

## ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ

диссертационной работы Ле Хонг Куанга «Адаптивные системы управления электроприводами многостепенных манипуляционных роботов с упругими свойствами и внешними возмущениями», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – электротехнические комплексы и системы

Актуальность цели исследования в сфере разработки систем адаптивного управления траекторным движением манипуляционных роботов доказывается все более широким распространением манипуляторов на производстве и нецелесообразностью повышения прецизионности механических составных элементов манипулятора. В связи с этим возникает необходимость разработки более быстродействующих и точных систем управления схватом манипулятора.

Целью диссертационного исследования является разработка семейства адаптивных робастных и нелинейных робастных систем управления многостепенными электромеханическими объектами класса многосвязных манипуляционных роботов, синтезированных в рамках итеративного метода синтеза (метода адаптивного обхода интегратора), обеспечивающих повышение динамической точности пространственного движения управляемых объектов в условиях параметрической неопределенности и действия неизвестных внешних детерминированных возмущений.

Основные результаты работы, определяющие ее научную новизну, на наш взгляд, следующие:

математические модели нелинейной взаимосвязанной динамики жестких и упругих электромеханических четырехстепенных манипуляционных роботов;

адаптивные робастные системы управления упругодеформируемым электромеханическим четырехстепенным манипуляционным роботом, построенные на основе модификации итеративного метода адаптивного обхода интегратора и на основе метода мажорирующих функций;

нелинейные робастные системы управления многостепенными упругодеформируемыми электромеханическими объектами, объединенные с системой адаптивной компенсации возмущения, и исследование их эффективности в условиях моделируемой и немоделируемой электромагнитной динамики исполнительных электроприводов и полагая полностью известными параметры манипулятора;

адаптивные робастные системы управления многостепенными упругодеформируемыми электромеханическими объектами, объединенные с системой адаптивной компенсации возмущения, и исследование их

эффективности в допустимом диапазоне параметрической неопределенности манипулятора, а также в условиях моделируемой и немоделируемой электромагнитной динамики исполнительных электроприводов, полагая полностью неизвестными массоинерционные параметры манипулятора;

сравнительное компьютерное исследование построенных адаптивных электромеханических систем управления динамикой траекторного движения жесткого и упругого манипуляционных роботов.

Практическая значимость данной работы состоит в разработке на базе пакета Matlab микропроцессорной реализации построенных на основе метода адаптивного обхода интегратора и на основе метода мажорирующих функций адаптивных робастных и нелинейных робастных систем управления для класса четырехстепенных манипуляционных роботов типовых конструкций.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается использованием аналитических методов синтеза адаптивных и нелинейных робастных систем, а также применением цифровых методов исследования их эффективности с помощью программного пакета Matlab/Simulink.

Всего по теме диссертации автором опубликовано 19 работ, в числе которых 2 статьи опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в перечень журналов, рекомендованных ВАК РФ, 9 статей опубликованы в зарубежных изданиях, индексируемых в базе Scopus, 5 публикаций размещены в научных сборниках и трудах российских и международных конференций, индексируемых в базе РИНЦ, 3 публикации размещены в других изданиях и материалах конференций.

Замечания:

адаптивные робастные системы синтезированы с применением упрощающей модификацией итерационной процедуры адаптивного обхода интегратора с использованием функций настройки. Однако при упрощении процедуры синтеза усложняется структура регулятора из-за введения на каждом шаге нового вектора настраиваемых параметров, что увеличивает число настраиваемых параметров, и, в конечном счете, может свести к минимуму попытки упрощения;

второй подход к упрощению стандартного метода пошагового синтеза, предлагаемый автором, заключается в замене в стандартном методе громоздких точных аналитических вычислений «чистых» производных виртуальных управлений их приближенными отфильтрованными аналогами, получаемыми с помощью линейных фильтров второго порядка (см. п. 2.2., с. 10). Однако на этом пути появляются сложности с неучтенной динамикой ошибок фильтрации;

в автореферате встречаются описки и орфографические ошибки, в частности: инициалы Landau I.D., а не T.D. (стр. 3); термин *аффинно* пишется с двумя буквами «ф», а не с одной (стр. 9).

Указанные недостатки не затрагивают основных положений диссертации и не снижают ее научную и практическую значимость.

**Вывод:** Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация является законченной научно-квалификационной работой, содержащей оригинальные результаты. В целом, работа соответствует требованиям «Положением о порядке присуждения ученых степеней», п. 9, в части кандидатских диссертаций, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – электротехнические комплексы и системы.

31 мая 2021 г.

(дата)

(подпись)

д-р техн. наук, профессор  
Ерёмин Евгений Леонидович

(должность, ФИО)

Амурский государственный университет, факультет математики и информатики, кафедра информационных и управляющих систем, Игнатьевское шоссе, 21, г. Благовещенск, 675027

