

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Нелаевой Екатерины Игоревны на тему
**«РАЗВИТИЕ БИКВАТЕРНИОННОЙ ТЕОРИИ КИНЕМАТИЧЕСКОГО
 УПРАВЛЕНИЯ И ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЕ К РЕШЕНИЮ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ
 КИНЕМАТИКИ РОБОТОВ-МАНИПУЛЯТОРОВ»**, представленную на соискание
 ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - Системный
 анализ, управление и обработка информации (в технической отрасли)

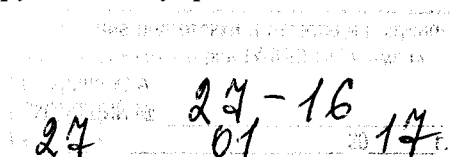
Актуальность темы исследований. Кинематические задачи управления играют важную роль в теории управления движением твердого тела поскольку, в отличие от динамических задач управления, во многих случаях имеют аналитические решения. Эти решения часто используются при построении программных и стабилизирующих траекторий и управлений движением твердого тела. Использование аналитических решений кинематических задач управления в сочетании с методом решения обратных задач динамики позволяет в ряде случаев построить эффективные законы управления движением. В кватернионной и бикватернионной постановке задачи управления вращательным движением твердого тела впервые рассматривали Бранец В.Н. и Шмыглевский И.П., Челноков Ю.Н., Han D., Wei Q., Lia Z.X. и другие авторы. Решением обратной задачи кинематики занимались многие авторы, в том числе Yang A.T. и Freudenstein R., Uicker J.J., Jr., Denavit J., Hartenberg R.S., Pieper D.L., Kohli D. и Soni A.H. Можно отметить, что универсального способа решения обратной задачи кинематики не существует, все известные методы имеют свои достоинства и недостатки. Поэтому поиск новых эффективных методов решения обратной задачи кинематики роботов-манипуляторов является актуальной проблемой.

В диссертационной работе с использованием параболических бикватернионов Клиффорда развивается теория кинематического управления движением свободного твердого тела, а также метод проф. Челнокова Ю.Н. для решения обратных задач кинематики роботов-манипуляторов, основанный на применении бикватернионной теории кинематического управления движением. Достоинства предлагаемого подхода Нелаевой Е.И. заключаются в универсальности и возможности применения, в том числе, для кинематически избыточных роботов-манипуляторов; в единственности решения для выбранного закона кинематического управления и заданного начального положения манипулятора; в высокой точности решения. Кроме того, предложенный в диссертации метод позволяет эффективно решать задачу оптимального перевода выходного звена манипулятора из его любого начального положения в требуемое конечное положение и другие современные задачи управления манипулятором. Данный подход позволяет весьма глубоко изучить кинематику манипуляторов. В этой связи тема работы Нелаевой Е.И. представляется актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. Автор достаточно корректно обосновывает актуальность темы диссертации, определяет объект и предмет исследования, формулирует цель и определяет задачи исследования.

Оценка новизны. В качестве новых научных результатов можно выделить:

- Аналитические бикватернионные решения нелинейных кинематических задач оптимального программного и стабилизирующего управлений движением свободного твердого тела.



- Оптимальный программный бикватернионный закон управления, минимизирующий затраты на кинематическое управление.
- Стабилизирующий бикватернионный закон управления, оптимальный в смысле минимизации затрат на кинематическое управление и минимизации среднеквадратичных отклонений фазовых переменных.
- Алгоритмы формирования двух стабилизирующих бикватернионных законов управления в нормированных и ненормированных бикватернионах, построенных по принципу обратной связи, а также алгоритмы формирования полных бикватернионных управлений, включающих оптимальные программное и стабилизирующее управления.
- Решения прямой задачи кинематики стэнфордского робота-манипулятора, построенные с использованием дуальных матриц направляющих косинусов и бикватернионов Клиффорда. Кинематические уравнения стэнфордского робота-манипулятора.
- Алгоритмы решения обратной задачи кинематики роботов-манипуляторов с использованием бикватернионной теории кинематического управления для построенных законов управления движением выходного звена робота-манипулятора.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в технической отрасли. Результаты работы могут быть использованы в практических приложениях в виде алгоритмов и программ решения обратных задач кинематики роботов-манипуляторов, а также при разработке алгоритмов инерциальной навигации и управления движением космических аппаратов, рассматриваемых как твердое тело.

Достоверность научных положений гарантируется в работе корректным использованием математических методов, моделей и алгоритмов, а также подтверждается применением проверенных практикой методов исследования кинематики движения твердых тел; совпадением в частных случаях (для вращательного движения твердого тела) с известными результатами; совпадением полученных в ходе работы результатов аналитических исследований с результатами математического моделирования.

Основные результаты диссертации опубликованы в 10 печатных работах, в том числе в пяти научных статьях в журналах, рекомендованных ВАК РФ для соискателей ученой степени кандидата наук. Результаты исследований неоднократно обсуждались на различных конференциях и получили одобрение ведущих специалистов.

Общее впечатление о диссертации. Работа написана хорошим научным языком, на очень хорошем математическом уровне. Диссертант Нелаева Е.И. проявила глубокие знания во многих весьма сложных разделах математики, современной механики, теории управления и информатики. Несмотря на то, что работа защищается на технические науки, значительная часть результатов носит фундаментальный характер. Автор знаком, использовал и развивал не только научные результаты отечественных ученых, но достижения ведущих зарубежных специалистов. Достаточно отметить, что список охваченной в работе англоязычных статей и монографий включает в себя 64 источника, в том числе и статьи 2016 года. Знание этих результатов, во многом основополагающих, обогатило диссертацию.

Замечания по диссертационной работе в целом.

1. Название диссертации, на мой взгляд, отвечает содержанию работы, но звучит слишком значительно: "РАЗВИТИЕ БИКВАТЕРНИОННОЙ ТЕОРИИ КИНЕМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ..." для кандидатской диссертации по техническим наукам.

2. Мне не понятно, зачем в диссертацию включен текст программы со 147 по 175 страницу. Причем программа написана для одного конкретного типа: стэнфордского манипулятора. Программа написана на языке Java, который скорее используется профессиональными программистами, а не учеными. С другой стороны, это обстоятельство показывает весьма профессиональный уровень Нелаевой Е.И. и в этой области.

Отмеченные незначительные замечания не влияют на положительную оценку диссертации в целом.

Заключение. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Диссертационная работа Нелаевой Екатерины Игоревны представляет законченное научное исследование, выполненное на высоком научном и квалификационном уровне, что отвечает требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации (в технической отрасли).

Официальный оппонент, доктор технических наук,
профессор, заведующий кафедрой теоретической
механики Самарского университета

Асланов
22.01.2017 Асланов В.С.

Подпись профессора Асланова В. С. завершено
Ученый секретарь Самарского университета
доктор технических наук, профессор



Кузьмичев В. С.

Полное наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»,
Адрес: 443086 Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34
Телефон: +7-(927)-688-97-91
E-mail: aslanov_vs@mail.ru