

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук  
Пушкарева Максима Ивановича

на диссертацию Мухиной Оксаны Олеговны «Локально-оптимальное управление объектами с учетом запаздываний в условиях неполной информации о состоянии и параметрах модели», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в отраслях информатики, вычислительной техники и автоматизации).

**1. Актуальность темы.** В диссертационной работе Мухиной О.О. исследуются актуальные задачи синтеза САУ в условиях не полностью известных параметров дискретных объектов с запаздываниями. В силу влияния большого числа различных факторов, параметры моделей объектов управления могут изменяться в определенных интервалах. В этом случае, как известно, целесообразно использовать робастное управление, которое позволяет обеспечить грубость системы управления к изменениям параметров объекта, что в свою очередь гарантирует обеспечение более качественного функционирования САУ во всех возможных режимах. Следует отметить, что такой подход уже достаточно хорошо разработан для объектов без запаздываний с использованием методов пространства состояний, частотных методов и методов, использующих корневые показатели качества. Основная новизна диссертации заключается в том, что решены задачи синтеза САУ с интервальной неопределенностью для динамических объектов с учетом запаздываний по состоянию. Также новыми являются результаты синтеза управления для дискретных объектов с многими запаздываниями по управлению и дано применение этих методов для решения задач управления запасами.

Работа Мухиной О.О., в которой разрабатываются методы локально-оптимального управления объектами с учетом запаздываний в условиях неполной информации о состоянии и параметрах модели, несомненно, является актуальной.

**2. Структура и содержание работы.** Представленная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и списка литературы.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель работы, изложены основные научные результаты, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации дана общая постановка и решение задачи управления выходом по локальному критерию дискретными объектами с многими запаздываниями по управлению в условиях точных наблюдений за состоянием объекта. При решении поставленной задачи не применяются классические приемы расширения пространства состояний. Рассмотрен алгоритм построения управления дискретными объектами с учетом многих запаздываний по управлению при косвенных наблюдениях за вектором состояния. Выполнено моделирование системы управления запасами с учетом транспортных запаздываний, ограничений на грузоподъемность транспортных средств и с учетом уровней страховых запасов для эшелонной структуры расположения складов и структуры, состоящей из оптового и розничных складов.

Во второй главе диссертационного исследования построено локально-оптимальное управление по наблюдаемому выходу для дискретных объектов с запаздыванием по состоянию в условиях неопределенности описания модели. Предложена методика учета запаздываний, реализованная без расширения пространства состояний. Задача управления выходом решена на основе синтеза локально-оптимальной следящей системы управления линейным объектом при косвенных измерениях. Исследовано асимптотическое поведение системы управления по выходу объектом с учетом запаздывания по состоянию. Построены оценки критерия, определяющего точность слежения. Приведено решение задачи управления производством и сбытом товаров при наличии запаздываний по состоянию и при неполной информации о модели объекта.

В третьей главе работы разработан закон локально-оптимального управления по наблюдаемому выходу для дискретных объектов с интервальными неопределенностями с учетом запаздывания по состоянию. Синтез системы управления осуществлен на основе вероятностного метода и без предварительного расширения пространства состояний. Проведено исследование асимптотического поведения системы с неопределенностями интервального типа с учетом запаздывания по состоянию и получены асимптотические оценки критерия точности слежения.

В четвертой главе диссертационного исследования осуществлен синтез динамических локально-оптимальных законов управления дискретными системами со случайными параметрами и неопределенностями интервального типа с учетом запаздываний по состоянию. Решение построено на основе синтеза локально-оптимальной следящей системы управления линейным динамическим объектом при косвенных измерениях и

с введением дополнительного динамического звена в закон управления. Синтез динамической системы управления объектом с интервальными неопределенностями осуществлен на основе вероятностного метода. Исследовано асимптотическое поведение динамических систем управления по выходу для объектов со случайными параметрами и интервальными неопределенностями с учетом запаздывания по состоянию.

**3. Научная новизна полученных результатов, выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации.** В диссертационной работе рассмотрена новая методика решения задач управления системами со многими запаздываниями по управлению и состоянию без использования метода расширения пространства состояний. Основная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- разработан закон управления дискретными объектами с учетом многих запаздываний по управлению для случаев полного и косвенного наблюдения за вектором состояния;
- разработан закон управления дискретными объектами с запаздыванием по состоянию в условиях неопределенности описания модели;
- разработан закон управления дискретными объектами с интервальными неопределенностями с учетом запаздывания по состоянию;
- разработан динамический закон управления дискретными объектами с интервальными неопределенностями с учетом запаздывания по состоянию.

Следует отметить единый подход к синтезу указанных алгоритмов, основанный на оптимизации локального критерия.

**4. Достоверность научных положений диссертации.** Научные положения диссертации обоснованы, достоверность научных выводов и рекомендаций обеспечивается необходимыми математическими выкладками, ссылками на известные в теории управления результаты и сопровождаются примерами решения задач управления экономическими объектами и иллюстративными примерами.

**5. Полнота опубликованных результатов работы, соответствие автореферата содержанию работы.** Все результаты диссертационной работы опубликованы в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук и в материалах международных,

всероссийских научных, научно-практических и научно-технических конференций. Всего опубликовано 15 работ, в том числе 3 работы в журналах списка ВАК и одна публикация включена в международную базу Web of Science.

Автореферат соответствует защищаемым положениям и в полной мере отражает содержание диссертационной работы.

**6. Теоретическое и практическое значение работы.** Теоретическая значимость диссертационной работы заключается в развитии теории локально-оптимального управления дискретными системами с запаздываниями без предварительного расширения пространства состояний, а так же для систем с неопределенными параметрами.

Практическая значимость работы определяется возможностью использования разработанных в рамках диссертационного исследования методов и алгоритмов в различных областях (например, логистика, производственные системы и пр.), в которых модели управляемых объектов содержат запаздывания, ограничения, неизвестные параметры и возмущения.

Результаты диссертационной работы используются в ООО «Сибирская машиностроительная компания» (г. Томск) в службе материально-технического обеспечения при решении задач управления запасами, а также в учебном процессе на кафедре исследования операций Национального исследовательского Томского государственного университета.

### **7. Замечания.**

1) Во введении при обосновании актуальности в обзорной части не отражены теоретические результаты по решению задач синтеза САУ с использованием частотных методов и методов, использующих корневые показатели качества.

2) В диссертации приведены примеры компьютерного моделирования систем управления запасами, было желательно привести примеры применения разработанных методов для реальных складов, например тех, для которых, разработанные алгоритмы были внедрены.

3) Предложенные алгоритмы локального управления не учитывают обеспечения свойства астатизма в следящей системе и не учитывают возможные нелинейности в модели объекта.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку диссертации.

**8. Общее заключение.** Диссертационная работа Мухиной О.О. является завершенным научным исследованием, посвященным решению актуальной

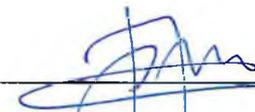
научно-технической проблемы, она имеет теоретическую и практическую значимость.

Диссертационная работа соответствует специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации» и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

В целом, разработанные в диссертационной работе научные положения и алгоритмы можно квалифицировать как новое решение научной задачи по разработке систем управления объектами в условиях неполной информации с учетом запаздываний.

Считаю, что автор диссертационной работы «Локально-оптимальное управление объектами с учетом запаздываний в условиях неполной информации о состоянии и параметрах модели» Мухина О.О. заслуживает присуждение ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации».

Официальный оппонент –  
доцент кафедры автоматизации и компьютерных систем  
Института кибернетики федерального  
государственного автономного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Томский политехнический университет»,  
кандидат технических наук  
(05.13.06 – Автоматизация и управление  
технологическими процессами и производствами)

 Пушкарев Максим Иванович

11.10.2016

E-mail: [pushkarev@tpu.ru](mailto:pushkarev@tpu.ru), тел. +7 (3822) 60-63-86

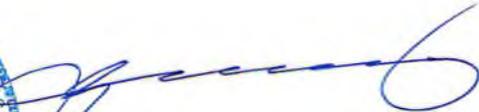
Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Сведения об организации: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30,

Тел.: +7 (3822) 60-63-33, <http://tpu.ru>

Подпись Пушкарева М.И. удостоверяю  
Ученый секретарь ТПУ



  
О.А. Ананьева