

«Утверждаю»



Директор Института проблем  
управления им. В.А. Трапезникова РАН  
академик РАН  
С.Н. Васильев

12 апреля 2014 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Хромовой Ольги Михайловны по теме «Оптимизация стохастических линейных относительно стратегий систем по квантильному критерию», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника).

#### Актуальность для науки и практики

Диссертация посвящена изучению многоэтапных задач стохастического программирования с квантильным критерием, функция потерь в которых линейна относительно стратегий. Данная тема является актуальной ввиду того, что многоэтапные задачи стохастического программирования встречаются во многих приложениях, например, в финансовой математике, задачах экономических и авиационных приложений. Использование квантильного критерия в многоэтапных задачах позволяет получить стратегии, обеспечивающие гарантированный по вероятности результат, что особенно важно в системах, к которым предъявляются высокие требования к надежности функционирования. Многоэтапным задачам посвящено большое количество научных исследований, однако, как правило, в них исследуются задачи стохастического программирования с критерием в форме математического ожидания. Многоэтапные задачи стохастического программирования с квантильным критерием рассматривались лишь в частных случаях — в форме двухэтапных задач квантильной оптимизации.

## Краткая характеристика работы

Основным результатом диссертационной работы следует считать разработку алгоритмов решения многоэтапных задач стохастического линейного программирования с квантильным критерием, функция потерь в которых линейна относительно стратегий.

Диссертация изложена на 118 страницах, состоит из введения, трех глав, заключения, перечня сокращений и условных обозначений и списка используемой литературы, состоящего из 169 наименований.

**Во введении** обосновывается актуальность темы, даются общие сведения из современной теории многоэтапных задач стохастического программирования, формулируется цель работы, приводится обзор литературы, в сжатом виде излагается содержание диссертации и приводятся результаты, представляемые к защите.

**В первой главе** формулируется постановка многоэтапной задачи стохастического программирования с квантильным критерием, в которой функция потерь линейна относительно стратегий. Для случая дискретного распределения специального вида, полученного путем дискретизации непрерывного распределения, доказывается эквивалентность рассматриваемой задачи и двухэтапной задачи квантильной оптимизации. Предлагается алгоритм поиска решения многоэтапной задачи стохастического программирования с линейной относительно стратегий функцией потерь и квантильным критерием, основанный на переходе к эквивалентной задаче смешанного целочисленного линейного программирования. Приводятся результаты численных расчетов, демонстрирующие эффективность предложенных алгоритмов.

**Во второй главе** предлагаются алгоритмы решения двухэтапных задач стохастического программирования с квантильным критерием и билинейной функцией потерь. Исследуются свойства верхней оценки функции квантили рассматриваемой билинейной двухэтапной задачи. Предлагается алгоритм поиска решения двухэтапной задачи квантильной оптимизации, функция потерь в которой билинейна, для случая нормального распределения случайных параметров задачи. Алгоритм основан на процедуре сведения исходной стохастической задачи к задаче выпуклого программирования, параметризованной скалярным параметром.

**В третьей главе** рассматривается задача выбора оптимальной трассы с учетом случайной стоимости работ на разных участках. Предлагается математическая модель выбора оптимальной трассы, учитывающая случайную стоимость работ на разных участках. Приводится детерминированный эквивалент для многошаговой задачи управления линейной стохастической системой специального вида с квантильным критерием и нормальным распределением случайных параметров. Предлагается алгоритм

решения задачи, основанный на методе динамического программирования и методе ветвей и границ.

**В заключении** подводятся основные итоги работы и предлагаются некоторые перспективные направления дальнейших исследований в области многоэтапных линейных по стратегиям задач стохастического программирования с квантильным критерием.

**Значимость для науки** результатов исследования заключается в исследовании нового класса задач – многоэтапных линейных относительно стратегий задач стохастического программирования с квантильным критерием. Задачи данного класса ранее не рассматривались. Разработанные алгоритмы решения создали математическую основу для решения задач нового класса.

**Практическое значение** результатов работы иллюстрируется примерами и решением прикладной задачи. Полученные в работе результаты могут служить основой для разработки программно-алгоритмического обеспечения решения прикладных задач в областях авиационной и ракетно-космической техники и различных задач экономического характера, например, систем распределения ресурсов, оптимального инвестирования.

#### **Рекомендации по использованию результатов диссертации**

Считаем целесообразным продолжить исследования по построению алгоритмов решения многоэтапных задач стохастического программирования с квантильным критерием.

Результаты диссертации могут быть использованы для решения практических задач оптимизации из технической и экономической сферы, имеющих структуру многоэтапных задач, к которым предъявляются высокие требования по надежности функционирования. Например, они могут быть использованы при оптимизации функционирования транспортных и логистических систем.

Результаты диссертации могут быть использованы в Институте проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, Институте систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, ФГУП «Государственном научно-исследовательском институте авиационных систем», а также в других организациях и учебных заведениях, занимающихся вопросами теории оптимизации сложных систем, в том числе многоэтапной стохастической оптимизации.

#### **Замечания по диссертации**

- 1) Во второй главе отсутствует оценка сложности предлагаемого алгоритма.

- 2) Для прикладной задачи выбора оптимальной трассы рассмотрен частный случай сетки разбиения — в виде прямоугольников, присутствуют алгоритмы решения лишь для трех схем движения, не позволяющих огибать препятствия.

Эти замечания не носят принципиального характера.

### **Заключение**

Диссертация представляет законченную научно-исследовательскую работу на актуальную тему. Новые научные результаты, полученные диссертантом, имеют большое теоретическое значение. В работе приведены строгие доказательства всех результатов, продемонстрирована эффективность разработанных алгоритмов.

Работа отвечает критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01 — «Системный анализ, управление и обработка информации (авиационная и ракетно-космическая техника)».

Отзыв обсужден и согласован на заседании семинара лаборатории № 7 «Адаптивных и робастных систем им. Я. З. Цыпкина» 25 марта 2014 г., протокол № 1.

*Заведующий лабораторией № 7 ИПУ РАН*

*д.ф.-м.н. Хлебников М.В.*

*Главный научный сотрудник лаборатории №7 ИПУ РАН*

*д.т.н. Поляк Б.Т.*

