

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Жабко Алексея Петровича 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.** Работа посвящена вопросам стабилизации движения подвижных объектов с учетом ряда требований для различных режимов функционирования, а также с учетом запаздывания в каналах управления и внешнего возмущения. Проблема компенсации запаздывания является достаточно актуальной, поскольку запаздывание в той или иной степени присутствует в любой физической системе с обратной связью и зачастую приводит к ухудшению качества динамики управляемого движения.

Автор развивает идеологию применения так называемых многоцелевых регуляторов, особенностью которых является упрощенная процедура синтеза для динамических объектов с различными режимами движения. Для компенсации запаздывания предложена особая трансформация исходного многоцелевого регулятора, синтезированного для системы без запаздывания, сохраняющая его динамические характеристики. Трансформация основана на использовании прогноза состояния системы, рассчитанного по известной математической модели.

Помимо этого, существенной особенностью рассматриваемых в работе задач является использование визуальной информации в контуре обратной связи, а также применение многоцелевых регуляторов к стабилизации движения динамических систем, математические модели которых обладают существенными нелинейностями. Такое применение предлагается осуществить за счет использования в обратной связи линеаризованной модели замкнутой системы.

Таким образом, учет запаздывания, использование визуальной обратной связи, учёт нелинейности рассматриваемых динамических систем, а также разнообразие практических приложений рассматриваемых задач определяет **актуальность** работы.

**Структура диссертации.** Диссертация состоит введения, четырёх глав, заключения и списка литературы. Объем работы составляет 139 страниц, список литературы включает в себя 103 источника.

Во введении дается описание рассматриваемых проблем и известных подходов к решению отдельных задач, формулируются цели и задачи исследования. Кроме того, в конце введения приводятся полученные результаты.



Первая глава посвящена описанию общей методологии компенсации запаздывания для многоцелевых регуляторов, стабилизирующих движение подвижных объектов по линеаризованным моделям. Описаны основные рассматриваемые режимы движения, общий подход к синтезу настраиваемых элементов обратной связи, приводится вывод компенсирующей запаздывание трансформации многоцелевого регулятора.

Во второй главе рассматриваются вопросы использования визуальной информации в многоцелевой обратной связи с учетом запаздывания. Предлагаются конкретные алгоритмы синтеза многоцелевого регулятора как для систем без запаздывания, так и для систем с запаздыванием. Для демонстрации эффективности предложенного подхода в конце главы приводятся результаты экспериментов с компьютерными моделями омниколесного и гусеничного мобильных роботов в задаче визуального позиционирования.

В третьей главе автор обращается к задаче синтеза многоцелевых регуляторов с компенсацией запаздывания для систем с существенными нелинейностями математических моделей, но допускающих линеаризацию за счет особого выбора обратной связи, компенсирующей нелинейности. Здесь также приводятся алгоритмы синтеза для систем с запаздыванием и без запаздывания, а в конце главы описаны эксперименты с компьютерной моделью двухзвенного манипулятора. При этом отмечены проблемы, возникающие при фильтрации полигармонического внешнего возмущения и предложен способ улучшения динамики в этом случае.

Наконец, в четвертой главе описывается конкретная задача стабилизации судна на воздушной подушке с учетом требований к динамике в различных режимах движения и запаздывания в каналах управления и внешнего возмущения. Описывается процедура синтеза многоцелевого регулятора для различных режимов, приводятся результаты экспериментов с компьютерной моделью судна.

#### **К основным научным результатам можно отнести**

1. Метод трансформации многоцелевого регулятора для компенсации запаздывания.
2. Алгоритмы синтеза многоцелевых регуляторов с визуальной обратной связью и компенсацией запаздывания.
3. Метод синтеза многоцелевых регуляторов с компенсацией запаздывания для нелинейных подвижных объектов за счет использования в обратной связи линеаризованной модели замкнутой системы.
4. Алгоритм синтеза многоцелевой обратной связи для управления судном на воздушной подушке с учетом запаздывания.

**Обоснованность научных результатов.** Достоверность результатов обеспечивается

корректностью поставленной задачи и правильным использованием научных методов для достижения результата. Приведенные выводы были апробированы во время выступлений на многочисленных всероссийских и международных научных конференциях. При авторстве или соавторстве Р.А. Севостьянова опубликовано 17 научных статей по теме диссертации. Основные результаты подробно проиллюстрированы на примерах.

**Замечание.** В параграфе 1.2 первой главы делается предположение, что полный вектор состояния объекта управления недоступен для измерения. Однако далее в параграфе 1.3 утверждается, что для компенсации запаздывания необходимо знать полный вектор состояния. Нет ли здесь противоречия и есть ли возможность измерять полный вектор состояния для реальных подвижных объектов?

**Заключение.** 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», а 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.

Председатель диссертационного совета,  
заведующий кафедрой теории управления  
Санкт-Петербургского государственного университета,  
доктор физико-математических наук, профессор



**Жабко А.П.**

30.03.2024