

Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу Пархоменко Дениса Владимировича
«Гистограммная функция автомата и её приложения»,
представленную на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и
математическая кибернетика (физико-математические науки)

Актуальность темы диссертации. Представленная работа посвящена исследованиям в области теории автоматов – одном из важнейших направлений в современной дискретной математике. Среди основных проблем теории абстрактных автоматов остаётся анализ поведения автоматов. Автоматы изучались в качестве преобразователей, акцепторов, перечислителей, вычислителей. В данной работе рассматривается новое поведение, при котором автомат порождает языки из слов, встречающихся на выходе некоторого автомата не реже заданного числа раз. Функция, сопоставляющая словам их частоты появления на выходе, называется автором гистограммной функцией автомата. Исследования автора показали, что такие множества выходных слов являются регулярными языками, и при варьировании порога частоты p выстраиваются в цепочки по отношению вложенности. Для классов p -языков изучено свойство замкнутости относительно ряда операций над языками. Рассматривались операции объединения, взятия автоматного образа, конкатенации, итерации и пересечения при различных p . Показано, что классы p -языков различны и не вложены друг в друга. Найдены также эффективные алгоритмы проверки принадлежности языка к классу p -языков и для построения автоматов с заданными требованиями к гистограммной функции. Показана принципиальная возможность применения гистограммной функции для классификации слов путём построения по обучающей выборке автоматов с заданными свойствами гистограммной функции и последующим сравнением значений данных функций при классификации.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Диссертация состоит из введения, трёх глав, разбитых на параграфы, и списка литературы, содержащего 26 наименований. Общий объём диссертации 86 страниц. В текст диссертации входят 22 рисунка и 2 таблицы.

Во введении описывается задача, обосновывается актуальность, научная новизна и практическая значимость работы. Приводится краткая история исследований по теме данной работы. Вводятся основные понятия, и даётся краткое содержание работы по главам.

В первой главе изучаются свойства гистограммной функции и p -языков. В начале главы рассматривается связь обратимости автомата и значений гистограммной функции. Затем доказывается регулярность и продолжаемость p -языков. Рассматриваются цепочки вложенных регулярных продолжаемых языков, ряд их свойств и примеры. В середине главы исследуется свойство замкнутости классов p -языков относительно основных операций, и пересечение p -языков с другими известными классами языков. Среди рассмотренных классов были префиксные языки, факториальные, языки с конечным антисловарём, антифакториальные. Далее доказывается наиболее важный результат работы, устанавливающий критерий принадлежности регулярного языка к классу p -

языков при $p > 1$ и существование алгоритма находящего все p для которых некоторый регулярный язык принадлежит классу p -языков.

Во второй главе рассматривается вопрос построения автомата с заданной гистограммной функцией либо с гистограммной функцией не меньшей данной на всём множестве выходных слов. Последняя функция в работе называется гистограммным покрытием. Приводится алгоритм нахождения таких автоматов в случае их существования. Приводятся оценки числа операций сложения и умножения натуральных чисел, необходимых для проверки существования и построения такого автомата и оценки числа состояний найденного автомата в зависимости от длины слов. В конце главы приводится точное число арифметических операций, необходимых для вычисления гистограммной функции.

В третьей главе дано описание метода распознавания слова при помощи гистограммных функций. Обучение модели заключается в построении автомата с покрытием соответствующим нужным частотам появления слов на выходе. Отнесение слова к одному из классов при распознавании осуществляется по следующему правилу: класс, к которому принадлежит слово, соответствует гистограммной функции, имеющей большее значение на данном слове, т.е. данное слово чаще встречается на выходе модели для данного класса.

Достоверность и научная новизна. Все результаты в данной работе являются новыми, нетривиальными, оформлены в виде строгих математических доказательств. Наиболее важными являются следующие результаты:

1. Исследованы свойства гистограммной функции автоматов, доказана регулярность p -языков, установлены свойства цепочек языков, порождаемых гистограммной функцией автомата.
2. Установлен критерий принадлежности языка к классу p -языков. Доказана связь правильной p -раскраски автомата с принадлежностью представляемого им языка к классу p -языков.
3. Разработан алгоритм, который для любого регулярного языка L определяет все натуральные p , что L принадлежит к классу p -языков.
4. Найден и доказан критерий автоматности мультимножества, а также критерий квази-автоматности мультимножества. Найден алгоритм синтеза гистограммной функции автомата по её части, получены сложностные оценки алгоритма.
5. Автором предложен новый метод распознавания слов, основанный на синтезе гистограммной функции автомата.

До появления данной работы изучаемые автором языки их классы и связанные с ними результаты не рассматривались.

Теоретическая и практическая ценность результатов диссертации. В диссертации используются методы дискретной математики, теории автоматов, теории синтеза и сложности управляющих систем. Основу работы составляют теоретические результаты изучения введённых автором классов регулярных языков. В качестве наиболее важных можно выделить получение критерия и алгоритма проверки принадлежности языка к классу p -языков. Работа автора имела серьёзную практическую сторону. С применением описанного автором алгоритма распознавания было разработано программное обеспечение для обработки электрокардиограмм с целью выявления нарушений в работе сердца. Была показана принципиальная возможность такого подхода, проанализированы преимущества и недостатки прототипа. Результаты диссертации могут быть полезны

специалистам-исследователям Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, Вычислительного центра им. А.А. Дородницына РАН, Института математики им. С.Л. Соболева СО РАН, Нижегородского государственного университета им. М.В. Лобачевского, Новосибирского государственного университета, Санкт-Петербургского государственного университета и специалистам в других научных и образовательных организациях Российской Федерации.

Замечания. В работе были замечены следующие опечатки:

1. На странице 9 текста диссертации в 5й строке снизу буквой А одновременно обозначен автомат и входной алфавит.
2. На странице 5 в первой строке снизу при описании условной вероятности переходов переставлены местами обозначения в формуле. Вместо $v(s', a|s, b)$ должно быть $v(s, b|s', a)$.

Допущенные в работе погрешности не снижают существенным образом качества диссертации и не влияют на общую положительную оценку работы.

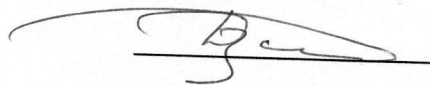
Вывод. В диссертации тщательно проработаны все исследуемые вопросы. Получение результатов потребовало от автора изобретательности, аккуратности и высокого уровня математической подготовки. Данная диссертация является научно-квалификационной работой и представляет собой законченное исследование на актуальную тему. Её результаты имеют теоретическое и практическое значение.

Основные результаты работы опубликованы. Они прошли апробацию на крупных международных конференциях, а также на научно-исследовательских семинарах Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Пархоменко Дениса Владимировича «Гистограммная функция автомата и её приложения» удовлетворяет всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика (физико-математические науки).

Контактная информация: Адрес: 142280, Московская обл, г. Протвино, ул. Ленина, д. 37, кв 60. E-mail: denis-v-z@mail.ru, Телефон: +7(910)4335714

кандидат физико-математических наук



Зайцев Д.В.

«14» апреля 2015 г.