

В диссертационный совет 2.3.11.30
на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина»
620002, Свердловская обл., г. Екатеринбург,
ул. Мира, д. 19

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Ламоткина Алексея Евгеньевича «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования программных траекторий пространственных механизмов в кватернионной параметризации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.7 Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования (технические науки)

Актуальность темы диссертационной работы

Современный уровень развития программного и технического обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем позволяет реализовать вызовы по информатизации и цифровизации процессов, которые базируются на моделях, методах и алгоритмах компьютерного моделирования и проектирования сложных систем и их частей. Статистические данные по количеству пользователей всемирными электронными ресурсами показывают неуклонный рост и в 2021 году их количество достигло 72,06 % населения планеты, причем в России это доля достигает 89%.

Широкое распространение новых технологий проникает и в сферы компьютерной графики и анимации, виртуальной реальности, робототехники, аэрокосмической техники и др. Одной из таких сфер является проектирование и компьютерное моделирование переориентации твердых тел и разработки их программных траекторий. Задачи определения программных траекторий характерны как для гражданской, так и военно-промышленных отраслей.

До настоящего времени для решения задач ориентации твердого тела в трехмерной пространстве широко используются методы углов конечного вращения, схема углов Эйлера, схема углов Крылова, самолетные углы и т.п. Разработанные методы приводят к решению систем уравнений высокого порядка. Поиск эффективных методов и алгоритмов решения задачи переориентации твердого тела привел автора к применению кватернионной параметризации. В диссертационных исследованиях Ламоткина А.Е. решена научная задача для развития знаний в области переориентации твердого тела и построения программной траектории на основе кватернионной параметризации.

Основная идеология диссертационной работы базируется на создании применении методологии кватернионной параметризации для компьютерного моделирования и графической визуализации программных траекторий сферического движения для объектов гражданского и военного назначения.

Тема диссертационной работы «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования программных траекторий пространственных механизмов в кватернионной параметризации» относится к приоритетным направлениям развития науки, технологии и техники, частности, направлению А «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта».

В связи с изложенным, диссертационная Ламоткина А.Е., имеющая целью разработку метода проектирования и компьютерного моделирования для синтеза, анализа и графической визуализации программных траекторий сферического движения является актуальной.

Оценка новизны проведенных исследований и полученных результатов

Научная новизна диссертационного исследования полно сформулирована в тексте диссертационной работы и автореферате, и заключается в создании научно обоснованного инструментария в виде метода отображения единичных кватернионов в трехмерное пространство векторов поворота компьютерного моделирования программной траектории твердых тел и включает:

- *метод* компьютерного моделирования для анализа и графической визуализации программных траекторий сферического движения, *отличающийся* использованием трехмерного отображения кватернионов;
- *алгоритм* для проектирования и компьютерного моделирования программной траектории переориентации твердого тела в виде многочлена пятой степени за заданное время из одного углового положения тела в другое при известных краевых условиях и *отличающийся* от ранее известных использованием метода отображения единичных кватернионов в трехмерное пространство векторов поворота;
- *интерполяционные алгоритмы* для построения программной траектории в трехмерном пространстве, *отличающиеся* от ранее известных использованием метода отображения единичных кватернионов в трехмерное пространство векторов поворота для проектирования и компьютерного моделирования программной траектории переориентации твердого тела близкой к траектории равномерного плоского поворота за заданное время из одного углового положения тела в другое при известных краевых условиях.

Отличительной особенностью диссертационной работы является наличие элементов фундаментальности при разработке метода отображения единичных кватернионов в трехмерное пространство векторов поворота для проектирования и компьютерного моделирования программной траектории переориентации твердого тела близкой к траектории равномерного плоского поворота за заданное время из одного углового положения тела в другое при известных краевых условиях. Фундаментальность метода доказана на основе его применения к задачам реализации программной траектории космического аппарата с помощью двигателей-маховиков и универсального шарнира.

Все результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно, что подтверждается публикациями автора по теме диссертации

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Обоснованность полученных результатов подтверждается корректным применением математического аппарата кватернионов, математическим моделированием, логичностью формулировок, отсутствием противоречий с результатами, полученными другими исследователями. Достоверность подтверждается использованием широким обсуждением результатов диссертации на национальных и международных конференциях в Москве, Ижевске, Екатеринбурге, Санкт-Петербурге, Перми.

Автор сформулировал выводы по главам и по работе в целом. Каждый из сделанных выводов подводит итоги по основным задачам работы и по подзадачам в каждой главе.

Всего по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них пять в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК и получено 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ.

Одним из достоинств диссертационной работы является наличие доказательства для каждого утверждения, положенного в основу разработанного метода.

При программной реализации алгоритмов автор диссертации использовал возможности системы Wolfram Mathematica, которая является одним из признанных лидеров на рынке CAS-систем и обладает широким спектром инструментов для обработки и визуализации данных, поддерживает многие языки программирования, и все это наряду с возможностью работы с кватернионами.

Значимость результатов исследований для науки и практики

Значимость результатов диссертационного исследования состоит в возможности применения разработанных алгоритмов для проектирования движения в технических системах. В работе предлагаются варианты реализации алгоритмов для систем с двигателями-маховиками и для систем с линейными приводами. Предложенные в диссертации модели и алгоритмы положены в основу двух зарегистрированных программных продуктов для ЭВМ. Результаты исследования могут быть использованы как демонстрационные примеры в учебном процессе при выполнении научно-исследовательских и выпускных квалификационных работ обучающимися по направлениям: 09.03.01 и 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника на уровне бакалавриата, магистратуры, а также при подготовке кадров высшей квалификации по научным специальностям 2.3.1, 2.3.3, 2.3.7.

Структура и содержание диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы, включающего 129 источников, без приложений.

Текст диссертации составляет 148 страницы, включает 42 рисунка и две таблицы.

Анализ содержания и структуры диссертации позволяет сделать вывод, что работа отвечает цели исследования. Все поставленные задачи исследования рассмотрены и успешно решены.

Содержание и структура работы отображена в названии глав.

1. Обзор применения кватернионов в задачах математического моделирования и автоматизированного проектирования.
2. Отображение единичных кватернионов в пространство векторов поворота R^3 .
3. Некоторые методы решения задачи переориентации твердого тела с использованием конфигурационного пространства векторов поворота в R^3 .
4. Исследование движения универсального шарнира с использованием кватернионного формализма.

Анализ содержания и структуры диссертационной работы позволяет сделать вывод о ее соответствии поставленной цели исследования.

Замечания по работе

1. Цель диссертационного исследования не содержит эффекта, который может быть достигнут при использовании нового разработанного метода при проектировании и компьютерном моделировании программных траекторий движения пространственных механизмов. Требуется уточнение достигаемого эффекта.

2. Ни один из пунктов научной новизны не содержит отличительных признаков. Пункт четыре научной новизны не содержит достигаемого результата. Положения, выносимые на защиту, практически дублируют пункты научной новизны, хотя должны содержать основополагающие результаты диссертационного исследования.

3. Объем первой главы диссертации является достаточно большим и составляет 41 страницу из 120 основного текста. Автор очень подробно описывает существующие методы проектирования и моделирования программных траекторий движения пространственных механизмов. Полного сравнительного анализа методов не выполнено. Не указаны недостатки и достоинства каждого метода. Нет обоснования отказа от существующих методов и использования кватернионной параметризации.

4. В поставленных задачах заявлены метод проектирования и компьютерного моделирования (задача 2) и два алгоритма (задачи 3 и 4). Однако далее по тексту диссертации явного описание этого метода и блок-схем алгоритмов не представлено. Не определена суть метода, ограничения и область его применения.

5. В выводах по главе 1 в п. 5 практически выдвинута гипотеза для исследования (стр. 53): «Есть все основания полагать, что использования кватернионов при описании движения таких систем может привести к получению новых важных результатов, т.к. формулы,

основанные на кватернионах, получаются компактными и рациональными». Однако ни в выводах 3 и 4 главы, а также в заключении диссертации не приведено обобщение полученных результатов и вывода о новых важных результатах.

6. П. 2.2 построен как набор утверждений и их доказательства. При этом автор диссертационного исследования не обосновывает порядок и цель их введения, а также позволяет ввод параметров. Например, на стр. 60 при доказательстве Утверждения 1 «Введем натуральный параметр: $S=...$ ». Если этот параметр изменить свою форму, то какие изменения произойдут в результате.

7. В п. 2.3 «Постановка задачи управления ориентацией твердого тела» нет математической записи для искомой функции или целевой функции при поиске оптимальной программной траектории переориентации твердого тела.

8. В п. 3.1 автор диссертационного исследования постулируется задание поворота твердого тела в виде полинома пятой степени – формула 3.1 на стр. 75. И для этой задачи выполнен переход от задачи оптимизации к поиску квазиоптимального решения. Различие между оптимальным и квазиоптимальным решениями не описывается.

9. В п. 3.1.2 и п. 3.1.3 автор диссертации указывает, что коэффициенты полинома округляются до пятого знака после запятой и далее приводятся полином пятой степени с указанием коэффициентов с четырьмя знаками после запятой.

10. Пример 1 и пример 2 рассматривают программную траекторию с изменением только одной координаты. Если рассмотреть изменение двух или трех координат, то насколько сложнее будут преобразования и можно и их описать предлагаемым методом.

11. Автором использованы неудачные названия в оглавлении диссертации, не отражающие суть содержания пунктов. Также некоторые пункты слишком малы для того, чтобы быть выделены в самостоятельный раздел или подраздел.

При оформлении диссертации и автореферата допущены отклонения от ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления», а также небольшие опечатки.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Ламоткина Алексея Евгеньевича является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, в которой содержится решение научно-технической задачи, направленной на развитие методов и моделей для совершенствования процессов проектирования и компьютерного моделирования программных траекторий сферического движения.

Диссертационная работа содержит результаты, выдвигаемые для публичной защиты, научную ценность и практическую значимость. Сформулированные автором выводы являются обоснованными и достоверными.

Автором использовано 129 ссылок на ранее известные работы, в том числе и самого автора. Все ссылки использованы корректно. Диссертационная работа представлена в традиционной форме и позволяет получить полное представление о проведенных теоретических и экспериментальных исследованиях. Автореферат соответствует тексту диссертации.

Полученные в работе результаты соответствуют поставленной цели и задачам. Результаты работы систематизированы и представлены в виде таблиц, графиков и схем.

Представленные в отзыве замечания в целом не снижают положительной оценки научной и практической ценности выполненной соискателем научно-квалификационной работы.

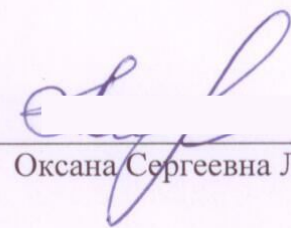
Тема и содержание работы соответствует паспорту научной специальности Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования (технические науки) п. 9 «Разработка и реализация новых методов и компьютерных моделей для синтеза, анализа и графичекой визуализации сложных технических объектов проектирования, включая системы виртуальной (VR) и дополненной реальности».

Диссертационная работа подготовлена в соответствии с научным стилем речи, технически грамотным языком, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, стиль изложения доказательный.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Ламоткина Алексей Евгеньевича «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования программных траекторий пространственных механизмов в кватернионной параметризации» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача, имеющая важное хозяйственное значение, заключающаяся в разработке метода проектирования и компьютерного моделирования для синтеза, анализа и графической визуализации программных траекторий сферического движения.

Диссертационная работа «Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования программных траекторий пространственных механизмов в кватернионной параметризации» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней в УрФУ, а ее автор Ламоткин Алексей Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.7 Компьютерное моделирование и автоматизация проектирования (технические науки).

Официальный оппонент:
заведующий кафедрой «Вычислительная техника и программирование», институт энергетики и автоматизированных систем
доктор технических наук, профессор



Оксана Сергеевна Логунова

Докторская диссертация защищена по научной специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (промышленность).

Я, Логунова Оксана Сергеевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», 455000, Челябинская область, г. Магнитогорск, пр. Ленина, д. 38.

Тел./факс: +7 9222355545

E-mail: logunova66@mail.ru



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник отдела делопроизводства
ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»

Д.Г. Семенова