

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального
государственного учреждения

Федеральный исследовательский
центр «Информатика и управление»
Российской академии наук»,




М.А. Посыпкин

«05» 05 2026 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация Драгунова Никиты Аркадьевича на тему: «Поиск частых (нечастых) элементов декартова произведения конечных частичных порядков и приложения» выполнена в отделе №12 Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук.

Драгунов Никита Аркадьевич, 1997 года рождения, гражданин России, в 2021 году окончил очную магистратуру факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова по специальности 01.04.02 – «Прикладная математика и информатика».

В 2024 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», сдал кандидатский экзамен по научной специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика».

В настоящее время прикреплен к Федеральному государственному учреждению «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» для подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.2.3 – «Теоретическая информатика, кибернетика». Справка об обучении в аспирантуре и результатах сдачи кандидатских экзаменов выдана в 2026 г. в Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

В настоящее время работает в АНО «Институт Искусственного Интеллекта» в группе «Интерпретируемый ИИ» в должности инженера-исследователя.

Научный руководитель – д.ф.-м.н. доц. Дюкова Елена Всеволодовна – работает в Федеральном государственном учреждении «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» в должности главного научного сотрудника отдела № 12.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Актуальность темы

Задачи поиска частых и нечастых элементов в данных являются фундаментальными в области анализа информации и имеют широкий спектр практических приложений. Традиционные алгоритмы решения указанных задач разработаны преимущественно для обработки бинарной информации, представленной в виде совокупности элементов декартова произведения антицепей, то есть при условии отсутствия отношений порядка на

множествах значений атрибутов. Однако во многих практических задачах значения атрибутов естественным образом упорядочены, поэтому возникает необходимость разработки методов поиска частых и нечастых элементов в данных, представленных в виде декартова произведения конечных частично упорядоченных множеств.

С ростом размерности современных баз данных полное перечисление всех частых (нечастых) элементов становится неэффективным в силу экспоненциального роста их числа, что обуславливает потребность в разработке эффективных подходов к перечислению максимальных частых и минимальных нечастых элементов декартова произведения конечных частичных порядков.

Особую актуальность представляют приложения методов поиска частых (нечастых) элементов, во-первых, для решения важной в дискретной математике задачи оптимальной расшифровки двузначной монотонной логической функции и, во-вторых, для решения задачи корректной классификации по прецедентам на основе логического анализа данных. Основные направления логической классификации требуют решения вычислительно сложных задач дискретной математики, что ограничивает их применимость для задач большой размерности. Актуальность работы определяется необходимостью разработки новых более эффективных алгоритмов логической классификации, основанных на методах поиска частых элементов в частично упорядоченных данных. Предлагаемые в работе алгоритмы позволяют существенно снизить вычислительные затраты на этапе обучения по сравнению с традиционными моделями при сохранении сопоставимого качества распознавания.

Обоснованность научных положений

Обоснованность научных положений подтверждена доказательством сформулированных утверждений и теорем, результатами экспериментальных исследований, проведенных автором и представленных в рецензируемых научных изданиях и конференциях.

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

Все результаты, представленные в диссертационном исследовании, получены лично соискателем под научным руководством Е. В. Дюковой.

Степень достоверности результатов проведенных соискателем ученой степени исследований

Степень достоверности полученных результатов обеспечивается доказательством сформулированных утверждений и теорем, а также результатами экспериментов, проведенных автором.

Научная новизна работы

Для задачи поиска по базе транзакций максимальных частых и минимальных нечастых элементов произведения частичных порядков предложен оригинальный последовательно-совместный подход, основанный на решении задачи дуализации над произведением частичных порядков. Показана связь между задачей поиска максимальных частых и минимальных нечастых элементов произведения частичных порядков и задачей оптимальной расшифровки двузначной монотонной функции. Предложен последовательно-совместный метод расшифровки двузначной монотонной функции, эффективный в «типичном случае». Исследованы и реализованы новые алгоритмы логической классификации, основанные на применении методов поиска частых элементов в данных. Приведено экспериментальное и теоретическое обоснование эффективности рассматриваемых методов.

Теоретическая значимость

Диссертационная работа содержит значимые теоретические результаты. Предложен последовательно-совместный подход к перечислению максимальных частых и минимальных нечастых элементов декартова произведения частичных порядков и доказана его корректность.

На базе последовательно-совместного подхода к поиску максимальных нечастых и минимальных нечастых элементов частичных порядков разработан эффективный алгоритм расшифровки двузначной монотонной функции, определённой на k -значном n -мерном кубе. Предложенный алгоритм ориентирован на «типичный случай».

В рамках нового направления логической классификации предложены алгоритмы, именуемые REC и REC+, основанные на поиске в частично упорядоченных данных частых элементов специального вида, названных правильными элементарными классификаторами (ЭК). Получены асимптотические оценки типичного числа и типичного ранга правильных ЭК для случая, когда признаковые описания прецедентов представлены в виде декартова произведения антицепей и цепей. Базовые параметры алгоритмов REC и REC+ выбираются с использованием оценок типичного ранга правильных ЭК.

Практическая значимость результатов, полученных соискателем ученой степени

Практическая значимость работы определяется созданием эффективных алгоритмов для решения важных прикладных задач. Реализован и экспериментально исследован последовательно-совместный алгоритм перечисления максимальных частых и минимальных нечастых элементов декартова произведения частичных порядков. В случае, когда мощность множества частых элементов мало отличается от мощности множества нечастых элементов, алгоритм работает быстрее чем классические аналоги.

Предложенный алгоритм расшифровки двузначной монотонной функции, определённой на k -значном n -мерном кубе, в случае больших значений k и n работает существенно быстрее аналогов, ориентированных на «худший случай», и реже обращается к оператору, определяющему значение исследуемой функции.

В рамках нового направления логической классификации предложены и реализованы алгоритмы REC и REC+, основанные на поиске частых элементов в частично упорядоченных данных. Проведено экспериментальное исследование, показывающее, что предложенные алгоритмы на этапе обучения работают существенно быстрее по сравнению с традиционными логическими моделями классификации при сохранении сопоставимого качества распознавания.

Апробация работы

1. «Математические методы распознавания образов (ММРО-19)» (Москва, 2019), доклад «Поиск минимальных нечастых и максимальных частых наборов в частично упорядоченных данных».
2. «Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2021)» (Самара, 2021), доклад «Поиск частых и нечастых элементов произведения частичных порядков и задача расшифровки двузначной монотонной функции».
3. «Математические методы распознавания образов (ММРО-20)» (Москва, 2021), доклад «Асимптотически оптимальная расшифровка двузначной монотонной функции».
4. «Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2022)» (Самара, 2022), доклад «Классификация по прецедентам и поиск в данных частых элементов».
5. «Интеллектуализация обработки информации (ИОИ-14)» (Москва, 2022), доклад «Поиск частых элементов в данных и обучение по прецедентам».

6. «Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2025)» (Самарканд, 2025), доклад «О логической классификации по прецедентам над производением частичных порядков».

Полнота изложения материалов диссертации в публикациях

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 11 работах.

1. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. О поиске максимальных частых и минимальных нечастых наборов произведения частичных порядков // Информатика и её применения. 2022. Т. 16, №1. С. 82–87.
2. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. Об одном подходе к расшифровке монотонной логической функции // Автоматика и телемеханика. 2022. №10. С. 134–143. Переводная версия статьи: Dragunov N. A., Djukova E. V. One approach to monotone logical function decoding // Automation and Remote Control. 2022. № 10. P.1600–1607.
3. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В., Дюкова А.П. Логическая классификация на основе поиска правильных представительных элементарных классификаторов // Известия РАН. Теория и системы управления. 2024. № 4. С. 86-92. Переводная версия статьи: Dragunov N.A., Djukova E.V., Djukova A.P. Logical classification based on finding regular representative elementary classifiers // J. Comput. Syst. Sci. Int. 2024. V.63. P. 634–641.
4. Драгунов Н.А. О метрических (количественных) свойствах логических классификаторов // Труды ИСА РАН. 2024. Т. 74, № 4. С. 14–19.
5. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. Правильные представительные элементарные классификаторы над производением частичных порядков // Информатика и её применения. 2025. Т. 19, №4. С. 43–52.
6. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. Поиск минимальных нечастых и максимальных частых наборов в частично упорядоченных данных // Математические методы распознавания образов: тезисы докл. 19-й Всеросс. конф. с междунар. участием. 2019. С. 10–12.
7. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. Поиск частых и нечастых элементов произведения частичных порядков и задача расшифровки двужначной монотонной функции // Информационные технологии и нанотехнологии: сб. тр. VII Междунар. конф. и молодёж. школы. 2021. С. 031852.
8. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. Асимптотически оптимальная расшифровка двужначной монотонной функции // Математические методы распознавания образов: тезисы докл. 20-й Всеросс. конф. с междунар. участием. 2021. С. 38–40.
9. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В., Дюкова А.П. Классификация по прецедентам и поиск в данных частых элементов // Информационные технологии и нанотехнологии: сб. тр. VIII Междунар. конф. и молодёж. школы. 2022. С. 050712.
10. Драгунов Н.А., Дюкова Е.В. Поиск частых элементов в данных и обучение по прецедентам // Интеллектуализация обработки информации: тезисы докл. 14-й Междунар. конф. 2022.
11. Dragunov N.A., Djukova E.V., Djukova A.P. Supervised classification and finding frequent elements in data // Proc. 8th Int. Conf. Information Technology and Nanotechnology. 2022. P.5.

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

Ценность научных работ соискателя ученой степени

1. Предложен, теоретически обоснован и экспериментально исследован последовательно-совместный алгоритм поиска максимальных частых и минимальных нечастых элементов декартова произведения частичных порядков с применением асимптотически оптимального алгоритма дуализации цепей.
2. Предложен и экспериментально исследован алгоритм «асимптотически оптимальной»

расшифровки двузначной монотонной функции, определенной на k -значном n -мерном кубе.

3. Предложены новые эффективные алгоритмы логических классификаторов, основанные на методах поиска частых элементов в частично упорядоченных данных. Проведено экспериментальное исследование качества работы и быстродействия предложенных алгоритмов в случаях, когда признаковое описание объектов задано в виде декартова произведения антицепей и цепей.
4. Получены асимптотические оценки типичных значений важнейших количественных характеристик предложенных логических классификаторов.
5. Разработанные автором алгоритмы и теоретические результаты обладают высокой степенью новизны и практической применимости, что подтверждается их апробацией на международных и всероссийских научных конференциях, публикацией в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых изданиях. Научные работы Драгунова Н. А. представляют собой значимый вклад в развитие методов дискретной математики и логического анализа данных.

Диссертация Драгунова Никиты Аркадьевича на тему: «Поиск частых (нечастых) элементов декартова произведения конечных частичных порядков и приложения» – 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 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика»:

- пункту 1 – «Теория информации»,
- пункту 3 – «Теория сложности алгоритмов и вычислений»,
- пункту 17 – «Анализ больших данных, обнаружение закономерностей в данных и их извлечение».

Диссертация Драгунова Никиты Аркадьевича на тему: «Поиск частых (нечастых) элементов декартова произведения конечных частичных порядков и приложения» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.3 «Теоретическая информатика, кибернетика».

Заключение принято на заседании отдела № 12 ФИЦ ИУ РАН «30» апреля 2026 г., протокол № 1.


Присутствовало на заседании 13 человек.

Результаты голосования: «за» – 13 человек, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек.

Председательствующий на заседании:
заведующий отдела № 12 ФИЦ ИУ РАН
доктор ф.-м. наук,


О. В. Сенько

Секретарь заседания:
в.н.с отдела № 12 ФИЦ ИУ РАН
кандидат ф.-м. наук,


В. Я. Чучупал