

**«УТВЕРЖДАЮ»**

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



М.А. Посыпкин

» 12 20 25 г.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

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

Диссертация Ишкиной Шауры Хабировны «Комбинаторные оценки переобучения пороговых решающих правил» выполнена в отделе № 14 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук (ФИЦ ИУ РАН).

Ишкина Шаура Хабировна, 1991 года рождения, гражданка России, в 2013 году окончила Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова по специальности «Математика».

С 2013 г. по 2016 г. обучалась в очной аспирантуре ФИЦ ИУ РАН по научной специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики».

В 2025 г. была прикреплена к аспирантуре ФИЦ ИУ РАН для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение» (приказ № 3-13 от 28.03.2025).

В период подготовки диссертации соискатель ученой степени Ишкина Шаура Хабировна в 2015 г. работала в ФИЦ ИУ РАН в должности инженера. С 2019 г. по 2025 г. работала в ООО «РН-БашНИПИнефть» в отделе гидродинамических исследований скважин в должности главного специалиста. В настоящее время работает в ООО «Рокет Контрол» в должности инженера данных.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана 20.11.2025 г. в ФИЦ ИУ РАН.

Научный руководитель – профессор РАН, доктор физико-математических наук Воронцов Константин Вячеславович – работает Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова в должности заведующего кафедрой.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

#### **Актуальность темы**

Задачи поиска закономерностей в наблюдаемых данных сегодня играют ключевую роль во многих прикладных областях. Методы машинного обучения, позволяющие во многих случаях эффективно решать задачи классификации, восстановления регрессии и другие задачи предсказания, стали неотъемлемой частью различных аспектов современной жизни. Для повышения качества решения прикладных задач классификации необходимо иметь оценки обобщающей способности. Первые такие оценки были получены Вапником В.Н. и Червоненкисом А.Я. более 50 лет назад и были сильно завышенными. Повышение точности оценок оказалось трудной теоретической проблемой теории статистического обучения. Точные оценки удалось получить лишь в последние годы, в рамках комбинаторной теории переобучения. Однако все эти точные оценки относились к искусственным частным случаям. Работа Ишкиной Ш.Х. посвящена задаче получения достига-

емых верхних оценок обобщающей способности для семейства одномерных пороговых решающих правил. Это семейство интересно тем, что возникает в практических задачах. Оно используется в качестве элементарных строительных блоков в логических алгоритмах, таких как решающие деревья, решающие списки и голосование элементарных конъюнкций. Достижимые оценки обобщающей способности для данного семейства позволят разрабатывать новые и более качественные алгоритмы классификации.

### **Обоснованность научных положений**

Все теоретические результаты и выводы, представленные в диссертационном исследовании, корректно обоснованы и сопровождаются строгими математическими доказательствами.

### **Личное участие соискателя ученой степени в получении результатов, изложенных в диссертации**

Все результаты, представленные в диссертационном исследовании, получены лично соискателем под научным руководством К.В.Воронцова.

### **Степень достоверности результатов проведенных соискателем ученой степени исследований**

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается использованием надежных и апробированных методов исследования, согласованностью результатов проведения экспериментальных исследований с известными теоретическими и практическими положениями в области комбинаторной теории переобучения. Результаты прошли апробацию на международных и российских конференциях и представлены публикациями в рецензируемых изданиях и патентом на изобретение.

### **Научная новизна работы**

В рамках комбинаторной теории переобучения рассмотрены три характеристики обобщающей способности: функционалы оценки вероятности переобучения, полного скользящего контроля и ожидаемой переобученности.

Для произвольного семейства классификаторов доказана теорема о представлении достижимых оценок обобщающей способности в виде произведения числа разбиений двух непересекающихся множеств генеральной совокупности.

Для семейства одномерных пороговых решающих правил для вычисления искомого количества разбиений данных множеств представлен алгоритм на основе рекуррентного подсчета числа траекторий на трехмерной сетке с ограничениями. Корректность алгоритма доказана теоретически.

Предложен и апробирован новый алгоритм построения дерева классификации, в котором при выборе атрибута для разделения примеров, попавших в узел, используются комбинаторные оценки обобщающей способности одномерных пороговых решающих правил - полный скользящий контроль и ожидаемая переобученность. Показано, что применение комбинаторных оценок повышает точность и снижает переобученность дерева классификации.

Построена суррогатная модель для быстрого вычисления приближенных оценок обобщающей способности рассматриваемого семейства одномерных пороговых решающих правил с высокой точностью.

Представлен алгоритм для построения программы трассерных исследований с применением деревьев решений.

### **Теоретическая значимость**

В работе впервые получены достижимые верхние оценки обобщающей способности семейства одномерных пороговых решающих правил. Ранее такие оценки были из-

вестны только для частного случая задачи классификации, когда классы были линейно разделимы.

Проведен анализ значимости признаков в построенной суррогатной модели и определены признаки, которые могут быть использованы для построения аналитических оценок обобщающей способности. Данные признаки рассчитаны на основе матрицы ошибок семейства классификаторов и учитывают геометрическую структуру семейства как бинарных векторов ошибок, близость векторов ошибок классификаторов по расстоянию Хемминга и расслоение по числу ошибок.

### **Практическая значимость**

Полученные оценки обобщающей способности могут быть использованы в задачах отбора признаков при построении деревьев решений, нейронных сетей и в алгоритмах бустинга для контроля переобучения.

Проведен анализ завышенности существующих верхних оценок обобщающей способности для рассматриваемого семейства классификаторов и показано, что оценки Вапника-Червоненкиса завышены на несколько порядков, оценки расслоения-связности, оценки Гуза и оценки Радемахеровской сложности применимы на практике в некоторых частных случаях.

Получен патент на изобретение на основе алгоритма для построения программы трассерных исследований с применением деревьев решений.

Результаты диссертационной работы внедрены в реальную практику при выполнении научно-исследовательских работ и инженерно-аналитических работ, а также учтены при разработке методических указаний по планированию, проведению и интерпретации трассерных (маркерных) исследований на месторождениях Западной Сибири в ООО «РН-БашНИПИнефть».

### **Апробация работы**

Основные результаты работы докладывались и обсуждались на следующих научных конференциях:

1. XIV Международная школа-конференция «Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании». Уфа, 2023.
2. Международная научно-практическая конференция «Цифровая трансформация в нефтегазовой отрасли», Москва, 2023.
3. VII Межрегиональная школа-конференция «Теоретические и экспериментальные исследования нелинейных процессов в конденсированных средах», Уфа, 2021.
4. VI Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Геолого-геофизические исследования нефтегазовых пластов», Уфа, 2021.
5. IX Международная конференция «Управление развитием крупномасштабных систем», Москва, 2016.
6. 11-я Международная конференция «Intelligent Data Processing», Москва, 2016.
7. 17-я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов», Светлогорск, 2015.
8. 16-я Всероссийская конференция «Математические методы распознавания образов», Казань, 2013.

### **Полнота изложения материалов диссертации в публикациях**

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 16 работах общим объемом 103 п.л.; личный вклад автора составляет 82 п.л.

В рецензируемых изданиях из перечня ВАК и приравненных к ним международных наукометрических баз (Scopus, WoS), представлено 8 работ, в том числе получен один патент на изобретение:

1. Ишкина Ш.Х., Воронцов К.В. Исследование завышенности оценок переобучения пороговых решающих правил // Автомат. и телемех. 2021. № 5. С.151–168. doi:10.31857/S000523102105010X (Перевод: *Ishkina Sh.Kh., Vorontsov K.V. Sharpness estimation of combinatorial generalization ability bounds for threshold decision rules // Autom. Remote Control. 2021. V. 82. No. 5 P. 863–876. (Scopus, WoS)*)
2. Ишкина Ш.Х. Комбинаторные оценки переобучения пороговых решающих правил // Уфимск. матем. журн. 2018. Т.10, №1. С.50–65. (Scopus, WoS)
3. Ишкина Ш.Х., Воронцов К.В., Давлетбаев А.Я., и др. Применение комбинаторных оценок переобучения при планировании трассерных исследований в нефтегазовых месторождениях // Искусственный интеллект и принятие решений. 2024. № 1. С. 68–78.
4. Ишкина Ш.Х., Питюк Ю.А., Асалхузина Г.Ф. и др. Способ повышения информативности трассерных исследований в нефтегазовых месторождениях // Патент РФ № 2776786 С1, МПК E21B 47/11, опубл. 26.07.2022. Бюл.№ 21. Заявитель ООО «РН-Юганскнефтегаз». (Патент)
5. Ишкина Ш.Х. Суррогатное моделирование для вычисления оценок обобщающей способности пороговых решающих правил // Челяб. физ.-матем. журн. 2025. Т.10, №1. С.53–69. (Scopus)
6. Ишкина Ш.Х., Закирьянов И.И., Сагдеев Э.И. и др. Апробация подхода по автоматической интерпретации эхограмм методами машинного обучения // Экспозиция Нефть Газ. 2024. № 5. С. 51–56.
7. Сагдеев Э.И., Ишкина Ш.Х., Давлетбаев А.Я. и др. Апробация подхода к восстановлению замеров дебита жидкости механизированных скважин с применением методов машинного обучения в программном комплексе «РН-ВЕГА» // Нефтяное хозяйство. 2024. № 4. С.42–48. (Scopus)
8. Закирьянов И.И., Ишкина Ш.Х., Кунафин А.Ф. и др. Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин на неустановившихся режимах с применением методов машинного обучения // Нефтяное хозяйство. 2024. № 4. С. 54–59. (Scopus)

Публикации полностью соответствуют теме диссертационного исследования и раскрывают её основные положения.

### **Ценность научных работ соискателя ученой степени**

Ценность научных работ соискателя заключается в комплексном исследовании обобщающей способности семейства одномерных пороговых классификаторов. Разработанные автором алгоритмы и их теоретическое обоснование, проведенный анализ результатов обладают высокой степенью новизны и практической применимости, что подтверждается их апробацией на международных и всероссийских конференциях, публикацией в рецензируемых изданиях, а также внедрением в реальную практику при выполнении научно-исследовательских и инженерно-аналитических работ.

Диссертация Ишкиной Шауры Хабиловны на тему: «Комбинаторные оценки переобучения пороговых решающих правил» – это законченная научно-квалификационная работа, которая соответствует требованиям пунктов 9, 10, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также Паспорту научной специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение», в частности, следующим пунктам:

- пункту 1 — «Естественно-научные основы и методы искусственного интеллекта»;
- пункту 2 — «Исследования в области оценки качества и эффективности алгоритмических и программных решений для систем искусственного интеллекта и

машинного обучения. Методики сравнения и выбора алгоритмических и программных решений при многих критериях».

Диссертация Ишкиной Шауры Хабировны на тему: «Комбинаторные оценки переобучения пороговых решающих правил» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.1 «Искусственный интеллект и машинное обучение».

Заключение принято на заседании отдела № 14 ФИЦ ИУ РАН «09» декабря 2025 г., протокол № 4.

Присутствовало на заседании 10 человек.

Результаты голосования: «за» – 10 человек, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

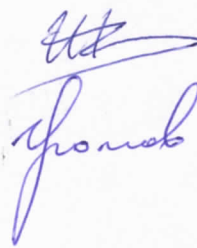
Председатель семинара:

к.ф.-м.н.

в.н.с. отдела №14

Секретарь:

инж-иссл. отдела №14



И.Ю.Торшин

А.Н.Громов