

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гуртовой Ольги Владимировны
«Методы онлайн оптимизации квадратичной функции потерь, основанные на
использовании случайных признаков Фурье»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Задачи онлайн оптимизации, возникающие в условиях быстро поступающих данных, представляют собой современную и актуальную область исследований. Работа О.В. Гуртовой посвящена одному из перспективных методов решения задачи непараметрической регрессии, основанному на использовании случайных признаков Фурье. Данный метод позволяет свести сложную бесконечномерную задачу к конечномерной с сохранением теоретических гарантий, выраженных в виде оценок сожаления – традиционного критерия качества в теории онлайн оптимизации.

Для задач нелинейной онлайн регрессии традиционно применяются ядерные методы, однако их высокая вычислительная сложность ограничивает их практическое применение к потоковым данным. Это ограничивает их масштабируемость и стимулирует развитие альтернативных подходов, основанных на функциональной аппроксимации. Методологической основой данной диссертации является комбинация двух ключевых элементов: аппроксимации нелинейных моделей с помощью случайных признаков Фурье и применения эффективных онлайн алгоритмов, в частности, метода Вовка-Азури-Вармута, к полученной конечномерной задаче.

В первой главе рассматривается нетривиальная задача онлайн регрессии на данных, имеющих марковскую зависимость, а именно — аппроксимация условных математических ожиданий стационарного процесса по одной траектории. При выполнении условия перемешивания получены строгие теоретические гарантии для такого класса зависимых данных, что является важным шагом к созданию практически применимых методов для анализа временных рядов.

Во второй главе автор решает проблему выбора оптимальной модели в онлайн режиме, исследуя задачу многоядерного обучения. Данная постановка является ответом на проблему выбора оптимального ядра (модели), когда априорная информация о структуре данных отсутствует. Однако наивное применение онлайн алгоритмов к ансамблю ядер приводит к неприемлемо высокой вычислительной сложности. Для решения этой проблемы в работе предложен новый двухуровневый численный метод VAW². Его архитектура основана на принципе «ансамбля экспертов»: на первом уровне для каждого ядра из семейства с помощью алгоритма VAW обучается своя модель, а на втором уровне мета-алгоритм VAW агрегирует их прогнозы. Основным достоинством такого подхода является значительное снижение вычислительной сложности (с квадратичной $O(N^2)$ до линейной $O(N)$ по числу ядер), что делает его масштабируемым. Экспериментальное исследование подтверждает высокую эффективность

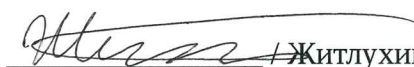
разработанных методов: VAW² демонстрирует превосходство над известными аналогами, а S-VAW² показывает конкурентоспособность по точности с современной AutoML-системой AutoGluon-Tabular

В третьей главе разработан подход к решению задачи вариационного исчисления с квадратичным функционалом качества и неизвестным внешним воздействием, основанный на аппроксимации тригонометрическими полиномами. Теоретически обоснована возможность сведения исходной бесконечномерной задачи к конечномерной без потери точности. Для предложенного подхода получены оценки как статического, так и динамического сожалений, что позволяет гарантировать эффективность алгоритмов в различных сценариях изменения внешних условий.

Полученные теоретические результаты, включая оценки сожаления для класса многоядерных алгоритмов и алгоритмов для марковских данных, являются новыми. Разработанные методы реализованы в виде программного модуля на языке Python, и их практическая эффективность подтверждена экспериментально.

Считаю, что диссертационная работа Гуртовой Ольги Владимировны на тему «Методы онлайн оптимизации квадратичной функции потерь, основанные на использовании случайных признаков Фурье» посвящена актуальной теме и содержит новые научные результаты. Представленная диссертация удовлетворяет всем требованиям раздела 2 Положения о присуждении ученых степеней в ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», а соискатель Гуртовая Ольга Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.


Ведущий научный сотрудник
Математического института им. В.А. Стеклова РАН
Доктор физико-математических наук
Житлухин Михаил Валентинович
119991, Москва, ул. Губкина, д. 8
Email: mikhailzh@mi-ras.ru

 Житлухин М.В.

17.11.2025



Подпись Житлухина М.В. заверяю
Ученый секретарь МИАН им. В.А. Стеклова

 Полицарпов С.А.