

## О Т З Ы В

члена диссертационного совета **Овсянникова Дмитрия Александровича**  
на диссертацию **Севостьянова Руслана Андреевича**  
на тему «Многоцелевое управление подвижными объектами с компенсацией запаздывания», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

**Актуальность.** Диссертационная работа Севостьянова Р.А. направлена на развитие методов построения оптимального управления в задачах с линейной и нелинейной математической моделью объекта. В работе рассматриваются подходы к компенсации запаздывания в рамках реализации многоцелевой структуры управления для нескольких задач, включая случай использования визуальной информации для формирования управляющего сигнала.

В качестве цели управления рассматривается стабилизация некоторого положения равновесия в условиях действия как постоянных, так и периодических возмущающих воздействий. При этом базовые компоненты управляющего сигнала используются для обеспечения желаемой динамики, астатизма и фильтрации помех в канале управления. Для компенсации запаздывания, присутствующего в каналах управления и возмущения, в структуру управляющего сигнала вводится дополнительная переменная, вычисляемая на основе выхода специальной прогнозирующей модели. Исследуется вопрос нахождения достаточных условий существования такой модели. Наряду с подходом, предусматривающим формирование линейных обратных связей, для нелинейных систем рассмотрен пример возможности компенсации запаздывания с учетом их линеаризации обратной связью.

С учетом отмеченных обстоятельств, представленная работа является, несомненно, актуальной с научной и прикладной точек зрения.

**Объем и структура работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Глава 1 содержит результаты исследований, посвященных компенсации постоянного запаздывания в канале управления в случае использования многоцелевого закона управления. На основе анализа структуры многоцелевого закона автор предлагает осуществлять компенсацию в предположении наличия прогноза поведения объекта управления и определенных требований к модели объекта. При этом гарантируется сохранение динамики замкнутой системы по отношению к случаю управления без запаздывания.

Глава 2 посвящена исследованию вопросов построения законов управления подвижными объектами, в качестве входа которых используется визуальная информация, получаемая с жестко закрепленной камеры. Управление осуществляется исходя из наличия на изображении специального маркера, желаемое положение которого заранее известно. В качестве примера приводятся задачи управления двумя видами мобильных роботов.

В главе 3 рассматривается задача управления нелинейным объектом с возможностью применения линеаризации обратной связью. Предложенный подход проиллюстрирован на примере модели двухзвенного робота-манипулятора. Для указанного объекта поэтапно синтезирован закон управления, обеспечивающий в том числе компенсацию запаздывания, присутствующего в каналах управления и возмущающих воздействий.

В главе 4 представлена иллюстрация применения предлагаемого подхода для специального класса объектов — судов на воздушной подушке.

### **Основные результаты:**

1. Предложен подход к синтезу многоцелевого регулятора, способного компенсировать постоянное запаздывание.
2. Разработаны алгоритмы синтеза компенсирующих запаздывание многоцелевых регуляторов с визуальной обратной связью.
3. Разработаны алгоритмы синтеза компенсирующих запаздывание многоцелевых регуляторов для нелинейных систем, допускающих линеаризацию обратной связью.
4. Предложен метод синтеза многоцелевого регулятора в задаче стабилизации судна на воздушной подушке с учетом запаздывания.

**Научная и практическая значимость.** Ценность работы заключается в формулировке условий, обеспечивающих расширение возможностей многоцелевой структуры закона управления по компенсации запаздывания, учета визуальной информации и использование нелинейных моделей динамики. Предложены соответствующие конструктивные алгоритмы синтеза законов управления.

Практическая ценность результатов исследования проиллюстрирована конкретными вычислительными экспериментами с рассмотренными моделями объектов управления, что подтверждает корректность как самих алгоритмов, так и их реализации, основанной на использовании современных программных пакетов.

**Обоснованность результатов.** Достоверность результатов подтверждается строгостью доказательств, приведенных автором утверждений, практическими примерами, большим количеством публикаций по теме работы и апробацией на международных конференциях.

**Замечание.** В доказательстве теоремы 2.1 приводится производная квадратичной формы в силу системы (2.12), однако в самой формуле указаны одинарные номера (11) и (12).

Указанное замечание не снижает общей высокой оценки работы, ее теоретической и практической значимости. Все доказательства теорем оформлены подробно, результаты работы ясно изложены.

Диссертация Севостьянова Руслана Андреевича на тему: «Многоцелевое управление подвижными объектами с компенсацией запаздывания» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Севостьянов Руслан Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета,  
заведующий кафедрой теории систем  
управления электрофизической аппаратурой СПбГУ,  
доктор физико-математических наук, профессор



Д.А. Овсянников

10.04.2024