

# ОТЗЫВ

**официального оппонента о диссертации**

**Николаева Андрея Валерьевича**

**«Исследование полиэдральных характеристик  
задач комбинаторной оптимизации»,**

**представленной на соискание ученой степени**

**доктора физико-математических наук**

**по специальности 1.2.3 – теоретическая информатика, кибернетика**

## **Актуальность темы**

Диссертационная работа А.В. Николаева «Исследование полиэдральных характеристик задач комбинаторной оптимизации» относится к области теоретической информатики. В ее фокусе находятся классические трудные алгоритмические проблемы, среди которых задача о разрезе, задача булева квадратичного программирования, задача о 3-выполнимости и др. Трудно переоценить значение подобной тематики для развития теории сложности вычислений, а также для создания новых эффективных алгоритмов. Исследования, которые проводит автор диссертации, относятся в первую очередь к вопросам комбинаторной оптимизации – области достаточно молодой, но очень бурно развивающейся. Если говорить еще более точно, то речь идет о задачах линейного программирования и целочисленного линейного программирования. Все это суть краеугольные камни комбинаторной оптимизации, так что нет сомнений, что получение серьезных системных результатов здесь исключительно важно для всей теоретической информатики в целом и, как следствие, для ее применений в конкретных практических ситуациях.

## **Научная новизна и практическая значимость исследований**

В работе А.В. Николаева «Исследование полиэдральных характеристик задач комбинаторной оптимизации» реализован системный подход к задачам дискретной оптимизации, основанный на изучении структуры многогранников и полиэдральных графов, возникающих в связи с задачами линейного и целочисленного программирования. Благодаря этому получены значимые новые результаты в исключительно актуальной области теоретической информатики и теории алгоритмов. Среди задач, в которых удалось продвинуться автору диссертации, построение релаксаций линейного программирования для задач о разрезе, задачи булева квадратичного программирования и задачи о 3-выполнимости с дополнительными условиями; исследование структуры нецелочисленных вершин и нецелочисленных граней соответствующих релаксационных многогранников; построение линейных ограничений, отсекающих нецелочисленные грани и вершины, но сохраняющих целые решения; описание критериев смежности вершин в

полиэдральных графах многогранников комбинаторных задач; исследование диаметра и кликового числа полиэдральных графов; разработка алгоритмов поиска второго гамильтонова разложения 4-регулярного мультиграфа как достаточного условия несмежности вершин в полиэдральном графе многогранника коммивояжёра.

Хотя диссертация носит теоретический характер, ее результаты важны и для тех, кто создает алгоритмы на практике, и для тех, кто хочет глубже разобраться в границах возможностей подобных алгоритмов. Это серьезное фундаментальное исследование, многие результаты которого вполне уместно включить в университетские курсы оптимизации и дискретного анализа.

### **Обоснованность и достоверность научных положений и выводов**

Все результаты аккуратно и последовательно сформулированы, а также полно и ясно доказаны. Теоремы нетривиальны, и для их доказательства автору диссертации потребовались новые методы комбинаторного анализа, которые он с успехом разработал и применил.

### **Краткая характеристика основного содержания диссертации**

В первой главе диссертации дается общее введение в проблематику дискретной оптимизации, линейного программирования и полиэдрального подхода. Вводятся основные определения, в том числе из теории графов, многие классические проблемы которой рассматриваются в работе.

Вторая глава диссертации посвящена исследованию релаксаций линейного программирования и свойств релаксационных многогранников. В частности, получены новые результаты о разрезных многогранниках, возникающих в задаче о максимальном разрезе, о булевых квадратичных многогранниках, соответствующих проблеме булева квадратичного программирования, о метрических многогранниках, являющихся известными релаксациями разрезных многогранников и др. Отмечу, среди прочего, важное опровержение гипотезы Поляка-Тузы о том, что знаменатели всех вершин метрического многогранника растут линейно.

В третьей главе диссертации исследуются полиэдральные графы многогранников комбинаторных задач. Например, изучаются кликовые числа и диаметры графов конусных разбиений в задачах о минимальном и максимальном разрезах. Также исследованы полиэдральные графы задач об остовном дереве с некоторыми ограничениями, полиэдральные графы многогранников задач о сбалансированном и несбалансированном полных двудольных подграфах. Но самым, наверное, интересным объектом главы 3 является многогранник задачи коммивояжёра.

Четвёртая глава диссертации посвящена алгоритмам построения второго гамильтонова разложения 4-регулярного мультиграфа, в частности, поиск с возвратом, две модели целочисленного программирования, эвристика спуска с чередующимися окрестностями и ряд других.



## Заключение

В целом, диссертация А.В. Николаева «Исследование полиэдральных характеристик задач комбинаторной оптимизации» является законченным исследованием, формирующим единый подход к классическим проблемам дискретной оптимизации и дающим, тем самым, ряд важных прорывных результатов в области теоретической информатики.

С моей точки зрения, диссертация хорошо структурирована, текст написан в целом грамотно, и небольшое количество неизбежных опечаток не влияет на его читаемость.

Результаты диссертации опубликованы в 21 работе в изданиях из перечня ВАК РФ и прошли апробацию на международных и всероссийских конференциях и семинарах. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Диссертация А.В. Николаева «Исследование полиэдральных характеристик задач комбинаторной оптимизации» полностью соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Считаю, что Николаев Андрей Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.3 – теоретическая информатика, кибернетика.

Официальный оппонент:

д.ф.-м.н., проф., директор Физтех-школы  
прикладной математики и информатики

А.М. Райгородский

7.03.2024

Сведения об оппоненте:

Райгородский Андрей Михайлович

д.ф.-м.н., проф., директор Физтех-школы прикладной математики и информатики, главный научный сотрудник – заведующий лабораторией продвинутой комбинаторики и сетевых приложений, заведующий лабораторией прикладных исследований МФТИ - Сбербанк, заведующий кафедрой дискретной математики ФПМИ

ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»

141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9.

Телефон: +7-916-374-21-80

E-mail: mraigor@yandex.ru