

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

Ташкинова Михаила Анатольевича

о работе Еленской Наталии Витальевны

«Моделирование структуры решетчатых скаффолдов с учетом их механического отклика и вариации морфометрических параметров», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Диссертационная работа Наталии Витальевны Еленской посвящена быстро развивающейся и актуальной теме – разработке новых математических моделей для рационального проектирования полимерных решетчатых структур скаффолдов с учетом механических свойств и морфометрических характеристик замещающей костной ткани.

Объектом исследования являются модели решетчатых структур на основе трижды периодических минимальных поверхностей (ТПМП), спроектированные с учетом требований к биомедицинским скаффолдам. Предметом исследования выступает механическое поведение и морфометрические характеристики таких решетчатых структур. Целью работы является разработка новых математических моделей для рационального проектирования полимерных решетчатых структур скаффолдов с учетом механических свойств и морфометрических характеристик замещающей костной ткани. Для достижения поставленной цели соискателем разработаны алгоритмы и программные продукты для построения геометрических моделей периодических и функционально-градиентных решетчатых структур на основе аналитического задания ТПМП, позволяющие учитывать морфометрические характеристики замещающей костной ткани. На основе конечно-элементного анализа упругого и упругопластического механического поведения был предложен и реализован подход для определения параметров моделей структур на основе ТПМП, имитирующих механическое поведение референтной модели трабекулярной костной ткани. Кроме того, был разработан новый способ моделирования переходной зоны между кортикальной и трабекулярной костной тканью с использованием структур на основе ТПМП с градиентом морфологического строения.

Наиболее важные результаты диссертационной работы Н. В. Еленской, обладающие научной новизной, практической и теоретической значимостью, заключаются в разработке и реализации нового комплексного подхода для моделирования пористых структур на основе ТПМП при их адаптации к референтной модели с использованием инструментов конечно-элементного моделирования и морфометрического анализа, а также в разработке способа рационального проектирования биомедицинских скаффолдов на основе ТПМП с учетом адаптации механического поведения и персонализированных требований, выполнение которых необходимо для эффективного замещения поврежденного участка костной ткани.

Н. В. Еленская получила высшее образование в Пермском национальном исследовательском политехническом университете (ПНИПУ) в период с 2015 по 2021 гг. по направлению Прикладная механика, завершив с отличием бакалавриат и магистратуру. В 2021 г. продолжила обучение в очной аспирантуре ПНИПУ на кафедре «Динамика и прочность машин» (ДПМ) по направлению 01.06.01. Математика и механика. В процессе обучения принимала активное участие в конференциях и конкурсах научных докладов различных уровней, что подтверждается полученными дипломами и сертификатами. Успешно сдала все кандидатские экзамены, в том числе по специальной дисциплине специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

В научной работе Н. В. Еленская проявила себя как самостоятельный и инициативный исследователь, способный к теоретически грамотной формулировке возникающих проблем, их глубокому анализу, обоснованию используемых подходов и предложению оригинальных методик решения. В ходе подготовки диссертационной работы показала инициативность и настойчивость в достижении поставленных целей, продемонстрировала творческое мышление. Результаты проведенных исследований были представлены на Всероссийских и Международных конференциях. При участии Н. В. Еленской в качестве соисполнителя были реализованы проекты, финансируемые Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (базовая часть государственного задания ПНИПУ), Российским научным фондом, Российским фондом фундаментальных исследований и в рамках гранта, выделяемого для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях и государственных научных центрах Российской Федерации.

Текст диссертационной работы и подготовленные по ее теме публикации написаны грамотным научным языком и характеризуются математической строгостью изложения. Их содержание соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

В настоящее время Н. В. Еленская работает старшим преподавателем кафедры ДПМ и младшим научным сотрудником научно-исследовательской лаборатории «Механика биосовместимых материалов и устройств». К порученной работе относится ответственно, принимает активное участие в научной деятельности лаборатории и в учебном процессе кафедры.

По тематике диссертационного исследования опубликована 37 печатных работ, в том числе 8 статей в ведущих рецензируемых изданиях, индексированных в международных базах цитирования Web of Science и/или Scopus, 23 публикации в тезисах докладов и материалах конференций. Получено 6 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Результаты, полученные в ходе выполнения диссертационной работы,

докладывались на многочисленных Всероссийских и Международных конференциях.

Считаю, что диссертационная работа Еленской Наталии Витальевны по объему, содержанию, научной новизне, практической ценности отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель:

доцент кафедры «Динамика и прочность машин»,  
заведующий научно-исследовательской лабораторией  
«Механика биосовместимых материалов и устройств»,  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический университет»,  
кандидат физико-математических наук  
(01.02.04. Механика деформированного тела),

2  
— Ташкинов Михаил Анатольевич

[m.tashkinov@pstu.ru](mailto:m.tashkinov@pstu.ru)  
+7 (342) 219-87-91

Подпись Ташкинова Михаила Анатольевича удостоверяю:

Ученый секретарь Ученого совета  
ФГАОУ ВО «Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет»,  
кандидат наук, доцент

— Макаревич Владимир Иванович

Адрес: 614  
Комсомольский район  
Тел: +7(34

