В. Пирогов (МГУ), магистрант А.А. Дугарова (МГУ), д.т.н. Б.К. Зуев (ГЕОХИ РАН), к.х.н. Л. Гоева (ИОНХ РАН), к.х.н. И.Н. Киселева (ИОНХ РАН), аспирант А.А. Егорова (ИОНХ РАН)

Общее число присутствовавших: 22 человека.

СЛУШАЛИ: доклад соискателя И.С. Щемелева «Оптические сенсорные системы на основе композитных матриц состава «Сшитый поливиниловый спирт – магнетит» (работа выполнена на кафедре аналитической химии Химического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова). Докладчик рассказал о целях работы, ее задачах, перечислил положения, которые выносятся на защиту, подробно остановился на видах сенсорных матриц,

способах их получения, методах регистрации сигналов аналитов, механизмах формирования сигналов.

Научный руководитель – д.х.н., доцент А.В. Иванов (МГУ им. М.В. Ломоносова).

В обсуждении доклада принимали участие **акад. Ю.А. Золотов, д.х.н. М.А. Статкус, д.т.н. Б.К. Зуев, д.ф.-м.н. М.Н. Филиппов, д.х.н. И.В. Кубракова, д.х.н. В.Б. Барановская, чл. корр. РАН А.А. Вошкин, к.х.н. Т.Ф. Ахметжанов.** Вопросы касались способа регистрации сигнала – оптической цветометрии, обратимости системы при определении суммарного содержания аналитов, научной новизны работы, воспроизводимости аналитических характеристик, методов подтверждения правильности результатов определения, практической значимости работы. Был высказан ряд замечаний и пожеланий к оформлению результатов и представлению работы.

На все вопросы были даны ответы.

Во время дискуссии выступили: **д.т.н. Б.К. Зуев, д.х.н А.В. Пирогов, акад. Ю.А. Золотов, д.х.н. А.В. Иванов.** Отметили, что работа И.С. Щемелева может быть рекомендована к защите с учетом высказанных замечаний и пожеланий.

По итогам обсуждения подготовлено **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.**

Основной акцент в заключении сделан на следующих пунктах:

Цель работы заключалась в создании сенсорных систем на основе производимого в широких масштабах и доступного поливинилового спирта и композита «сшитый поливиниловый спирт – магнетит» для определения водорастворимых углеводов и спиртов в реальных объектах.

Для достижения поставленной цели были решены **следующие задачи**:

1. Получить сшитый эпихлоргидрином поливиниловый спирт и изучить его свойства по отношению к растворам водорастворимых углеводов;
2. Сравнить степени набухания полученного поливинилового спирта в растворах углеводов со степенью набухания некоторых других гидрофильных полимеров, таких как катиониты типа КУ-2 и КБ;
3. Повысить чувствительность и селективность сшитого поливинилового спирта и композитных гранул на его основе к глюкозе, фруктозе, сахарозе и лактозе путем его импрегнирования тетраборатом натрия для определения данных аналитов в пищевых продуктах;
4. Создать композитные пленки на основе сшитого поливинилового спирта и проверить возможности применения цветометрии для регистрации их аналитического отклика;

5. Апробировать предложенные сенсорные матрицы на реальных объектах.

В качестве **объектов исследования** изучены сферические гранулы из сшитого поливинилового спирта, а также сферические композитные гранулы и пленки состава «сшитый поливиниловый спирт – магнетит», синтезированные с разной степенью сшивки полимера и количеством частиц магнетита в них.

Научная новизна работы заключается в:

1. разработке способа получения композитных сенсорных матриц на основе сшитого поливинилового спирта путем осаждения частиц Fe_3O_4 внутри геля сшитого полимера в атмосфере аммиака;
2. развитии и усовершенствовании метода оптической микрометрии для целей более селективного и чувствительного определения растворимых углеводов путем импрегнирования чувствительного полимера раствором тетрабората натрия;
3. создании нового подхода к регистрации аналитического отклика композитных материалов – аналогов фотонных кристаллов, способных менять цвет, с применением метода цифровой цветометрии.

Практическая значимость

1. Разработан и апробирован подход 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.
2. Показана принципиальная возможность создания новых сенсорных систем на основе композитных материалов состава «набухающий полимер – частицы металла / оксида металла» для целей внелабораторного анализа.
3. Показаны преимущества цветометрического измерения и обработки отклика композитных пленок на аналиты (углеводороды, спирты, сильные электролиты) с помощью смартфона.

Работа была выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-03-00397, а также при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственных заданий МГУ (регистрационный номер АААА-А-А21-121011590089-1) и ИОНХ РАН (регистрационный номер 1021071612841-6-1.4.7).и ИОНХ РАН.

Положения, выносимые на защиту:

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.

Степень достоверности

Достоверность полученных данных 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.).

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертационная работа Щемелева Ивана Сергеевича соответствует паспорту научной специальности 1.4.2 «Аналитическая химия» по следующим областям исследований: методы химического анализа (химические, физико-химические, атомная и молекулярная спектроскопия, хроматография, рентгеновская спектроскопия, масс-спектрометрия, ядерно-физические методы и др.), аналитические приборы, анализ пищевых продуктов.

Личный вклад автора.

В основу научно-квалификационной работы были положены результаты экспериментальных исследований, проведенных в период с 2019 по 2025 гг. на кафедрах аналитической и физической химии Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Автором лично осуществлялась общая постановка задач исследования, поиск, систематизация и анализ литературы по теме исследования, организация и проведение экспериментов, получение, обработка и интерпретация результатов экспериментов, подготовка материалов к публикации и представлению в качестве докладов на конференциях, формулирование научных положений, выносимых на защиту. 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.С. Зиновьева, у которых автор был соруководителем курсовых и дипломных работ.

Объем и структура работы

Представленная работа изложена на 149 страницах машинописного текста, иллюстрирована 44 рисунками и 14 таблицами. Работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения полученных результатов, выводов и списка использованных источников и литературы, содержащего 305 работ зарубежных и отечественных авторов.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем. Основные результаты по теме научно-квалификационной работы опубликованы в 8 научных статьях в журналах, индексируемых Scopus, Web of Science, RSCI, изданиях из перечня, рекомендованных Минобрнауки России, 1 статья в журнале «Научный вестник СамГУ» (изд-во СамГУ, Самарканд, Узбекистан), 1 статья в сборнике, а также 11 тезисов докладов на всероссийских и международных конференциях.

Основные результаты были представлены на всероссийских и международных конференциях: XXXI, XXXII Российских молодежных научных конференциях с международным участием «Проблемы теоретической и экспериментальной химии» (РФ, Екатеринбург, УрФУ, 2021, 2022 г.), XXVII, XXVIII Международных ежегодных научных конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов» (РФ, Москва, МГУ, 2020, 2021 г.), международной научно-технической конференции молодых ученых «Инновационные материалы и технологии – 2021» (Беларусь, Минск, БелГТУ, 2021 г.), IX Всероссийской конференции с международным участием «ФАГРАН – 2021» (РФ,

Воронеж, ВГУ,2021 г.), IV Съезде аналитиков России (РФ, пос. Московский, Московская обл., НСАХ РАН, 2022 г.), XIII, XIV и XV Конференциях молодых ученых по общей и неорганической химии (РФ, Москва, ИОНХ РАН, 2023 г., 2024 г., 2025 г.).

Диссертационная работа Щемелева Ивана Сергеевича «Оптические сенсорные системы на основе композитных матриц состава «Сшитый поливиниловый спирт – магнетит» соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 (в актуальной редакции) и пп 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 (ИОНХ РАН) от 29.03.2024 г., предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Утвердить положительное ЗАКЛЮЧЕНИЕ секции «Аналитическая химия» по диссертации Ивана Сергеевича Щемелева на соискание ученой степени кандидата химических наук «Оптические сенсорные системы на основе композитных матриц состава «Сшитый поливиниловый спирт – магнетит».

2. Рекомендовать диссертацию «Оптические сенсорные системы на основе композитных матриц состава «Сшитый поливиниловый спирт – магнетит» к защите по специальности 1.4.2.Аналитическая химия (Химические науки) после доработки по замечаниям членов секции.

Решение принято единогласно.

Председатель Секции «Аналитическая химия» Ученого совета, главный научный сотрудник лаборатории аналитической химии и методов разделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии Н.С. Курнакова Российской академии наук,

Академик РАН Ю.А. Золотов

Ученый секретарь секции «Аналитическая химия», к.х.н. П.М. Камилова