

ОТЗЫВ

официального оппонента Лукьяновой Елены Александровны на диссертацию Егоровой Евгении Кирилловны «Редукция количества вхождений переменных для некоторого класса булевых функций», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», в диссертационный совет Д 002.073.05 при Федеральном исследовательском центре «Информатика и управление» Российской Академии Наук

Актуальность.

Проектирование вычислительных систем непосредственно связано с современными достижениями в области микроэлектроники. Для создания вычислительных или логических систем управления используются интегральные схемы. Постоянная минимизация элементной базы даёт как положительный эффект, в смысле большей производительности вычислительных устройств, так и отрицательный, заключающийся во всё более возрастающей сложности проектирования таких систем.

Так как основными блоками вычислительных и управляющих систем являются арифметико-логические блоки, то мы приходим к задачам аппаратной реализации булевых функций, т. е. к задачам синтеза функционально-логических схем в заданных базисах. Основной проблемой при проектировании таких схем можно считать отсутствие точных способов предварительной оценки по трудоёмкости получившихся логических схем. В первую очередь это связано со всё более увеличивающимся количеством транзисторов на чипе.

Основной моделью логического блока является формула, реализующая булеву функцию. Сложность используемых на практике функций постоянно увеличивается, из-за усложнения решаемых задач. Растёт число используемых переменных, и логических операций, используемых в булевых формулах. В связи с совершенствованием центральных процессоров, появлением и широким распространением многопроцессорных и многоядерных систем, появилась необходимость в создании алгоритмов и программ, которые смогут использовать новые аппаратные возможности. В алгоритмах, которые дадут существенное преимущество по сравнению с классическими, на новых вычислительных системах, при вычислении больших функций.

В своей диссертации Егорова Е. К. предлагает алгоритм редукции количества вхождений переменных в булеву функцию, предоставляет механизм оценки показателей качества преобразованной булевой формулы.

Основные результаты и их новизна:

В рамках диссертационной работы Егоровой Е. К. получены следующие новые результаты:

1. Предложен метод декомпозиции булевых функций большой степени, позволяющий аналитически получать верхнюю оценку сложности показателей для представления функции в виде полинома большой степени

- в классе формул, а также – в классе схем. Данный метод применён для аналитического нахождения ряда оценок для полинома Жегалкина строения $F_{n-2}^{(n)}$ в классах формул и схем из функциональных элементов.
2. Сформулированы и доказаны теоремы о верхних границах минимальных оценок реализации симметрических булевых функций в виде полиномов Жегалкина строения $F_{n-2}^{(n)}$.
 3. Разработан алгоритм минимизации количества вхождений переменных в реализацию произвольной булевой функции в виде полинома Жегалкина.
 4. Построенный автором алгоритм реализован в виде программного комплекса, получившего свидетельство о государственной регистрации.

Содержание работы.

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка литературы (62 наименования) и приложения. Объем работы 108 страниц, включая 17 рисунков.

Во введении рассматривается актуальность проводимого исследования, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическая ценность полученных результатов, приводится информация об использовании, реализации и апробации результатов работы, описывается структура диссертации.

Первая глава диссертации носит обзорный характер.

В начале главы предлагается к рассмотрению исторический обзор основных этапов развития алгебры логики. В связи с этим упоминаются известные учёные, внёсшие существенный вклад в данную область математики, начиная с Аристотеля и заканчивая Шенноном, сформулировавшим теорию релейно-контактных схем.

Далее приводится математический аппарат, применяемый в исследованиях. Дается представление о булевых функциях и формулах, полноте и базисах. Описываются оптимизирующие логико-комбинаторные преобразования, включающие в себя следующие механизмы: удаление фиктивных переменных, эквивалентные преобразования булевых функций, их преобразования между базисами. На основе рассмотренных механизмов предлагаются качественные способы реализации булевых формул для более простого нахождения различных показателей качества.

В завершении главы рассматриваются современные проблемы представления полинома Жегалкина.

Во второй главе проводится аналитический анализ методов редукции количества вхождений переменных в формулу.

Здесь исследуется сложность представления симметрической булевой функции, представленной в виде полинома Жегалкина. Булева функция $f^{(n)}$ зависит от переменных из множества $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ и задаётся полиномом Жегалкина $F_{n-2}^{(n)} = K_1 \oplus \dots \oplus K_i \oplus \dots \oplus K_m$, где K_i – монотонная элементарная конъюнкция ранга $n - 2$. Для такого представления рассматриваются функциональные уравнения и их применения в целях оптимизации представления булевых формул и получения более точных оценок. Кроме того, рассматривается представление булевых формул в классе схем и получение оценок уже для этого класса. На основе

полученных оценок формулируется ряд теорем, доказанных конструктивно. В завершении наглядно сравниваются полученные оценки.

В последней (третьей) главе представлены вопросы автоматизации редукции количества переменных. Подробно приведён алгоритм, на основе которого был построен программный комплекс автоматизированной оценки сложности. Результатом работы программного комплекса является оценка сложности, заданной в виде полинома Жегалкина логической функции.

Во втором разделе третьей главы рассматриваются примеры работы алгоритма и частные случаи, обнаруженные при работе программы над функциями с малым числом переменных.

Теоретическая значимость.

Теоретическая значимость результатов работы для теории информации обуславливается тем, что при проведении редукции количества переменных в булевой функции, формулируются и доказываются теоремы дающие аналитические оценки для показателей сложности булевых функций и схем.

Практическая значимость.

Работа содержит решение актуальных проблем в области дискретного моделирования и построения СБИС. Автором были найдены аналитические оценки сложности для полинома Жегалкина $F_{n-2}^{(n)}$ в базисах G_1 и G_3 , проведены исследования вопросов минимизации оценок сложности булевых формул и построен программный комплекс автоматической редукции оценки сложности булевых функций.

Замечания.

Отмечая актуальность, новизну и значимость диссертационного исследования, следует высказать следующие замечания:

1. В работе не проводится оценка реализованного в третьей главе алгоритма, хотя это представляет большой интерес.
2. В диссертации не все изображения и таблицы подписаны и пронумерованы, что затрудняет восприятие текста, не позволяет удобно обращаться к ним. При таком количестве изображений имеет смысл сделать отдельный список иллюстраций.
3. В первой главе приводится информация о учёных, работавших в области алгебры логики, но не приводятся ссылки на их работы.

Заключение.

Указанные замечания не отменяют положительную оценку выполненной автором работы. Диссертация логично построена, ее структура и содержание соответствуют цели и задачам исследования. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Основные результаты опубликованы в 14 рецензируемых изданиях, 3 из списка ВАК.

Диссертация Егоровой Евгении Кирилловны «Редукция количества вхождений переменных для некоторого класса булевых функций» является самостоятельной законченной научной работой. Диссертация обладает научной теоретической и практической значимостью, ее результаты имеют существенное значение для развития направлений исследований в области теоретических основ информатики, а именно, в исследовании оптимизации представления симметричных булевых функций большого порядка.

Диссертация Егоровой Евгении Кирилловны «Редукция количества вхождений переменных для некоторого класса булевых функций» отвечает всем требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

Официальный оппонент

Кандидат физико-математических наук, доцент,
Лукьянова Елена Александровна,

адрес проспект Академика Вернадского, 4,
г. Симферополь, Республика Крым, 295007
телефон +7 (3652) 63-75-46
адрес электронной почты lukyjanovaea@mail.ru,

доцент кафедры алгебры и функционального анализа
Таврической академии Крымского федерального университета
имени В.И. Вернадского

Подпись *Лукьянова Е.А.* подтверждаю
Ученый секретарь
Крымского Федерального университета
им. В.И. Вернадского
М.И. Митрофанов *М.И. Митрофанов*
07.10.2018

