

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зыонг Ван Лам, выполненной на тему «Математическое конечно-элементное моделирование деформируемых твердых тел на основе сканирования» и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Традиционные подходы к моделированию деформируемых твердых тел (ДТТ) с заданием как усредненных механических характеристик материалов, так и с упрощенной геометрией сложных изделий не позволяют достигать тех точностей моделирования, которые могут быть реализованы с помощью современных программных средств. Особенности сложности возникают при получении исходных данных, описывающих механические свойства материалов и индивидуальную геометрию при моделировании биологических объектов с костной тканью. В связи с этим задача получения таких уникальных характеристик особенно актуальна в настоящее время.

Автором проведен достаточный объем теоретических и экспериментальных исследований, позволяющий сформировать цели и задачи исследования и достигнуть их решения, используя комплекс методов теоретических исследований, включая положения механики сплошных сред, теории упругости, аналитической геометрии, линейной алгебры, статистических методов, метода конечных элементов и т.д. и методы экспериментальных исследований, включая методику сканирования компьютерным томографом, позволяющие уточнить и подтвердить теоретические решения.

Научная новизна работы заключается в разработке комплекса методов математического моделирования индивидуальной геометрии, разработке численного метода интерпретации механических характеристик материала ДТТ относительно пиксельной характеристики растровых изображений сканирования и результатов натурных испытаний стандартных образцов, создании способа моделирования анизотропных материалов ДТТ набором конечных элементов, каждый из которых имеет изотропный материал со своим модулем упругости и на основе этих разработанных методов моделирования создания комплекса программ интерпретации результатов сканирования для построения и анализа напряженно-деформированного состояния конечно-элементных моделей, с учетом реального изменения структуры механических характеристик ДТТ и его геометрии.

Практическая значимость диссертации заключается в создании ряда методик получения исходных данных для математического моделирования и создании комплекса программ интерпретации результатов сканирования для построения и анализа напряженно-деформированного состояния неоднородных материалов и сложных геометрических структур биомеханики.

Основные положения и результаты диссертационной работы нашли достаточное отражение в научных публикациях автора.

Замечания по работе:

- из автореферата не ясно, какие рекомендации дает соискатель для выбора оптимальных параметров (размеров, сгущаемости) конечно-элементной сетки при разбивке геометрии с неоднородной структурой (костной тканью) и чем они обоснованы;

- на рисунке 14 автореферата невозможно установить, какой график относится к HEX8 элементам, а какой к TET4;

- рассматривались ли в диссертационной работе вопросы калибровки цветопередачи сканера (томографа)?

Указанные недостатки, возможно, являются следствием ограниченного объёма автореферата и не изменяют общего положительного впечатления о работе и полученных в ходе исследований научных и практических результатах.

Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК РФ, а ее автор Зыонг Ван Лам заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Начальник отдела моделирования  
и виртуальных испытаний  
Объединенного института  
машиностроения НАН Беларуси.

А.Н. Колесникович

с  
27.05.2019 г.

Колесникович Андрей Николаевич  
220072 Республика Беларусь, г. Минск  
ул. Академическая, 12.  
e-mail: [kan@tut.by](mailto:kan@tut.by) тел. +375(17)284-24-23  
Государственное научное учреждение  
«Объединенный институт машиностроения  
Национальной академии наук Беларуси»

