

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

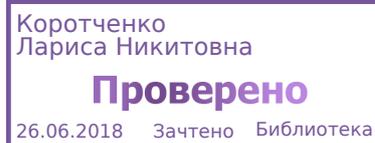
ШИРИНКИН ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАБЛЮДАЮЩИХ
УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ**

Направление 27.04.04 – «Управление в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
магистра техники и технологии



Комсомольск-на-Амуре – 2018

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

Научный руководитель:

кандидат технических наук
Доцент кафедры «Электропривод и
автоматизация промышленных
установок»
Горькавый Александр Иванович

Рецензент:

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

Защита состоится «25» июня 2018 года в 09 часов 00 мин на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681913, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ауд. 104/3.

Автореферат разослан 18 июня 2018 г.

Секретарь ГЭК

Д.О. Савельев

Актуальность: Одно из важнейших направлений в робототехнике является повышение функционирования отдельных мехатронных модулей. В условиях функционирования промышленных роботов изменяются параметры, принятые при расчете и настройке модулей. Прежде всего изменяются параметры инерционности, определяемые массой переносимого груза и взаимное расположение звеньев промышленного робота. Применение адаптивного подхода к синтезу систем не всегда целесообразно из – за значительные усложнения системы. В свете современных поисков путей повышения эффективности функционирования мехатронных модулей предложенная тема весьма актуальна.

Повышение робастности мехатронных модулей позволяет эффективно функционировать промышленными роботам в условиях их реальной работы.

Предложенный подход позволяет при малых затратах на разработку и реализацию нововведения в систему управления получить значительный экономический эффект.

Цель работы: исследование и выявление преимуществ применения наблюдателей при синтезе системы управления электроприводом мехатронного модуля. Для этого необходимо синтезировать различные варианты наблюдающих устройств используемых как для оценки координат, так и для придания системам с наблюдателями дополнительных качеств с точки зрения точности и не чувствительности к изменениям параметров объекта. Для систем с большой размерности сложно получать соответствующие аналитические оценки, поэтому выбран путь экспериментальных исследований различных вариантов структур.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Проанализировать требования, предъявляемые к мехатронным модулям и промышленным роботам

2) Определить математическое описание мехатронного модуля в одномассовом и двухмассовом представлении используя научно-технические источники.

3) Синтезировать модальные регуляторы в системе управление мехатронным модулем.

4) Синтезировать наблюдающие устройства различных конфигураций.

5) Разработать эффективные варианты структур наблюдающего устройства мехатронного модуля.

6) Произвести исследование синтезированных систем управления.

7) Сформулировать выводы о проделанной работе и сформулировать рекомендации.

Апробация работы. Основные положения работы были представлены на 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов в г. Комсомольск-на-Амуре, 2017г, а так же были опубликованы в международном научном издании по итогам международной научно-практической конференции «Мехатроника, автоматика и робототехника », Новокузнецк: НИС МС, 2017 г.

Практическая ценность. Практическая значимость диссертационной работы заключается в разработке рекомендаций при проектировании робастных и астатических мехатронных модулей.

Личный вклад автора. Диссертация является результатом самостоятельных исследований автора, которые проводились с непосредственным его участием. Все научные положения и результаты, определяющие научную новизну и практическую значимость исследования, получены лично автором. Личное участие автора подтверждено публикациями и выступлениями на научно-практических конференциях.

Структура и объём работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованных источников из 23 наименований.

Содержание диссертации.

Во введении обозначена актуальность проблемы работы, обозначена цель работы и задачи по достижению этой цели.

В первом разделе рассмотрен промышленный робот как элемент технологического процесса, рассмотрены задачи, классификация применения, и структура промышленного робота, а так же требования предъявляемые к нему.

Во второй главе рассмотрен мехатронный модуль как сложный электромеханический объект. Описано одномассовое и двухмассовое представление силовой части мехатронного модуля, выявлены проблемы синтеза и реализации системы управления мехатронным модулем.

В третьей главе был проведен синтез системы управления мехатронным модулем в одномассовом представлении работающего в сложных условиях функционирования. Рассчитан модальный регулятор и наблюдающие устройства различной конфигурации. Изменение способа оценки координат, не изменяя структуры наблюдающих устройств путем комбинирования позволяет снизить чувствительность системы к изменению параметров. Проведенные исследования на конкретном примере показали возможность повышения робастности системы, в процессе использования наблюдателя, необходимого для оценки координат [1]. Более того, наблюдатель может использоваться только для повышения робастности, если все координаты доступны измерению.

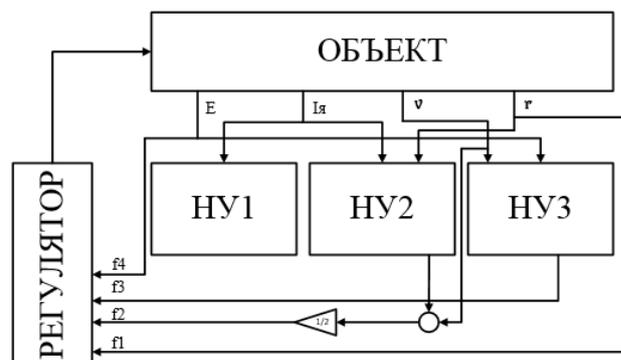


Рисунок 2 – Структурная схема системы

Увеличим массу переносимого груза на 48% и снимем график переходного процесса.

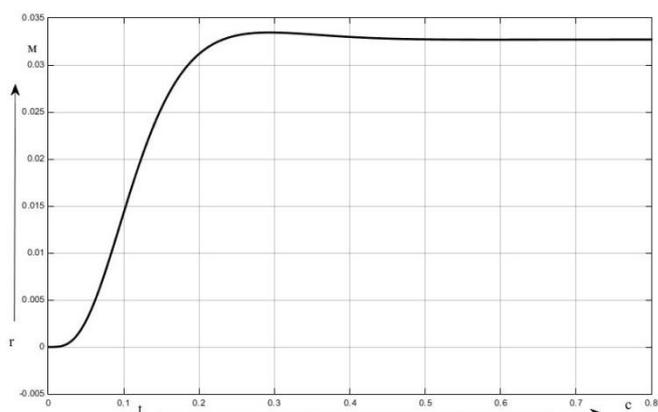


Рисунок 3 – Переходный процесс системы

В четвертой главе был проведен синтез системы управления мехатронным модулем в двухмассовом представлении работающего в сложных условиях функционирования. Рассчитаны и наблюдающие устройства различной конфигурации. В процессе исследования было выявлен интересный эффект. Наблюдающее устройство оценивающее ток якоря придавало робастность системе, но не придавала ей астатических свойств. Наблюдающее устройство оценивающее жесткость упругой связи между массами и массу привода, наоборот придавало системе астатические свойства, но не делала систему робастной. Совместное использование этих наблюдающих устройств позволяет объединить их положительные свойства и добиться универсальности мехатронного модуля.

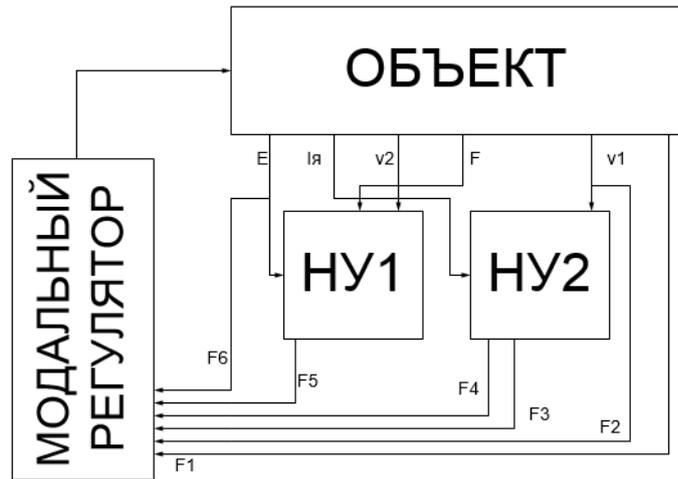


Рисунок 4 – Синтезированное наблюдающее устройство.

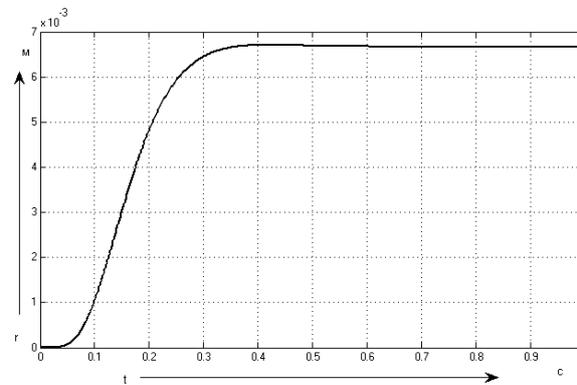


Рисунок 5 – Переходный процесс по задающему воздействию координаты $x_1 = r$

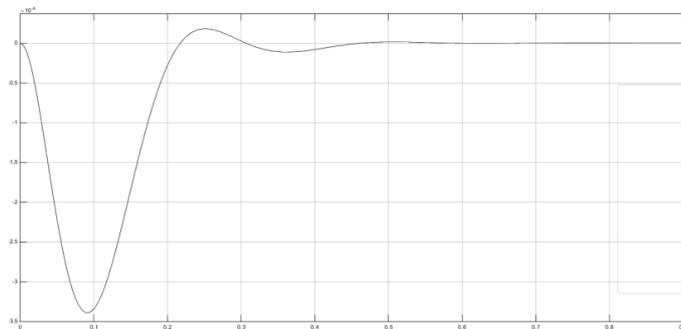
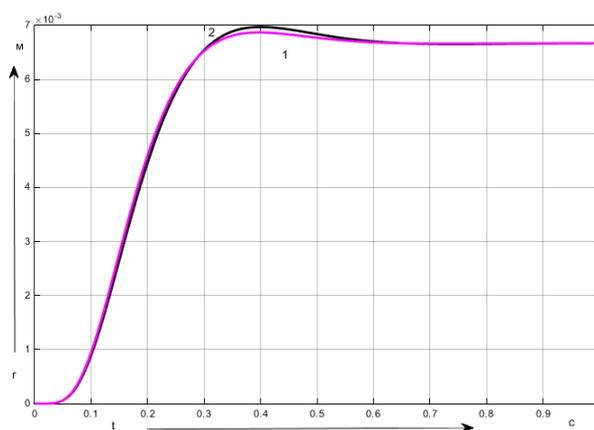


Рисунок 6 – Переходный процесс системы по возмущающему воздействию координаты $x_1 = r$

Проверим систему на робастность, увеличим массу переносимого груза на 20%



1 – синтезированная система; 2 – объект-регулятор

Рисунок 7 – Переходный процесс системы по возмущающему воздействию координаты $x_1 = r$

Вывод

В данной работе были проанализированы требования предъявляемые к мехатронным модулям. По научно-техническим источникам сформировалось математическое описание модуля.

Реализация модального, оптимального и адаптивного управления невозможны без наблюдающего устройства полного или пониженного порядка. Так как объект имеют неизмеряемые координаты.

Наблюдатель оценивает не поддающиеся измерению состояния объекта управления. В процессе работы возможны изменения параметров объекта, например, изменение суммарного момента инерции. Тогда наблюдающее устройство оценивает координаты с ошибками и качество функционирования всей системы «объект-наблюдатель-регулятор» ухудшается и может привести к её неработоспособности.

Системы с вязко – упругими связями создают дополнительные сложности при получении нужных переходных характеристик. Колебания связанных масс, увеличивают максимальные нагрузки и осложняют точность отработки требуемых траекторий движения рабочего органа промышленного робота.

Решения проблемы изменения параметров объекта в процессе функционирования системы достигалось путем разработки различных вариантов структур мехатронного модуля и увеличения ω_0 в наблюдающем устройстве. В результате разработаны структуры наблюдающих устройств, которые при их включении в систему управления придают ей астатические свойства и уменьшают чувствительность к изменению параметров.

Если с точки зрения точности системы – результат работы положительный, то с точки зрения робастности он показывает, что возможности детерминированного наблюдателя ограничены. В этом случае более эффективным является адаптивный подход.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах

1 Ширинкин, Ю.А. Наблюдающее устройство как элемент снижения чувствительности мехатронного модуля к изменению параметров / Ю.А. Ширинкин, А.И. Горькавый // Мехатроника, автоматика и робототехника: материалы международной научно-практической конференции.- Новокузнецк: НИС МС, 2017.- №1. - с. 44-46.

2 Ширинкин, Ю.А. Структурирование робастной системы управления мехатронного модуля / Ю.А. Ширинкин, А.И. Горькавый // Материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г. /ред кол.: Э.А. Дмитриев (отв. ред.[и др.]. -Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. –С. 1247

3 Доклад на внутривузовском конкурсе «Студенческая весна 2017».