

ОТЗЫВ

**на автореферат диссертации Дарьиной Анны Николаевны
«Методы решения задач оптимального управления с фазовыми
ограничениями, возникающими в робототехнике», представленной на
соискание ученой степени доктора физико-математических наук по
специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика»**

Диссертационная работа Дарьиной А.Н. посвящена актуальной и сложной научной проблеме – разработке эффективных методов решения задач оптимального управления мобильными роботами при наличии фазовых ограничений.

В работе систематически рассмотрены как теоретические, так и прикладные аспекты проблемы. Автором предложен и теоретически обоснован метод регуляризации для преодоления нерегулярности, возникающей при касании оптимальной траекторией границы фазового ограничения. Этот подход позволяет корректно применять принцип максимума Понтрягина и строить численно устойчивые алгоритмы на его основе. Особенно ценным является то, что полученные «точные» решения используются в качестве эталонных при построении адаптивных и робастных систем реального времени.

Другим значимым вкладом является разработка метода стрельбы для задач с фазовыми ограничениями глубины 2, применённого к динамике ньютоновского типа. Это расширяет применимость классических методов оптимального управления на более сложные, инерционные модели роботов. Также заслуживает внимания предложенный принцип разделения траекторий и алгоритм поиска касательных, позволяющий сводить задачу оптимального обхода множества препятствий к поиску кратчайшего пути на графе – подход, сочетающий строгость и вычислительную эффективность.

Особую практическую значимость имеет интеграция аналитических методов с технологиями машинного обучения и современными

навигационными системами (SLAM, ArUco-маркеры). Автор демонстрирует, как сочетание точных решений и адаптивных алгоритмов (включая МРРІ, нейросетевые модели и сетевой оператор) позволяет реализовать надёжное управление даже в сложных, динамически изменяющихся условиях, в том числе на реальных аппаратных платформах.

Результаты диссертации подтверждены обширной экспериментальной базой – математическим и имитационным моделированием, а также полевыми испытаниями на реальном мобильном роботе в Робототехническом центре ФИЦ ИУ РАН. Работа опирается на прочную теоретическую основу и в то же время ориентирована на практическое внедрение: разработанные программные комплексы используются в рамках государственного задания и грантов РФФИ и РНФ.

Автореферат имеет четкую структуру и написан понятным языком. Хочется обратить внимание на следующие замечания к автореферату.

1. В экспериментальных разделах автореферата и, судя по описанию, в самой диссертации используется среднеквадратичная ошибка отклонения от эталонной траектории в качестве основной метрики качества. Однако не приведено обоснование выбора именно этой метрики и не обсуждается возможность применения альтернативных критериев оценки, таких как интеграл модуля ошибки, максимум отклонения или другие показатели, более чувствительные к локальным нарушениям ограничений. Это могло бы усилить методологическую проработку сравнительного анализа.

2. Несмотря на впечатляющую интеграцию классических и современных подходов, в автореферате недостаточно подробно освещена проблема масштабируемости предложенных методов на задачи с большим числом препятствий или в трёхмерных средах. Учитывая стремление к практическому применению, было бы полезно указать границы применимости разработанных алгоритмов с точки зрения вычислительной сложности и требований к ресурсам бортовых систем.

Указанные замечания не снижают достоинств представленной работы. Научная новизна, теоретическая глубина и практическая ценность полученных результатов не вызывают сомнений. Все основные положения диссертации опубликованы в ведущих российских и международных изданиях, прошли апробацию на многочисленных конференциях и получили признание научного сообщества.

Считаю, что диссертация А.Н. Дарьиной представляет собой завершённую, крупную научно-квалификационную работу, соответствующую всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Работа имеет высокий научный уровень и значительный прикладной потенциал и полностью соответствует требованиям, изложенным в пунктах 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (постановление правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор Дарьина Анна Николаевна заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

Д.т.н., профессор

Заведующий кафедрой «Конструирование и
производство радиоаппаратуры» ФГБОУ
ВО «Пензенский государственный
университет»

Н. К. Юрков

Ученый секретарь Ученого совета ПГУ

к.т.н., доцент

О.С. Дорофеева

