

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.070.07 НА БАЗЕ ФГБОУ ВО «БАЙКАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 12.12.2016 г., протокол № 17

О присуждении **Ле Ба Ханю**, гражданину Вьетнама, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Синтез алгоритмов управления движением упругих мехатронных систем на основе решения обратных задач динамики»** по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации принята к защите 07.10.2016 г., протокол № 13 диссертационным советом Д 212.070.07 на базе ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет» Минобрнауки России, почтовый адрес: 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, созданным на основании приказа Минобрнауки России № 105/нк от 11.04.2012 на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 57.

Соискатель **Ле Ба Хань**, 1985 года рождения, в 2011 г. окончил ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный технический университет» (в настоящее время ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет») по специальности «Автоматизация технологических процессов и производств в машиностроении», аспирант кафедры конструирования и стандартизации в машиностроении ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Диссертация выполнена на кафедре конструирования и стандартизации в машиностроении ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор технических наук Кузнецов Николай Константинович, заведующий кафедрой конструирования и стандартизации в машиностроении ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

Официальные оппоненты:

– Сизых Виктор Николаевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры автоматизации производственных процессов ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»;

– Мижидон Арсалан Дугарович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, в своем положительном отзыве, подписанном Крауиньшем Петром Яновичем, д.т.н, профессором, профессором кафедры технологии машиностроения и промышленной робототехники и Вильниным Александром Данииловичем, и.о. заведующего кафедрой технологии

машиностроения и промышленной робототехники и утвержденным проректором по научной работе и инновациям, д.т.н., профессором Дьяченко Александром Николаевичем указала, что диссертация является завершенным научным исследованием, в котором предложен метод синтеза и разработаны алгоритмы управления движением мехатронных систем с упругими звеньями. Полученные результаты вносят заметный вклад в развитие методов системного анализа и управления механическим движением и имеют важное практическое значение. По научной новизне и практической значимости результатов представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям ВАК, а ее автор, **Ле Ба Хань**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – системный анализ, управление и обработка информации.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 13 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 4. Общий объем опубликованных работ – 7,38 печатных листа, авторских – 4,60. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Ле Ба Хань**. Синтез алгоритмов управления колебаниями мехатронных систем на основе задания экспоненциальных законов изменения упругих координат / Н.К. Кузнецов, Ле Ба Хань // Вестник Иркутского гос. технического ун-та. – 2012. – №10. – С. 43–47. (соискателем разработаны алгоритмы управления колебаниями мехатронных систем, связанных с декомпозицией и разделением управляемого движения).
2. **Ле Ба Хань**. Управление колебательными движениями мехатронных систем на основе задания дифференциальных уравнений движения исполнительных механизмов / Н.К. Кузнецов, Ле Ба Хань // Вестник Иркутского гос. технического ун-та. – 2013. – №6. – С. 21–26. (соискателем на основе решения обратной задачи динамики по заданным дифференциальным уравнениям колебательных движений мехатронной системы определены потребные управляющие воздействия и показана возможность их реализации замкнутой по старшей производной системой управления).
3. **Ле Ба Хань**. Синтез алгоритмов управления колебаниями многомассовых мехатронных систем на основе интегральных квадратичных оценок / Н.К. Кузнецов, Ле Ба Хань // Вестник Иркутского гос. технического ун-та. – 2013. – №12. – С. 83–88. (соискателем разработаны алгоритмы управления колебаниями многомассовой мехатронной системы, основанные на сочетании концепции обратных задач динамики с методом аналитического конструирования оптимальных регуляторов).
4. **Ле Ба Хань**. Применение метода электромеханических аналогий для синтеза алгоритмов управления упругими колебаниями многомассовых мехатронных систем / Н.К. Кузнецов, Ле Ба Хань // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2014. – №2. – С. 31–37. (соискателем предложен алгоритм упрощения математических моделей многомассовых мехатронных систем, основанный на использовании метода электромеханических аналогий).

Соискателю выдано 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ:

5. **Ле Ба Хань**. Программа синтеза алгоритмов управления движением многомассовых мехатронных систем с учетом упругости исполнительных механизмов / Н.К. Кузнецов, Ле Ба Хань // Свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ №2014613718 от 03 апреля 2014 г. М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности. 2014. (соискателем разработаны алгоритм и программа структурно-

параметрического синтеза систем управления колебаниями мехатронных машин с упругими звеньями).

На автореферат поступило 7 отзывов, все положительные, 6 отзывов имеют замечания.

1. Отзыв **Забайкальского института железнодорожного транспорта – Филиала ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»**, г. **Чита**, подписанный д.т.н., профессором, профессором кафедры научно-инженерных дисциплин О.А. Баландиным, с замечаниями: «в разделе «Достоверность результатов» не приведена численная оценка сходимости теоретических и экспериментальных исследований; в разделе «Основные выводы и результаты» приведены только результаты исследований».
2. Отзыв **ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»**, подписанный д.т.н., профессором, директором Научно-образовательного центра современных технологий, системного анализа и моделирования С.В. Елисеевым, с замечаниями: «... хотелось бы отметить отсутствие принципиальной схемы промышленного робота, что создает определенные неудобства в оценке адекватности предлагаемых математических моделей, которые должны быть построены на основе формализованных подходов. ... малое внимание уделяется особенностям межпарциальных связей в математических моделях манипулятора.»
3. Отзыв **Красноярского филиала ФГБУН Института вычислительных технологий СО РАН - Специального конструкторско-технологического бюро «Наука»**, подписанный д.т.н., профессором, директором В.В Москвичевым и к.ф.-м.н., заведующим лабораторией программно-технологических платформ управления производством А.М. Епихиным, с замечанием: «... для проверки расчетной модели был использован довольно простой вариант робота».
4. Отзыв **ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им Г.И. Носова»**, подписанный д.т.н., профессором кафедры проектирования и эксплуатации металлургических машин и оборудования В.В. Точилкиным, с замечанием: «К недостаткам работы следует отнести слабое внимание вопросам изучения влияния нелинейных свойств исполнительных механизмов мехатронных систем на эффективность предлагаемых алгоритмов управления».
5. Отзыв **ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»**, подписанный д.т.н., профессором кафедры промышленной экологии и безопасности И.П. Аистовым, с замечаниями: «1. ...на стр. 7 текста автореферата (первый абзац), введено сокращение ОЗД, расшифровка которого ранее не приведена. 2. Выражение (2) описывает систему уравнений привода при использовании двигателей постоянного тока с независимым возбуждением. Обоснование выбора этого привода на данном этапе рассмотрения механической части мехатронной системы не приведено. В дальнейшем, в тесте автореферата, рассмотрен пример использования предлагаемых алгоритмов для промышленного робота «Электроника НЦТМ-01». Однако, описывается ли привод этого робота выражением (2), из текста автореферата не ясно. 3. Это же замечание, можно также отнести к обоснованию параметров, приведенных на стр. 10 (четвертый абзац сверху), и результатов расчетов для них, проиллюстрированных на рис. 3 и 4. А, также, к параметрам, приведенным на стр. 12 (последний абзац), и результатам расчетов для них на рис. 7».
6. Отзыв **ФГБОУ ВО «Сибирский государственный аэрокосмический универ-**

ситет имени академика М.Ф. Решетнева», подписанный д.т.н., профессором, профессором кафедры основ конструирования машин С.П. Ереско, с замечанием: «К недостатку работы можно отнести отсутствие в автореферате описания доработки схемы управления промышленного робота «Электроника НЦТМ-01» и результатов экспериментальных его исследований, подтверждающих адекватность результатов математического моделирования».

7. Отзыв **ФГБУН Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН**, подписанный к.т.н., старшим научным сотрудником С.В. Соломиным, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их научными достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- *предложен* новый подход к проблеме синтеза алгоритмов управления движением мехатронных систем с учетом упругости звеньев, основанный на рациональном сочетании методов системного анализа и теории решения обратных задач и позволяющий обеспечить компенсацию колебательных движений, не накладывая ограничений на характер программного движения и структуру системы управления;
- *доказана* перспективность использования предложенного подхода для разработки алгоритмов управления движением мехатронных систем с упругими звеньями, обеспечивающих достижение желаемых показателей переходных процессов и обладающих свойствами слабой чувствительности к координатным возмущениям.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

- *применительно к проблематике диссертации, результативно использованы* методы системного анализа, теории автоматического управления, математического моделирования, вычислительного эксперимента и обработки информации;
- *изложена* процедура структурно-параметрического синтеза замкнутых систем управления колебаниями мехатронных систем с упругими звеньями с переменными коэффициентами усиления, основанная на выражении полученных управляющих воздействий через фазовые координаты;
- *изучены* особенности синтеза алгоритмов управления движением мехатронных систем с упругими звеньями на основе решения обратных задач динамики при различных вариантах задания колебательных движений и обеспечивающих, при заданных ограничениях, желаемое снижение интенсивности этих движений и длительности переходных процессов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- *разработана и внедрена* в учебный процесс программа синтеза алгоритмов управления движением многомассовых мехатронных систем с учетом упругости исполнительных механизмов в ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический университет» и ФГБОУ ВПО «Братский государственный университет» для подготовки бакалавров и магистров по техническим специальностям;
- *определены* перспективы практического использования предложенного подхода для решения задач синтеза алгоритмов управления в мехатронных системах технологического назначения с цифровыми системами управления, прежде всего, в про-

мышленных роботах с целью повышения быстродействия, точности и надежности работы этих систем;

– *создана* научно-методическая основа для синтеза алгоритмов управления движением мехатронных систем с упругими звеньями, позволяющая обеспечить желаемый характер колебательных движений исполнительных механизмов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– *результаты экспериментальных работ* получены с использованием сертифицированного оборудования путем многократного повторения процессов измерений при идентичных начальных условиях;

– *теория* построена на широко известных и хорошо разработанных методах системного анализа и решения обратных задач и согласуется с опубликованными ранее материалами по теме диссертации и исследованиями в смежных областях;

– *идея базируется* на анализе и обобщении известного опыта практического применения методов системного анализа, управления, обработки информации и теории решения обратных задач;

– *установлено* что, разработанные алгоритмы управления упругими колебаниями позволяют улучшить переходный процесс рабочего органа исполнительного механизма промышленного робота;

– *использованы* апробированные и сертифицированные программные средства компьютерного моделирования и инженерного анализа: среда программирования MATLAB с интегрированным в нее пакетом Simulink и др.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в выборе и обосновании расчетных схем и математических моделей упругих мехатронных систем; выборе критериев эффективности процессов управления колебательными движениями мехатронных систем и реализации процедуры структурно-параметрического синтеза системы управления; проведении численного исследования эффективности предложенных алгоритмов управления упругими колебаниями; экспериментальных исследованиях по идентификации параметров математической модели электромеханического промышленного робота обработке и интерпретации результатов пассивного эксперимента; апробации и внедрении результатов проведенных исследований.

На заседании 12.12.2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Ле Ба Хань ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.13.01, участвовавших в заседании, из 20 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 14, против 2, недействительных бюллетеней 1.

Председатель диссертационного совета

В.А. Пархомов

Ученый секретарь диссертационного совета

Т.И. Ведерникова

Подписи председателя диссертационного совета В.А. Пархомова и
ученого секретаря диссертационного совета Т.И. Ведерниковой заверяю.

Ученый секретарь ФГБОУ ВО «БГУ»
кандидат экономических наук, доцент

А.А. Измestьев