

Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр  
«Информатика и управление»  
Российской академии наук»  
(ФИЦ ИУ РАН)

Россия, 119333, г.Москва, ул. Вавилова, д.44, корп. 2  
Тел.8(499)135-62-60, факс 8(495)930-45-05  
E-mail: frccsc@frccsc.ru <http://www.frccsc.ru>

От 20.09.23 № 1968-411

На № 010/1742-1 от 20.07.2023

Отдел Ученого и диссертационных  
Советов МАИ

125993, Москва, А-80, ГСП-3,  
Волоколамское шоссе,4

О направлении отзыва ведущей организации  
на диссертацию Торишного Р.О.

Направляю Вам отзыв ведущей организации – Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» на диссертационную работу Торишного Романа Олеговича на тему «Аппроксимация вероятностных критериев и их производных при непрерывных распределениях случайных параметров», представленную к защите в диссертационный совет 24.2.327.02 на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Приложение: 1.« Отзыв..... », экз.№1,2 на 6 (шести) листах каждый.

Директор,  
академик РАН



И.А. Соколов

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

21 09 2023 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор Федерального  
государственного учреждения  
«Федеральный  
исследовательский центр  
Информатика и управление»  
Российской академии наук»,  
академик РАН



И.А. Соколов

» сентября 2023 г.

## **ОТЗЫВ**

ведущей организации – Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» на диссертационную работу Торишного Романа Олеговича на тему «Аппроксимация вероятностных критериев и их производных при непрерывных распределениях случайных параметров», представленную к защите в диссертационный совет 24.2.327.02 на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

### **Актуальность темы.**

Принятие решений в рамках управления системами, подверженными заранее неизвестному влиянию внешней среды, достаточно трудоемко и сопряжено с рисками недостаточного учета неопределенности. Принятие оптимального в некотором смысле решения зачастую сводится к решению задачи стохастического программирования. Стандартные численные методы оптимизации напрямую не применимы к таким задачам, но ввиду алгоритмической и вычислительной простоты, распространенности и уровня развития таких методов проблема адаптации последних к задачам стохастической оптимизации выглядит важной и актуальной задачей. Наличие адаптированных численных методов решения задач позволит увеличить скорость принятия решений в условиях сжатых сроков, а также обеспечит единообразие процесса решения других, более сложных задач. На практике это позволит управлять сложными системами для достижения поставленной цели, при этом учитывая влияние случайных факторов и избегая дополнительных временных и материальных издержек.

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

21. 09 2023 г.

### **Значимость полученных автором диссертации результатов.**

Теоретическую значимость диссертации представляют следующие теоретические результаты: теорема о сходимости аппроксимированной функции вероятности к исходной функции вероятности; теоремы о сходимости производных аппроксимированной функции вероятности по компонентам вектора управления к производным исходной функции вероятности; формулы для вычисления приближенных функции вероятности и ее производных первого порядка в виде объемных интегралов. В доказанных теоремах под функцией вероятности понимается вероятность превышения функцией потерь заданного порога. Практическую ценность представляют основанные на представленной теоретической части алгоритмы: общий алгоритм решения задач стохастического программирования с полиэдральной функцией потерь и полиэдральной функцией ограничений и алгоритм построения приближенной границы альфа-ядра вероятностной меры. Также разработан комплекс программ для автоматического вычисления и визуализации аппроксимированной функции вероятности и ее производных первого и второго порядка.

### **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов.**

Все основные теоретические результаты диссертации сформулированы в виде утверждений и теорем, строго доказаны и проиллюстрированы результатами решения ряда известных задач стохастического программирования. Основные научные положения успешно апробированы на международных конференциях и должным образом опубликованы.

### **Анализ содержания диссертационной работы.**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации составляет 117 страниц, включая 24 рисунка, 5 таблиц и список литературы, содержащий 92 наименования.

Во введении проведен обзор работ по теме диссертационного исследования, обоснована актуальность темы, научная новизна и значимость исследований, сформулированы цель, задачи работы и выносимые на защиту положения, а также кратко изложены содержание и структура диссертации.

Первая глава представляет собой основную теоретическую часть диссертационной работы, в которой приведены главные теоретические результаты исследования. В начале главы автор кратко описывает проблематику прямого вычисления градиента функции вероятности в форме поверхностных интегралов, формулирует постановки задач стохастической оптимизации, исследуемых в работе, и описывает суть метода аппроксимации функции вероятности. Далее формулируются и

доказываются теоремы о сходимости аппроксимированной функции вероятности к исходной функции вероятности в одномерном и многомерном вариантах, а также теоремы о сходимости производных аппроксимированной функции вероятности к производным исходной функции вероятности в одномерном и многомерном вариантах. Помимо этого, доказываются необходимые для теорем сопроводительные утверждения и приводится оценка погрешности аппроксимации функции вероятности в одномерном случае, которая позволяет оценить точность приближения. Также автором предлагаются формулы для вычисления приближенных значений функции вероятности и функции квантили вместе с их производными первого порядка в виде объемных интегралов, которые представляют большую практическую ценность ввиду их вычислительной легкости.

Вторая глава посвящена применению метода аппроксимации в теоретических задачах стохастического программирования. Приведенные в этой главе алгоритмы и методы опираются на теоретические результаты первой главы. В первом разделе автором описываются необходимые теоретические положения, касающиеся альфа-ядра вероятностной меры, и предлагается алгоритм построения приближенной границы альфа-ядра. Суть алгоритма заключается в сведении исходной задачи к решению дифференциального уравнения специального вида с использованием ранее полученных теоретических результатов. Работа алгоритма иллюстрируется построением альфа-ядер вероятностных мер с известной формой. Второй раздел главы посвящен исследованию производных второго порядка функции вероятности и функции квантили. Автором приводятся формулы для приближенного вычисления этих производных, проводится анализ сходимости полученных приближенных функций к исходным в некоторых частных случаях, а также иллюстрируется близость аппроксимированных производных и исходных производных путем численных экспериментов для некоторых частных случаев. Третий раздел главы посвящен решению задачи стохастической оптимизации с полиэдральной функцией потерь и полиэдральной функцией ограничения. Автором приводится алгоритм решения такой задачи и рассматриваются результаты его применения по сравнению с решениями, полученными ранее другими способами. Стоит отметить, что в этом разделе де-факто описывается возможный способ преодоления ограничения на гладкость функции потерь, являющегося необходимым для построения аппроксимации.

Третья глава посвящена применению метода аппроксимации в процессе решения известных прикладных задач стохастического программирования. Описываемые автором алгоритмы решения опираются на теоретические результаты первой и второй глав. В главе исследуется задача оптимизации площади ВПП при ограничении на вероятность успешной посадки, задача построения допустимого

множества векторов скорости ветра в момент вылета, при которых с заданной вероятностью будет дано разрешение на посадку в момент прилета, задача проектирования системы водоснабжения с ограничением на удовлетворение спроса в пресной воде и задача формирования портфеля ценных бумаг. Представленные методы решения каждой из задач иллюстрируют универсальность метода аппроксимации, а также его вычислительную простоту.

В четвертой главе приведено описание программного комплекса, осуществляющего построение аппроксимаций функции вероятности и ее производных первого и второго порядка. Автором описаны основные модули программы и проиллюстрирована работа программы на примере задачи формирования портфеля ценных бумаг с вероятностной критериальной функцией.

В заключении сформулированы основные результаты исследования. Автореферат диссертации полно и корректно отражает ее содержание.

#### **Рекомендации по использованию результатов.**

Результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы при исследовании математических моделей широкого ряда систем, оперирующих в условиях неопределенности, например, закрытых экономических систем различных масштабов, систем управления воздушной техникой, систем маршрутизации транспорта, систем функциональных строений, зависящих от случайных факторов и других систем. Аспекты возможного применения в математических моделях включают в себя проведение промежуточных вычислительных экспериментов, нахождение приближенных первоначальных решений задач стохастического программирования, исследование реакции систем на изменение характера неопределенности, а также принятие решений в условиях ограниченного времени.

Также результаты диссертации могут быть использованы в учебном процессе студентов МАИ, МИИТ, МГТУГА и других вузах, и в научно-исследовательской деятельности - в ФИЦ ИУ РАН, ИПУ РАН, ГОСНИИАС и других организациях.

#### **Оценка диссертационной работы.**

Основные положения и результаты диссертации опубликованы в 12 работах, из них 3 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК и индексируемых в БД Scopus, 2 статьи в периодических изданиях, входящих в перечень ВАК, 2 статьи в сборниках трудов конференций, индексируемых в БД Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Результаты диссертационной работы представлены на 9 международных и всероссийских конференциях.

Отметим следующие замечания к работе:

1. В первой главе при определении метода аппроксимации следовало бы более полно обосновать выбор из всего семейства функций класса сигмоид именно экспоненциальной сигмоиды в качестве ядра аппроксимации. Представленные обоснования в тексте главы 1 представляются неполными.

2. Во второй главе в задачах построения альфа-ядра вероятностной меры и задаче оптимизации с полиэдральными функцией потерь и ограничениями, уместно было бы провести анализ влияния значения параметра сигмоидальной функции (и, с учетом п.1, самого типа сигмоидальной функций) на точность получаемых результатов.

3. Представляется более оправданным в качестве основы численных алгоритмов решения задач в главе 3 использовать методы более точные, чем методы решения задач оптимизации первого порядка (как сделано автором в главе 4 при решении задачи формирования портфеля). Из текста диссертации не ясно, почему в качестве основы численных алгоритмов решения задач в главе 3 использовались методы решения задач оптимизации только первого порядка. Более естественным был бы подход, избранный автором в главе 4 при решении задачи формирования портфеля.

4. В тексте диссертации и автореферата встречаются опечатки, например, на стр. 82, стр. 101.

Однако указанные замечания не меняют положительного впечатления от диссертационной работы.

### **Заключение.**

Диссертация Торишного Р.О. является законченной научно-квалификационной работой, в которой отражен подход к решению актуальных задач управления математическими моделями систем в условиях неопределенности. Результаты работы в достаточной мере апробированы на конференциях разных уровней и в полной мере опубликованы, в том числе в рецензируемых журналах, и корректно отражены в автореферате диссертации. Полученные теоретические и практические результаты являются новыми, достоверными и обоснованными.

Диссертационная работа Торишного Р.О. «Аппроксимация вероятностных критериев и их производных при непрерывных распределениях случайных параметров» соответствует критериям актуальности, новизны и достоверности результатов, а также отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации,

статистика», а ее автор, Торишный Роман Олегович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика».

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на заседании секции Ученого совета Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук 14.09.2023 г. (протокол №2).

Председательствующий на заседании:

д.ф.-м.н.



Р.В. Разумчик

«14» сентября 2023 г.

Разумчик Ростислав Валерьевич,

д.ф.м.н. по специальности 2.3.1. – «Системный анализ, управление и обработка информации, статистика», ведущий научный сотрудник отдела №62

Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

Тел: +7 (499) 135-79-15

E-mail: rrazumchik@ipiran.ru


Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН)

Адрес: 119333, Москва, Вавилова, д. 44, кор. 2

<http://www.frccsc.ru/>

Тел: +7 (499) 135-62-60

E-mail: frccsc@frccsc.ru

С отзывом ознакомлен  
21.09.23  Р.О.