

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке, инновациям  
и цифровизации ФГБОУ ВО «ВГУ»,  
д.ф.-м.н., доцент



/ Костин Д.В.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» о диссертационной работе Бурмистрова Дмитрия Евгеньевича «Влияние наночастиц оксидов металлов, заключенных в полимеры, на жизнеспособность прокариотических и эукариотических клеток» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.2. – биофизика.

### Актуальность и новизна диссертационной работы

Возможность применения наноматериалов на сегодняшний день рассматривается как в различных прикладных областях исследований, так и в аспекте фундаментальных исследований. Одним из таких направлений исследований является изучение антибактериальных свойств наночастиц металлов и их оксидов. Такой интерес обусловлен увеличением числа микроорганизмов, обладающих резистентностью к различным видам антибиотиков, что и формирует актуальность таких исследований. Интерес к названным материалам обусловлен их потенциальной способностью противодействовать колонизации бактериальных клеток и низким уровнем их острой токсичности для клеток млекопитающих. В частности, к таким материалам можно отнести полимерные композитные и композиционные материалы, содержащие наночастицы металлов и оксидов металлов. Подтверждение актуальности исследований, посвященных изготовлению полимерных материалов и изучению их воздействия на бактериальные клетки и клетки млекопитающих, выражается в увеличении числа публикаций в ведущих отечественных и зарубежных журналах за последние 5 лет. Таким образом, результаты исследований, представленные в диссертационной работе Бурмистрова Дмитрия Евгеньевича, посвященной изучению

наночастиц металлов и их оксидов как перспективных препаратов антибактериального действия, являются актуальными.

В диссертационной работе автор приводит данные о получении композитных материалов на основе наночастиц оксидов железа, цинка и алюминия, заключенных в полимеры при помощи разработанного низкотемпературного метода, оформленного в виде секрета производства (ноу-хай). Синтезированные в ходе работы наночастицы и образцы композитных материалов на их основе были проанализированы с применением современных высокоточных методов диагностики. В частности, автором подробно изложены полученные результаты, включая характеристики наночастиц, анализ структуры поверхностей материалов и распределения наночастиц в полимерных матрицах. Помимо этого, Бурмистров Д.Е. приводит результаты, демонстрирующие влияние полученных материалов на генерацию активных форм кислорода (пероксида водорода и гидроксильных радикалов), а также данные, позволяющие оценить их воздействие на белковые молекулы и содержание 8-оксогуанина, являющегося маркером развития окислительного стресса. В диссертационной работе приведены результаты исследования антибактериальных свойств в присутствии полученных материалов в биологических жидкостях и при формировании бактериальной пленки и исследуется воздействие этих материалов на жизнеспособность клеточных культур *in vitro*.

### **Связь работы с планами соответствующих отраслей наук**

Диссертационная работа Бурмистрова Дмитрия Евгеньевича «Влияние наночастиц оксидов металлов, заключенных в полимеры, на жизнеспособность прокариотических и эукариотических клеток» рассматривает нескольких биофизических аспектов. Полученные результаты касаются исследования структурно-функциональных характеристик наночастиц и композитных материалов на их основе, исследуются процессы, связанные с периодом полужизни долгоживущих активных форм кислорода, которые являются одной из форм возбужденного состояния белков, а также процессы трансформации энергии в биологических системах. Часть работы посвящена анализу генерации таких активных форм кислорода, как гидроксильные радикалы и пероксид водорода. В работе применяется ряд современных достижений и передовых методов биофизики и биофотоники.

## **Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли наук**

Поиск новых методов воздействия на индивидуальные клетки бактерий и бактериальные сообщества, в том числе, биопленки, является важной проблемой для человечества и биологических наук в целом. Особенность актуальной задачи становится в свете многочисленных данных о развитии антибиотикоустойчивости бактерий из разных таксономических групп и сред обитания. В данной диссертационной работе предложен возможный способ преодоления данной проблемы. В ходе выполнения диссертационного исследования Бурмистров Д.Е. внес значительный вклад в понимание процессов, связанных с возбужденными состояниями белков, изменением структуры биомакромолекул, генерацией активных форм кислорода и развитием методов биофотоники. Разработанные ими покрытия могут использоваться как потенциальная замена антибиотиков, для предотвращения образования биопленок и развития бактерий при длительных экспериментах с культурами эукариотических клеток, биологическими макромолекулами и жидкостями.

### **Характеристика диссертационной работы**

Диссертационная работа имеет традиционную структуру и состоит из следующих разделов и глав: список сокращений, введение, обзор литературы, материалы и методы, результаты, заключение, выводы, список публикаций по теме диссертации и списка литературы. Работа изложена на 173 страницах, содержит 74 рисунка, 4 таблицы. Библиографический указатель содержит 427 литературных источников.

**Введение** содержит подробно изложенную информацию относительно актуальности проведенного автором исследования, научной новизны, практической значимости исследования, положений, выносимых на защиту, поставленных цели и задач.

Раздел «**Обзор литературы**» содержит подробное описание современного представления об антибактериальных свойствах наночастиц рассматриваемых оксидов металлов, включающий свыше 300 литературных источников. Важно отметить, что проведенное автором сравнение опубликованных результатов в источниках литературы характеристик наночастиц суммируется в виде таблиц, что облегчает понимание современного состояния исследований в данной области.

Раздел «**Материалы и методы**» написан грамотно и доступно, а используемые диссертантом методы изложены достаточно подробно. Выбранные диссертантом методы исследования являются современными и

соответствуют задачам диссертационной работы. Однако данный раздел не лишен некоторых незначительных замечаний, которые приведены в разделе **вопросы и замечания** настоящего отзыва.

**Результаты** подробно изложены автором в соответствующем разделе. Полученные в ходе исследований результаты грамотно описаны и проиллюстрированы графиками и изображениями, что позволяет всесторонне оценить полученные результаты. Подписи к рисункам понятны, разборчивы и информативны, однако, в некоторых случаях выбран очень мелкий шрифт, например на рисунках 11, 23, 32, 45, 55, 62 и 69, что несколько осложняет восприятие материала, хотя в тексте приведены в большинстве случаев все необходимые размерные параметры. Помимо этого, на некоторых микрофотографиях отсутствует размерная шкала (например, рисунок 43) или указана очень мелко (рисунки 28В, 51В, 74В). Есть несколько изображений, которые разнесены по разным страницам, что также, в некоторой степени, осложняет восприятие работы. Полученные результаты подвергнуты соответствующей статистической обработке и не вызывают сомнения.

Раздел «**Заключение**», содержит обобщение результатов, полученных в ходе выполнения диссертационной работы, их анализ, согласованность, а также прикладное значение проведенной работы.

**Выводы** соответствуют поставленным задачам, в полной мере отражают полученные результаты.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Все результаты, изложенные в работе, были опубликованы в 11 статьях в рецензируемых журналах, индексируемых в отечественных и международных базах данных, в том числе Scopus и Web of Science.

#### **Вопросы и замечания:**

1. Непонятно для чего нужен параграф 2.2. «Приборы и аппаратура», по сути, дублирующий информацию, представленную далее в описании методов.
2. В разделе «Материалы и методы», при описании методики микробиологических исследований, не указан используемый штамм кишечной палочки, а также информация о том, на какой фазе роста осуществляли посев. Известны сотни различных штаммов данной бактерии с весьма отличающимися свойствами генома, а условия культивирования могут быть ключевыми при переключении экспрессии ряда генов. Для понимания происходящего автору следует дать ответ на вопрос: «Какой штамм *E. coli* был использован в экспериментах?».

3. В тексте диссертации вводятся аббревиатуры, которые затем не используются автором, либо применяются иные формы аббревиатур. Например, гидроксильные радикалы сокращаются как ·ОН, OH-радикалы, либо используется полное написание; сокращение НЧ (наночастицы) также применяется не во всех случаях. С чем связано такое отсутствие стандартизации? Несет ли оно какой-либо смысл?
4. Как было упомянуто выше, подписи к рисункам 11, 23, 32, 45, 55, 62 и 69 выполнены очень мелко, размерность шкал в нижнем правом углу на микрофотографиях, представленных на рисунках 28В, 51В, 74В, невозможно прочитать, в подписях к рисункам масштаб также не указан. А также имеются рисунки, разнесенные на разные страницы.
5. Автор в тексте диссертации рассуждает о применении полученных в диссертации знаний в пищевой промышленности и даже медицине. На защите диссертации, в порядке дискуссии, хотелось бы услышать мнение докторанта о применении синтезированных композитных материалов, новых знаний и экспериментальных подходов в длительных биофизических экспериментах.
6. В тексте диссертации присутствует небольшое количество грамматических ошибок, в целом не мешающих пониманию мыслей докторанта.

Указанные выше замечания и вопросы являются не принципиальными и не снижают научную и практическую значимость данной работы.

### **Заключение**

Диссертационная работа Бурмистрова Дмитрия Евгеньевича «Влияние наночастиц оксидов металлов, заключенных в полимеры, на жизнеспособность прокариотических и эукариотических клеток», представленная к защите на соискание учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.2 – биофизика, является завершённым научным исследованием, выполненным современными методами, и отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата биологических наук. Основные результаты опубликованы в 11 статьях в рецензируемых научных изданиях и представлены на научных конференциях соответствующего профиля. Автореферат полностью соответствует основным положениям диссертационной работы. Представленная диссертационная работа соответствует требованиям пункта 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а её автор, Бурмистров Дмитрий Евгеньевич, заслуживает

присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.2 – биофизика.

Диссертация и отзыв на неё обсуждены и одобрены на заседании кафедры биофизики и биотехнологии медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО ВГУ) 13.10.2023г., протокол №18.

Отзыв составили:

Заведующий кафедрой биофизики и биотехнологии медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО ВГУ),  
доктор биологических наук (1.5.4. - Биохимия),  
профессор (1.5.2. – Биофизика)

Артюхов Валерий Григорьевич



Доцент кафедры биофизики и биотехнологии медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО ВГУ),  
доктор биологических наук (1.5.2. – Биофизика)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Воронежский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

Подпись Артюхова В.Г. и  
Антипов С.С.  
специалист по УПО  
Мария Анатольевна 24.10.2023  
подпись, расшифровка подписи

Антипов Сергей Сергеевич



Полное наименование: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет»  
Сокращенное наименование: ФГБОУ ВО «ВГУ»

Почтовый адрес: 394018, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1

Официальный сайт организации: <https://www.vsu.ru/>

Телефон: +7 (473)2208981,

Адрес электронной почты: [office@main.vsu.ru](mailto:office@main.vsu.ru)