

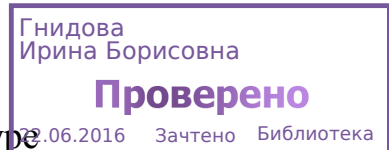
Аникин Павел Александрович

Синтез системы управления электромеханическим объектом на  
основе применения многоструктурного регулятора.

Направление 27.04.04 – «Управление в технических системах»

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание степени  
магистра техники и технологии

Комсомольск-на-Амуре



**Актуальность:**

Совершенствование технологии и усложнение процесса производства ведут к повышению размерности решаемых задач. Это приводит к усложнению систем управления. Непрерывное повышение требований к современным системам автоматического регулирования (САР) в отношении точности, быстродействия, диапазонов изменения переменных величин и параметров приводит к существенному усложнению управляющих алгоритмов. Становится необходимым более полное и точное математическое описание исследуемых процессов[1].

Системы автоматического регулирования, в которых происходит одновременное регулирование более одной величины, называются многосвязными (МСАР). При учете упругостей механической части система называется многосвязной электромеханической (МЭМС).

Многосвязная система регулирования объединяет несколько односвязных систем, обладающих необходимыми качествами. Естественные перекрестные связи, которые существуют в многосвязных или многоканальных системах регулирования, осуществляются через объект управления и могут неблагоприятно сказываться на процессах управления в отдельных, сепаратных каналах регулирования[2].

В настоящее время развитие теории и практики построения АСУ ЭП привели к тому, что большинство из них представляет собой нелинейные динамические системы. Лишь ограниченный класс АСУ ЭП при вполне определенных режимах может быть приведен к линейным системам, и рассчитываться или исследоваться методами линейной системы управления.

Мощность современной вычислительной техники позволяет производить моделирование очень сложных систем с весьма высокой точностью вычисления в реальном масштабе времени, что позволяет исследовать свойства и параметры объекта[3].

**Цель работы:** проверить разработанную систему на её поведение при различных режимах работы многоструктурного модального регулятора. И оценить эффективность работы многоструктурного модального регулятора при нелинейных взаимосвязях .

Достижение указанных целей обеспечивается постановкой и решением следующих основных задач:

- математическое описание объекта;
- описание многомерного объекта;
- синтез регулятора на принципах модального управления;
- описание и исследование обхода заданного контура схватом, работа при нелинейных взаимосвязях;
- оценка эффективности работы многоструктурного модального регулятора[4].

Решение поставленных задач и достижение цели диссертационного исследования позволяет перейти к исследованию и разработки манипулятора с использованием многокаскадных модальных регуляторов.

**Апробация работы.** Основные положения работы были представлены на 45-й научно-технической конференции студентов и аспирантов в г. Комсомольск-на-Амуре, 2016 г.

### **Содержание диссертации**

**Во введении** произведен краткий обзор исследуемой тематики, обозначена актуальность проблемы исследования[5].

**В первом разделе** приведены основные характеристики и задачи синтеза и управления промышленным роботом.

**Во втором разделе** произведено математическое описание работа манипулятора как сложного взаимосвязного объекта управления в цилиндрической системе координат, в котором были упитанны все силы действующие на объект. Приведена структурная схема на базе которой будет строиться многоструктурный регулятор управления неленейносвязным объектом. Было проделано векторно-матричное описание объекта, для

дальнейшего использования и моделирования в среде MatLab[6]. Был выбран двигатель для каждого из приводов робота и были осанны допущения при которых будет происходить дальнейшее моделирование.

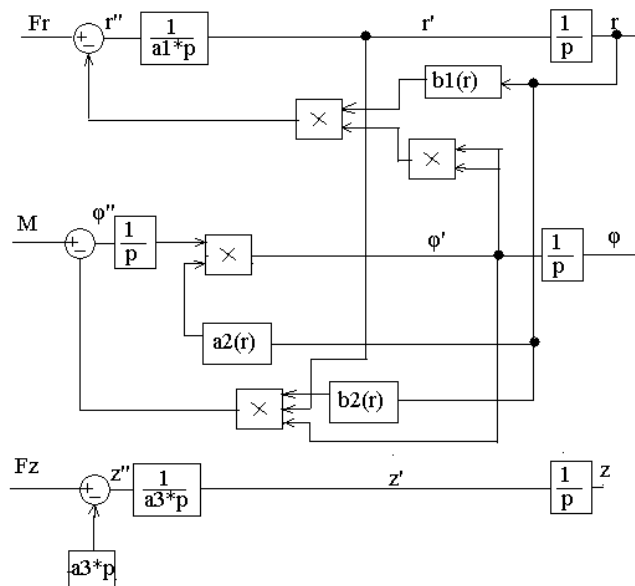


Рисунок 1 – Структурная схема механизма.

**Третий раздел** посвящен описанию объекта управления и синтезу модального управления. Получена система объекта управления многоструктурного модального управления - регулятором в виде пропорциональных звеньев которыми охвачен обратными связями электромеханический объект. Было произведено преобразование координат из прямоугольной в цилиндрические и обратное. Рассчитано задающие воздействия на каждую из координат[7]. Исследована система с модальным регулятором и линеаризованными взаимосвязями.

Использование модального регулятора в управлении позволило получить качественную характеристику на выходе системы.

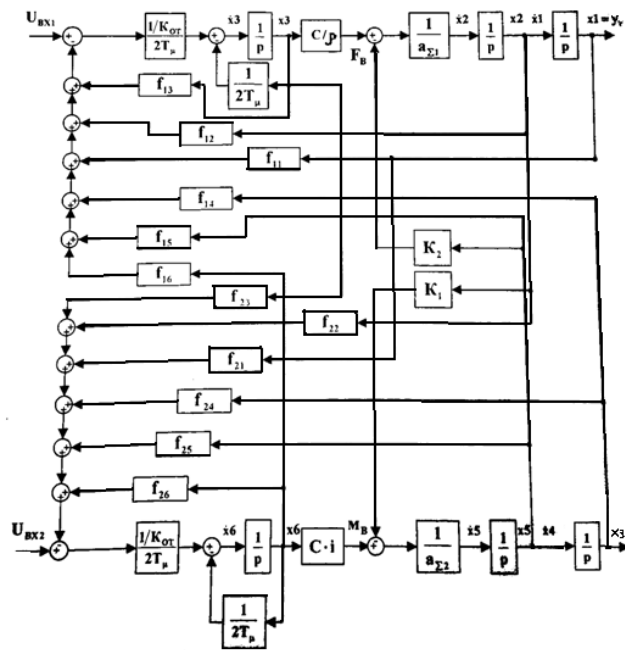


Рисунок 2 - Структурная схема линейризованной системы с модальным регулятором

**В четвертом разделе** был произведен синтез многоструктурного модального регулятора для сложного электромеханического объекта. Исследована система с изменяемой структурой в виде двух модальных регуляторов рассчитанных на свои коэффициенты работы системы. Произведен анализ нелинейной системы с неизменной структурой, и с изменяемой структурой в которой происходило переключение пары модальных регуляторов[8].

Для начала используем один регулятор и проанализируем получившийся процесс.

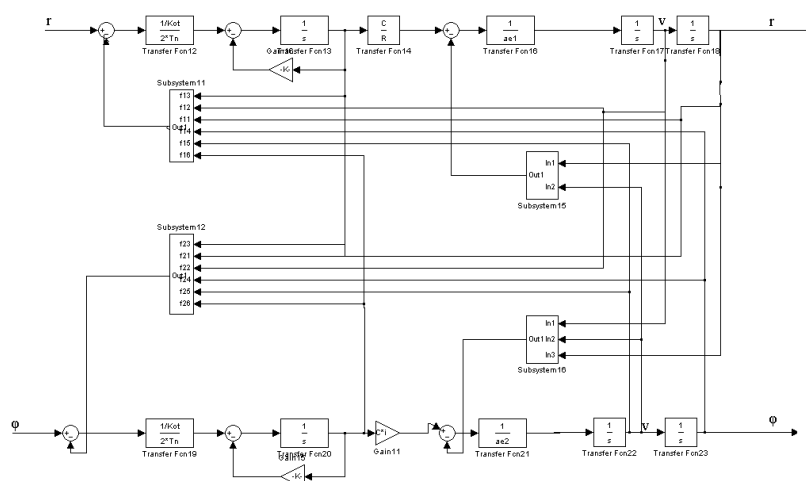
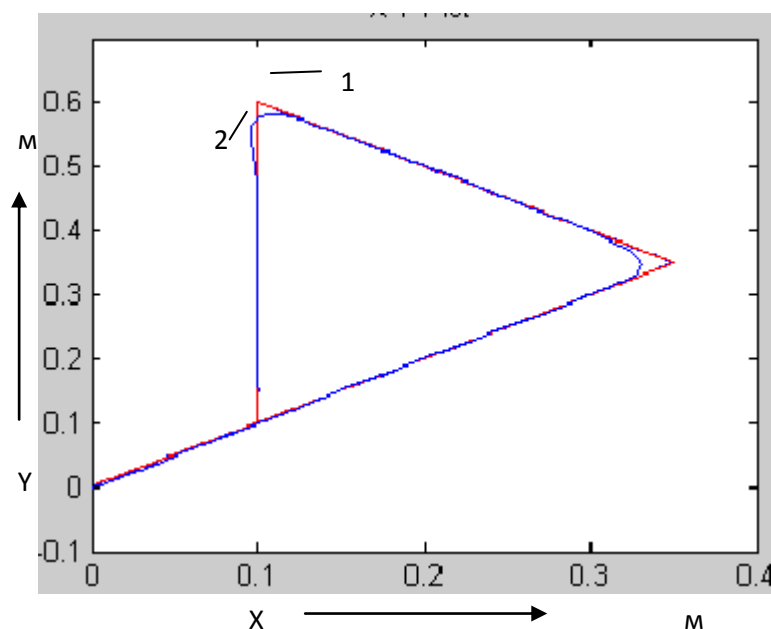


Рисунок 3– Структурная схема нелинейной взаимосвязанной электромеханической системы с одним двухканальным регулятором



1 – на входе системы; 2 – на выходе системы

Рисунок 4 – График изменения координат

Данная система отработала хуже, т.е. имеется динамическая ошибка. В целом можно сказать, что система полностью удовлетворяет заданным критериям[9].

Теперь проведем исследование этой же системы, но с двумя модальными регуляторами, т.е. система станет с переменной структурой

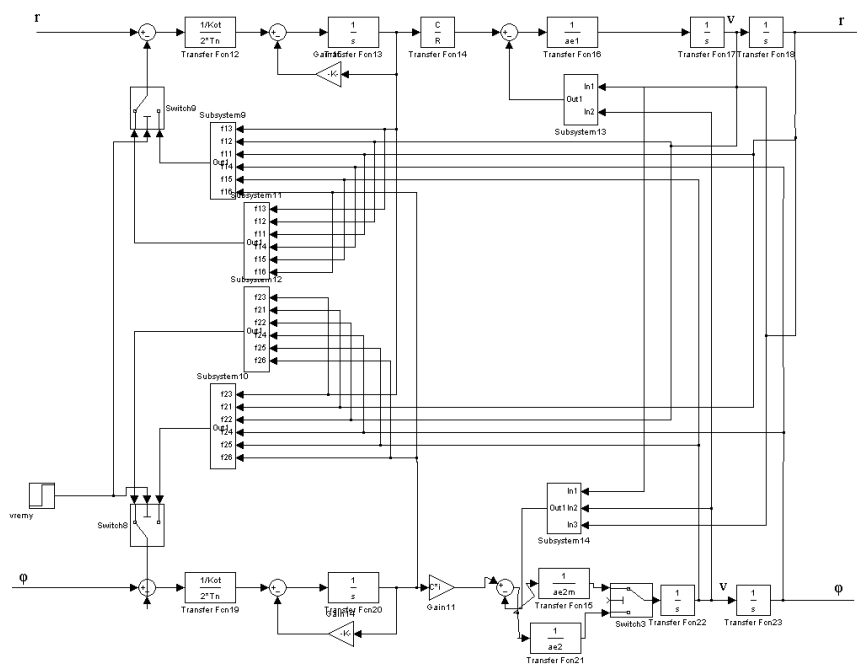
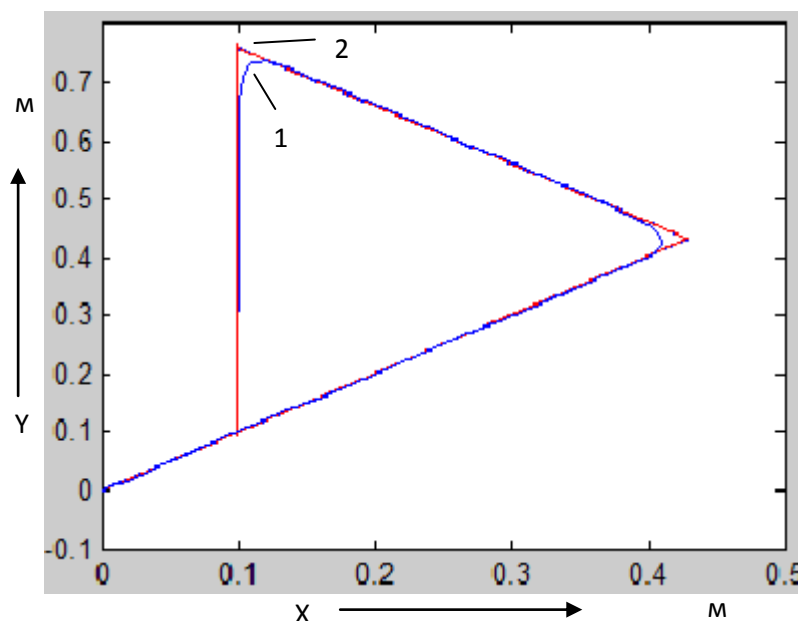


Рисунок 5 – Структурная схема нелинейной взаимосвязанной электромеханической системы с двумя двухканальными регуляторами



1 – на входе системы; 2 – на выходе системы  
Рисунок 6 – График изменения координат

Данная система отработала лучше ошибка отсутствует.

Как видно из графиков, для некоторых режимов движения нелинейной системы незначительно отличается от движения линеаризованной, т.е. данный метод регулирования применим и для нелинейных систем. Также видно что

система с одним двухканальным модальным регулятором имеет незначительную ошибку тогда как система с двумя двухканальными модальными регуляторами не имеет ее. Из чего можно сделать вывод что нелинейная система с переменной структурой и двумя двухканальными регуляторами работает лучше. Видно что система обладает адаптивными свойствами изменение параметров системы приводит к незначительному изменению при отработке заданного контура, можно наблюдать улучшение динамики системы при отработке углов, ошибка слежения уменьшается[37].

Можно сделать вывод, что применение регулятора с переменной структурой эффективно, когда необходимо получить лучшую характеристику на выходе системы.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1 Гавриш, А. П. Промышленные роботы: Конструирование, управление, эксплуатация: учеб. пособие для вузов / А. П. Гавриш, Л. С. Ямпольский, А. Г. Карлов, Спб.: Вишашкола, 1985. – 307с

2 Гориневский, А.Ш. Управление манипуляционными системами на основе информации об усилиях / А.Ш. Гориневский, А.М. Формальский, - Л.: Ленингр. Физматлит, 1994. – 384с.

3 Вукобратович, М.К. Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными роботами / М.К. Вукобратович, Д. Стокич, - Л.: Мир, 1989. – 201с.

4 Комашинский, В.И. Нейронные сети и их применение в системах управления связи / В.И. Комашинский, - М.: Горячая линия-Телеком, 2003. – 94с.

5 Елисеев, С.В. Математическое и программное обеспечение в исследованиях манипуляционных систем / С.В. Елисеев, М.А. Свинин, А.Н. Смелягин, -С.: Наука. Сиб.отделение, 1992. – 340с.

6 Вавилов, В.Д. Интегральные датчики / В.Д. Вавилов, Учебник. – Нижегород. гос. техн. ун-т. Н. Новгород, 2003. – 257с.

7 Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии : Учебник для студентов вузов / М. В. Гаврилов. – М.: Гардарики, 2006. – 655 с.

8 Дьяконов, В. А. МАТЛАБ Анализ, идентификация и моделирование систем / В.А. Дьяконов, В.Б. Круглов. – Санкт-Петербург.: Питер, 2001. – 146с.

9 Горькавый, А.И. Теория автоматического управления: учебное пособие / А.И. Горькавый. - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2003. – 115с.

10 Певзнер, Л. Д. Теория систем управления / Л. Д. Певзнер. - Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2002. – 472 с.

11 Макаров, И. М. Робототехника: История и перспективы / И.М. Макаров, Ю.И. Топчеев— М.: Наука; Изд-во МАИ, 2003. — 349 с.

12 Попов, Е. П. Манипуляционные роботы: динамика и алгоритмы / Е.П. Попов, А.Ф.Верещагин, С.Л. Зенкевич— М.: Наука, 1978. — 400 с.

13 Медведев, В.С. Системы управления манипуляционных роботов / В.С. Медведев, А.Г. Лесков, А.С.Ющенко, — М.: Наука, 1978. — 416 с.

14 Первозванский, А.А. Курс теории автоматического управления / А.А.Первозванский, - М.: Наука, 1986. – 239с.