

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шмалько Елизаветы Юрьевны «ПРИНЦИП СИНТЕЗИРОВАННОГО ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

В рецензируемой диссертационной работе рассматривается комплексная проблема автоматизации получения законов управления робототехническими системами. Актуальность тематики исследования не вызывает сомнения. Значительным результатом работы, вносящей крупный вклад в разработку методов автоматического синтеза законов управления робототехническими объектами на основе современных подходов машинного обучения, является, по нашему мнению, предложенный методологический подход синтезированного оптимального управления, основанный на двухэтапной декомпозиции классической задачи оптимального управления и получении управлений в классе реализуемых систем с помощью численных методов машинного обучения. В робототехнике специалисты, как правило, используют подход стабилизации в точке и расположения этих точек на расчетной траектории, что позволяет компенсировать погрешности модели. Однако, как отмечается в автореферате, для обеспечения стабилизации объекта управления в точке пространства состояний, как правило, используется ручная настройка регуляторов в каналах управления или аналитический синтез, а расположение точек стабилизации не исходит из решения оптимизационной задачи, что может значительно влиять на результирующие значения показателя качества. В этой связи предложенный диссертантом методологический подход отличается новизной и представляется интересным и оправданным.

Несомненным достоинством работы Шмалько Е.Ю. является опора диссертанта на теорию оптимального управления в части формализации постановок задач управления и синтеза, что позволило автору работы подойти

к применению численных методов машинного обучения без учителя в более формальных терминах минимизации исходного функционала, в отличие от большинства научных работ по машинному обучению без учителя, использующих, например, такой подход, как reinforcement learning (обучение с подкреплением), где система управления взаимодействует с объектом управления посредством состояний и действий в соответствии с функцией вознаграждения, для которой еще требуется ввести предположение о ее возможном виде. В предлагаемых диссертантом методах обучение основано на минимизации исходного критерия качества.

Практическая значимость работы состоит в применимости разработанных методов к созданию прикладных систем управления мобильными роботами. Она подтверждается разработанными программными средствами на базе предложенных в диссертации методов и алгоритмов, на которые представлены свидетельства о регистрации программ. Указанные программные средства используются как в отраслевых, так и в научных организациях, о чем свидетельствуют акты об использовании.

Стоит отметить широкую апробацию результатов на ведущих национальных и международных конференциях.

В целом работа производит положительное впечатление, однако к автореферату имеются следующие замечания:

было бы полезным апробировать и сравнить предлагаемый подход к разработке системы управления на более универсальных и широко распространенных моделях реальных роботов, в частности такие модели как Khepera, Roomba и др. для робота с дифференциальной схемой управления, как рассматривается в разделе 4.1.

ля того чтобы выполнить задачи, сформулированные в Определениях 2 и 3, следовало бы сделать предположение о наблюдаемости объекта.

автореферате отсутствует обоснование выбора того или иного метода машинного обучения для синтеза системы стабилизации объекта управления.

Тем не менее, перечисленные замечания не влияют на общую положительную оценку рецензируемой работы.

Автореферат позволяет заключить, что диссертационная работа Е.Ю. Шмалько на тему: «Принцип синтезированного оптимального управления в робототехнических системах» соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, а ее автор, Шмалько Елизавета Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1 - «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика»

Доктор технических наук, доцент  
главный научный сотрудник федерального  
государственного бюджетного учреждения  
науки Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова Российской академии наук

02.11.2024

Захарова Алёна Александровна

**Адрес:** 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 65,

ФГБУН Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

**Телефон:** +7 495 198-17-20, доп. 1849

**Эл. почта:** [zaawmail@gmail.com](mailto:zaawmail@gmail.com)

Докторская диссертация защищена по научной специальности: 05.13.01  
«Системный анализ, управление и обработка информации»

