

Протокол № 2

заседания диссертационного совета 24.2.288.03

от 15.01.2026

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 22 человек. Присутствовали на заседании 16 человек.

Председательствующий: председатель д.ф.-м.н., профессор Овчинников О.В.

Присутствовали: д.ф.-м.н. Овчинников О.В. (1.3.6), д.ф.-м.н. Фролов М.В. (1.3.3), д.ф.-м.н. Турищев С.Ю. (1.3.8), к.ф.-м.н. Голощапов Д.Л. (1.3.8), д.ф.-м.н. Головинский П.А. (1.3.6), д.ф.-м.н. Домашевская Э.П. (1.3.8), д.ф.-м.н. Дрождин С.Н. (1.3.8), д.ф.-м.н. Корнев А.С. (1.3.6), д.ф.-м.н. Коротков Л.Н. (1.3.8), д.ф.-м.н. Меремьянин А.В. (1.3.3), д.ф.-м.н. Овсянников В.Д. (1.3.3), д.ф.-м.н. Переслеков С.А. (1.3.3), д.ф.-м.н. Рябцев С.В. (1.3.8), д.ф.-м.н. Середин П.В. (1.3.6), д.ф.-м.н. Смирнов М.С. (1.3.6), д.ф.-м.н. Чернов В.Е. (1.3.6)

Повестка дня: Защита диссертационной работы Беликова Евгения Александровича «Атомное и электронное строение биогибридных материалов на основе бактериоферритина Dps», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

По рассматриваемой специальности присутствовали 5 докторов наук.

Официальные оппоненты:

Гуда Александр Александрович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Центр наукоемкого приборостроения, заведующий научной лабораторией.

Ситников Александр Викторович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», факультет радиотехники и электроники, кафедра твердотельной электроники, профессор;

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск.

Слушали:

Защиту диссертационной работы Беликова Евгения Александровича «Атомное и электронное строение биогибридных материалов на основе бактериоферритина Dps», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Вопросы по защищаемой диссертации задали:

д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Овчинников О.В., д.ф.-м.н. Коротков Л.Н., д.ф.-м.н. Смирнов М.С., д.ф.-м.н. Чернов В.Е., д.ф.-м.н. Дрождин С.Н., д.ф.-м.н. Овсянников В.Д, д.ф.-м.н. Рябцев С.В.,

В дискуссии приняли участие:

д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Коротков Л.Н., д.ф.-м.н. Овчинников О.В.

(стенограмма заседания прилагается)

Постановили:

На основании протокола № 1 счетной комиссии считать, что диссертация Беликова Евгения Александровича отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния.

Результаты тайного голосования по вопросу присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук Беликову Евгению Александровичу:

«за» - 16

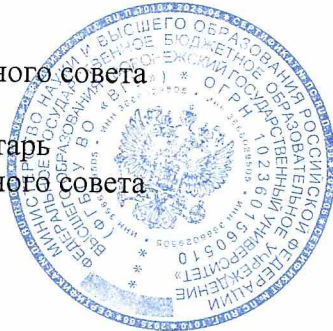
«против» - нет,

недействительных бюллетеней – нет.

(протокол счётной комиссии прилагается)

Председатель
диссертационного совета

Учёный секретарь
диссертационного совета



/Овчинников О.В./

/Голощапов Д.Л./

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.288.03,
созданного на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Воронежский
государственный университет» Минобрнауки России, по диссертации на
соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 15.01.2026 № 2

О присуждении Беликову Евгению Александровичу, гражданину
Российской Федерации ученой степени кандидата физико-математических
наук.

Диссертация «Атомное и электронное строение биогибридных
материалов на основе бактериоферритина Dps» по специальности
1.3.8. Физика конденсированного состояния принята к защите 06 ноября 2025
года (протокол заседания № 10) диссертационным советом 24.2.288.03,
созданным на базе федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Воронежский
государственный университет», Минобрнауки России, 394018, г. Воронеж,
Университетская пл. 1, приказ Минобрнауки России №714/нк от 02.11.2012.

Соискатель, Беликов Евгений Александрович, 07 марта 1997 года
рождения, работает главным специалистом СМК, службы контроля качества,
в акционерном обществе «Научно-исследовательский институт электронной
техники».

В 2021 году окончил с отличием магистратуру федерального
государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Воронежский государственный университет» по направлению
03.04.02 «Физика».

В 2025 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения высшего образования
«Воронежский государственный университет» по направлению подготовки
03.06.01 «Физика и астрономия».

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и физического
материаловедения физического факультета в федеральном государственном
бюджетном образовательном учреждении высшего образования
«Воронежский государственный университет» Минобрнауки России.

Официальные оппоненты:

1. Гуда Александр Александрович, доктор физико-математических наук,
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Южный федеральный университет», Центр
наукоемкого приборостроения, заведующий научной лабораторией;

2. Ситников Александр Викторович, доктор физико-математических
наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Воронежский государственный
технический университет», факультет радиотехники и электроники, кафедра
твердотельной электроники, профессор;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск в своем положительном отзыве, подписанном Бухтияровым Андреем Валерьевичем, доктором химических наук, ведущим научным сотрудником ГНЦ ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук», указала, что диссертационная работа представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, выполненную на высоком уровне. Работа вносит значительный вклад в формирование новых представлений о морфологии, локальном атомном и электронном строении перспективных биогибридных материалов и наноразмерных структур в актуальной области физики конденсированного состояния. По объёму выполненной работы, актуальности полученных результатов, новизне и значимости основных положений, выносимых на защиту, диссертационное исследование является законченной научно-квалификационной работой, в которой представлены новые закономерности атомного и электронного строения и состава наноразмерных структур, созданных на базе неорганических железосодержащих наночастиц, «упакованных» в естественные биологические оболочки – белковые молекулы бактериоферритина Dps. Новые научные результаты и установленные закономерности важны для стабильного и управляемого синтеза биогибридных наночастиц с заданными характеристиками. Достоверность результатов и научная обоснованность выводов, представленных в диссертации, обеспечивается использованием передовых методов исследования, воспроизводимостью полученных данных об объектах исследования, широкой апробацией полученных результатов.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Беликова Евгения Александровича «Атомное и электронное строение биогибридных материалов на основе бактериоферритина Dps» полностью отвечает критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 года (со всеми последующими изменениями), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния. Автор диссертационной работы Беликов Евгений Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 Физика конденсированного состояния.

Соискатель имеет 45 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях опубликованы 7 работ. Работы посвящены исследованию морфологических, структурных свойств, атомного и электронного строения наночастиц железо-кислород, образуемых молекулами белка бактериоферритина Dps, клеток бактерий E.coli и структур на их основе,

а также возможной интеграции биогибридного материала молекул белка Dps с массивами нитевидного кремния.

В диссертации Беликова Евгения Александровича отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Авторский вклад составляет 84%. Общий объем научных изданий по теме диссертации составляет 6 п.л..

Наиболее значительные работы:

1. S.S. Antipov High resolution cryogenic transmission electron microscopy study of Escherichia coli Dps protein: first direct observation in quasinative state / S.S. Antipov, E.B. Pichkur, N.V. Praslova, E.V. Preobrazhenskaya, D.S. Usoltseva, **E.A. Belikov**, O.A. Chuvenkova, M.Yu. Presnyakov, V.G. Artyukhov, O.N. Ozoline, S.Yu. Turishchev // Results in Physics. - 2018. – V. 11. - P. 926-928.

2. S.Yu. Turishchev On the possibility of PhotoEmission Electron Microscopy for E. coli advanced studies / S.Yu. Turishchev, D. Marchenko, V. Sivakov, **E.A. Belikov**, O.A. Chuvenkova, E.V. Parinova, D.A. Koyuda, R.G. Chumakov, A.M. Lebedev, T.V. Kulikova, A.A. Berezhnoy, I.V. Valiakhmedova, N.V. Praslova, E.V. Preobrazhenskaya, S.S. Antipov // Results in Physics. - 2020. - V. 16. - P. 102821 -1 -3.

3. Е.В. Паринава Локализация молекул белка Dps E.coli в матрице нитевидного кремния по данным растровой электронной микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Е.В. Паринава, С.С. Антипов, V. Sivakov, **E.A. Беликов**, О.А. Чувенкова, Ю.С. Какулия, С.Ю. Требунских, М.С. Скоробогатов, Р.Г. Чумаков, А.М. Лебедев, В.Г. Артюхов, С. Ю. Турищев // Конденсированные среды и межфазные границы. - 2023. - Т. 25, №2. - С. 207–214.

На диссертацию и автореферат поступило 2 отзыва:

1. Жидков Иван Сергеевич, кандидат физико-математических наук, заведующий кафедрой электрофизики, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», доцент.

Вопросы:

1. «На странице 4 автореферата указано, что размеры неорганических ядер составляют «до ~12 нм в зависимости от типа ферритина». В то же время для Dps в литературе обычно указывается внутренний диаметр полости около 4,5–5 нм. Как соотносятся полученные размеры ядер с геометрическими ограничениями белковой оболочки Dps? Были ли зафиксированы случаи переполнения полости или образования внешних кластеров?»

2. «В работе применялось ионное травление для удаления поверхностных загрязнений. Как контролировалось возможное восстановление оксидов железа под действием Ar-ионов и как это могло повлиять на наблюдаемое соотношение Fe³⁺/Fe²⁺/Fe⁰ в XPS-спектрах?»

3. «Насколько стабильно сохраняется нативная структура белковой оболочки Dps после осаждения на нитевидный кремний и последующего

отжига/обработки? Есть ли данные спектроскопии (например, C 1s или N 1s) о денатурации белка?»

Отзыв положительный. Отмечается актуальность, научная новизна и практическая ценность результатов, их апробация. Заданные вопросы носят рекомендательный характер.

2. Короченцев Владимир Владимирович, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник лаборатории электронного строения и квантово-химического моделирования, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук (ИХ ДВО РАН).

Замечание:

1. 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 линия Na1s, по которой всегда оценивается наличие элемента и его вклад в состав вещества.

Отзыв положительный. Отмечается актуальность, значимость, новизна и объем представленных результатов, а также апробация работы. Сделанные замечания носят рекомендательный характер.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией по специальности 1.3.8. Физика конденсированного состояния, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

проведены: комплексные исследования биогибридных материалов на основе неорганических наночастиц формирующихся в молекулах белка Dps бактерий E.coli методами электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии и спектроскопии ближней тонкой структуры края рентгеновского поглощения;

предложены: закономерности атомного и электронного строения, морфологии, состава и структуры наночастиц в молекулах белка Dps и биогибридных материалов на их основе.

показано: в составе неорганических наночастиц, формирующихся внутри молекулярных контейнеров из молекул белка бактериоферритина Dps, находятся ионы железа Fe^{2+} и Fe^{3+} в различной координации с возможностью восстановления до Fe^0 при термической и ионной обработке;

установлено: клетки бактерий E.coli способны без разрушения, многократно, выступать источником молекул белка бактериоферритина Dps – биоконтейнера неорганической наночастицы железо-кислород, а также устойчивы к воздействию рентгеновского излучения и высокого напряжения;

доказано: эффективное заполнение пустот 3D-развитых массивов нитевидного кремния белковыми молекулами бактериоферритина Dps и функционализация развитой поверхности кремниевых нитей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что **развиты** представления о механизмах формирования, составе и атомном строении наночастиц, содержащих ионы железа Fe^{2+} и Fe^{3+} в различной координации, в наноконтейнерах из молекул белка бактериоферритина Dps; **установлено** влияние условий формирования и последующей температурной и ионной обработки на морфологию и состав наночастиц железо-кислород биогибридных материалов на основе молекул белка бактериоферритина Dps природного происхождения; **обоснована** применимость методов рентгеноэлектронной спектроскопии, электронной микроскопии и спектромикроскопии, в том числе с использованием синхротронного излучения, для высокоточного анализа состава и структуры биогибридных материалов; **изложены** перспективные способы использования биогибридных материалов на основе молекул белка бактериоферритина Dps для покрытия массивов нитевидного кремния.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

показана возможность воспроизводимого формирования наночастиц системы железо-кислород заданного размера, состава, локального атомного и электронного строения для перспективы использования в микроэлектронике, спинтронике и медицине;

установлена устойчивость клеток бактерии *E.coli*, являющихся источником молекул белка Dps и биогибридных структур на их основе, в условиях сверхвысокого вакуума, при воздействиях электромагнитного излучения и высокого напряжения;

предложен универсальный подход к применению биогибридного материала на основе молекул Dps для функционализации 3D-развитых поверхностей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: достоверность результатов диссертационной работы обеспечена использованием современных апробированных методов исследования с использованием высокочувствительной регистрирующей аппаратуры, в том числе с использованием установок класса «мегасайенс» центров генерации синхротронного излучения, многократной воспроизводимостью результатов экспериментальных исследований, в том числе полученных на установках класса «мегасайенс» в различных ведущих научных центрах, и использовании современного программного обеспечения для обработки и моделирования экспериментальных данных. Надежность и обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждены независимыми экспертными оценками рецензентов научных журналов, в которых опубликованы статьи, содержащие основные результаты диссертации. Апробация диссертационной работы выполнена на международных и всероссийских научных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в формировании объектов исследования, планировании и реализации экспериментов, обработке и анализу результатов изучения атомного и электронного строения, морфологии, состава и структуры объектов исследований. Выявление специфики локального атомного окружения, электронного спектра и состава, размеров, формы и иных результатов проводилось лично автором или при его непосредственном участии. Автором сформулированы основные выводы и научные положения, выносимые на защиту. Апробация результатов исследования на всероссийских и международных научных конференциях проведена автором лично.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Беликов Е.А, ответил на заданные ему в ходе заседания вопросы и привёл собственную аргументацию.

На заседании 15.01.2026 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, состоящей в установлении атомного и электронного строения биогибридных материалов на основе наночастиц железо-кислород, формируемых на основе молекул белка бактериоферритина Dps, получаемых от клеток кишечной палочки E.coli, а также установление их интеграции с развитыми поверхностями нитевидного кремния, методами рентгеновской и электронной спектроскопии и микроскопии, в том числе с использованием синхротронного излучения, имеющей значение для физики конденсированного состояния присудить Беликову Е.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель
диссертационного совета

Овчинников Олег Владимирович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Голощапов Дмитрий Леонидович

15 января 2026 г.

