

ОТЗЫВ

официального оппонента
Темкина Игоря Олеговича
на диссертационную работу
Антипова Алексея Семеновича
«Блочный метод синтеза сигмоидальных обратных связей для
мехатронных систем при действии возмущений»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка
информации».

Актуальность темы исследования. Механические и электромеханические объекты управления, описываемые нелинейными и многосвязными динамическими моделями, являются основными элементами многих мехатронных систем. Эти системы, как правило, функционируют в условиях внешних несогласованных и частично ненаблюдаемых возмущений. Данная диссертационная работа посвящена проблеме синтеза обратной связи в мехатронных системах автоматического управления при воздействии на них такого рода внешних возмущений, которые не могут быть непосредственно компенсированы. В работе также рассматриваются вопросы синтеза следящих систем при неполных измерениях и наличии ограничений на переменные состояния и управления. Поскольку решение рассматриваемых проблем в условиях комплекса различных неопределенностей требует привлечения и разработки специальных методов управления и наблюдения, тема диссертации представляется актуальной.

Содержание работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы (142 наименования) и приложения, подтверждающего внедрение полученных результатов. Работа изложена на 149 страницах, содержит 27 иллюстраций, 10 таблиц.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования. В первой главе формализован класс исследуемых систем, представлен обзор классических методов обеспечения инвариантности и управления мехатронными системами. Во второй главе вводится нелинейная сигмоидальная обратная связь, детализируются особенности ее настройки на примере элементарной системы. Разработана процедура блочного синтеза сигмоидальных обратных связей для нелинейных одноканальных объектов,

математическая модель которых представлена в треугольной форме вход-выход. В главах 3-5 полученные теоретические результаты распространяются на конкретные мехатронные объекты с учетом их особенностей. В третьей главе представлено решение задачи управления конечной точкой манипулятора с электрическими исполнительными устройствами при неопределенных массо-инерционных характеристиках механической подсистемы и действии на нее неконтролируемых сил. В четвертой главе приведено решение задачи отслеживания заданных сигналов угловыми положениями двухроторной электромеханической системы при воздействии внешних несогласованных возмущений и неполных измерениях переменных состояния. В пятой главе представлено решение задачи стабилизации заданного положения ходовой тележки однобалочного мостового крана с неопределенными массо-инерционными характеристиками при действии кусочно-гладких ограниченных внешних возмущений в условиях измерений только положения тележки. В заключении формулируются выводы по результатам исследований диссертационной работы.

Материал диссертационной работы логично структурирован, изложен строго и четко. Автореферат кратко, но достаточно полно отражает содержание диссертации.

Научная новизна. Автором получены следующие новые научные результаты:

1) предложен новый тип нелинейных обратных связей в виде S-образных сигма-функций, которые обеспечивают в замкнутой системе подавление несогласованных возмущений с заданной точностью и позволяют учитывать имеющиеся ограничения на переменные состояния и управления;

2) разработана процедура блочного синтеза сигмоидальных локальных связей с заданной точностью и временем стабилизации ошибки слежения для одноканальных систем слежения при действии несогласованных возмущений;

3) разработан метод синтеза редуцированного наблюдателя с сигмоидальной коррекцией для оценивания обобщенных скоростей по измерениям обобщенных координат, не требующий точного знания массо-инерционных характеристик механической подсистемы;

4) разработаны иерархическая процедура настройки сигмоидальных управлений с неопределенной матрицей и алгоритм синтеза сигмоидальных обобщенных моментов в задаче управления движением конечной точкой

трехзвенного манипулятора с учетом сектора цилиндрического объема, в котором находится конечная точка в текущий момент времени;

5) разработана процедура блочного синтеза сигмоидальных обратных связей с учетом ограничений на переменные состояния и управления на примере двухроторной электромеханической системы с относительным порядком равным трем;

6) разработан комбинированный закон управления с линейной и сигмоидальной составляющими для механической системы с недостатком управлений.

Степень обоснованности научных положений. Обоснованность научных положений подтверждается корректностью использования математических методов для описания и анализа рассматриваемых систем и результатами численного моделирования в среде MATLAB Simulink.

Теоретическая значимость работы заключается в создании нового метода синтеза нелинейных сигмоидальных локальных связей, обеспечивающих инвариантность регулируемых переменных по отношению к внешним негладким возмущениям, несогласованным с истинным управлением.

Практическая ценность полученных результатов заключается в том, что по сравнению с традиционно применяемыми в системах с несогласованными возмущениями глубокими обратными связями использование ограниченных сигмоидальных управлений обеспечивает меньшее перерегулирование и снижает требуемый ресурс управления, что позволит использовать исполнительные электроприводы меньшей мощности. Использование в контуре обратной связи редуцированных наблюдателей позволит отказаться от установки датчиков скоростей регулируемых переменных, что облегчит конструкцию механизма и снизит стоимость системы управления без потери качества.

Замечания по диссертационной работе. При анализе текста диссертации возникли следующие замечания.

- В работе отсутствуют пояснения, почему из класса S-образных функций для построений была выбрана именно сигма-функция. Не указаны ее преимущества по сравнению с другими S-образными функциями, например, стандартной логистической, арктангенсом или различными гиперболическими тригонометрическими функциями.

- В разделе 2.1 из выражения (2.22) следует, что увеличение требуемой точности стабилизации приводит к росту углового коэффициента k , при этом сигма-функция становится близка к функции знака. Приведет ли рост этого коэффициента к возникновению низкочастотных автоколебаний и есть ли какие-то оценки по величине ограничения на k сверху?

- В разделе 2.2 из описания модели объекта управления (2.33) не ясен характер и тип воздействия параметрических неопределенностей и внешних возмущений на объект управления.

- В разделе 2.3 при конструктивном доказательстве теоремы 2.1 получены неравенства (2.58)–(2.59), (2.63), (2.64) для настройки амплитуд сигмоидальных управлений, которые зависят от конкретных начальных условий. Это снижает практическую ценность метода синтеза, так как складывается впечатление, что система потребует индивидуальной настройки для всех допустимых вариантов начальных условий.

- В работе не рассматривается и не обсуждается возможность наличия стохастического и нестационарного характера наблюдаемых возмущений и потенциальное влияние таких возмущений на устойчивость системы управления, а также не учитывается влияние на качество управления ошибок, вносимых средствами контроля.

Сделанные замечания не снижают достоинств диссертационной работы Антипова А.С., которая является целостным научным исследованием и вносит весомый вклад в решение задач автоматического управления мехатронными системами в условиях неопределенности и действия внешних несогласованных и негладких возмущений.

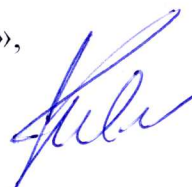
Результаты диссертации опубликованы достаточно полно: список публикаций включает 20 работ, в том числе: 11 – в изданиях, проиндексированных в WoS и Scopus, 3 – в рецензируемых журналах, входящих в RSCI.

Заключение. Работа соответствует специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации» в части системного анализа, управления и обработки информации по пунктам паспорта специальности: 1) теоретические основы и методы системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; 2) формализация и постановка задач системного анализа, управления, принятия решений и обработки информации; 3) разработка критериев и моделей описания и оценки эффективности решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; 4) разработка

методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации; 5) разработка специального математического и алгоритмического обеспечения систем анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации.

Работа отвечает требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Считаю, что Антипов Алексей Семенович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1 «Системный анализ, управление и обработка информации».

Официальный оппонент:
заведующий кафедрой
«Автоматизированные системы управления»
Федерального государственного
автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский
технологический университет «МИСиС»,
доктор технических наук, профессор

 Темкин Игорь Олегович
21 октября 2021 г.

Почтовый адрес: 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 4, НИТУ
«МИСиС»

Тел.: 8(499) 230-24-34

E-mail: igortemkin@yandex.ru

ПОДПИСЬ _____ ЗАВЕРЯЮ _____
Проректор по безопасности
и общим вопросам
НИТУ «МИСиС» И.М. Исаев

