

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет»

На правах рукописи

Устюжанин Сергей Сергеевич

**Разработка и исследование системы управления скоростью асин-  
хронного двигателя с адаптацией к режимам работы**

Направление подготовки  
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ  
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2017

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре  
государственный технический университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук,  
доцент кафедры Чернышёв Денис  
Валентинович

Рецензент

кандидат технических наук, главный  
инженер ООО «Одиссей- ДВ» Бакаев  
Виктор Викторович

Защита состоится «16» июня 2017 года в 9 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» в Комсомольском-на-Амуре государственном техническом университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 114/3.

Автореферат разослан     июня 2017 г.

Секретарь ГЭК

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** В современном мире большинство затрат электроэнергии в промышленности приходится на электроприводы. Увеличение стоимости энергоносителей и ресурсов приводит к большим затратам на них, по сравнению с суммарными расходами на производство. В результате чего во всех отраслях ищутся различные способы экономии электроэнергии. Одним из решений этой проблемы является автоматизация электроприводов. Помимо уменьшения энергозатрат, использование автоматизированного электропривода позволяет увеличить КПД системы.

Любая отрасль промышленности, как правило, характеризуется широким перечнем используемых устройств и механизмов в производстве. Широкое применение, например, имеют различные механизмы подъёма: от различных типов кранов до лифтов.

Краны в целом, как объекты управления, являются довольно сложными системами из-за изменения их технических характеристик во время эксплуатации и наличия различных факторов, влияющих на их работу. К таким факторам, например, относятся раскачивание груза во время подъёма, изменение нагрузки в широком диапазоне (в зависимости от грузоподъёмности), а также наличие упругой связи. Поэтому для синтеза системы управления целесообразно использовать принципы адаптивного регулирования.

Железнодорожные краны не являются исключением, т.к. зачастую работа таких кранов производится в отдалении от внешних источников энергии, и проблема обеспечения энергоэффективной работы стоит особенно остро.

**Цель работы.** Целью магистерской диссертации является разработка системы управления электроприводом механизма подъёма железнодорожного крана, с адаптацией к режимам работы по скорости, а также сравнительный анализ результатов исследования систем с адаптивным регулированием и без.

Для достижения поставленной цели требует решения следующих основных задач:

1. Получение структурной линеаризованной схемы асинхронного двигателя как объекта управления на основании математического описания.
2. Применение методов стандартной настройки к контурам системы регулирования скорости асинхронного двигателя
3. Применение методов настройки адаптивного регулятора скорости.

**Объект и предмет исследования.** Объектом исследования является система управления скоростью асинхронного электродвигателя. Предметом исследования является асинхронный электропривод механизма подъёма железнодорожного крана.

**Методы исследований.** В качестве методов исследования применялись аналитические и численные методы решения алгебраических уравнений для теоретических исследований, а также методы структурного моделирования и методы компьютерного моделирования для практических исследований.

**К защите предоставляются следующие основные положения:**

1. Методика синтеза адаптивной системы.
2. Способ реализации адаптивного управления.

**Научная новизна.** Для компенсации параметрических возмущений, возникающих при эксплуатации железнодорожных кранов, разработана система адаптивного управления, реализованная моделированием в среде Matlab Simulink.

**Практическая значимость.** Практическая значимость данной работы заключается в том, что разработанная система управления применима в реальных объектах.

**Структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников из 20 наименований. Работа изложена на 55 страницах, содержит 31 рисунков.

**Заключение.** В ходе выполнения работы были достигнуты следующие результаты:

1. Рассчитана и построена модель исследуемой системы с использованием классических регуляторов. В результате моделирования получены переходные процессы, удовлетворяющие требованиям к качеству регулирования. Синтезированная система имеет высокое быстродействие, время переходного процесса 0.275 секунд, перерегулирование равно 50%, что превышает обычное перерегулирование при настройке на симметричный оптимум (43%), это вызвано наличием блоков умножения и деления в модели. Время отработки сигнала возмущения и возврата к установившемуся значению 0.7 секунды. Не смотря на то, что такая настройка отвечает требуемым качествам регулирования, использование классических регуляторов не всегда допустимо в крановых электроприводах, т.к. работе таких электроприводов присущи параметрические возмущения в процессе эксплуатации.

2. Получена структурная схема контура адаптации на основе математического описания.

3. Произведён синтез системы с адаптивным регулятором (с использованием эталонной модели). В целом система имеет такие же динамические показатели, как при использовании только классических регуляторов (время переходного процесса 0.275 секунд, перерегулирование 52% ), но гораздо быстрее отрабатывается сигнал возмущения (0.2 секунды), и наблюдается устойчивость к параметрическим возмущениям.

В ходе исследования были рассмотрены два вида настройки эталонной модели для контура адаптации: с модальным регулятором и с настройкой на симметричный оптимум. Проанализировав оба варианта, наиболее эффективным вариантом была признана система с контуром адаптации, настроенным на симметричный оптимум. Полученные результаты моделирования полностью удовлетворяют требуемому качеству регулирования.

Применение принципов адаптивного регулирования в разработанной системе позволяет обеспечить энергоэффективное управление работой кранового электропривода на железнодорожном ходу, игнорировать внешние и парамет-

рические возмущения, например раскачивания груза или изменение нагрузки, а также учитывать упругие связи, присущие любым крановым механизмам.

**Публикации.** По результатам работы имеются две публикации:

1. Система управления крановым электроприводом железнодорожного транспорта / С.С. Устюжанин, Д. В. Чернышёв // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы 46-й научн.-технич. конф. студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 1-15 апреля 2016 г. – Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2016. – С. 616-617.

2. Адаптивное управление электроприводом железнодорожного крана / С. С. Устюжанин, Д. В. Чернышёв // Научно-техническое творчество аспирантов и студентов : материалы 47-й научн.-технич. конф. студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. – С. 1138-1140.