



УТВЕРЖДАЮ
Директор ФИЦ ИУ РАН,
академик РАН
Соколов И. А.
«10.06.18» 2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

Диссертация «Редукция количества вхождений переменных для некоторого класса булевых функций» выполнена в отделе сложных систем Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук»

В 2009 году соискатель Егорова Евгения Кирилловна закончила бакалавриат по направлению «Прикладная математика и информатика», а в 2011 году получила степень магистра по направлению «Прикладная математика и информатика» в ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского».

С 2011 по 2014 год проходила обучение в аспирантуре ФГБОУ ВПО «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского» по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В 2013 году соискатель успешно сдала кандидатские экзамены.

В настоящее время является соискателем Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, Цурков Владимир Иванович. Основное место работы – Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук, заведующий отделом сложных систем.

По итогам обсуждения диссертации «Редукция количества вхождений переменных для некоторого класса булевых функций» *принято следующее заключение:*

Тема диссертации является актуальной, поскольку основная проблема проектирования СБИС состоит в том, чтобы оценить количество логических элементов булевой формулы на основе, которой будет разрабатываться логический блок СБИС до реализации в виде схемы достаточно трудно. Кроме того, получив эту реализацию, мы не можем утверждать о том, что полученный блок составлен оптимально. В связи с этим важным является нахождение оценки сложности формулы, то есть получения минимального количества элементов при котором мы точно способны создать нужный нам блок.

Основной целью исследования является разработка метода аналитического нахождения оценок показателей сложности реализации булевых функций в различных базисах, который позволил бы находить данные оценки, не реализуя саму формулу (схему). А также разработка программного комплекса, позволяющего находить оценки для многочлена произвольной сложности, а также одновременно производить декомпозицию исходной формулы и синтез минимизированной формулы.

Основные положения, выносимые на защиту:

- Предложен метод распараллеливающей структурно-функциональной декомпозиции булевых функций, позволяющие аналитически получать верхнюю оценку сложности показателя L_F для представления функции – полинома $F^{(n)}$ в классе формул, а также – в классе схем S .
- Данный метод применён для аналитического нахождения ряда оценок для полинома Жегалкина строения F_{n-2}^n в классах формул и схем из функциональных элементов.
- Выделены частные случаи получения счетных множеств булевых функций минимальной сложности L_F функции – полинома $F^{(n)}$ (а, также для сложности показателя L_S для схем S).
- Построена эффективная реализация вычислительного алгоритма синтеза булевых формул на основе приведения их к скобочному виду.
- Проведена рационализация вычислительного алгоритма синтеза схем из функциональных элементов на основе операции ветвления некоторых их выходов.

Научная новизна диссертационной работы показана следующими полученными результатами автора:

В данной работе проводится редукция количества переменных сформулированы и доказаны теоремы дающие аналитические оценки для показателей сложности булевых функций и схем. Разработана новая многоуровневая модель представления булевых неповторных и произвольных функций в заданном базисе, позволяющая решать важнейшие задачи оптимального синтеза. Автор описал оригинальные методы декомпозиции булевых функций на основе их строения и соответственно функционалы – показатели качества декомпозиции. Получен метод синтеза логических схем в базисе микросхем различной степени интеграции на основе структурно-функциональной декомпозиции, позволяющие в зависимости от параметров исходного описания задачи заранее оценивать качество синтеза по числу транзисторов, логических элементов, микросхем.

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

Связь с плановыми научными исследованиями. Работа выполнена с поддержкой грантов Российского фонда фундаментальных исследований:

- № 13-01-00827 А Математическое моделирование и оптимизация в задачах механики упругих систем и полупроводниковых гетероструктур.
- № 16-01-00425 А Моделирование и управление в неклассических задачах теории упругости и гидродинамики

Степень достоверности полученных результатов подтверждаются проработкой литературных источников по теме диссертации и современной методикой исследования, которая соответствует поставленным в работе целям и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, подкреплены убедительными фактическими данными и проведением всего исследования на математическом уровне строгости.

Материалы диссертации опубликованы автором достаточно полно в 15 печатных изданиях, 3 из которых изданы в журналах, рекомендованных ВАК РФ [9, 13, 15]:

1. Егорова Е. К. Показатели качества реализации симметрических полиномов Жегалкина степени $n - 2$. // Межвузовская молодёжная научно-практическая конференция «Информационные и телекоммуникационные технологии», Москва, 2009, 16 с.
2. Егорова Е. К. Сложность представления симметрических булевых функций в классе полиномов Жегалкина. // М.: МАТИ, статья на XXXVII международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения». т. 5. стр. 88-90, 2011.
3. Егорова Е. К., Мокряков А. В. Об исчислении экстремальных 2-комплексов. // М.: МАТИ, статья на XXXVII международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения». т. 5. стр. 111-112, 2011.
4. Егорова Е. К., Чебурахин И. Ф. Автоматизация и оптимизация синтеза дискретных устройств обработки информации и управления // Севастополь: СевНГУ, статья на Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Управление, автоматизация и окружающая среда-2012»
5. Егорова Е. К. Программный комплекс минимизации сложности представления произвольной булевой функции в классе формул // М.: МАТИ, статья на XXXVIII международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения», т.5, стр. 56-58, 2012.
6. Егорова Е. К., Чебурахин И. Ф. ПРОГРАММА ДЛЯ ЭВМ Минимизация сложности представления произвольной булевой функции f^n (n переменных) в классе формул. Версия 1.0 // Официальный бюллетень «Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем» регистрационный № 2012616794 от 30 июля 2012.
7. Егорова Е. К., Мокряков А. В. Минимизация сложности представления произвольной булевой функции в классе формул программным методом, Минск: I Форум союзного государства вузов инженерно-технического профиля – Материалы встречи молодых учёных «Молодёжные идеи и проекты», 2012, с. 7-8.
8. Егорова Е. К. Алгоритм минимизации сложности представления произвольной булевой функции // М.: МАТИ, статья на XXXIX международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения», апрель 2013, стр. 56-57.

9. Егорова Е. К., Чебурахин И. Ф. О минимизации сложности и автоматизации эффективного представления булевых функций в классах формул и схем // М.: «Известия РАН. Теория и системы управления», 2013, № 3, с. 121–129.
10. Гурченков А.А., Егорова Е. К. Особенности автоматизации синтеза булевых функций // М.: Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. № 12 (24). С. 53.
11. Егорова Е. К., Мокряков А. В. Автоматизированная система выдачи заданий по линейной алгебре и аналитической геометрии // М.: МАТИ, статья на XL международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения», 2014, стр. 98-99.
12. Гурченков А.А., Егорова Е. К. Автоматизация задачи определения сложности булевой функции // М.: Инженерный журнал: наука и инновации. 2014. № 5.
13. Егорова Е. К., Чебурахин И. Ф. Автоматизация конструирования определенных счетных классов булевых функций и минимизация их сложности // М.: «Мехатроника, автоматизация, управление», 2014, № 8, с. 3-9.
14. Егорова Е. К. О методах синтеза булевых формул и схем // М.: МАТИ, статья на XLII международной молодежной научной конференции «Гагаринские чтения», апрель 2016, стр. 211-212.
15. Ванг Л., Егорова Е. К., Мокряков А. В. Развитие теории гиперграфов // М.: «Известия РАН. Теория и системы управления», 2018, № 1, с. 111–116.

Личный вклад. За время работы над диссертацией Егорова Е. К. проявила способность к самостоятельным научным исследованиям. Уровень теоретической подготовки и приобретенный ей опыт научно-исследовательской работы, дают основание считать Егорову Е. К. подготовленной к самостоятельной научной деятельности. Автором разработан алгоритм минимизации представления булевой функции в классах формул и схем, построена реализация этого алгоритма. Найдены ряд оценок, при этом получены их сильные уточнения. Разработана программа, обеспечивающая работу указанного алгоритма с любыми булевыми функциями определенных классов.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались на конференциях:

1. Межвузовская молодёжная научно-практическая конференции «Информационные и телекоммуникационные технологии» (Ступино, декабрь 2009 г.).
2. XXXVII международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения» (Москва, апрель 2011 г.).
3. Международной научно-технической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов «Управление, автоматизация и окружающая среда-2012» (Севастополь, март 2012 г.).
4. XXXVIII международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения» (Москва, апрель 2012 г.).
5. I Форум союзного государства вузов инженерно-технического профиля (Минск, май 2012 г.).
6. XXXIX международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения» (Москва, апрель 2013 г.).
7. XL международная молодёжная научная конференция «Гагаринские чтения» (Москва, апрель 2014 г.).

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Диссертация «Редукция количества вхождений переменных для некоторого класса булевых функций» **Егоровой Евгении Кирилловны** рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности **05.13.17 – Теоретические основы информатики.**

Заключение принято единогласно на заседании семинара отдела сложных систем Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук». Присутствовало на заседании 12 человек. Результаты голосования: «за» - 12 чел., «против» - нет, «воздержались» - нет. Протокол № 6 от 10 мая 2018 года.



Гурченков Анатолий Андреевич
д. ф.-м. н., в. н. с.