Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

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

На правах рукописи

Печатнова Светлана Константиновна

Разработка и исследование многовариантных структур систем робастного электропривода

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

АВТОРЕФЕРАТ

МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2023

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

Научный руководитель	Кандидат технических наук, доцент кафедры ЭПАПУ Горькавый Александр Иванович
Рецензент	Кандидат технических наук, Бакаев Виктор Викторович

Защита состоится «3» марта 2023 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. 104/3.

Автореферат разослан 28 февраля 2023 г.

Секретарь ГЭК А. В. Бузикаева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы.

Гибкость производственной системы предполагает быструю перенастройку автоматизированной системы управления. Регуляторы исполнительных механизмов промышленных роботов как правило не перенастраиваются. Если изменение технологического процесса влечет за собой изменение переносимого груза, то возникает проблема перенастройки регуляторов. Если система управления мехатронным модулем робастна, то необходимости в перенастройки нет.

Поэтому задача придание мехатронным модулям робастные свойства является актуальной.

Материалы диссертационной работы могут быть использованы для аналитического, либо численного метода синтеза системы управления электроприводом с робастными свойствами.

Объектом исследования является система управления электроприводом выдвижения (мехатронного модуля выдвижения) манипуляционного механизма.

Предметом исследования является повышение робастности мехатронного модуля с применением нестандартных форм настроек регуляторов.

Целью исследования является анализ робастных свойств различных регуляторов (П, ПИ, комбинированный), в том числе в работе с наблюдателем и поиск наиболее робастных настроек регуляторов.

Методы исследования

– Методы теории управления для синтеза многовариантных структур модальных регуляторов системы робастного электропривода;

– Математическое моделирование для проверки теоретических расчетов и анализа динамических характеристик системы управления электроприводом.

– Квадратичные оценки чувствительности систем электропривода к изменению параметров исполнительного механизма.

К защите представляются следующие основные положения

1. Векторно-матричная подход к синтезу многовариантных структур модальных П и ПИ- регуляторов;

2. Условия формирования комбинированной системы управления электроприводом со статическими свойствами к возмущающему воздействию;

3. Варианты повышения робастности систем электропривода с модальными регуляторами на основе вариаций нестандартных настроек регуляторов;

4. Вариант построения робастного наблюдающего устройства функционирующего в системе электропривода;

5. Графические результаты моделирования.

Научная новизна.

1. Предложен вариант поиска настроек регуляторов состояния систем электропривода, учитывающих помимо требований быстродействия и энергоэффективности обеспечения малой чувствительности к изменению инерционности исполнительного механизма.

Практическая ценность и реализация.

На основе полученных результатов, может быть, сформирован инновационный подход к робастной настройке модальных регуляторов и наблюдающих устройств мехатронного модуля исполнительных механизмов поскольку метод полиномиальных уравнений и анализа функции чувствительности чрезвычайно сложны для применения систем, где много расчетных коэффициентов (коэффициентов регуляторов).

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 24 наименований. Работа изложена на 74 страницах и содержит 71 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во ведении сформулирована и обоснована актуальность темы исследования, обозначена цель работы и задачи для её достижения.

В первой главе представлен обзор современных промышленных роботов и мехатронных модулей, приведены характеристики указанных устройств и предъявлены требования.

Во второй главе приведено математическое описание электромеханической части системы. Выполнен расчет и исследование робастных структур модальных регуляторов мехатронного модуля. Приведены сравнительные характеристики возможных вариантов настройки мехатронного модуля на принципах модального управления. Рассчитаны П-регулятор, ПИ-регулятор по задающему и возмущающему воздействиями и П-регулятор с компенсационным каналом по возмущающему воздействию. Для выявления лучшей формы настройки использовался метод интегральной квадратичной оценки.

В третьей главе выполнен расчет и исследование робастных структур наблюдающих устройств, а именно наблюдателя полного порядка и наблюдателя с пониженного порядка, в составе мехатронного модуля. Сделаны выводы о робастных свойствах каждого наблюдателя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе выполнены расчеты системы электропривода с модальными П и ПИ- регуляторами, в том числе с наблюдателями различной структуры в контуре управления с целью оценки возможностей уменьшения чувствительности к изменению инерционности мехатронной системы.

В результате проведенной научно-исследовательской работы дана оценка возможности повышения робастных свойств системы электропривода с модальным регулятором. Определены предпочтительные формы настройки регуляторов, которые формируют робастные свойства системы управления при сохранении показателей качества переходного процесса. Это подтверждено как переходными характеристиками, так и квадратичными интегральными оценками. Получены положительные результаты при настройке наблюдателей, работающих в контуре управления на предмет нечувствительности к изменениям параметров. Время переходных процессов в рассматриваемой системе мехатронного модуля сохранено на уровне 0,25 с и при нестандартных настройках, проведенных в цели повышения робастных свойств.

Дальнейшие разработки, основанные на полученных результатах, позволят определить оптимальные настройки модальных регуляторов с учетом многофакторности предъявляемых требований, а также алгоритмизировать этот процесс.

Полученные результаты позволят повысить эффективность исполнительных механизмов технологического оборудования в условиях изменения программ функционирования технологических процессов.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

По результатам диссертационной работы выполнены две публикации:

1 Печатнова, С. К. Оценка работоспособности наблюдателей в системе электропривода манипулятора / С. К. Печатнова, А. И. Горькавый // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы V Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022

2 Печатнова, С. К. Анализ и оценка эффективности настроек мехатронного модуля производственного оборудования / С. К. Печатнова, А. И. Горькавый. – Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: материалы VI международной научно-практической конференции, Комсомольск- на-Амуре : ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2022