

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета 6D.KOA-49 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими по диссертационной работе Бобоева Шарафа Асроровича на тему: «Построение регрессионных зависимостей с использованием квадратичной функции потерь в методе опорных векторов (LS-SVM)», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики

Комиссия диссертационного совета 6D.KOA-49 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими (по адресу: 734042, город Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10А), в составе: председателя – доктора физико-математических наук, академика НАН Таджикистана, профессора, члена диссертационного совета Илолова Мамадшо Илоловича и членов комиссии – кандидата технических наук, доцента Гафурова Миршафи Хамитовича и кандидата физико-математических наук, и.о. доцента кафедры высшей математики и информатики Технологического университета Таджикистана Зарипова Саидахмада Асроровича, назначенная решением диссертационного совета 6D.KOA-049 от 28 ноября 2025 года, протокол № 2/хя, рассмотрев представленную Бобоевым Ш.А. диссертационную работу, автореферат и другие документы, регламентированные ВАК при Президенте РТ, представляет следующее заключение:

Актуальность темы исследования. В последние годы машинное обучение и анализ данных приобретают все более важное значение в разных областях – от промышленности, финансов и медицины до многих других. В этом контексте одной из ключевых задач становится построение эффективных моделей регрессии, которые способны точно предсказывать значения непрерывных целевых переменных на основе набора признаков. Существенные преимущества в решении подобных задач дают непараметрические методы оценки регрессии. Они востребованы в тех случаях, когда заранее трудно определить форму регрессионной зависимости и традиционные параметрические модели оказываются недостаточно гибкими. Непараметрические методы широко применяются в прикладных исследованиях, поскольку допускают работу в условиях ограниченной априорной информации о структуре данных. К числу основных методов построения гибких моделей относят ядерные методы, сглаживающие сплайны, методы ближайших соседей и нейронные сети. Одним из таких ядерных методов является метод опорных векторов с квадратичной функцией потерь.

Метод опорных векторов (SVM) является одним из наиболее распространенных инструментов для моделирования зависимостей в условиях неопределенной структуры данных. Его модификация, основанная на квадратичной функции потерь (LS-SVM), позволяет получать решения в явной

форме. При этом метод сохраняет способность строить гладкие и достаточно сложные зависимости благодаря гибкому выбору параметров алгоритма – типа и количества ядерных функций, их параметров и других настроек модели. Несмотря на привлекательность LS-SVM, при его применении возникают определенные сложности. Можно выделить два основных недостатка:

1) решения, как правило, оказываются плотными, то есть неразрезанными;

2) использование квадратичной функции потерь не всегда обеспечивает робастность получаемых моделей.

Комплексное изучение этих проблем могло бы существенно усовершенствовать данный подход и расширить его возможности, сделав LS-SVM более мощным и удобным инструментом для исследователей.

Содержание работы

Во введении обоснован выбор темы исследования, ее актуальность, раскрыта степень научной разработанности изучаемой проблемы, сформулированы цель, задачи, объект и предмет исследования, научная новизна его результатов, положения, выносимые соискателем на защиту, теоретическая и научно-практическая значимость.

В первой главе «Регрессионное моделирование по методу LS-SVM» рассмотрены подходы к построению регрессионных моделей на основе метода LS-SVM, описаны основные концепции регрессионного анализа, ядерные функции, используемые в методе LS-SVM, представлен обзор критериев для оценки качества получаемых моделей, приведены алгоритмы построения регрессионной модели и подбора метапараметров метода LS-SVM.

Во второй главе «Робастное регрессионное моделирование по методу LS-SVM» рассмотрены основные подходы к построению робастных регрессионных моделей. В качестве таких подходов рассматривались метод M-оценивания, в основе которого лежит метод псевдонаблюдений, и метод взвешивания. Для построения робастных регрессионных моделей методами псевдонаблюдений и взвешивания использовались обычная и адаптивная (предложена автором) функции потерь Хьюбера. Предложены робастные варианты критерия скользящего контроля, при помощи которых были подобраны метапараметры алгоритма LS-SVM и оценено качество полученных результирующих робастных моделей. Также использованы функции потерь Эндрюса и биквадратной Тьюки, и сравнены эффективности и недостатки этих функций потерь с функциями потерь Хьюбера.

В третьей главе «Разреженное регрессионное моделирование по методу LS-SVM» рассмотрены основные способы разбиения выборки на обучающую и тестовую части с использованием D-оптимального плана и внешних критериев оценки качества моделей. Проведены исследования по подбору метапараметров алгоритма LS-SVM с использованием внешних критериев оценки качества моделей. Проведен сравнительный анализ эффективности использования определенных критериев для разбиения выборки на части и оценки качества полученных разреженных моделей.

В четвертой главе «Применение метода LS-SVM для решения практических задач» рассмотрены способы применения метода LS-SVM для решения практических задач. В качестве объекта исследования были использованы известные выборки LIDAR, которая использует отражение света, излучаемого лазером, для обнаружения химических компонентов в атмосфере, и Motorcycle, которая содержит результаты аварийных испытаний, проведенных с использованием манекенов, установленных на мотоциклах. Кроме того, рассмотрен способ применения метода LS-SVM для определения комплексообразования равновесной концентрации химических элементов.

В пятой главе «Программное обеспечение для построения LS-SVM регрессии» приведен разработанный автором программный продукт с описанием функциональности и скринами основных окон, который реализован на основе алгоритмов и подходов, предложенных в предыдущих главах. Также приведены виды функции генерирования шумов с соответствующими формулами.

В заключении приведены основные выводы и рекомендации по результатам диссертационного исследования.

Объект исследования. Объектом исследования диссертационной работы являются методы построения регрессионных зависимостей в условиях неопределенности и нестабильности, ориентированные на получение робастных и разреженных решений.

Предметом исследования является разработка новых алгоритмов получения робастных и разреженных решений в регрессионном моделировании с использованием метода LS-SVM.

Целью исследования является разработка и исследование способов получения применительно к LS-SVM:

- робастных решений с использованием методов М-оценивания и взвешивания;
- робастных критериев подбора метапараметров алгоритма и выбора оптимальных устойчивых моделей с оценкой их качества;
- разреженных решений с использованием методов планирования эксперимента для априорного разбиения выборки на части, а также дальнейшего уточнения разбиения выборки с использованием внешних критериев оценки качества моделей.

Поставленная цель диссертационной работы предопределила необходимость решения следующих основных задач:

- рассмотреть теоретические взгляды отечественных и зарубежных ученых на способы построения робастных и регрессионных моделей;
- проанализировать современные подходы построения робастных и разреженных регрессионных моделей;
- разработать новые алгоритмы построения робастных регрессионных моделей;
- разработать новые алгоритмы для построения разреженных регрессионных моделей;

- разработать новые способы разбиения выборки на обучающую и тестовую части для получения разреженных решений.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- предложены новые робастные варианты критерия скользящего контроля (RLOO-P, RLOO);
- предложены новые способы получения робастных регрессионных моделей на базе метода LS-SVM с использованием метода псевдонаблюдений и взвешенного метода на основе функций потерь Хьюбера;
- предложен адаптивный вариант функции потерь Хьюбера для получения псевдонаблюдений и весовой функции потерь;
- предложены новые способы разбиения выборки на части с использованием методов планирования эксперимента для получения разреженных регрессионных моделей на базе метода LS-SVM;
- предложены новые способы (алгоритмы) разбиения выборки на части с использованием критериев оценки качества моделей для получения разреженных регрессионных моделей на базе метода LS-SVM.

Теоретическая и методологическая основы исследования. Теоретической основой исследования послужили труды отечественных и зарубежных ученых по проблемам восстановления регрессионных зависимостей методом LS-SVM, разбиения выборки на части, получения робастных и разреженных решений.

Исследование было методологически обосновано путем использования таких методов, как аппарат теории вероятностей, математической статистики, вычислительной математики, математического программирования и статистического моделирования.

Практическая значимость проведенных исследований состоит: в разработке алгоритмов получения робастных и разреженных регрессионных моделей на основе метода LS-SVM по которым разработана и зарегистрирована программа для ЭВМ – «Получение робастных и разреженных решений методов LS SVM “Robast_Sparse_LS-SVM”» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018619675 (2018 г.). М.: Федеральный институт промышленной собственности).

Результаты выполненного исследования могут быть использованы, в учебном процессе, научных исследованиях и решении практических задач.

Результаты исследования нашли практическое применение в деятельности и учебном процессе кафедры теоретической и прикладной информатики Новосибирского государственного технического университета (акт о внедрении от 05.06.2018 г.) и Научно-исследовательского института Таджикского национального университета (акт о внедрении от 08.01.2019 г. №12/н).

Соответствие паспорту специальности. Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 1.2.7 – «Теоретические основы информатики» (с учетом добавления двух новых пунктов) (5. Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных,

обнаружения закономерностей в данных и их извлечениях разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений; 14. Разработка теоретических основ создания программных систем для новых информационных технологий; 17. Разработка методов обеспечения обработки информации и обеспечения помехоустойчивости систем обработки данных с целью разработки новых вычислительных систем; 18. Исследование и разработка моделей и алгоритмов анализа данных различной природы: текстов, устной речи и изображений с использованием регрессионного анализа, методов машинного обучения и анализа закономерностей; разработка инструментов для извлечения знаний из неструктурированной информации и моделирования эмпирического опыта).

Публикации. Основные результаты диссертации опубликованы в 21 печатных работах, в том числе 7 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки РФ и ВАК при Президенте РТ (из них 2 без соавторов), 3 статьи в изданиях, индексируемых в наукометрических системах «Scopus» и «Web of Science», 10 статей в прочих изданиях и 1 свидетельство №2018619675 о государственной регистрации программы для ЭВМ в Российской Федерации.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 160 страницах и состоит из: введения; 5 глав; заключения и списка литературы. Список литературы содержит 126 наименований. Работа иллюстрирована 53 рисунками, 32 таблицами и содержит приложения А, Б и В.

Полнота изложения. Текст диссертации логически структурирован и изложен научным языком в полном объеме.

Экспертная комиссия, рассмотрев диссертацию Бобоева Шарафа Асроровича на тему: «Построение регрессионных зависимостей с использованием квадратичной функции потерь в методе опорных векторов (LS-SVM)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики на основе п.60 Порядка присуждения ученых степеней

ПОСТАНОВИЛА:

1. Диссертацию Бобоева Шарафа Асроровича на тему «Построение регрессионных зависимостей с использованием квадратичной функции потерь в методе опорных векторов (LS-SVM)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики принять к защите.

2. Экспертная комиссия рекомендует в качестве официальных оппонентов следующих исследователей:

– доктора технических наук, доцента Худайбердиева Мирзаакбара Хаккулмирзаевича, профессора кафедры «Программное обеспечение информационных технологий» Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада Аль-Хорезми, г. Ташкент, Республика Узбекистан.

– доктора философии (PhD), Каюмова Махмадзоира Махмараджабовича, заведующего отделом нанотехнологии и наноматериалов Физико-технического института имени С.У. Умарова НАНТ, Душанбе, Республика Таджикистан.

3. В качестве ведущей организации назначить Таджикского национального университета.

4. Разрешить размещение объявления о защите диссертации на сайтах Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими и ВАК при Президенте РТ.

5. Разрешить тиражирование автореферата на правах рукописи (100 экземпляров).

Председатель экспертной комиссии:

д.ф.-м.н., академик НАН Таджикистана,
профессор

 Илолов М.И.

Подпись члена диссертационного совета

6D.KOA-049 д.ф.-м.н., профессора Илолова М.И. заверяю.

Старший инспектор по кадрам

Центра инновационного развития науки
и новых технологий НАНТ



Сангинова С.Б.

Члены комиссии:

к.т.н., доцент

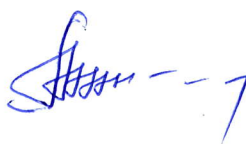
 Гафуров М.Х.

Подпись члена диссертационного совета

6D.KOA-049 к.т.н., доцента Гафурова М.Х. заверяю.

Начальник управления кадров
и специальных работ





Кодирзода Н.Х.

к.ф.-м.н., и.о. доцента



Зарипов С.А.

Подпись члена экспертной комиссии диссертационного совета

6D.KOA-049 к.т.н., и.о. доцента Зарипова С.А. заверяю.

Начальник УК, Д и К ТУТ



Абдуназаров А.Дж.

22.12.2025г.