

В диссертационный совет ПДС 0200.007 при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН)
Адрес: 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6

Отзыв официального оппонента
доктора физико-математических наук Степанова Сергея Яковлевича
на диссертацию Блинова Александра Олеговича «УПРАВЛЯЕМЫЕ СИСТЕМЫ ТВЕРДЫХ ТЕЛ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ В АНТРОПОИДНЫХ УСТРОЙСТВАХ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. – Теоретическая механика, динамика машин

Диссертация Блинова А.О. посвящена теоретической разработке новых антропоморфных устройств со звеньями переменной длины.

Актуальность темы. Динамика опорно-двигательного аппарата человека обычно моделируется системами жестких звеньев, описываемыми системами обыкновенных дифференциальных уравнений большой размерности.

В диссертации рассматриваются антропоморфные системы со звеньями переменной длины. Это позволяет адекватно моделировать антропоморфную ходьбу системами с минимальным числом звеньев. Проведенные исследования позволяют разрабатывать новые механические модели экзоскелетов и антропоморфных роботов с улучшенными характеристиками плавности движения.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 195 наименований и приложения.

Во введении сформулированы актуальность темы исследования, цель и задачи работы, методы исследования, новизна и практическая ценность результатов, положения, выносимые на защиту, обоснована достоверность результатов, информация о публикации результатов и их апробации.

В первой главе приведен обзор и динамика роста количества публикаций по теме диссертации в последние годы. Обсуждаются области применения моделей антропоморфных устройств и трудности их широкого внедрения. Описаны имеющиеся в настоящее время модели магнитно-реологических сред. Приведены оценки погрешности моделирования.

Во второй главе разработаны плоские и пространственные модели антропоморфных механизмов с пятью абсолютно твердыми звеньями. Показано достаточно сильное влияние электроприводов на динамику системы.

В третьей главе рассмотрены плоские и пространственные модели антропоморфов с пятью звеньями, изменяющими длину. Для изменения длин

звеньев предлагаются электромеханические устройства в виде реечной или винтовой передач. Показан значительный расход энергии на управление длинами звеньев.

Четвёртая глава посвящена вопросам изменения длины звеньев с помощью устройства, состоящего из штока с поршнем, перемещающимся в цилиндре, заполненном магнитно-реологической жидкостью. Предложены две модели звеньев: приближенная и уточненная. В приближенной модели не учитывается толщина цилиндра. Проведено численное моделирование динамики одного звена и пространственного механизма в целом. В уточненной модели учтена толщина основных элементов, выписаны тензоры инерции и проведено численное моделирование динамики звена.

В заключении кратко перечислены результаты диссертации.

Достоверность и новизна результатов основана на применении известных методов теоретической механики и дифференциальных уравнений. Результаты исследований опубликованы в рецензируемых журналах (38 работ, 1 из которых входит в число статей российских журналов перечня ВАК, 16 индексируются в основных международных базах цитирования) и доложены на конференциях. На предложенные в диссертации модели получены 2 патента и зарегистрировано 5 программ для ЭВМ.

Новизна полученных результатов состоит в следующем:

- 1) разработан метод построения моделей антропоидов на основе матриц перехода между локальными системами координат;
- 2) разработаны модели антропоидов со звеньями переменной длины, позволяющие создавать более комфортабельные экзоскелетные устройства;
- 3) на основе программного управления движением определены управляющие моменты и силы для заданного движения антропоида.

Замечания

1 Антропоидные системы является частным случаем систем многих тел (см., например, Wittenburg J. Dynamics of Multibody Systems, 2008). В обзоре литературы следовало бы упомянуть результаты из этой области.

2. Следовало бы подробнее осветить литературу, непосредственно относящуюся к системам с изменяемой длиной звеньев, и сопоставить результаты с результатами диссертации.

3. Автор рассматривает программные движения. Интересно было бы провести оценки энергетических затрат для стабилизации этих движений.

4. Во введении автор пишет: «Некоторые публикации осуществлены в соавторстве при непосредственном участии автора». Слово «некоторые» здесь не вполне подходит. Всего указано 38 публикаций, а без соавторства имеются две статьи в неиндексируемых журналах и одно свидетельство регистрации программ. Личный вклад автора в публикациях с соавторами следовало бы оговорить конкретнее.

5. Не удачно выбрана 3D-форма представления результатов на Рисунках (1.1, 1.2, 4.9, 4.15, 4.24). Более информативным было бы 2D-

представление.

6. Имеются опечатки. В самом начале диссертации на странице 4 в строке 9 фраза «Таковыми механическими системами является широкий и практически важных класс новых машин» содержит сразу две несогласованности: «важных класс» и «системами является ... класс». Имеются также опечатки на странице 9 в строке 8, на странице 17 в строке 8 и другие.

Отмеченные недостатки относятся к оформлению результатов и не снижают общей положительной оценки самих результатов и работы в целом.

Содержание автореферата **соответствует основным положением диссертационной работы.**

Заключение

Диссертация Блинова Александра Олеговича «Управляемые системы твердых тел с изменяемой геометрией в антропоидных устройствах» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новый подход к моделированию антропоидов звеньями переменной длины, позволяющий повысить комфортабельность движения экзоскелетов. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, согласно п. 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а её автор, Блинов Александр Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.7. – Теоретическая механика, динамика машин.

Официальный оппонент старший научный сотрудник,
Федерального исследовательского центра
«Информатика и управление» Российской академии наук
доктор физико-математических наук (специальность 01.02.01 -
Теоретическая механика) доцент

10.04.2025.

Степанов Сергей Яковлевич

