

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе Колбе Константина Андреевича
«Модификация структуры, электрических и механических свойств полимерных композиционных материалов для биомедицинских технологий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Колбе Константин Андреевич окончил в 2020 году федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» с присвоением квалификации «Магистр» по направлению подготовки 16.04.01 «Техническая физика», защитив с оценкой «отлично» магистерскую диссертацию в Высшей школе биомедицинских систем и технологий Института биомедицинских систем и биотехнологий.

Диссертационная работа К.А. Колбе посвящена решению актуальной научной проблемы – разработке биоматериалов для электростимуляции заживления ран. Работа продиктована высокой потребностью медицины в эффективном лечении сложных ран и уменьшении сроков лечения, что особенно актуально для пациентов с хроническими поражениями тканей. Актуальность работы также обусловлена необходимостью воспроизводимых методов тестирования материалов *in vitro* при электростимуляции. К.А. Колбе разработан способ получения биосовместимых электропроводящих полимерных композиционных материалов с заданными электрофизическими и механическими характеристиками и, в конечном счете, получена двухслойная конструкция электрода (подана заявка на патент), состоящая из хитозановой плёнки и электропроводящего полиимидного материала, для исследования влияния электростимуляции на кинетику заживления ран *in vivo*. Также показано, что применение низкоинтенсивного П-образного биполярного сигнала физиологического диапазона, подаваемого внешним источником на такой двухслойный электрод, ускоряет заживление ран и снижает выраженность рубцовых изменений.

Важной частью и достаточно оригинальной частью диссертационной работы К.А. Колбе является сконструированная им совместно с коллегами тефлоновая ячейка для *in vitro* электростимуляции клеток, которая может быть использована в дальнейших исследованиях для оценки клеточного роста на различных материалах при различных условиях электростимуляции. Особо следует отметить, что диссертант не ограничивается экспериментами *in vitro*, а переносит эти результаты с клеточного уровня на уровень *in vivo* и, таким образом, его исследования подтверждаются результатами биологической апробации разработанных систем в процессе регенерации тканей у экспериментальных животных.

Диссертационная работа К.А. Колбе является оригинальным исследованием и вносит существенный вклад в разработку электропроводящих композиционных материалов для эффективного лечения ран кожи (ожогов и послеоперационных повреждений), снижения раневых инфекций и рубцовых изменений кожных покровов.

К положительным сторонам диссертации можно отнести то, что она содержит в себе подробный обзор литературы, анализ множества современных источников, что отражает актуальность данного исследования. Помимо этого, проведено большое количество исследований, как с точки зрения получения материалов и образцов биосовместимых электропроводящих материалов, так и подробного исследования их физико-механических характеристик, взаимодействия с клеточными культурами и влияния на нативные ткани организма. Методики описаны подробно, а логичность их применения не вызывает сомнений.

К.А. Колбе проявил себя самостоятельным, целеустремленным и мотивированным исследователем, успешно справляющимся как с коллективной работой, требующей взаимодействия и координации, так и с самостоятельным решением сложных задач, проявляя инициативность и аналитическое мышление. В ходе работы он овладел методом

получения электропроводящих композиционных материалов на основе хитозана и полиимида, работе с клеточными культурами, современными физическими методами исследования полимеров, научился планировать экспериментальную работу, анализировать и интерпретировать результаты в виде публикаций в научных журналах, принимал активное участие в экспериментах *in vivo*. Соискатель занимается работой со студентами бакалаврских и магистерских программ.

Диссертация выполнена самостоятельно и является законченным научным исследованием. Достоверность научных положений и выводов подтверждается согласованием теоретических исследований с результатами экспериментальных данных, полученных соискателем.

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 14 научных работах, которые включают 8 тезисов докладов на научных конференциях и 6 статей в рецензируемых журналах, входящих в базу данных Web of Science и Scopus, также подана 1 заявка на патент. Публикации в достаточной степени отражают содержание диссертационной работы соискателя.

Диссертационная работа Колбе Константина Андреевича на тему «Модификация структуры, электрических и механических свойств полимерных композиционных материалов для биомедицинских технологий», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, является научно-квалификационной работой, в которой отражено решение актуальной биофизической проблемы по получению, исследованию и применению электропроводящих полимерных материалов для целостности и восстановления периферических нервов. Настоящая работа по научной новизне, теоретической и практической значимости полностью соответствует критериям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор Колбе Константин Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Научный руководитель:

Юдин Владимир Евгеньевич

главный научный сотрудник лаборатории № 8 «Механики полимеров и композиционных материалов» филиала федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» - Институт высокомолекулярных соединений,

доктор физико-математических наук (02.00.06 – высокомолекулярные соединения), доцент


(подпись)

В.Е. Юдин

28.09.2026

Подпись главного научного сотрудника лаборатории «Механики полимеров и композиционных материалов» филиала НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ - ИВС д.ф.-м.н., доц. В.Е. Юдина заверяю:

И.о. директора филиала
НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ – ИВС



Ларин Сергей Владимирович