ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу

Оразовой Арайлым Жанболаткызы

на тему **«Применение нелинейных методов для управления многозвенным роботом-манипулятором»,**

представленную на соискание степени доктора философии (Ph.D.)

по специальности 8D07101 – Автоматизация и управление»

Тема диссертации Оразовой А.Ж. соответствует приоритетному направлению развития науки Республике Казахстан в области «Информационные, коммуникационные и космические технологии». Диссертационная работа была выполнена в рамках двух проектов с грантовым финансированием Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан: AP19679327 «Методы машинного обучения в задачах автоматического управления и инерциальной навигации мобильных роботов» по подприоритету «Интеллектуальные робототехнические системы» и AP13068317 «Разработка новых алгоритмов управления роботом-манипулятором для технологий 3D-сканирования и аддитивного микроплазменного напыления покрытий».

Работа Оразовой А.Ж. вносит существенный вклад в науку по направлению «Автоматизация и управление» и важность данного диссертационного исследования хорошо раскрыта в работе. Как научный руководитель проекта AP19679327, я подтверждаю, что при работе по этому проекту Оразова А.Ж. показала высокий уровень самостоятельности, она самостоятельно получила ряд важных и новых результатов. В диссертации Оразова А.Ж.. убедительно обосновала актуальность исследования и доказала научные положения, выносимые на защиту, раскрыла важность проведенного исследования, тщательно продумала структуру диссертационной работы.

Содержание диссертации ясно отражает тему диссертации и защищаемые положения. В диссертации четко сформулированы цель и задачи исследования, при этом они полностью соответствуют теме диссертации. Все разделы и положения диссертации полностью логически взаимосвязаны, а предложенные новые решения и методы аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями, есть критический анализ, сравнивающий предложенные в работе решения с решениями других авторов и выражающий собственное мнение диссертанта.

Научные результаты и положения диссертации являются полностью новыми, так же, как и технические решения, разработанные в процессе диссертационного исследования. Это подтверждается высоким уровнем публикаций Оразовой А.Ж., имеющей индекс Хирша 1 по базе Скопус.

Особо хочется отметить теоретическую обоснованность всех основных выводов диссертации, основанных на весомых с научной точки зрения математических доказательствах, а также подтвержденные результатами компьютерной симуляции. Основные положения, выносимые на защиту, убедительно доказаны, они являются новыми и не являются тривиальными, а также имеют широкий уровень применения. Положения и результаты диссертации представляют интерес для широкого круга исследователей в области автоматизации и управления, в частности, в области управления роботами-манипуляторами.

Все три положения, выносимые на защиту, доказаны в опубликованных статьях по теме исследования. В конце каждой главы диссертации, посвященной доказательству отдельного положения, даются ссылки на соответствующие статьи с соавторством Оразовой А.Ж.., диссертация в целом хорошо структурирована.

Основные научные результаты (научные положения) являются новыми и значимыми:

1. Последовательный робот-манипулятор представлен как дифференциально плоская

система управления особого типа; разработан обобщённый метод вычисляемых моментов и линеаризация системы управления манипулятором.

2. Выполнена геометрическая интерпретация динамики манипулятора и линеаризация статической обратной связью.

3. Разработан нелинейный робастный закон управления линеаризованной динамикой многозвенного робота-манипулятора, обеспечивающий устойчивость и повышение точности траекторного движения при наличии параметрических неопределённостей, погрешностей математической модели и внешних возмущений. Получены условия устойчивости замкнутой системы управления и сходимости ошибки траекторного слежения при использовании разработанного нелинейного робастного закона управления.

Выбор методологии исследования тщательно обоснован. Все результаты диссертационной работы были получены с использованием достоверных современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий. В диссертационном исследовании применялись методы теории автоматического управления, методы математического моделирования и компьютерного эксперимента, включая симуляционный подход, а именно тестирование разработанных законов управления в программах-симуляторах для определения качества переходных процессов.

Теоретические выводы диссертации и разработанные в ней модели, и законы управления были доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием. Важные утверждения диссертации подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу, проделан большой литературный обзор по теме исследования, с достаточным количеством использованных источников литературы.

В целом, диссертация Оразовой А.Ж.. имеет как теоретическое, так и практическое значение, результаты диссертации внедрены в учебный процесс ВКТУ им. Д. Серикбаева в образовательную программу 6В07101 «Автоматизация и управление» и используются при преподавании дисциплины «Нелинейные системы автоматического регулирования» для проведения лекционных занятий и самостоятельной работы обучающихся (акт внедрения научно-исследовательской работы в учебный процесс от 28.02.2024 г.).

В заключение я хотела бы отметить высокое качество академического письма и оформления диссертации, а также то, что эта работа была апробирована на международных конференциях в Казахстане и за рубежом. Оразовой А.Ж.. представляла и обсуждала результаты диссертационного исследования на двух международных конференциях в Казахстане и одной в дальнем зарубежье (Венгрия)

Считаю, что диссертационная работа Оразовой А.Ж. по научной новизне, объему, значимости полученных результатов соответствует требованиям главы 2 «Правил присуждения ученых степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МНВО РК, предъявляемым к работам, представленным на соискание степени доктора философии (Ph.D.) и рекомендуется к публичной защите. Оразова Арайлым Жанболаткызы заслуживает присвоения ученой степени Ph.D. «Автоматизация и управление».

Доктор физ.-мат. наук
профессор,
профессор ШЦТиИИ
ВКТУ им. Д. Серикбаева Д. Л. Алонцева