

Міністерство освіти і науки України

Системні технології

3 (86) 2013

Регіональний міжвузівський збірник наукових праць

Засновано у січні 1997 року.

У випуску:

- ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІ СИСТЕМИ
- МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Редакційна колегія випуску:

Михальов О.І. - д.т.н., проф., (відп. редактор)
Архипов О.Є., д.т.н., проф.
Бідюк П.І., д.т.н., проф.
Хандецький В.С., д.т.н., проф.
Кучеренко Є.І., д.т.н., проф.
Камкіна Л.В., д.т.н., проф.
Власова Т.Є., к.т.н., ст. науковий співробітник

**Математичне
модельовання
технологічних
процесів**

Скалозуб В.В. д.т.н., проф., (відп. редактор)
Стенін О.А., д.т.н., проф.
Бодяньський Є.В., д.т.н., проф.
Гуда А.І., к.т.н., доц.
Дерев'янка О.І., к.т.н., доц.

**Інтелектуальні
інформаційно-
управляючі системи**

Збірник друкується за рішенням Вченої Ради
Національної металургійної академії України
від 29.01.2013 р., № 1

Адреса редакції: 49635, Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4
Національна металургійна академія України, кафедра
Інформаційних технологій та систем.
Тел. 8-056-7135256
E-mail: st@dmety.dp.ua
<http://dmety.dp.ua/st>

© Національна металургійна академія України,
кафедра Інформаційних технологій та систем, 2013

Т.Б. Никитина, А.В. Волошко, М.О. Татарченко
**СИНТЕЗ АНИЗОТРОПИЙНОГО РЕГУЛЯТОРА
КОМБИНИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РОБАСТНОГО
УПРАВЛЕНИЯ СКОРОСТЬЮ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

Разработана методика синтеза анизотропийного робастного регулятора комбинированной системы робастного управления скоростью двухмассовой электромеханической системы. Приведен пример сравнения динамических характеристик синтезированной системы робастного управления с анизотропийным регулятором с системой с типовым регулятором.

Ключевые слова двухмассовая электромеханическая система, анизотропийное робастное управление, экспериментальные исследования.

Постановка проблемы, связь с научными и практическими задачами. Центральной проблемой современной теории и практики автоматического управления является создание систем, способных обеспечивать высокую точность управления при интенсивных задающих и возмущающих воздействиях широкого спектра частот.

Анализ последних достижений и публикаций. Для повышения точности управления в последнее время в ряде отечественных и зарубежных работ появилось направление по созданию систем комбинированного управления на основе синтеза систем робастного управления, в которых используется управление как по разомкнутому, так и по замкнутому контуру – т.е., по сути – комбинированное управление. Такое управление в англоязычной литературе называется «2-degree-of-freedom H_∞ design» – робастное управление удвоенной размерности степени свободы [1-2]. Характерным режимом работы многих систем управления является отработка случайных задающих воздействий либо компенсация случайных внешних возмущающих воздействий широкого спектра частот. Поэтому вопросы проектирования систем управления, работающих при случайных задающих и возмущающих

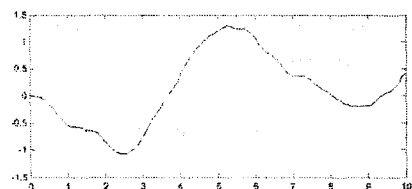
воздействиях, являются актуальными [3]. Однако в этих работах не рассмотрены вопросы синтеза стохастических систем комбинированного робастного управления.

Цель статьи. Целью статьи является разработка методики синтеза комбинированных систем стохастического робастного управления, у которых используется информация о задающем и возмущающем воздействиях для минимизации анизотропийной нормы системы. Задачей статьи является синтез и исследование динамических характеристик стохастической робастной системы управления двухмассовой электромеханической системы.

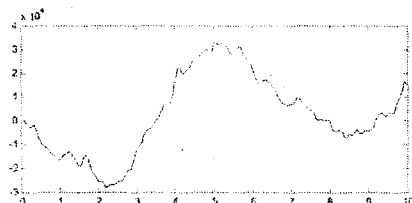
Изложение материала исследования и полученных результатов.

Для формирования управления используется информация о задающем и возмущающем воздействиях для получения минимальной анизотропийной нормы ошибки обработки системой задающего воздействия и компенсации возмущающего воздействия. Условия инвариантности фактически формулируются в виде минимизации анизотропийной нормы передаточной функции ошибки обработки системой задающего воздействия и анизотропийной нормы передаточной функции компенсации системой возмущающего воздействия. При таком подходе в робастной системе фактически реализуется комбинированное управление, в которой сочетается управление с обратной связью по выходу объекта управления и управление по разомкнутым циклам как по задающему, так и по возмущающему воздействиям. При этом регуляторы разомкнутых цепей управления представляют пропорциональные регуляторы по переменным состояниям моделей задающего и возмущающего воздействий, а сами разомкнутые цепи управления являются робастными компенсаторами и представляют собой динамические блоки, порядки дифференциальных уравнений которых при использовании наблюдателей полного порядка равны порядкам дифференциальных уравнений моделей задающего и возмущающего воздействий. Заметим, что коэффициенты усиления робастных регуляторов по переменным состояниям наблюдателей задающего и возмущающего воздействий фактически соответствует коэффициентам усиления при формировании разомкнутых цепей управления по задающему и возмущающему воздействиям классической теории инвариантности, а с помощью наблюдателей векторов состояния

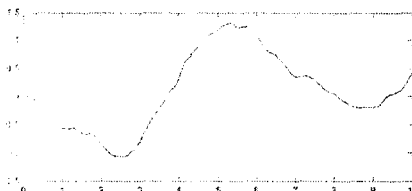
восстанавливаются производные соответствующих порядков задающего и возмущающего воздействий. Однако в отличие от классической теории инвариантности при робастном управлении с помощью наблюдателей состояния осуществляется фильтрация помех измерений задающего и возмущающих воздействий.



а)

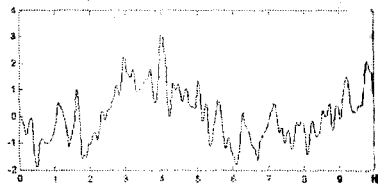


б)

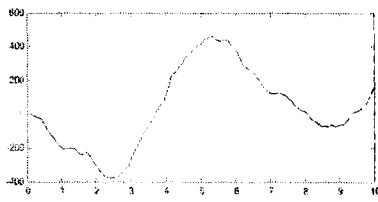


в)

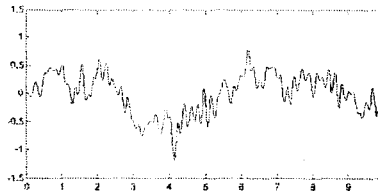
Рисунок 1 - Переходные процессы в системе с типовым регулятором



а)



б)



в)

Рисунок 2 - Переходные процессы в системе с анизотропным регулятором

Результаты экспериментальных исследований. Рассмотрим результаты моделирования системы стабилизации скорости вращения двух массовой электромеханической системы при действии случайного изменения момента сопротивления на приводной механизм. Случайное изменение момента сопротивления формируется от генератора случайных чисел с помощью формирующего фильтра с передаточной функцией колебательного звена. На рис.1 показаны реализации случайных процессов переменных состояния двух массовой электромеханической системы с типовым регулятором, а на рис. 2 показаны реализации случайных процессов тех же переменных

стояния системы с робастным регулятором. На рисунках показаны следующие переменные состояния системы

а) скорость вращения двигателя, б) – момент упругости и в) – скорость вращения механизма.

Как видно из этих рисунков, применение робастных регуляторов позволило уменьшить ошибку регулирования скорости вращения механизма примерно в два раза.

Выводы из приведенного исследования, перспективы этого направления. Для повышения точности систем управления в работе рассматривается синтез анизотропных регуляторов комбинированных систем робастного управления электромеханическими системами, с помощью которых минимизируется анизотропная норма в пространстве состояний. При этом фактически используется комбинация стохастической нормы системы и средней анизотропии случайного сигнала, что и приводит к одному из вариантов стохастической нормы, названной анизотропной нормой. Такой регулятор формирует управляющее воздействие на вход системы по ее измеряемому выходу и представляет собой динамический блок типа компенсатора, объединяющий робастный наблюдатель и робастный регулятор.

Разработана методика синтеза анизотропного регулятора комбинированной системы робастного управления скоростью двухмассовой электромеханической системы. Приведен пример сравнения динамических характеристик синтезированной системы робастного управления с анизотропным регулятором и системы с типовым регулятором. Показано, что применение робастных регуляторов позволило уменьшить ошибку регулирования скорости вращения механизма примерно в два раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hoyle D., Hyde R., Limebeer D.J.N. An H^∞ approach to two-degree-of-freedom design / Proceedings of the 30 th IEEE Conference on Decision and Control. – Brighton: 1991. – P. 1581-1585.
2. Limebeer D.J.N., Kasenally E.M., Perkins J.D. On the design of robust two degree of freedom controllers / Automatica. – 1993. – №29. – P. 157 – 161.
3. Никитина Т.Б. Синтез анизотропного стабилизатора основного вооружения танка в горизонтальной плоскости / Технічна електродинаміка. – 2009. – №2. – С. 35-40.

| | |
|---|----|
| Баклан І.В. Інтервальний підхід до побудови лінгвістичної моделі..... | 8 |
| Тогобицкая Д.Н., Белькова А.И., Гринько А.Ю., Степаненко А.Ю. Алгоритмические и программные средства системы контроля и управления шлаковым режимом доменной плавки..... | 9 |
| Дорош Н.Л., Храпач Ю.О. Розробка програмного засобу для аналізу і збереження зображень... | 15 |
| Дубовик Т.Н., Семёнов В.А. К вопросу об адаптации и настройке моделей обучения | 19 |
| Желдак Т.А., Слесарев В.В., Воловенко Д.О. Застосування механізмів формування знань в складі інтелектуальної СППР оптимізації процесу розкислення сталі в конвертерному виробництві | 29 |
| Жуковицкий І.В., Пахомова В.М., Литвинов О.С. Необходимость узгодження технології АТМ з технологіями локальних мереж в інформаційних системах на залізничному транспорті | 40 |
| Кириченко Л.О., Кобицкая Ю.А., Стороженко А.В. Разработка алгоритмов принятия решений в экспертной системе фрактального анализа | 54 |
| Косолапов А.А., Жуковицкий И.В. Тенденции развития архитектуры автоматизированных систем управления | 62 |
| Мазурок Т.Л. Интеллектуальные преобразования В реализации синергетической модели управления | 72 |
| Никитина Т.Б., Волошко А.В., Татарченко М.О. Синтез анизотропийного регулятора комбинированой системы робастного управления скоростью электромеханической системы ... | 80 |
| Островская Е.Ю., Михалев А.И. Формирования адресных предложений клиентов с учетом их предпочтений методами Data Mining | 84 |
| Почта Ю.В. Интеллектуальные информационно-управляющие системы водоснабжения и водопотребления | 93 |
| Ризун Н.О., Тараненко Ю.К. Получение математической модели интеллектуальной деятельности тестируемого с применением статистических методов..... | 97 |

Системні технології
ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Випуск 3 (86)

Головний редактор: д.т.н., проф., О.Г. Величко
Шеф-редактор: д.т.н., проф. О.І. Михальов
Комп'ютерна верстка та коректура: к.т.н., доц. К.Ю. Новікова

Здано до набору 04.03.2013. Підписано до друку 18.03.2013.
Формат 60x84 1/16. Друк - різнограф. Папір типограф.
Умов. друк арк. – 11. Обл.-видавн. арк. – 10,2.
Тираж 300 прим. Замовл. – 03/13

Національна металургійна академія України,
кафедра Інформаційних технологій та систем
49005, Дніпропетровськ, а/с 493
st@dmeti.dp.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації:
Серія КВ № 8684