

**Отзыв официального оппонента
на диссертацию Быстрыговой Анастасии Викторовны
«Параметро-эффективная расшифровка булевых функций»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 1.1.5
«Математическая логика, алгебра, теория чисел
и дискретная математика»**

Диссертация посвящена задаче угадывания булевой функции с помощью как можно меньшего числа запросов. Подобная задача может возникнуть на практике, например, при поиске неисправностей в каком-либо объекте. Актуальность тематики подтверждается еще и тем, что в последние более чем пятьдесят лет этой задачей занимались многие исследователи (В. К. Коробков, Д. Англуин, П. Дамашке и т.д.), причем задача ставилась для различных типов запросов или их комбинаций. Автор рассматривает четыре типа запросов: классические для этой задачи запросы на значение, на расширенную эквивалентность и на ограниченную эквивалентность, а также запросы на сравнение, которые стали использоваться для этой задачи в последние десять лет.

Полученные в диссертации результаты можно разделить на две группы. Первая группа - оценки сложности расшифровки для функций ограниченного веса, полученные для всех рассматриваемых типов запросов. Вторая группа - оценки сложности расшифровки функций из замкнутых классов решетки Поста запросами на значение и на сравнение.

А. В. Быстрыгова получила точные оценки сложности для функций ограниченного веса в случае запросов на значение, на расширенную эквивалентность и на ограниченную эквивалентность. В случае запросов на сравнение она получила точные оценки сложности для функций веса 1, 2 и 3. В общем случае для функций ограниченного веса и запросов на сравнение автором был найден порядок сложности расшифровки при стремлении арности функций к бесконечности и неизменном максимальном весе.

Для некоторых замкнутых классов решетки Поста оценки сложности были получены ранее (например, П. Дамашке для класса всех булевых функций, В. Осокиным для класса всех монотонных булевых функций), однако для многих других классов представленный в диссертации результат впервые получен ее автором (в частности, для класса самодвойственных функций и для классов «счетной этажерки»).

Все оценки сложности расшифровки функций замкнутых классов решетки Поста запросами на сравнение впервые получены автором. В зависимости от класса функций, полученная оценка представляет собой точную оценку, асимптотику, условную асимптотику, порядок или условный порядок (при стремлении арности функций и максимального количества существенных переменных к бесконечности).

Условная асимптотика и условный порядок опираются на величину - минимальное количество строк в бинарной покрывающей матрице, где - арность функции, а - максимальное число существенных переменных функции; порядок при стремлении и к бесконечности неизвестен.

А.В. Быстрыгова также получила сложности расшифровки функций замкнутых классов решетки Поста оценки для случая, когда к бесконечности стремится арность функции, но не максимальное количество существенных переменных. В этом случае каждая оценка либо точная, либо асимптотика, либо порядок, т.к. значение при стремлении к бесконечности и неизменном известно (и по порядку равно).

Следует заметить, что в случае запросов на значение для каждого замкнутого класса решетки Поста автор диссертации либо представил оценку, либо указал двойственный класс, для которого оценка уже представлена (а для двойственных классов оценки одинаковые, причем для запросов на сравнение это тоже верно). В случае запросов

на сравнение автор поступил так же, за исключением тех случаев, когда класс оказалось невозможно расшифровать запросами на сравнение. А.В. Быстрыгова доказала, что такая ситуация возникает тогда и только тогда, когда класс одновременно содержит константы 0 и 1. Вместо таких классов были рассмотрены классы, полученные из этих же классов удалением константы 0.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы, включающего 45 источников. Объем диссертации - 134 страницы.

Во введении обосновывается актуальность темы, дан обзор предыдущих результатов, полученных по этой теме; описываются цель, задачи и содержание диссертации (включая результаты диссертации). В главе 1 вводятся основные понятия и обозначения, используемые далее в диссертации. Глава 2 посвящена расшифровке функций ограниченного веса запросами на значение, на сравнение, на расширенную и ограниченную эквивалентность. В главе 3 речь идет о расшифровке функций замкнутых классов решетки Поста запросами на значение. Глава 4 посвящена расшифровке функций замкнутых классов решетки Поста запросами на сравнение. Заключение перечисляет основные результаты диссертации, а также кратко рассказывает о перспективных направлениях исследований по тематике диссертации.

Полученные автором диссертации результаты является новыми и строго доказанными. Многие доказательства кажутся весьма нетривиальными (например, доказательство верхней и нижней оценок сложности расшифровки функции веса 3 запросами на сравнение). Автореферат верно отражает содержание диссертации.

Вместе с тем, есть несколько замечаний к тексту диссертации.

1. В доказательстве леммы 3 на стр. 40 переменная используется в двух разных значениях: как остаток от деления количества наборов на минимальный размер компонент связности (этот остаток равен нулю) и как количество различных размеров компонент связности.

2. В доказательстве леммы 22 на стр. 72 написано «из леммы 21 следует». Правильнее было бы написать, что при сложности расшифровки, как следует из леммы 21, будет выше, чем нижняя оценка, которая доказывается в лемме 22, поэтому далее случай можно не рассматривать.

3. В доказательстве леммы 34 на стр. 87 упоминаются покрывающая матрица типа 0 и покрывающая матрица типа 1. Такие понятия не были ранее введены, и из контекста понятно, что речь идет о почти покрывающей матрице типа 0 и почти покрывающей матрице типа 1.

4. В формулировке утверждения 7 на стр. 105 написано «справедливо неравенство», но в действительности речь идет о равенстве.

5. В формулировке леммы 62 на стр. 115 первый пункт касается класса (т.е. класса, полученного из удалением константы 0), и при доказательстве этого пункта используется лемма 59, но в лемме 59 этот класс не упомянут. По-видимому, для доказательства этого пункта можно было воспользоваться доказательством верхней оценки из утверждения 1 на стр. 85, адаптированным для запросов на сравнение.

Тем не менее, упомянутые замечания не являются существенными и не снижают ценность полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа А. В. Быстрыговой «Параметро-эффективная расшифровка булевых функций» соответствует паспорту специальности 1.1.5 - «математическая логика, алгебра, теория чисел и дискретная математика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Оформление диссертации соответствует приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

-ва

Таким образом, соискатель Быстрыгова Анастасия Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.5 - «математическая логика, алгебра, теория чисел и дискретная математика».

Город Москва, шестого декабря две тысячи двадцать второго года.

Официальный оппонент,
кандидат физико-математических наук,
ООО НКБ "НИР", старший инженер-математик

Перлер Евгений Михайлович