

Вх. № 10/24  
от 12.03.2024г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации  
Горбунова Дмитрия Владимировича

«Математическое моделирование динамики движений биомеханической системы человека», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Создание эффективных систем взаимодействия человека и машины является важной задачей при разработке и конструировании сложных технических устройств, особенно когда управление подобными устройствами осуществляется человеком. При решении такой задачи необходимо изучить и учесть фактор влияния постурального тремора на механизм управления. Для исследования таких технических систем необходимо формирование адекватного набора данных по параметрам движений человека, что позволит организовать тестирование этих систем в автоматизированном режиме, что является актуальной задачей.

Диссертационная работа Горбунова Д.В. направлена на создание метода математического моделирования биомеханических процессов. Разработан метод и предложены алгоритмы численного расчета произвольных и непроизвольных движений конечности человека, ориентированные на выявление новых сведений в динамике поведения биомеханической системы. Также, разработанный комплекс программ позволяет не только проводить вычислительные эксперименты, но и выполнять сравнительный анализ полученных вычислительных результатов с данными натуральных экспериментов.

Научная новизна работы заключается в предложенном автором подходе к анализу данных, который позволяет выделить необходимые закономерности в хаотической динамике изменения параметров биомеханической системы. Разработанный метод математического моделирования позволяет описать динамику биомеханической системы с удовлетворительной степенью точности. Алгоритм генерации траектории позволяет получать адекватный набор данных для тестирования сложных устройств. Сравнительный анализ модельных данных с данными натуральных экспериментов позволяет оценить адекватность модели для биомеханической системы.

Апробация научных положений проведена на научно-технических конференциях. По результатам исследования имеется 18 научных публикаций, в том числе 5 публикаций в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 4 работы опубликованы в журналах, включенных в международные базы цитирования Scopus, Web of Science и MathSciNet, имеется 3 свидетельства о государственной регистрации программ на ЭВМ.

В качестве уточняющего замечания можно отметить:

1. В автореферате представлен алгоритм моделирования в полном виде для произвольных движений. Однако, описание недостаточно подробно для понимания этого алгоритма применительно к произвольным движениям.

2. В автореферате следовало бы более подробно рассмотреть процесс перехода от дифференциальных уравнений с разрывной правой частью к дискретной форме, а также от дискретной формы к алгоритмам.

Замечания не снижают ценность работы. Тема и содержание диссертационной работы соответствует научной специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». В целом, работа Горбунова Дмитрия Владимировича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, в соответствии с Положением о присуждении ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013г. а ее автор Горбунов Д.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Механико-математический факультет

Доктор физико-математических наук по специальности

01.02.05 – Механика жидкости газа и плазмы

Телефон: 916 4415300

E-mail: mech.math.msu@inbox.ru

7.02.2024

дата



подпись

Смирнов Николай Николаевич

Я, Смирнов Николай Николаевич, автор отзыва, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Н.Н. Смирнов

Подпись Н.Н. Смирнова заверяю:

Декан механико-математического факультета МГУ,

Член-корр. РАН



А.И.Шафаревич