

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бобоева Шарафа Асроровича на тему «Построение регрессионных зависимостей с использованием квадратичной функции потерь в методе опорных векторов (LS-SVM)», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

### 1.2.7. Теоретические основы информатики

Автореферат диссертации Бобоева Шарафа Асроровича, выполненной на базе Новосибирского государственного технического университета, посвящен актуальной научной задаче разработки и исследования методов построения регрессионных моделей в условиях неопределенности, зашумленности и наличия выбросов в исходных данных. Выбранная тема соответствует современным направлениям развития теоретической информатики, машинного обучения и интеллектуального анализа данных.

Актуальность исследования обусловлена возрастающей потребностью в устойчивых и вычислительно эффективных методах регрессионного анализа, применяемых в задачах прогнозирования, анализа сигналов, обработки временных рядов и принятия решений. Метод опорных векторов с квадратичной функцией потерь (LS-SVM), обладая рядом существенных преимуществ по сравнению с классическим SVM, вместе с тем характеризуется известными ограничениями, связанными с неразреженностью решений и недостаточной робастностью. Устранению указанных недостатков и посвящена рассматриваемая диссертационная работа.

В автореферате корректно сформулированы цель и задачи исследования, четко определены объект и предмет исследования. Автор демонстрирует глубокое понимание современного состояния исследуемой проблемы, что подтверждается анализом и обобщением значительного круга отечественных и зарубежных научных публикаций в области методов опорных векторов, робастной статистики и регрессионного моделирования.

Научная новизна работы заключается в разработке новых алгоритмических модификаций для получения робастных и разреженных регрессионных решений на основе метода LS-SVM. В частности, в работе предложены робастные варианты критерия скользящего контроля, методы построения робастных моделей с использованием псевдонаблюдений и взвешивания, а также адаптивный вариант функции потерь Хьюбера. Существенным вкладом является разработка алгоритмов разбиения выборки на обучающую и тестовую части с использованием методов планирования эксперимента и внешних критериев качества, что позволяет формировать разреженные решения без существенной потери точности.

Практическая значимость диссертационного исследования подтверждается программной реализацией предложенных алгоритмов и их использованием в учебном процессе и научных исследованиях. Полученные результаты могут быть использованы при создании интеллектуальных

информационных систем, а также при решении прикладных задач анализа данных в различных предметных областях.

Автореферат характеризуется логичностью структуры и последовательностью изложения материала. Основные положения, выносимые на защиту, являются обоснованными, подтверждаются результатами вычислительных экспериментов и корректным применением методов математической статистики и машинного обучения. Достоверность полученных результатов обеспечена апробацией на научных конференциях и сопоставлением с известными подходами.

В порядке научной дискуссии по автореферату можно высказать следующие замечания:

1. В работе основное внимание уделено алгоритмическим аспектам и вычислительным экспериментам, при этом теоретический анализ свойств предложенных робастных критериев (воспроизводимость, устойчивость, поведение при различных распределениях шумов) представлен в ограниченном объеме. Углубленное теоретическое обоснование усилило бы научную составляющую исследования.

2. Сравнительный анализ выполнен преимущественно в рамках различных модификаций LS–SVM. Следовало бы расширить сопоставление с современными методами робастной и разреженной регрессии, что позволило бы более полно позиционировать предложенные алгоритмы в контексте современных исследований.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования.

В целом автореферат диссертации Бобоева Шарафа Асроровича соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.7. Теоретические основы информатики

**Рецензент:**

ведущий научный сотрудник  
научной лаборатории цифровых двойников  
в электроэнергетике  
УралЭНИН УрФУ,  
кандидат технических наук



П.В. Матренин

«02» марта 2026 г.

Адрес: 620062, Российская Федерация,  
город Екатеринбург, улица Мира, 19  
тел.: +7 (913) 715-68-31  
e-mail: p.v.matrenin@urfu.ru



МАЛЬНИК УДИОВ  
ОНЧАРОВА Н.В.

ПОДПИСЬ  
ЗАВЕРЯЮ

## ОТЗЫВ

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

Автореферат диссертации Бобоева Шарафа Асроровича, выполненной в Новосибирском государственном техническом университете и филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе, посвящён актуальной научной задаче построения регрессионных моделей в условиях неопределённости, зашумлённости и наличия выбросов в исходных данных. Тематика исследования полностью соответствует современным направлениям развития теоретической и прикладной информатики, машинного обучения и интеллектуального анализа данных.

Актуальность выбранной темы не вызывает сомнений. В условиях интенсивного развития цифровых технологий и роста объёмов обрабатываемой информации возрастает потребность в эффективных, устойчивых и интерпретируемых методах регрессионного анализа. Метод опорных векторов с квадратичной функцией потерь (LS-SVM), обладая вычислительными преимуществами, вместе с тем характеризуется рядом известных ограничений, связанных с неразреженностью решений и чувствительностью к выбросам. Решению именно этих проблем и посвящено диссертационное исследование автора.

В автореферате чётко сформулированы цель и задачи исследования, корректно определены объект и предмет исследования, что свидетельствует о продуманной логике и системном подходе автора к решению поставленной научной задачи. Автором выполнен обстоятельный анализ современного состояния проблемы, отражающий высокий уровень знакомства с отечественными и зарубежными исследованиями в области методов опорных векторов и робастного регрессионного моделирования.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке и исследовании новых методов получения робастных и разреженных регрессионных решений на базе LS-SVM. В частности, заслуживают внимания:

- предложенные робастные варианты критерия скользящего контроля (RLOO и RLOO-P) для оценки качества моделей;
- разработка методов получения робастных решений с использованием псевдонаблюдений и взвешивания на основе функции потерь Хьюбера;
- предложенный адаптивный вариант функции потерь Хьюбера, повышающий устойчивость моделей к выбросам;
- новые алгоритмы разбиения выборки на обучающую и тестовую части с использованием методов планирования эксперимента и внешних критериев оценки качества, обеспечивающие получение разреженных решений.

Практическая значимость работы подтверждается программной реализацией разработанных алгоритмов и наличием свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ «Robast\_Sparse\_LS-SVM». Полученные результаты могут быть использованы в задачах анализа данных, прогнозирования, обработки сигналов и временных рядов, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов в области анализа данных и машинного обучения.

Автореферат логично структурирован, изложение материала отличается последовательностью и ясностью. Основные выводы и положения, выносимые на защиту, являются обоснованными, подтверждаются результатами вычислительных экспериментов и согласуются с данными, полученными при использовании известных подходов. Достоверность результатов обеспечена корректным применением математического аппарата, методов статистического анализа и проведённой апробацией на научных конференциях.

В качестве замечаний дискуссионного характера можно отметить следующее:

1. В автореферате недостаточно подробно освещены вопросы вычислительной сложности предлагаемых алгоритмов при работе с большими объёмами данных.

2. Представляется целесообразным более подробно обсудить области практического применения разработанных методов на реальных прикладных данных.

3. Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки выполненного исследования.

В целом автореферат диссертации Бобоева Шарафа Асроровича свидетельствует о том, что автором выполнена завершённая научно-квалификационная работа, обладающая научной новизной и практической значимостью. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

#### **Рецензент:**

Доктор физико-математических наук, заведующий  
отделом «Прикладной математики и механики»  
Института математики им. А. Джураева  
Национальной академии наук Таджикистана  
Адрес: 734061, Таджикистан, Душанбе, Дехоти, 21/13, 47  
Тел: +992 939198960, E-mail: [maruf1960@mail.ru](mailto:maruf1960@mail.ru)



Кабиллов М.М.

Подпись Кабилова М.М. подтверждаю  
Начальник отдела кадров  
Адрес: Таджикистан, 734063, г. Душанбе,  
улица Айни 299/4, Тел: (992) 372 - 25-80-89  
E-mail: [Mitas@mail.tj](mailto:Mitas@mail.tj)



Юсупова З.Х.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бобоева Шарафа Асроровича на тему «Построение регрессионных зависимостей с использованием квадратичной функции потерь в методе опорных векторов (LS–SVM)», на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики

В современных условиях обработка больших и разнородных массивов информации сопровождается рядом существенных проблем: высокой зашумлённостью данных, наличием выбросов, неполнотой и нестабильностью наблюдений, а также необходимостью обеспечения высокой точности прогноза при ограниченных вычислительных ресурсах. В этих условиях особую актуальность приобретает разработка устойчивых и вычислительно эффективных методов регрессионного моделирования.

Одним из перспективных направлений является использование метода опорных векторов в регрессионных задачах. Модификация данного подхода с квадратичной функцией потерь – LS–SVM позволяет существенно упростить процедуру оптимизации за счёт сведения задачи к решению системы линейных уравнений. Однако, несмотря на вычислительные преимущества, LS–SVM сохраняет ряд принципиальных ограничений, связанных с неразреженностью решений и чувствительностью к выбросам. Следовательно, развитие теоретических и алгоритмических основ LS–SVM, направленных на повышение робастности и эффективности моделей, является актуальной научной задачей.

Диссертационная работа Бобоева Шарафа Асроровича, выполненная в Новосибирском государственном техническом университете совместно с филиалом Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Душанбе, посвящена решению именно этих проблем.

Структура исследования отражает последовательное развитие поставленной задачи.

В первой главе рассматриваются теоретические основы метода LS–SVM, анализируются существующие критерии подбора метапараметров (LOO CV, K-FOLD CV, MSE), исследуются свойства ядерных функций и особенности построения регрессионных зависимостей. Глава формирует методологическую базу работы и демонстрирует высокий уровень теоретической подготовки автора.

Во второй главе разработаны подходы к построению робастных регрессионных моделей. Предложены алгоритмы получения решений на основе метода псевдонаблюдений и взвешивания с использованием функции потерь Хьюбера. Существенным научным результатом является введение адаптивного варианта функции потерь Хьюбера, а также разработка робастных критериев скользящего контроля (RLOO и RLOO-P), обеспечивающих более корректный выбор метапараметров при наличии выбросов. Представленные вычислительные эксперименты подтверждают эффективность предложенных методов.

В третьей главе рассматриваются методы получения разреженных решений LS-SVM. Предложены алгоритмы разбиения выборки на обучающую и тестовую части с использованием D-оптимального планирования и внешних критериев качества. Данный раздел имеет важное прикладное значение, поскольку позволяет сократить объём обучающей выборки и уменьшить вычислительные затраты без существенной потери точности аппроксимации.

Научная новизна диссертации заключается в разработке комплекса методов повышения робастности и разреженности LS-SVM, включая адаптивную модификацию функции потерь, новые критерии выбора оптимальных моделей и алгоритмы формирования обучающих подвыборок. Практическая значимость подтверждается реализацией разработанных алгоритмов в виде программного обеспечения и их применимостью в задачах анализа данных.

Автореферат изложен логично и последовательно, выводы обоснованы результатами теоретических и экспериментальных исследований, достоверность которых обеспечена корректным применением методов математической статистики и машинного обучения.

Несмотря на существенные научные и практические результаты, работа не лишена отдельных недостатков и замечаний:

1. Представляется целесообразным более подробно рассмотреть сравнительный анализ предложенных методов с альтернативными современными робастными алгоритмами регрессии.

2. В автореферате можно было бы расширить обсуждение вопросов масштабируемости разработанных алгоритмов при работе с большими объёмами данных.

Отмеченные замечания носят дискуссионный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

В целом диссертация Бобоева Шарафа Асроровича является завершённой научно-квалификационной работой, содержащей научную новизну и практическую значимость, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

**Рецензент:**

к.э.н., доцент кафедры управления государственными финансами и цифровой экономики, заместитель декана по науке и инновациям факультета государственного управления Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан \_\_\_\_\_ М.А. Курбонов  
« 4 » марта 2026 г.

Адрес: 734003, Республика Таджикистан,  
г. Душанбе, ул. Саида Насира, 33  
тел.: 936000186  
e-mail: kmahmarasul@gmail.com

Подпись **Курбонова М.А.** заверяю.

Начальник управления кадров, делопроизводства и специальных работ Академии государственного управления при Президенте Республики Таджикистан,  
доцент

« 4 » марта 2026 г.



**Насурдинзода А.Н.**

## ОТЗЫВ

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

В условиях современной цифровой среды и стремительного роста объемов данных особую актуальность приобретает разработка методов, обеспечивающих высокую точность прогнозирования, устойчивость к аномальным значениям и интерпретируемость моделей. Автореферат диссертационной работы Бобоева Шарафа Асроровича посвящённой разработке методов построения робастных и разреженных регрессионных моделей на основе метода опорных векторов с квадратичной функцией потерь (LS-SVM), отражает данную проблематику. Основная цель исследования заключается в повышении устойчивости регрессионных моделей к шумам, выбросам и неопределённости в исходных данных, что является актуальной задачей для анализа больших и сложных информационных массивов.

Автор чётко формулирует цель работы: создание методов LS-SVM для построения робастных регрессионных зависимостей, одновременно обеспечивая устойчивость к выбросам и возможность получения разреженных решений. Для достижения цели сформулированы следующие задачи:

1. Провести анализ существующих методов LS-SVM и подходов к робастной регрессии.
2. Разработать новые критерии оценки качества моделей, учитывающие влияние выбросов (RLOO и RLOO-P).
3. Предложить алгоритмы формирования псевдонаблюдений и методы взвешивания для снижения влияния экстремальных данных.
4. Разработать адаптивную функцию потерь Хьюбера, позволяющую локально корректировать вес ошибок.
5. Создать алгоритмы разбиения выборки на обучающую и тестовую части с использованием методов планирования эксперимента, обеспечивающие получение разреженных и устойчивых моделей.

Цель и задачи сформулированы логично и отражают системный подход автора к решению научной проблемы.

В автореферате представлен обзор современных методов LS-SVM, включая классические варианты с квадратичной функцией потерь, а также робастные подходы, основанные на функции потерь Хьюбера. Автор детально описывает известные ограничения LS-SVM, такие как неразреженность

решений и чувствительность к выбросам, что создаёт ясную мотивацию для разработки новых методов.

Особое внимание уделено интеграции псевдонаблюдений и методов взвешивания данных. Данный подход позволяет снижать влияние аномальных точек без значительного усложнения модели. Предложенные критерии RLOO и RLOO-P дают возможность оценивать качество модели с учётом выбросов, что является важным нововведением для робастного анализа.

Также автор вводит адаптивную функцию потерь Хьюбера, которая изменяет чувствительность модели к ошибкам в зависимости от локальных характеристик данных. Это решение повышает устойчивость модели, но в автореферате недостаточно подробно раскрыты условия выбора параметров адаптивной функции, что является потенциальной областью для дальнейшего уточнения.

Разработка алгоритмов разбиения выборки на обучающую и тестовую части с использованием методов планирования эксперимента является ещё одним значимым вкладом работы. Эти алгоритмы обеспечивают получение разреженных решений и повышают интерпретируемость моделей.

Научная новизна диссертации заключается в следующем:

- Предложение робастных критериев скользящего контроля RLOO и RLOO-P, позволяющих более корректно оценивать качество моделей при наличии выбросов.
- Разработка методов формирования псевдонаблюдений и взвешивания наблюдений для снижения влияния экстремальных значений.
- Введение адаптивной функции потерь Хьюбера, способной локально изменять вес ошибки в зависимости от распределения данных.
- Создание алгоритмов оптимального разбиения выборки, обеспечивающих разреженность решений и улучшение интерпретируемости моделей.

Эти результаты существенно расширяют возможности классического LS-SVM и представляют собой вклад как в теоретическую, так и в прикладную информатику.

Практическая значимость подтверждается разработанной программной системой на базе предложенных подходов. Разработанные методы могут применяться в следующих областях:

- анализ временных рядов и прогнозирование;
- обработка сигналов в инженерных и научных задачах;
- анализ больших данных с шумами и выбросами;

- образовательные программы по машинному обучению и интеллектуальному анализу данных.

Использование псевдонаблюдений и адаптивной функции потерь позволяет повысить стабильность моделей при работе с реальными данными, а алгоритмы разреженности делают модели более интерпретируемыми.

Автор провёл комплексные эксперименты на синтетических и реальных данных, демонстрирующие преимущества предложенных методов по сравнению с классическим LS-SVM:

- уменьшение влияния выбросов на прогноз;
- сокращение числа опорных векторов без потери точности;
- повышение устойчивости моделей к шуму.

Результаты подтверждают обоснованность выводов и соответствие заявленной научной новизне.

В работе существуют следующие замечания:

1. В разделе 2.3 автореферата, в котором описан алгоритм формирования псевдонаблюдений, недостаточно подробно раскрыты критерии выбора числа псевдонаблюдений и их влияние на точность модели.

2. В разделе 2.3 где предложен адаптивный вариант функции потерь Хьюбера, отсутствует обсуждение чувствительности алгоритма к параметрам адаптации, что затрудняет воспроизводимость.

3. В разделах 3.4 и 3.5 где предложены алгоритмы разбиения выборки на части, не рассмотрена эффективность алгоритмов при больших объёмах данных (например, более 1 млн наблюдений), что важно для практического применения.

4. Не представлен сравнительный анализ предложенных методов с современными альтернативами, такими как RVM или LASSO, что снизило бы убедительность практической значимости.

Несмотря на перечисленные замечания, они носят уточняющий характер и не уменьшают общей высокой оценки диссертационной работы.

В целях дальнейшего развития научных результатов и повышения прикладной значимости полученных подходов рекомендуется:

Расширить экспериментальную часть за счёт использования крупномасштабных выборок и сравнения с альтернативными современными методами регрессии.

Рассмотреть возможность применения предложенных методов в задачах многомерной и многоцелевой регрессии, а также в контексте нейросетевых архитектур.

Автореферат демонстрирует системный и методологически обоснованный подход к разработке робастных и разреженных LS-SVM

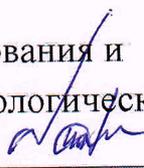
моделей. Работа обладает значительной научной новизной, подтверждена программной реализацией и вычислительными экспериментами. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации по специальности 1.2.7 – Теоретические основы информатики, и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

**Рецензент:**

кандидат технических наук,

и.о.доцент кафедры программирования и  
искусственного интеллекта Технологического

университета Таджикистана



Гуломсафдаров А.Г.

06.03.2026 г.

Адрес: район Фирдавси, Н.Карабаев 63/3

тел.:+992 502007144

e-mail: abdulnazarg80@gmail.com

Подпись Гуломсафдаров А.Г. заверяю

Начальник управления кадров,  
делопроизводства и контроля



Абдуназаров А. Дж.

07.03.2026 г.