О Т З Ы В

официального оппонента
на диссертационную работу Подольского Владимира Владимировича
«Вопросы теории сложности вычислений в алгебраических и логических структурах»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.06 – Математическая логика, алгебра и теория чисел

Актуальность темы диссертации

Вопросы сложности вычислений начали исследоваться в 1940-ых годах и с тех пор такие исследования привлекают большое число специалистов в области теоретической и прикладной информатики (computer science). Современное звучание теория сложности вычислений получила в 1970-ые годы с разработкой теории NP-полноты. К этому времени относится и формализация главного вопроса о возможности устранения перебора – проблемы о сложностных классах P и NP. Получение высоких нижних оценок – одна из центральных задач в исследовании сложностных классов P и NP. Модели вычислений, известные как схемы из функциональных элементов (кратко булевы схемы или просто схемы), являются наиболее адекватными и удобными моделями доказательств нижних оценок сложности, исследований сложностных свойств классов P и NP. Удобно, что схемы в различных базисах единообразно представимы как схемы из пороговых элементов. В настоящее время современные математические методы позволяют доказывать высокие нижние оценки сложности реализации явных булевых функций в классах схем из пороговых элементов константной глубины. Причем каждое, даже, казалось бы, небольшое продвижение в области доказательств более высоких нижних оценок требует все более изощрённых математических методов и техник.

Новизна научных результатов

В диссертационной работе Владимира Владимировича Подольского представлены его результаты в области исследований сложности схем из пороговых элементов. Еще одна группа результатов, включенная в диссертационную работу – это исследование модели гиперграфовых программ. Эта модель, определяемая в диссертационной работе,

естественным образом возникает при исследовании преобразований запросов к базам данных (базам данных с онтологическим доступом). При этом оказывается, что модель гиперграфовых программ позволяет удобно описывать уже известные классы сложности.

В частности автором получены следующие результаты, которые представлены в диссертации.

Доказаны новые экспоненциальные нижние оценки сложности и построены иерархии на их основе:

- Получены дважды экспоненциальные нижние оценки на веса полиномиальных пороговых элементов заданной степени, вычисляющих заданные булевы функции.
- Доказана экспоненциальная нижняя оценка сложности вычисления функции четности схемами постоянной глубины, содержащими логарифмическое число пороговых элементов.
- Построена иерархия точных пороговых схем и доказано, что она тесно переплетается с иерархией пороговых схем. Доказаны разделения некоторых классов в нижних уровнях этих иерархий.
- Исследованы вопросы сложности реализации функции голосования MAJ_n от n переменных схемами глубины d в базисе функций голосования MAJ_k от меньшего числа k переменных. Доказаны верхние и нижние оценки на минимальное значение k, для которых такие глубины d существуют.

  Эти результаты приведены в главе 6. Отметим, что для доказательства нижней оценки применяется весьма изощрённая и искусная техника подбора входного набора, на котором схема («с другими сложностными характеристиками») ошибается. Нужный входной набор ищется с помощью случайного блуждания по входам схемы. При этом возникают довольно таки сложные вероятностные оценки.

Получены результаты, о выразительных возможностях булевых функций в модели гиперграфовых программ в терминах известных классов сложности.

Понятие гиперграфовая программа (определение 7.1 на стр 141) возникающая как средство формализации запросов (булевых запросов) оказывается тесно связана с ветвящимися программами (Branching

Programs), Ветвящаяся программа является достаточно мощной вычислительной моделью. Хорошо известно, что класс BP_poly, состоящий из булевых функций, вычислимых ветвящимися программами полиномиального размера, совпадает с классом сложности LSPASE/poly.

В диссертации доказывается серия результатов демонстрирующих выразительную силу гиперграфовых программ (раздел 7.4). А именно, доказывается совпадение различных вариантов класса HGP – класса булевых функций, вычислимых гиперграфовым программой полиномиальной сложности с известными классами сложности, определяемыми ветвящимися программами (см. Таблицу 7.2 «Выразительная способность гиперграфовых программ». Стр 143)

Научные результаты диссертации, выносимые на защиту, получены лично автором, являются новыми и обоснованы строгими математическими доказательствами. Результаты других авторов, упомянутые в тексте диссертации, отмечены соответствующими ссылками. Текст диссертации и автореферата написаны хорошим академическим языком, все результаты снабжены доказательствами. Большинство положений, понятий и утверждений излагаются неформально-содержательно перед изложением точных формулировок. Приводятся подробные ссылки на ранее полученные результаты. Показывается история «развития вопроса». Я бы сказал, что диссертационную работу можно рассматривать, в том числе, как справочник по вопросам современной теории сложности.

Серьезных замечаний по работе у меня нет. В работе содержится несколько опечаток, однако они незначительны и не влияют на общее положительное впечатление о работе.

Заключение по диссертации

Таким образом, диссертационная работа Подольского Владимира Владимировича «Вопросы теории сложности вычислений в алгебраических и логических структурах», представленная на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.06 – математическая логика, алгебра и теория чисел, представляет собой завершенное научное исследование, которое по критериям актуальности, научной новизны, обоснованности и достоверности выводов удовлетворяет критериям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемых к

диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.06 – математическая логика, алгебра и теория чисел.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Считаю, что автор диссертации Подольский Владимир Владимирович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.06 – Математическая логика, алгебра и теория чисел.



Официальный оппонент:
Аблаев Фарид Мансурович

заведующий кафедрой теоретической кибернетики Института вычислительной математики и информационных технологий Казанского федерального университета, д.ф.-м.н. (специальность 01.01.09 —Дискретная математика и математическая кибернетика), профессор.

19 мая 2021 г.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".
Адрес: 420008, Россия, РТ, г. Казань, ул. Кремлевская, д.18.
Тел.: +7 (843)233-71-09
E-mail: public.mail@kpfu.ru