

ОТЗЫВ

на автореферат 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 по специальности 05.13.01- «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)»

Одним из основных требований, предъявляемых при проектировании систем управления современными летательными аппаратами, является высокая точность определения параметров их движения и управления этим движением. Это, в свою очередь, приводит к необходимости учета различных неконтролируемых факторов при разработке соответствующих алгоритмов навигации и управления. Как правило неконтролируемые факторы, действующие на аппарат управления, носят случайный характер. В силу последнего, в зависимости от принятых допущений по отношению к исходной информации о неконтролируемых процессах обычно используют либо стохастическую постановку задачи, предполагающую знание априорной стохастической информации, либо минимаксную, при которой априори считаются известными лишь пределы изменения самих неконтролируемых процессов.

Несмотря на обилие литературы (книги, материалы конференций различного уровня) проблема конструирования неопределенных систем управления, т.е. систем с неполной информацией о параметрах, состоянии и взаимодействии со средой, и сегодня привлекает внимание ученых и разработчиков систем различной физической природы.

Учитывая выше сказанное, тема диссертационной работы Валентина Михайловича Азанова является актуальной. Представленные результаты исследований относятся к проблеме разработки алгоритмов управления дискретным стохастическими системами с терминальным вероятностным критерием.

Целью диссертационного исследования: развитие метода динамического программирования для задач стохастического оптимального управления дискретными системами с вероятностным критерием и разработка на этой основе новых алгоритмов оптимальной коррекции траектории летательных аппаратов.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- 1) применение метода динамического программирования к задачам с критерием в форме функционала вероятности связанное с трудностями, порожденными заданием граничных условий в форме математического ожидания индикаторной разрывной функции, потребовало проведения некоторой модификации самого метода динамического программирования;
- 2) проведение исследований свойств функции Беллмана и связанной с ней функции оптимального значения вероятностного критерия;
- 3) получение аналитического решения ряда модельных задач оптимального управления линейной дискретной стохастической системой с критерием вероятности;
- 4) решение задачи однопараметрической и двухпараметрической коррекции траектории движения искусственного спутника Земли;
- 5) проведение исследований свойств оптимальных алгоритмов управления летательными аппаратами по вероятностному критерию и их сравнение с оптимальными алгоритмами управления по другим критериям качества.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. №

06 11 2018 1

Как следует из автореферата, класс задач, рассматриваемых в диссертации, включает задачи построения стохастического оптимального и субоптимального управления дискретной марковской системой с вероятностным критерием с заданным горизонтом управления и свободным правым концом. На основе получаемых результатов планируется разработка новых алгоритмов оптимальной коррекции траектории летательных аппаратов.

Первая глава диссертации, в которой сосредоточен основной теоретический результат диссертации, посвящена разработке математического аппарата поиска оптимальных и субоптимальных стратегий на основе метода динамического программирования. Этот математический аппарат весьма специфичен и основан на использовании поверхностей уровня 1 и 0 функции Беллмана. Для них получены рекуррентные уравнения и на их основе построены двусторонние оценки функции Беллмана. Нижняя оценка функции Беллмана, определяющаяся в ходе решения задачи стохастического программирования, позволяет найти субоптимальное управление.

Приведенные в автореферате Лемма 1.1 и Теорема 1.1 устанавливают существование решения уравнения Беллмана и седловой точки $F(\varphi)$.

Замечания:

1. *Следовало бы сделать предположение об управляемости системы;*
2. *Отсутствует предположение относительно множества начальных условий;*
3. *Как связаны «множество геометрических ограничений U_k » и класс допустимых управлений U ?;*
4. *Предполагается, что оптимальное управление есть функция состояния объекта (1.1). Для систем высокого порядка такое управление практически нереализуемо в силу того, что в распоряжении исследователей имеется вектор измерений, размерность которого ниже размерности объекта, да еще измерения производятся на фоне помех.*

Во второй главе развиваются результаты первой главы и решаются модельные примеры. В первом примере (стр.9-11) рассматривается линейная система. С использованием результатов первой главы находятся в явном виде поверхности уровня 1 и 0 функции Беллмана (2.3), (2.4). Отмечено, что нижняя граница функции Беллмана совпадает с самой функцией Беллмана с точностью до констант, и что решение задач стохастического программирования совпадает с гарантирующим управлением (левая часть условия (1.8)).

Во втором примере («модельная задача оптимизации управлением портфелем ценных бумаг с вероятностным критерием») рассматривается скалярная модель объекта (2.7) с векторным управлением, подверженным случайным возмущениям и фиксированным значением начального условия. Задается вероятностный критерий качества (2.8). Найдены поверхности уровня 1 и 0 функции Беллмана. С помощью нижней оценки функции оптимального значения вероятностного критерия получены конкретные выражения для функционала вероятности при субоптимальном управлении (гарантирующем управлении) (2.10), (2.11). Показано, что субоптимальное управление, принадлежащее множеству допустимых управлений, является асимптотически оптимальным.

Третья и четвертая главы посвящены прикладной задаче коррекции траектории движения геостационарного спутника.

В третьей главе объект управления описывается линейным n -мерным объектом со скалярным управлением, подверженным случайным возмущениям (мультикативные

случайные ошибки) и с некоторыми известными матрицами в правой части уравнения. Рассмотрены примеры с различными ограничениями, накладываемые на управления. Полученные результаты базируются на положениях, полученных в первой главе диссертации. С помощью метода Монте-Карло получены численные оценки значений вероятностного и среднеквадратического критериев при синтезированных субоптимальном управлении и среднеквадратическом управлении.

В четвертой главе рассмотрена задача с двухпараметрической импульсной коррекции траектории движения искусственного спутника Земли по вероятностному критерию (в отличие от одно «импульсной», рассмотренной в книге В.В. Мальшева и А.И. Кибзуна). Относительно мультикативного возмущения сделано предположение о его гауссовской природе. Получены конкретные выражения для управлений и для уровней функции Беллмана. Говорится о полученных численных оценках точности получаемого решения для «двухимпульсной» коррекции.

К сожалению результаты полученных оценок и их сравнений (третья и четвертая главы) в автореферате не приведены.

Вывод по рассмотрению автореферата

Полученные в диссертационной работе результаты по оптимальному управлению дискретными стохастическими системами являются новыми. В частности, получены двусторонние оценки для функции Беллмана и функции оптимального значения вероятностного критерия, найдены аналитические решения задач оптимизации однопараметрической и двухпараметрической импульсной коррекции с вероятностным терминальным критерием, доказана асимптотическая оптимальность «рисковой стратегии» управления портфелем ценных бумаг, получено аналитическое решение модельных задач оптимального управления с вероятностными критериями.

Указанные выше замечания не снижают хорошего мнения о работе. Диссертация удовлетворяет всем условиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 - «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)», а ее автор, Азанов Валентин Михайлович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 - «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Доктор технических наук, профессор
Национального исследовательского университета
«Высшая школа экономики»
Телефон: 8 (919) 968-70-80*15160
Адрес электронной почты: afanval@mail.ru
Адрес: 123592, г. Москва, Таллинская улица, 34

Афанасьев В.Н.



Подпись заверяю



ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ ПО
КАДРОВОМУ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВУ
ОБЛАСТЬ КАДРОВОМУ АДМИНИСТРИРОВАНИЮ
УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛА
КРУЖКОВА Н.С.

