

Протокол № 281  
заседания диссертационного совета 24.2.288.07  
от 05 декабря 2023 г.

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 24 человек.  
Присутствовали на заседании 17 человек.

**Председатель:** д. хим. наук, профессор Семенов В.Н.

**Присутствовали:**

1. Семенов Виктор Николаевич д.х.н., 1.4.15
2. Шихалиев Хидмет Сафарович д.х.н., 1.4.3
3. Столповская Надежда Владимировна к.х.н., 1.4.3
4. Бутырская Елена Васильевна д.х.н., 1.4.2
5. Завражнов Александр Юрьевич д.х.н., 1.4.15
6. Зяблов Александр Николаевич д.х.н., 1.4.2
7. Кострюков Виктор Федорович д.х.н., 1.4.15
8. Козадеров Олег Александрович д.х.н., 1.4.3
9. Крысин Михаил Юрьевич д.х.н., 1.4.3
10. Паршина Анна Валерьевна д.х.н., 1.4.2
11. Потапов Андрей Юрьевич д.х.н., 1.4.3
12. Рудаков Олег Борисович д.х.н., 1.4.2
13. Селеменев Владимир Федорович д.х.н., 1.4.2
14. Семенова Галина Владимировна д.х.н., 1.4.15
15. Томина Елена Викторовна д.х.н., 1.4.15
16. Тутов Евгений Анатольевич д.х.н., 1.4.15
17. Шестаков Александр Станиславович д.х.н., 1.4.3

**Слушали:** Председателя заседания:

В совет поступило заявление аспиранта кафедры химии металлургического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» Бизиной Екатерины Вячеславовны. Диссертация «Применение магнитных углеродных нанокompозитов в иммуно- и ПМО-сенсорах для определения антибиотиков и природных токсинов», представленная на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия, выполнена на кафедре химии металлургического института Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет».

К заявлению приложены: Заключение Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» (протокол № 4 от «02» ноября 2023 г.) о рекомендации диссертации Бизиной Екатерины Вячеславовны к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2. Аналитическая химия; копии диплома об окончании специалитета металлургического института Федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» по специальности 04.05.01 «Фундаментальная и прикладная химия» с присвоением квалификации «Химик. Преподаватель химии»; справка Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Липецкий государственный технический университет» о периоде обучения, освоении программы аспирантуры и сдаче кандидатских экзаменов; диссертация; рукопись автореферата; а также другие документы в соответствии с требованиями Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24 сентября 2013 г. (в действующей редакции) и Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Экспертная комиссия в составе членов совета:

1. Паршина А.В., д.х.н. (председатель);
2. Зяблов А.Н., д.х.н.; проф.;
3. Кучменко Т.А., д.х.н, проф.

- предварительно рассмотрела диссертацию Бизиной Екатерины Вячеславовны «Применение магнитных углеродных нанокompозитов в иммуно- и ПМО-сенсорах для определения антибиотиков и природных токсинов» и представила следующее заключение:

Работа выполнена на кафедре химии металлургического института Липецкого государственного технического университета и при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» («У.М.Н.И.К.») (договор № 18323ГУ/2023 (код 0086570) от 02.08.2023 г.) и гранта РФФИ и Липецкой области в рамках научного проекта № 20-43-480001.

Диссертационная работа Бизиной Екатерины Вячеславовны посвящена решению актуальной задачи в области аналитической химии: разработке гравиметрических пьезоэлектрических иммуно- и ПМО-сенсоров на основе магнитных углеродных нанокompозитов для определения биологически активных соединений (антибиотиков и аристолохиевой кислоты) в пищевой продукции.

Наиболее существенные результаты, представленные в диссертационной работе:

1. Разработан новый подход к формированию распознающего слоя пьезоэлектрического сенсора под действием внешнего магнитного поля на основе магнитного углеродного нанокompозита, состоящего из углеродных нанотрубок и магнитных наночастиц. Полученный таким образом слой может быть модифицирован конъюгатами различных антибиотиков или полимерами с молекулярными отпечатками. Установлены составы нанокompозитов, обеспечивающие наиболее эффективное применение сенсоров на их основе для определения биологически активных соединений

(ципрофлоксацина, пенициллина G, аристолохиевой кислоты, эритромицина и азитромицина). Использование магнитного углеродного нанокompозита позволяет сократить и упростить процедуру подготовки сенсора к анализу.

2. На поверхности наночастиц диоксида кремния методами свободнорадикальной и золь-гель полимеризации получены молекулярно импринтированные макролидными антибиотиками (эритромицин, азитромицин) полимерные оболочки. Установлен состав распознающего слоя пьезоэлектрического сенсора на базе комбинации магнитных углеродных нанокompозитов и полимеров с молекулярными отпечатками для определения макролидных антибиотиков: азитромицина в диапазоне 5–160 с пределом обнаружения 2 мкг/мл, и эритромицина в диапазоне 20–400 мкг/мл, с пределом обнаружения 3 мкг/мл.

3. Предложен способ перевода магнитного углеродного нанокompозита, состоящего из многостенных углеродных нанотрубок и магнитных наночастиц  $Fe_3O_4$ , в дисперсное состояние. Оценено влияние диметилформамида и Тритон X-100, а также продолжительности ультразвуковой обработки на стабильность дисперсии нанокompозита. Установлены условия иммобилизации конъюгатов антибиотиков и аристолохиевой кислоты на поверхности нанокompозита.

4. Установлены метрологические характеристики пьезоэлектрических иммуносенсоров с распознающим слоем на основе магнитных углеродных нанокompозитов на примере определения антибиотиков (ципрофлоксацин, пенициллин G) и аристолохиевой кислоты. Показано, что диапазон определяемых содержаний зависит как от характеристик магнитных наночастиц и углеродных нанотрубок, входящих в состав МУНК, так и от типа распознающих элементов, иммобилизованных на поверхности нанокompозита. Установлено, что разработанные иммуносенсоры позволяют проводить определение следовых концентраций ципрофлоксацина, пенициллина G и аристолохиевой кислоты в диапазоне содержаний и с пределом обнаружения: 5–400 и 3,2 нг/мл, 5–450 и 3,1 нг/мл, 50–400 и 5,9 нг/мл соответственно. Число повторных циклов измерения составило 33.

Исследования выполнены на высоком научном и методическом уровне. Достоверность полученных результатов, обоснованность научных положений и выводов диссертационной работы обеспечены системностью исследования, применением современных методов анализа и методологических подходов, использованием сертифицированного оборудования, согласованием результатов с литературными данными, апробацией результатов при анализе реальных сред, публикациями в рецензируемых журналах и выступлениями на всероссийских и международных научных конференциях.

По результатам диссертации опубликовано 5 статей в журналах, входящих в Перечень ВАК и индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, 14 тезисов докладов, получен 1 патент РФ. Полнота изложения

материалов диссертации составляет 90%. Личный вклад автора в работы, выполненные в соавторстве, составляет 80%.

Основные результаты исследований были доложены на конференциях: V Всероссийской (заочной) молодежной конференции «Достижения молодых ученых: химические науки», Уфа, 2020; Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2021», Москва, 2021; VIII Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Органические и гибридные наноматериалы», Иваново, 2021; XII International Conference on Chemistry for Young Scientists «Mendeleev 2021», Saint Petersburg, 2021; Всероссийском симпозиуме и школе-конференции молодых ученых «Физико-химические методы в междисциплинарных экологических исследованиях», Севастополь, 2021; Международном конгрессе «Биотехнология: состояние и перспективы развития», Москва, 2021; Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2022», Москва, 2022; VII Всероссийской (заочной) молодежной конференции «Достижения молодых ученых: химические науки», Уфа, 2022; XXXII Российской молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения профессора А.А. Тагер, Екатеринбург, 2022; VII Всероссийском молодежном форуме «Наука будущего - наука молодых», Новосибирск, 2022; IV Съезде аналитиков России, Москва, 2022; Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Ломоносов-2023», Москва, 2023; IX Всероссийской школе-конференции молодых ученых «Органические и гибридные наноматериалы» и Второй молодёжной школе для студентов, аспирантов и молодых ученых, Иваново, 2023.

Проверка текста по программе «Антиплагиат» показала высокий уровень оригинальности текста, выявленные совпадения не являются плагиатом. В работе нет заимствования материала без ссылки на первоисточник.

Текст диссертации, представленной в диссертационный совет идентичен тексту диссертации, размещенной на сайте организации. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения о работах, опубликованных соискателем ученой степени.

Тема и содержание диссертации соответствует специальности 1.4.2. Аналитическая химия. Работа Бизиной Екатерины Вячеславовны соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, входит в компетенцию совета 24.2.288.07 и может быть представлена к защите по специальности 1.4.2. Аналитическая химия.

С работой следует ознакомить Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Казанский (Приволжский) Федеральный университет, Российский химико-технологический университета им. Д.И. Менделеева, Кубанский государственный университет, Томский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Саратовский национальный исследовательский

государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронежский государственный технический университет, а также другие научные и учебные организации, работающие с химическими сенсорами.

В качестве официальных оппонентов рекомендуются:

1) Апяри Владимир Владимирович – доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, научно-исследовательская лаборатория концентрирования, главный научный сотрудник;

2) Доронин Сергей Юрьевич, доктор химических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», институт химии, кафедра аналитической химии и химической экологии, профессор.

В качестве ведущей организации рекомендуется: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) Федеральный университет», г. Казань.

Оппоненты и ведущая организация выразили свое предварительное согласие.

**Председатель:** Таким образом, необходимо принять к защите диссертацию Бизиной Екатерины Вячеславовны «Применение магнитных углеродных нанокompозитов в иммуно- и ПМО-сенсорах для определения антибиотиков и природных токсинов», утвердить официальных оппонентов и ведущую организацию, назначить дату защиты диссертации, а также решить вопрос о разрешении размножения автореферата и утвердить список адресатов его рассылки.

Прошу проголосовать.

***Постановили:***

1. Принять к защите диссертацию Бизиной Екатерины Вячеславовны «Применение магнитных углеродных нанокompозитов в иммуно- и ПМО-сенсорах для определения антибиотиков и природных токсинов».

2. Утвердить официальными оппонентами:

1) Апяри Владимира Владимировича – доктора химических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», химический факультет, научно-исследовательская лаборатория концентрирования, главного научного сотрудника;

