

## Отзыв

на автореферат диссертации Беликова Евгения Александровича  
«Атомное и электронное строение биогибридных материалов на основе  
бактериоферритина», представленный на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 - физика  
конденсированного состояния.

В диссертационной работе исследуются закономерности атомного и электронного строения биогибридных материалов на основе наночастиц железа в молекулярных контейнерах белка бактериоферритина Dps, получаемых от бактериальных клеток кишечной палочки E.coli методами просвечивающей и растровой электронной микроскопии, методами XANES, и РЕЕМ. Тема работы актуальна, так как макроскопические физико-химические свойства напрямую зависят от электронного строения материалов.

Работа состоит из пяти глав, введения и заключения, списка литературы.

Новизна и достоверность представленных результатов не вызывает сомнения - установлены размеры, особенности морфологии и структуры биогибридных материалов на основе молекулярных культур белка бактериоферритина Dps, исследовано атомное и электронное строение наночастиц железа в молекулярных контейнерах белка бактериоферритина Dps методами рентгеновской и электронной спектроскопии и микроскопии, в том числе с использованием синхротронного излучения. Результаты экспериментальных и теоретических расчетов и их интерпретация опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных научных библиографических базах данных. Отмечу большое количество данных и результатов, приведенных в работе – от пробоподготовки образцов биологического происхождения до анализа и моделирование тонкой структуры электронно-энергетического спектра свободных электронных состояний биогибридного материала. Приведены результаты, заслуживающие особенного внимания:

1) Методом криоэлектронной микроскопии высокого разрешения без применения контрастирования обнаружено, что в нативном (исходном) состоянии природный контейнер неорганических наночастиц представляет собой молекулу белка Dps с внешними размерами до 10 нм и размерами внутренней полости до 7 нм.

2) Показана возможность выполнения экспериментов высокого разрешения с использованием высокопроизводительных лабораторных и синхротронных источников излучения химически селективным методом фотоэмиссионной электронной спектроскопии РЕЕМ для поверхности (внешней части мембраны) отдельной клетки кишечной палочки E.coli.

Замечания по диссертационной работе.

На рис.7 (стр.15) приведены XPS спектры образца нитевидного кремния, сформированного на подложке n-типа после интеграции с белком Dps. На основании интенсивностей линии Na2s (очень малой) и оже линии


Na(KLL) дается вывод о практически полном удалении соли NaCl. Можно было привести спектры с большим энергетическим диапазоном, ведь в области 1072 эВ находится характеристическая линия Na1s, по которой всегда оценивается наличие элемента и его вклад в состав вещества.

Отмеченное замечание не принципиально, и никак не уменьшает значимость представленных результатов. Научные результаты опубликованы в научных статьях, доложены на научных конференциях и семинарах.

Учитывая актуальность, значимость, новизну и объем представленных результатов исследования, считаю, что диссертация соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 1.3.8. - физика конденсированного состояния, а Беликов Евгений Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Главный научный сотрудник  
лаборатории электронного строения и  
квантово-химического моделирования ИХ ДВО РАН

доктор физико- математических наук

  
25.12.2025

В.В. Короченцев

Отзыв составил Владимир Владимирович Короченцев, доктор физико-математических наук, 1.3.8 - физика конденсированного состояния тел. +7(902)556-18-16, Email: vkoroch@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии  
Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИХ ДВО РАН).  
690022, г.Владивосток, 100-летия Владивостока, 159  
Тел: 8(423) 231-25-90,  
<https://www.ich.dvo.ru> Email: [chemi@ich.dvo.ru](mailto:chemi@ich.dvo.ru)

Подпись д.ф.м.н., Короченцева Владимира Владимировича заверяю  
Ученый секретарь ИХ ДВО РАН  
к.х.н. Маринин Дмитрий Владимирович



«25» декабря 2025