

## ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертации Азанова Валентина Михайловича

**«Алгоритмы динамического программирования решения задач оптимального управления дискретной стохастической системой с терминальным вероятностным критерием»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Азанов В.М. закончила факультет «Прикладная математика и физика», обучаясь на кафедре «Математические методы обработки данных» (809Б) МАИ. В настоящее время работает на кафедре 804 инженером, проводит практические занятия по математическим дисциплинам у студентов первых двух курсов по предмету «Теория вероятностей».

Научной работой начал заниматься в студенческие годы на третьем курсе обучения. В ходе работы над диссертацией Азанов В.М. зарекомендовал себя как квалифицированный математик и грамотный программист.

Соискатель активно публикует результаты своих исследований и разработок. Им опубликовано 12 научных работ, из которых 5 – в журналах, входящих в перечень ВАК, 4 работы проиндексированы в базах данных Scopus и Web of Science. Соискателем получено свидетельство о государственной регистрации программ. Результаты неоднократно докладывались на научных конференциях и семинарах.

Диссертация посвящена решению актуальной проблемы – разработке алгоритмов оптимального управления дискретными стохастическими системами с вероятностным терминальным критерием на основе метода динамического программирования. Все положения диссертации подтверждаются строгими математическими доказательствами, корректным применением математических методов. Все научные результаты исследования являются новыми и получены лично автором. Содержание диссертационной работы соответствует паспорту специальности 05.13.01.

В первой главе сформулирована задача оптимального управления дискретной стохастической системой с вероятностным терминальным критерием общего вида. Приведены достаточные условия существования оптимального решения в форме метода динамического программирования. Сформулированы утверждения о том, что поверхности уровня 1 и 0 функции Беллмана удовлетворяют рекуррентным соотношениям, не зависящим от функции Беллмана. Получены выражения для поиска оптимального

управления для состояний, принадлежащих поверхностям уровня 1 и 0 и выражения для приближенного нахождения оптимального управления. Сформулирована теорема о двусторонней оценке функции Беллмана и функции оптимального значения вероятностного критерия.

Во второй главе рассмотрены модельные задачи оптимального управления с вероятностным критерием. Получено аналитическое решение семейства задач оптимального управления линейной дискретной стохастической системой с нефиксированным, но ограниченным сверху моментом окончания. С использованием этого результата получено аналитическое решение аналогичной задачи для системы, описывающей возмущенное движение материальной точки. Для модельной задачи оптимального управления портфелем ценных бумаг с вероятностным критерием с помощью двусторонней оценки для функции оптимального значения вероятностного критерия получено обоснование субоптимальности рискованной стратегии и ее асимптотической оптимальности.

В третьей главе рассмотрена модель оптимизации однопараметрической коррекции траектории движения искусственного спутника Земли с вероятностным критерием. Для разных распределений случайного возмущения, моделирующего ошибку исполнения корректирующего воздействия, в аналитической форме получены субоптимальное (случай гауссовского распределения) и оптимальное (случай равномерного распределения) управления. Проведены сравнения найденных алгоритмов управления со среднеквадратическим.

В четвертой главе рассмотрена модель оптимизации по вероятностному критерию двухпараметрической коррекции траектории движения искусственного спутника Земли в окрестности геостационарной орбиты. Найденны субоптимальные алгоритмы управления для случаев, когда ошибка реализации корректирующего воздействия имеет гауссовский и равномерный законы распределения. С использованием найденных двусторонних границ для функции оптимального значения вероятностного критерия получены численные оценки точности решения для случая двухимпульсной коррекции. Проведено сравнение найденных алгоритмов управления со среднеквадратическим.

Диссертация «Алгоритмы динамического программирования решения задач оптимального управления дискретной стохастической системой с терминальным вероятностным критерием» представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую новые оригинальные результаты, выполненную на высоком научном уровне и отвечающую всем требованиям ВАК РФ. Считаю, что ее автору, Азанову

Валентину Михайловичу, может быть присуждена ученая степень кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Д. ф.-м. н., профессор кафедры  
«Теория вероятностей  
и компьютерное моделирование»  
Московского авиационного института  
(национального исследовательского университета),

Ю. С. Кан

Подпись Кана Ю. С. заверяю

Декан факультета информационных технологий  
и прикладной математики Московского авиационного  
института (национального исследовательского  
университета)



С. С. Крылов