

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
инновациям ФГБОУ ВО

«Новосибирский государственный
технический университет», к.т.н.

А. И. Отто

2024 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации – федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», на диссертацию Аксаментова Дмитрия Николаевича «Адаптивное управление гашением колебаний и позиционированием груза мостового крана на производстве», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

1. Актуальность темы диссертационной работы

Грузоподъемные краны мостового типа широко применяются в различных видах производственной деятельности, например, при строительстве, в производственных цехах, железнодорожных тупиках и т.д.. Однако, использование кранов с подвесным креплением груза сопряжено с колебаниями переносимого груза при транспортировке, что снижает производительность погрузочно-разгрузочных работ

Отсюда возникает необходимость в разработке систем управления, способных снизить колебания переносимого груза. Большинство уже разработанных систем управления способны решать эту задачу только при предварительной настройке системы под определенные параметры крана и переносимого груза и отсутствии внешних неконтролируемых возмущений.

На основании этого можно сделать вывод, что тема диссертационной работы Аксаментова Д.Н., посвященная разработке адаптивной системы

управления мостовым краном, которая способна обеспечить точное перемещение груза в назначенное место в условиях текущей неопределённости о параметрах крана, груза и внешних возмущений, является актуальной.

2. Оценка структуры и содержания работы

Структура и содержание диссертационной работы выстроены в четкой логической последовательности. Решены все поставленные задачи, обеспечивающие достижение поставленной цели исследования:

- обоснование актуальности темы исследования, постановка задач исследования, анализ существующих способов управления;
- обоснование математических моделей объекта управления для трех постановок задач управления краном;
- разработка алгоритмов системы управления, обоснование устойчивости и параметров замкнутой системы управления;
- определение эффективности системы управления на основе имитационного моделирования;
- разработка экспериментальной установки мостового крана;
- исследования эффективности системы управления мостового крана на экспериментальной установке.

3. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и теме диссертации

Содержание и тематика диссертационной работы Аксаментова Д.Н. соответствует пунктам паспорта специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки), а именно: № 4 (Теоретические основы и методы моделирования, формализованного описания, оптимального проектирования и управления технологическими процессами и производствами), № 5 (Научные основы, алгоритмическое обеспечение и методы анализа и синтеза систем автоматизированного управления технологическими объектами.), № 12 (Методы создания специального математического и программного обеспечения, пакетов прикладных программ и типовых модулей функциональных и обеспечивающих подсистем АСУТП, АСУЦ, АСТПП и др., включая управление исполнительными механизмами в реальном времени).

Диссертация объёмом 164 страниц состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 180 наименований и 3 приложений.

В первой главе изложен литературный анализ в области управления грузоподъемными кранам, на основании которого автор сделал вывод, что большинство существующих систем управления не способны обеспечить качественного управления при текущей неопределенности о параметрах крана и внешних возмущениях.

Во второй главе представлены математические модели объектов управления, полученных на основании уравнений Эйлера-Лагранжа, для трёх постановок задач управления краном: движение груза по одной оси; движение груза по двум горизонтальным осям; движение груза при двухмаятниковом подвесе.

В третьей главе представлен способ адаптивного управления и вывод законов управления для трёх постановок задач управления краном.

В четвертой главе представлены результаты исследования адаптивной системы управления на имитационной компьютерной модели.

В пятой главе представлены исследования адаптивного способа управления на макете мостового крана при перемещении груза по одной оси.

4. Соответствие автореферата диссертации и ее содержанию

В автореферате кратко изложены основные разделы диссертации и представлены основные результаты. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

5. Степень достоверности результатов исследования

Достоверность теоретических результатов основывается на корректном использовании методов теории автоматического управления и адаптивного управления, совпадением полученных промежуточных результатов с результатами других учёных. Корректность модельных исследований основывается на широко используемом и многократно проверенном компьютерном инструменте Matlab/Simulink/SimMechanics(MultiBody). Также экспериментальные исследования подтверждаются на макете крановой установки с реальными датчиками информации и микроконтроллерной системой управления.

6. Теоретическая значимость и новизна полученных результатов

Сформирован адаптивный способ управления мостовым краном с идентификационным алгоритмом и неявной эталонной моделью, способный достигать цели управления (быстрое перемещение груза в назначенную точку, парирование инерционных колебаний груза и внешних возмущений) в условиях текущей параметрической неопределенности параметров крана, системы управления и внешних возмущений.

Научная новизна:

- найдены линеаризованные математические модели объекта управления, отличающиеся от известных описанием взаимосвязи перемещения груза (крюка) от скорости тележки (балки);
- сформирован способ адаптивного управления мостовым краном, основанный на идентификационном алгоритме, неявной эталонной модели и «упрощенных» условий адаптируемости;
- разработана структура адаптивной системы управления краном, отличающейся прямым отслеживанием перемещения груза (крюка) и управления по заданной скорости перемещения тележки (балки) крана;
- определены условия устойчивости замкнутого контура системы управления и требования к эталонной модели.

7. Практическая значимость результатов

К практической значимости можно отнести: повышение производительности работы мостового крана относительно системы управления краном без гашения колебаний и относительно общеизвестных систем управления; быстрое парирование внешних возмущений; сокращения сроков обучения операторов крана; применение адаптивной системы для других типов кранов с подвешенным грузом, в том числе с качающимся основанием (на судах); возможность построения дистанционных систем управления краном или системой кранов.

8. Рекомендации по использованию результатов диссертационной работы

Актуальным является дальнейшее развитие предложенной адаптивной системы управления на крановых установках, в том числе и на кранах поворотного типа.

9. Замечания по диссертационной работе

1. В линеаризованных моделях движения объекта при управляющем воздействии на тележку (балку) крана в виде заданной скорости, в уравнениях (2.12) (2.23) и (2.35), не учитываются динамические характеристики электропривода (время разгона на заданную скорость, трение редуктора и т.д.)

2. В уравнении (2.11) элемент a_4 обозначен как константа, хотя его величина зависит от возмущения – ветра $F_{xв}$, поэтому его стоило бы обозначить $a_4(F_{xв})$.

3. В пункте 4.2 «Сравнительный анализ методов управления мостовым краном по одной оси на имитационной модели» непонятен выбор первоначальных параметров груза и длины подвеса, по которым настраивалась система управления, построенная на основе ПИД-регулятора. При использовании иных параметров исследуемой модели при настройке системы управления с ПИД-регулированием могли получиться лучшие временные показатели.

4. В тексте диссертации допущены пунктуационные и орфографические ошибки (опечатки): «применяются в различных отраслях человеческой деятельности, например в цехах, судоходных портах»; «к поломки переносимого груза»; «...по средствам которой происходит линейное перемещение тележки...» и другие.

5. В диссертации нарушена нумерация формул, после формулы 3.11 сразу следует 3.13, а также формулы (4.1) и (4.2) пронумерованы, но не используются в тексте. В автореферате формулы (4-8), (10-14), (16-21) пронумерованы, но не используются в тексте. В формуле (2) автореферата опечатка – вместо a_1 необходимо записать a_2 .

6. В автореферате очень сжато представлена первая глава диссертационной работы. Нет конкретных примеров уже разработанных систем управления кранами.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы и требуемого научного уровня для соискателя учёной степени кандидата технических наук.

Заключение

Диссертация Аксаментова Дмитрия Николаевича, представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, является законченной научно-квалификационной работой, нацеленной на повышение производительности работ мостового крана.

Диссертация «Адаптивное управление гашением колебаний и позиционированием груза мостового крана на производстве» Аксаментова Д.Н. соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, а ее автор заслуживает присуждение учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки).

Отзыв на диссертационную работу и ее автореферат рассмотрен и одобрен на расширенном заседании кафедры автоматики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет» от 3 сентября 2024 года, протокол № 7.

Профессор кафедры автоматики
д.т.н., профессор

 Воевода А.А.

Профессор кафедры автоматики
д.т.н., доцент

 Французова Г.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»

Адрес 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20. Тел.: 8 (383) 346-08-43.

Адрес электронной почты: rector@nstu.ru Сайт: <http://www.nstu.ru>