

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Даниловой Натальи Викторовны
**«Методы решения задач оптимального управления для робастных
бинарных моделей финансовой математики»**

представленную на соискание учёной степени доктора
физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое
моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность темы.

В диссертации исследуются методы решения задач оптимального управления для робастных бинарных моделей финансовой математики. Представленные в диссертации модели являются обобщением известных моделей, таких как модель Блэка-Шоулса, модель Кокса-Росса-Рубинштейна, модель Марковица. В первой главе диссертации предложены модели с наблюдаемой и ненаблюдаемой разладкой и модели с неопределённой волатильностью. Во второй главе диссертации предложена робастная модель Кокса-Росса-Рубинштейна и эллипсоидная модель Марковица. В третьей главе диссертации предложена модель Кокса-Росса-Рубинштейна со случайным числом слагаемых, а также модель Блэка-Шоулса для кусочно-постоянного семимартингала. Рассматриваемые в диссертации математические модели относятся к моделям, развивающим теорию и практику управления оптимальными инвестициями, и позволяют более реально описывать ситуации, возникающие на рынке. Поэтому данные модели относятся к актуальным исследованиям в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ.

Общая характеристика работы и анализ её содержания.

Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка литературы.

Во **введении** присутствуют следующие позиции: актуальность темы исследования; цели и задачи диссертационной работы; методология исследования; научная новизна; теоретическая и практическая значимость;

степень достоверности и апробация результатов; публикации; личный вклад автора; структура и объём диссертации; обзор литературы.

В **первой главе** диссертации сформулирована задача оптимального управления на конечном временном интервале, и предложена общая схема её решения. Приводятся примеры решения задач оптимального управления в случае симметричного и несимметричного критериев для моделей с наблюдаемой и ненаблюдаемой разладкой. В случае наблюдаемой разладки параметры основного случайного процесса, порождающего модель управления, задаются с помощью векторного момента остановки, для которого получена совместная плотность распределения. В случае ненаблюдаемой разладки параметры базового процесса задаются с помощью случайной величины, имеющей известный априорный закон распределения, и решена задача обнаружения разладки. В первой главе также рассматривается управление моделями с неопределённой волатильностью.

Во **второй главе** диссертации предложен алгоритм построения доверительного множества. Алгоритм состоит из двух шагов: разделения выборки на кластеры и последующего нахождения интервалов минимальной длины (в случае одномерных данных) или эллипсоидов минимального объёма (в случае многомерных данных) для каждого кластера. Доверительное множество является объединением полученных интервалов (эллипсоидов). Для кластеризации выборки был использован модифицированный метод k -средних; для построения эллипсоида минимального объёма был использован метод MCD с заменой шага. В качестве примера применения доверительных множеств в диссертации рассматриваются робастная модель Кокса-Росса-Рубинштейна (в случае одномерных данных) и эллипсоидная модель Марковица (в случае многомерных данных).

В **третьей главе** диссертации предложен кусочно-постоянный семимартингал, позволяющий аппроксимировать винеровский процесс по траекториям на любом компакте с любой точностью в равномерной метрике.

Как основной результат, получен метод бинарной аппроксимации со случайным разбиением, позволяющий находить численные решения стохастических дифференциальных уравнений, а также вычислять математические ожидания от ограниченных функционалов, зависящих от инфимумного и супремумного процессов. Основной результат обобщается на винеровский процесс со сносом. В результате предложены два вычислительных метода. Также рассмотрена согласованная модель случайного блуждания с пропущенными слагаемыми.

В **четвёртой главе** диссертации приводится описание программного комплекса, а также анализ эффективности методов и алгоритмов.

В **заключении** сформулированы основные результаты диссертационного исследования.

Обоснованность и достоверность полученных в диссертационном исследовании результатов основывается на строгих доказательствах представленных утверждений и теорем; подтверждении теоретических выкладок численными расчётами; представлении результатов диссертационного исследования на различных научных конференциях и научных семинарах.

Научная новизна исследования. К наиболее значимым новым результатам диссертационного исследования относятся новые математические модели, а также новые численные методы такие, как:

1. Метод решения задач управления с критерием оптимальности, заданным на конце интервала, основанный на использовании теории мартингалов.

2. Метод обнаружения разладки диффузионного процесса с использованием бинарной аппроксимации и кластеризации бинарного дерева, который в отличие от иных методов допускает управление процессом с разладкой.

3.Метод решения задач оптимального управления для диффузионной модели с неопределённой волатильностью, позволяющий получать гарантированные решения.

4.Проекционный метод кластеризации выборки, превосходящий по эффективности метод k-средних.

5.Метод построения доверительного множества по выборке. Для одномерных данных метод позволяет найти объединение интервалов минимальной совокупной длины, содержащее заданное число элементов выборки. В случае многомерных данных метод позволяет найти объединение эллипсоидов минимального объёма, содержащее заданное число элементов выборки. Метод особенно эффективен для засоренных выборок, поскольку не реагирует на отдельные выбросы и занимает свое место среди устойчивых методов непараметрической статистики.

6.Метод решения задач оптимального управления для робастной модели Кокса-Росса-Рубинштейна. Предлагаемый метод основан на теории двойственности. В отличие от классического позволяет получить результат с гарантированной вероятностью.

7.Метод решения задачи построения многошагового динамического портфеля. В предлагаемом методе используется идея рассмотрения портфеля как рискованного актива, доверительное множество возврата которого является объединением интервалов. Поскольку метод позволяет учесть два критерия, то дополнительно ко всему метод можно рассматривать как эффективное решение двухкритериальной проблемы.

8.Метод типа Монте-Карло вычисления математического ожидания для ограниченного функционала, зависящего от траектории супремумного и инфимумного процессов для решения стохастического дифференциального уравнения. Предлагаемый метод базируется на преобразовании Гирсанова, случайном разбиении, и на стандартных численных методах решения обыкновенного стохастического дифференциального уравнения. Метод превосходит методы Монте-Карло, использующие только стандартные

методы решения стохастических дифференциальных уравнений. Главный результат заключается в том, что найден доверительный интервал для оценки погрешности. В стандартных методах оценивается порядок математического ожидания абсолютной величины погрешности.

По диссертационной работе Даниловой Н.В. имеются следующие замечания:

1. В первой главе можно было бы более подробно описать верификацию по Перрону вязкостных решений уравнений Гамильтона-Якоби-Беллмана как решений задач стохастического оптимального управления.

2. Во второй главе можно было бы более чётко обосновать выбор критерия для нахождения оптимального вектора l в проективном методе k -средних.

3. Третью главу можно было бы дополнить описанием классического метода Монте-Карло и оценкой его погрешности.

Данные замечания носят рекомендательный характер и не снижают значимости выполненной работы.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Результаты диссертационного исследования опубликованы в 59 работах. Из них 5 статей опубликованы в научных журналах, входящих в Перечень ВАК; 18 статей опубликованы в научных изданиях, входящих в Scopus, Web of Science, RSCI; 13 статей опубликованы в журналах, индексируемых в РИНЦ. Все публикации соответствуют научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки). Результаты исследований апробированы на многочисленных конференциях и симпозиумах.

Заключение.

Считаю, что диссертационная работа Даниловой Н.В. на тему «Методы решения задач оптимального управления для робастных бинарных моделей финансовой математики» соответствует требованиям Положения «О

присуждении учёных степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент

ФИО: Гликлик Юрий Евгеньевич

Учёная степень, учёное звание (специальность, по которой была защищена научная работа): доктор физико-математических наук, профессор,

01.01.03. Математическая физика

Название университета: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет»

Факультет: прикладной математики, информатики и механики

Кафедра: математического и прикладного анализа

Должность: профессор

Адрес университета: 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д. 1

Телефон для связи с Гликликом Ю.Е.: 8(961)1833119

e-mail: yglikhail@gmail.com

Согласен на обработку персональных данных Ю.Е.Гликлик Ю.Е.Гликлик

«20» марта 2025 г.



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный университет (ФГБОУ ВО «ВГУ»)
подпись: Гликлик Ю.Е.
без специального
подпись, расшифровка подписи