

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 работы. В последние десятилетия широкое развитие получили новые подходы к синтезу адаптивных, адаптивных робастных и нелинейных робастных систем управления нелинейными объектами, преодолевающие структурные препятствия, возникающие при нарушении принципа непосредственной компенсации. Они объединяют пошаговые процедуры синтеза законов управления и алгоритмов их адаптации, основаны на параметризации нелинейных объектов и приведении их к нижнетреугольной форме и получили общее название методов адаптивного обхода интегратора (adaptive integrator backstepping).

В рассматриваемой диссертационной работе методы адаптивного обхода интегратора с функциями настройки и предлагаемые их модификации систематически применяются в аналитическом построении (синтезе) семейства адаптивных робастных систем управления классом жестких и упругих многостепенных электромеханических объектов, а эффективность их компьютерных моделей детально исследуются на примере четырехзвенного манипуляционного робота типовой конструкции.

Основные научные результаты и их новизна.

Новизной, на наш взгляд представляют:

1. Алгоритм расчета нелинейных математических моделей, аффинно параметризованных относительно векторов и матриц неизвестных массоинерционных параметров, и расчета векторной функции-регрессора в форме, удобной для дальнейшего использования в синтезе адаптивных и нелинейных робастных систем, базирующемся на основе метода адаптивного обхода интегратора.
2. Упрощенная модификация пошаговой процедуры, основанная на методе адаптивного обхода интегратора с функциями настройки, объединенная с методом регуляризации с помощью параметрической проекции и методом фильтрации «чистых» производных виртуальных управлений, удобная для применения к сложным объектам, состоящим из подобъектов различных размерностей, каскадно соединенных в нижнетреугольную форму.
3. Модифицированная процедура аффинной параметризации относительно матрицы неизвестных массоинерционных параметров, подлежащей оценке искомым алгоритмом настройки, и известной векторной функции – регрессора, определяющих синтез адаптивных робастных электромеханических систем управления, построенных методом адаптивного обхода интегратора.
4. Системы нелинейного робастного управления многостепенным упругодеформируемым электромеханическим объектом с полностью известными параметрами, объединенные с системой адаптивной компенсации неизвестного возмущения.

Практическая ценность диссертации состоит в разработке цифровых алгоритмов адаптивных робастных систем управления динамикой четырехстепенных манипуляционных роботов в пакете Matlab-Simulink, удобном для цифровой реализации.

Достоверность и обоснованность подтверждается результатами моделирования, использованием аналитических методов синтеза адаптивных и нелинейных робастных систем и цифровых методов их исследования, компьютерных методов исследования с привлечением программного пакета Matlab/Simulink.

По теме диссертации автором опубликовано 19 работ, в числе которых 2 статьи в рецензируемых изданиях, входящих в перечень журналов, рекомендованных ВАК РФ, 9 статей опубликованы в зарубежных изданиях, индексируемых в базе Scopus, 3 свидетельства государственной регистрации программ ЭВМ.

По содержанию автореферат можно высказать следующие **замечания**:

1. Из автореферата неясно, чем обосновывается упрощение виртуальных и финального интегральных алгоритмов настройки вида (7), (8) (с. 10 автореферата), полученного в рамках стандартного (традиционного) метода адаптивного обхода интегратора с функциями настройки, к виду (10) (вторая строка).

2. При проведении компьютерных исследований могли бы быть учтены не описанные аналитически при составлении математической модели трение, люфты, возможные колебания в случае применения волновых редукторов и другие явления, сближающие модели с реальными объектами.

В целом диссертация соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в редакции от 02.08.2016 г.), и паспорту научной специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы», а ее автор, Ле Хонг Куанг, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.03 – «Электротехнические комплексы и системы».

Заведующий кафедрой
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок» ИГЭУ,
к.т.н., доцент

Куленко Михаил Сергеевич

«11» июня 2021 г.

(тел. +7 (4932) 269709, coolenko@drive.ispu.ru)

Профессор кафедры
«Электропривод и автоматизация
промышленных установок» ИГЭУ,
д.т.н., профессор

Колганов Алексей Руфимович

«11» июня 2021 г.

(тел. +7 (4932) 269709, klgn@drive.ispu.ru)

Подписи Куленко М.С. и Колганова А.Р.
Заверяю

Ученый секретарь Совета ИГЭУ

«11» июня 2021 г.



Вылгина Юлия Владимовна