

## ОТЗЫВ

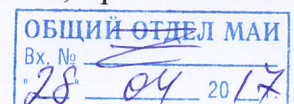
официального оппонента на диссертацию Царькова Кирилла Александровича на тему «Математическое моделирование и оптимизация квазилинейных динамических стохастических систем диффузионного типа, нелинейных по управлению», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

**Актуальность темы исследования.** Тема диссертационной работы Царькова К. А. относится к теории стохастического управления. Особенностью подхода является его направленность на разработку численных методов нахождения оптимального управления. Следует отметить, что несмотря на огромное количество работ в области стохастического управления эффективные численные методы до сих пор отсутствуют, прежде всего потому, что оптимальное управление должно быть функцией от наблюдений и допускает компактное представление только для так называемых линейно-квадратических задач. Именно поэтому любое продвижение в области систем, отличных от линейных является актуальным.

**Основные научные результаты.** Для решения поставленных в диссертационной работе задач используется методология В.Ф.Кротова достаточных условий оптимальности.

Основные результаты работы состоят в следующем.

1. Автору удалось найти постановку задачи оптимального стохастического управления, для которой можно выписать условия оптимальности, выражаемые в терминах решений двух характеристических связанных систем обыкновенных дифференциальных уравнений в прямом и обратном времени. Оптимальное управление удовлетворяет уравнению, связанному с решением этих систем, которые в свою очередь зависят от управлений и, таким образом, задача оптимального управления сводится к необходимости согласованного определения управлений и решений этих систем. Эта ситуация более или менее стандартная для нахождения оптимальных управлений на основе необходимых условий оптимальности.
2. Эти условия оптимальности являются основой для построения алгоритма синтеза субоптимального управления. Алгоритм представляет собой последовательное решение систем в прямом и обратном времени, при этом шаг



в изменении управления выбирается из условия гарантированного уменьшения критерия качества. Примеры определения субоптимальных управлений, представленные в работе (Раздел 2.6) убедительно демонстрируют работоспособность предлагаемой методологии.

3. Интересный класс задач рассматривается в Главе 3, в которой вводятся информационные ограничения на управления, в форме зависимости части координат управления только от части координат наблюдаемого состояния. Следует отметить, что данные постановки не сводятся к классическим задачам стохастического управления по неполным данным. Тем не менее предложенная методология применима и к данному классу задач.
4. Прикладной раздел диссертации посвящен решению задач из области управления механическими системами, таких как, задача управления двухзвенным манипулятором и такой задачи из области ракетно-космической техники, как задача стабилизации спутника с упругой штангой. Результаты численного определения оптимальных управлений демонстрируют работоспособность предложенной методики для решения практических нелинейных задач.

**Теоретическое значение** работы состоит в создании методологии нахождения субоптимальных управлений в нелинейных задачах стохастического управления.

**Достоверность** положений диссертации подтверждается публикациями в ВАКовских журналах и представлением результатов на авторитетных научных конференциях.

**Практическая ценность** работы состоит в том, что её результаты являются основой для разработки эффективных численных алгоритмы оптимального стохастического управления.

**Апробация работы и публикации.** Полученные автором результаты прошли апробацию на международных конференциях и научных семинарах. Результаты диссертации отражены в 4-х публикациях в журналах из перечня ВАК.

**Содержание работы и основные замечания.** Диссертация изложена на 118 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения, перечня сокращений и условных обозначений и списка используемой литературы, включающем 85 источников. Диссертация логично построена и хорошо организована.

Основные замечания по работе:

1. Общее замечание: если говорится о субоптимальном управлении, то хорошо бы сравнить значение критерия с оптимальным, тем более, это можно было

сделать на примере линейно-квадратической задачи с неполной информацией.

2. Предлагаемая методология не учитывает возможные ограничения на управления.
3. Информационные ограничения на управления возможно учесть только в предположении линейной формы управления.

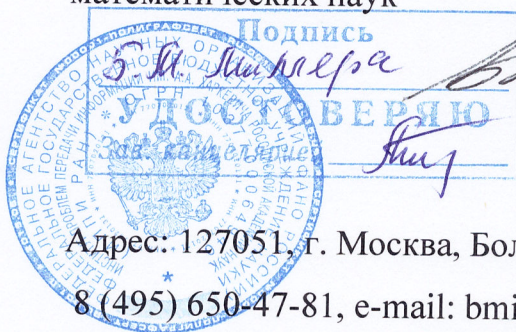
Сделанные замечания не снижают общее положительное впечатление о работе.

**Заключение по работе.** Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на хорошем математическом уровне. Автор диссертации является соавтором 4 статей, опубликованных в журналах из списка научных журналов, рекомендованных ВАК. Основные положения, выносимые на защиту, полностью отражены в публикациях. Автореферат соответствует содержанию текста диссертации.

Диссертация удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, то есть удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор, Царьков Кирилл Александрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», 05.13.01 – «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник лаборатории № 2 «Методов анализа и цифровой обработки изображений» ИПФИ РАН, профессор, доктор физико-математических наук



Миллер Борис Михайлович

24/04/2017

Адрес: 127051, г. Москва, Большой Каретный переулок, 19, стр. 1, Телефон:  
8 (495) 650-47-81, e-mail: bmiller@iitp.ru