

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

21.06.2018

На правах рукописи

Йе Тун Хейн

**Синтез и исследование функционирования модальных
регуляторов в системе управления мехатронного модуля**

Направление подготовки

27.04.04 – «Управление в технических системах»

**АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ**

Короткова
Мargarита Вениаминовна

Проверено

27.06.2018 Зачтено

Комсомольск-на-Амуре – 2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. На настоящий момент роботизация и автоматизация производства очень актуальна во всем мире. Роботизация процессов производства – это полностью новый уровень технологичности предприятий. Грамотное построение производственного процесса, замена ручного труда автоматизированными комплексами, способными выполнять производственные задачи без вмешательства человека более быстро, точно и качественно, – ключ к экономической и производственной эффективности. В мировой экономике без применения промышленных роботов не смогли бы достичь существующих высоких темпов развития производства.

Роботы – это механические помощники человека, способные осуществлять операции по заложенной в них программе и реагировать на окружение. Во всем мире, сегодня используются миллионы роботов. Применение им нашлось практически во всех сферах человеческой деятельности. Роботы управляют самолётами и поездами, спускаются в жерла вулканов и ко дну океана, помогают в строительстве космической станции, в сборке автомобилей и производстве микрочипов, охраняют здания, применяются военными для разведки и разминирования, помогают спасателям искать людей под завалами. Нет такой области, в которой человек не попытался создать себе автоматического помощника.

Часто предполагается, что применение промышленных роботов – это прерогатива исключительно крупных индустриальных предприятий и крупносерийных производств, но это не так. Сегодняшний день, адекватная цена и гибкость построения робототехнических комплексов дает возможность применения такого оборудования не только на крупных предприятиях с поточным производством, но также на более малых и средних предприятиях.

На производстве работают сотни тысяч роботов, но гораздо больше их трудится за пределами фабричных цехов. Автономные роботы, обладающие свободой передвижения, включают в себя автономные летательные аппараты, существуют роботы-сапёры (Mini-Andros), роботы-газонокосилки (Robomower), роботы-курьеры (HelpMate), доставляющие лекарства и документы в некоторых больницах, и т. д.

Особая категория – андроиды или человекообразные роботы. Создать андроидов оказалось более сложным делом, чем ожидалось. Потребовались

значительные достижения в области эффективных моторов, технологий машинного зрения и увеличение вычислительной мощности компьютеров, чтобы появились первые андронды, способные передвигаться, ориентироваться в пространстве и что-то делать, такие как ASIMO и Qrio. Технологии машинного зрения позволяют роботам (пока ещё не очень хорошо) ориентироваться в пространстве, находить дорогу, распознавать предметы. Роботы могут узнавать людей по лицам и голосам. Технологии искусственного интеллекта позволяют роботам самостоятельно принимать решения и действовать автономно.

Нет чёткой грани между роботами и просто машинами. К роботам можно отнести и автоматические поезда и беспилотные летательные аппараты. Существующие технологии (автопилоты) даже позволяют компьютерам осуществлять полёты пассажирских самолётов от взлёта и до посадки. Можно считать функционально близкими к роботам банкоматы и более совершенные киоски для выполнения различных финансовых операций – они эффективно заменяют работника-человека. Развлекательные роботы появились с выходом на рынок Aibo, робособаки от Sony. Теперь многие игрушки наделяются зачатками интеллекта – процесс, который скоро приведёт к появлению действительно разумных игрушек вроде медвежонка из фильма AI. Роботы-тюлени и роботы-кошки повышают настроение пожилых людей в японских домах престарелых. Начинается использование роботов для обучения и развлечения детей в детских садах и школах США и Южной Кореи.

В начале 2000-х роботы проникли в сферу домашнего хозяйства (что было предсказано футуристами в 60-е годы): газонокосилки, роботы пылесосы и мойщики пола. iRobot продала уже несколько миллионов робопылесосов Roomba. Поумнели и неподвижные машины: стиральные, посудомоечные и т. п. Домашние роботы быстро входят в нашу жизнь. Скоро (примерно к 2015-2020 году) в среднем "умном" доме будет несколько интеллектуальных предметов бытовой техники и несколько автономных роботов.

Осуществляя автоматизацию процессов на производстве с применением промышленных роботов, предприятие может наглядно оценить, что роботизация производства предоставляет ряд преимуществ.

- сокращение издержек производства путем снижения расходов на оплату труда;

- отсутствие зависимости от персонала, его настроения и квалификации;
 - финансовая стабильность в моменты экономического кризиса компании, вследствие отсутствия расходов на оплату труда;
 - стабильное качество, скорость и точность выполняемых операций;
 - сокращение брака на производстве;
 - возможность использования оборудования круглосуточно 365 дней в году;
 - точный расчет себестоимости изделия (точный расход рабочего материала и энергии на одно изделие);
- повышение показателей общей производительности или конкретных выпускаемых изделий;
- получение технологического преимущества перед конкурентами;
 - минимизация человеческого фактора;
 - гибкость использования, способность к легкой переориентации на другие виды операций и новой архитектуре производства;
 - повышение имиджа компании, использующей новые технологии на производстве.

Основными элементами промышленных роботов являются мехатронные модули, как правило, формируют многосвязаную электромеханическую систему управления движением промышленного робота.

При программировании ПР движений необходимо учитывать наличие и уровень взаимосвязи, что позволяет значительно снизить неточности перемещений при отработке заданных траекторий.

Целью работы является оценивание взаимовлияния мехатронных модулей промышленного робота в процессе функционирования электромеханической системы.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

- Ситезировать структурные схемы с мехатронными модулями на основе полученных расчетов.
- Исследовать взаимвлияния электроприводов (выдвижение и поворота) в различных режимах работы системы.
- Уменьшить взаимовлияния мехатронных модулей на основе других эффективных методов.

Структура и объем магистерской диссертации

Диссертация состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованных источников. Она содержит 73 страницы основного текста (включая 30 рисунков и 1 таблица) . Список использованных источников включает 8 наименований.

Основное содержание работы

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы общая цель, а также определена последовательность решения задач, выносимых на защиту.

Первый раздел посвящен мехатронным модулям как основные элементы технологического оборудования производственных процессов.Приведены характеристики и проблемы функционирования мехатронных модулей.

Мехатронный модуль- это базовые функциональные компоненты мехатронных систем и машин с компьютерным управлением, предназначенные для выполнения движений, как правило, по одной управляемой координате.Такие модули могут объединять в одном корпусе несколько компонентов, например, двигатель, редуктор и датчики.

Качественно новые свойства мехатронных модулей по сравнению с традиционными приводами достигаются синергетической интеграцией составляющих элементов.

Синергетическое объединение предполагает не простое соединение частей посредством интерфейсных блоков, но их конструктивное встраивание в мехатронные модули. Синергетическая интеграция элементов при проектировании мехатронных модулей основана на трех базовых принципах (функционально-структурный подход к проектированию МС):

- реализация заданных функциональных преобразований минимально возможным числом структурных и конструктивных блоков путем объединения двух и более элементов в единые многофункциональные модули;
- выбор интерфейсов в качестве локальных точек интеграции и исключение избыточных структурных блоков и интерфейсов как сепаратных элементов;
- перераспределение функциональной нагрузки в мехатронной системе от аппаратных блоков к интеллектуальным (электронным и компьютерным) компонентам.

В соответствии с признаком синергетического объединения можно исторически разделить мехатронные модули по уровням. К числу актуальных требований к мехатронным модулям и системам нового поколения следует отнести:

- выполнение качественно новых служебных и функциональных задач;
- интеллектуальное поведение в изменяющихся и неопределённых внешних средах на основе новых методов управления сложными системами;
- сверхвысокие скорости для достижения нового уровня производительности технологических комплексов;
- высокоточные движения с целью реализации новых прецизионных технологий, вплоть до микро- и нанотехнологий;
- компактность и миниатюризация конструкций на основе применения микромашин;
- повышение эффективности многокоординатных мехатронных систем на базе новых кинематических структур и конструктивных компоновок.

По составу объединяемых устройств и элементов мехатронные модули можно подразделить на три группы (рисунок 1):

- модули движения;
- мехатронные модули движения;
- интеллектуальные мехатронные модули.



Рисунок 1 – Структурная схема мехатронного модуля

Мехатронные модули обладают следующими особенностями:

- использование однотипных унифицированных узлов в различных вариантах компоновки станков, обеспечивающих агрегатно-модульное построение;
- уменьшение времени ремонта за счет поузловой замены;
- расширение и наращивание функций станков за счет добавления мехатронных модулей и узлов;
- создание разветвленных систем диагностики;
- упрощение сервисного обслуживания за счет применения однородных конструкций.

В дальнейшем мехатронные машины и системы будут объединяться и мехатронные комплексы на базе единых интеграционных платформ. Цель создания таких комплексов - добиться сочетания высокой производительности и одновременно гибкости технико-технологической среды за счет возможности ее реконфигурации, что позволит обеспечить конкурентоспособность и высокое качество выпускаемой продукции.

Во втором разделе излагаются математические описания мехатронных модулей в составе электромеханической системы. Для математических описаний уже построена модель исполнительного механизма (рисунок 2).

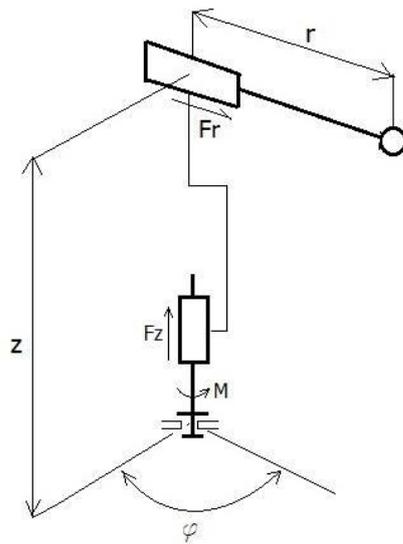


Рисунок 2 – Модель исполнительного механизма

где χ, φ, z – обозначены степени подвижности

χ – выдвижение руки(координата χ)

φ – поворот колонны(координата φ)

z – вертикальное перемещение руки(координата z)

Здесь определили математическую модель с помощью уравнения Лагранжа 2-ого рода и в итоге построили структурную схему механизма (рисунок 3) на основе полученных уравнений.

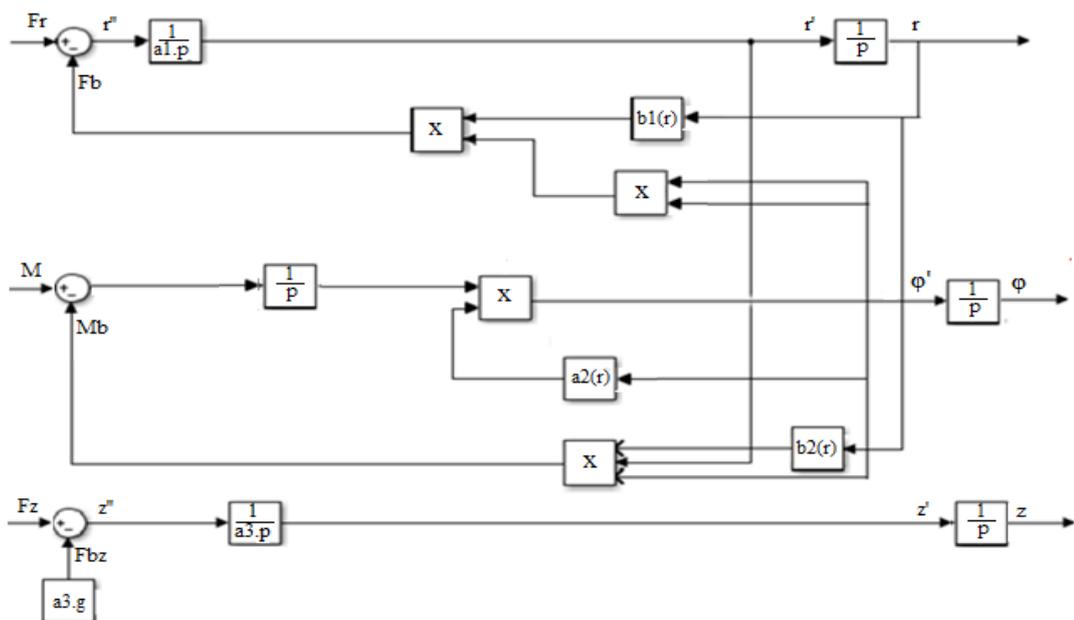


Рисунок 3 - Структурная схема механизма

Третий раздел посвящен синтезу систем управления мехатронными модулями на принципах модального управления и оценке работоспособности синтезированных систем (рисунок 4 и 5). Приведены моделирование без учета взаимовлияния и результаты исследования (рисунок 6 и 7).

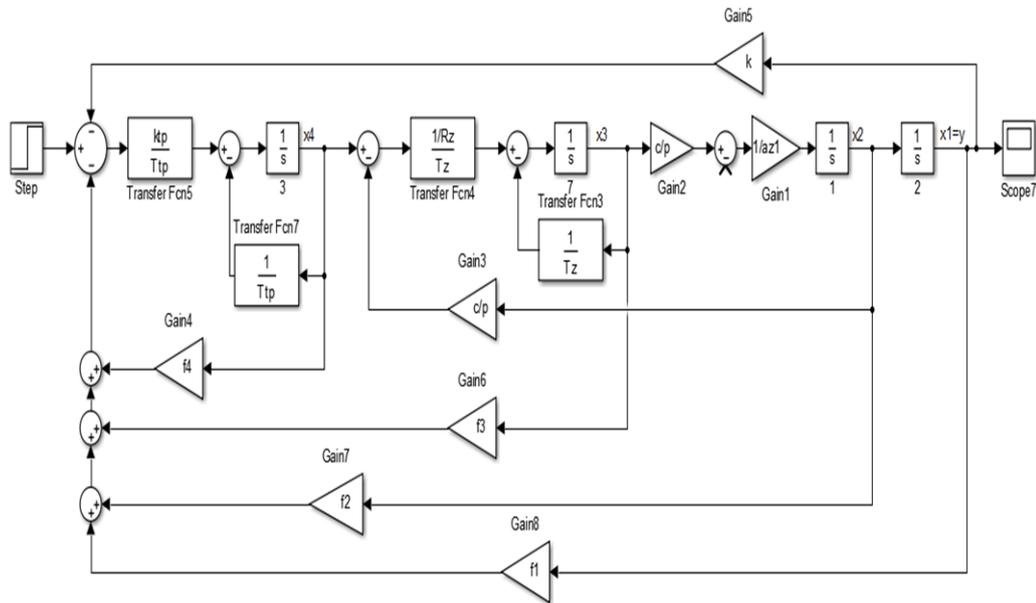


Рисунок 4 – Структурная схема системы управления мехатронного модуля выдвигания

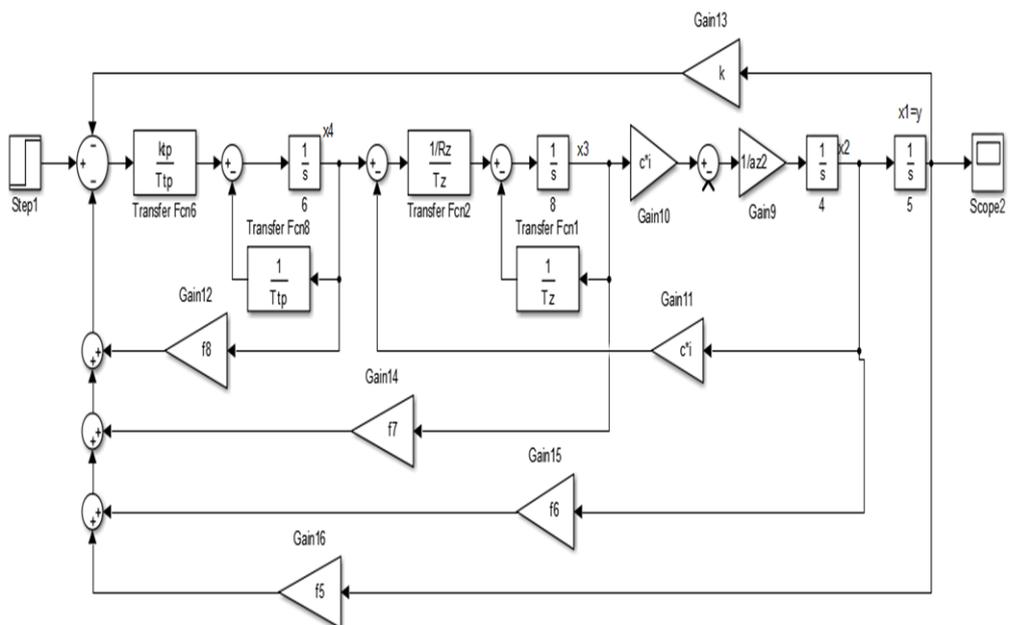


Рисунок 5 – Структурная схема системы управления мехатронного модуля поворота

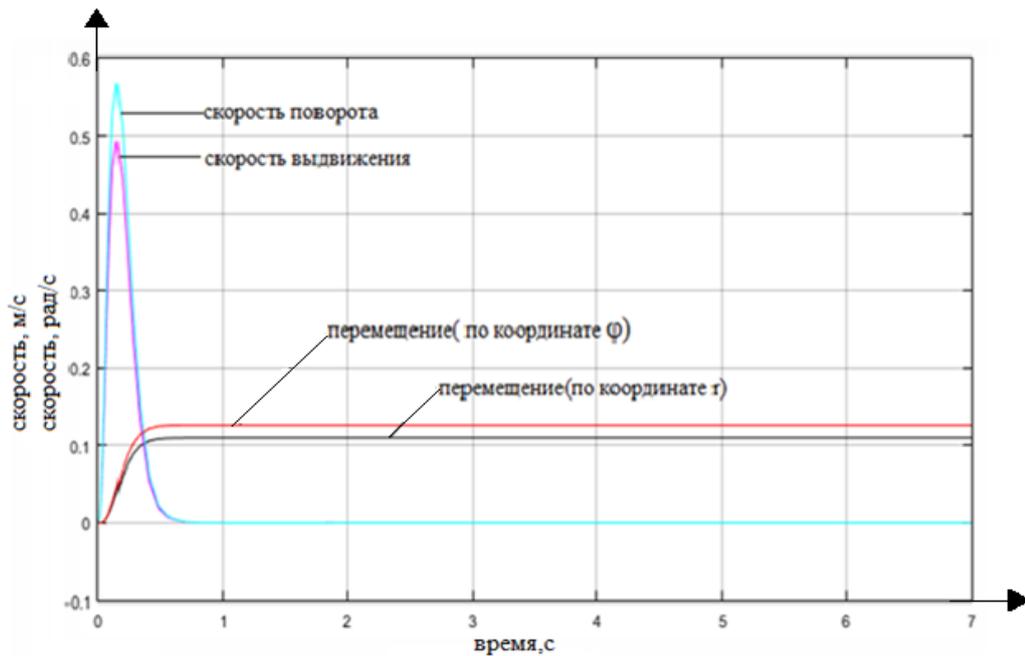


Рисунок 6 – Переходная характеристика системы при малых скоростях

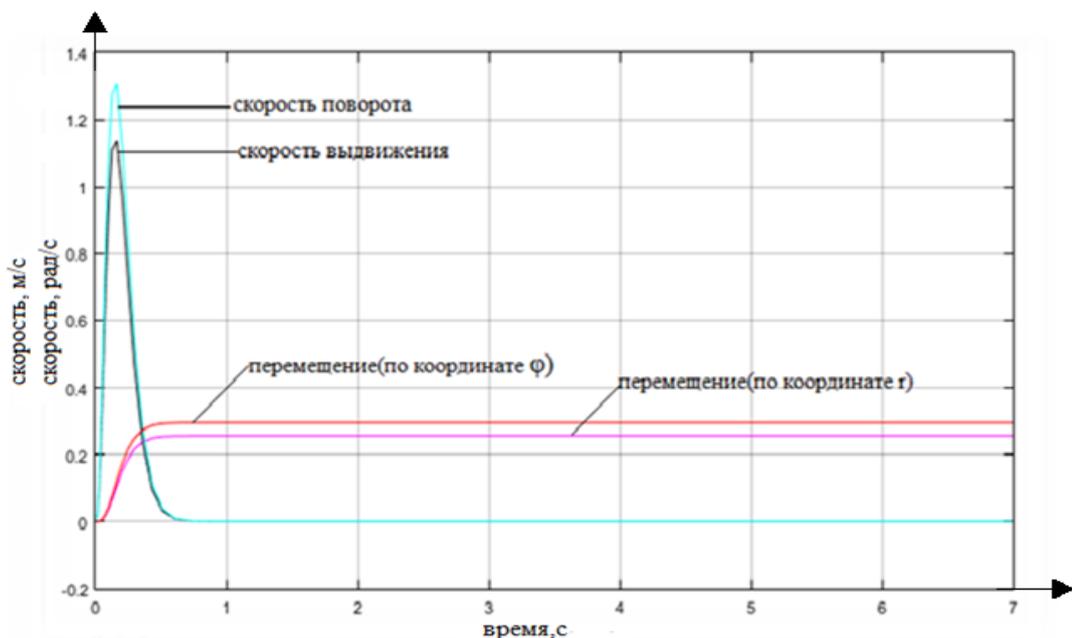


Рисунок 7 – Переходная характеристика системы при больших скоростях

В четвёртом разделе рассматриваются исследования и анализ взаимодействия мехатронных модулей в составе электромеханической системы. В итоге замечено что исследуемые системы имеют большую размерность и нелинейные связи и их исследования в аналитическом виде чрезвычайно затруднительно. Поэтому результаты определяются границей

максимально допустимых скоростей (рисунок 8) перемещения в процессе функционирования электромеханической системы, а следовательно сформированы рекомендации для программирования движений промышленного робота.

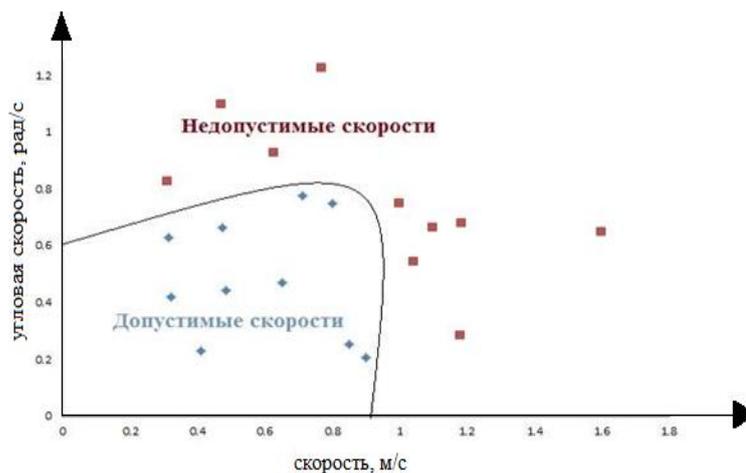


Рисунок 8– Граница допустимых скоростей

В пятом разделе приводится исследование возможных компенсационных структур для уменьшения взаимовлияния мехатронных модулей.

В шестом разделе приведены расчеты и исследования модальных ПИ-регуляторов на предмет снижения взаимовлияния мехатронных модулей в составе электромеханической системы и в итоге замечено системы с ПИ-регуляторами увеличивают территорию допустимых скоростей (рисунок 9).

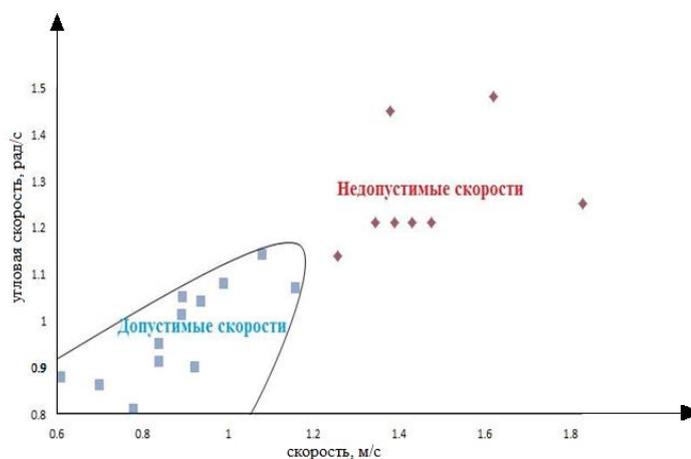


Рисунок 9 – Граница допустимых скоростей (с ПИ регуляторами)

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

В диссертационной работе рассмотрено исследование взаимного влияния электроприводов (выдвижение и поворот) в различных режимах работы электромеханической системы и на основе полученных результатов создана рекомендация по определению пределов допустимых максимальных скоростей.

Основными результатами исследования являются:

- синтез модальных регуляторов различной конфигурации в системах управления взаимосвязанных мехатронных модулей промышленного робота.
- определены рекомендации для формирования и программирования траекторий движения промышленного робота с учетом уровней взаимовлияния модулей.

Основные публикации автора по теме диссертации:

1. Взаимное влияние мехатронных модулей в процессе функционирования промышленного робота. (Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов , Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г./ редкол.: Э.А. Дмитриев (отв. ред). - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО "КнАГТУ", 2017. - 1292 с.)
2. Оценка взаимовлияния мехатронных модулей в процессе функционирования электромеханических систем. (Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 09-20 апреля 2018 г.: в 2 ч. / редкол.: Э. А. Дмитриева (отв. ред.)[и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КнАГУ», 2018. – Ч. 1 - 500 с.)