

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертационную работу

**Хандеева Владимира Ильича**

*«Алгоритмы с оценками качества для квадратичных задач кластеризации с фиксированным центром одного из кластеров»*,  
представленную на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09.

Хандеев В.И. начал свою научно-исследовательскую работу, будучи студентом 4 курса ММФ НГУ, одновременно с началом специализации на кафедре Теоретической кибернетики и производственной практики в ИМ СО РАН. Уже во время обучения в университете им были получены первые значимые научные результаты, которые составили основу диссертации. Позже, во время обучения в аспирантуре, эти результаты были развиты и обобщены.

*Предметом* исследования диссертационной работы Хандеева В.И. являются NP-трудные в сильном смысле квадратичные задачи кластеризации (разбиения) множества и последовательности точек евклидова пространства. *Цель исследования* – изучение вопросов алгоритмической аппроксимируемости этих задач.

Исследование мотивировано слабой изученностью задач и их актуальностью для математических проблем анализа данных, распознавания и классификации, дискретной оптимизации, компьютерной геометрии, статистики, а также для естественнонаучных и технических приложений, в которых требуется обработка и классификация данных численных экспериментов или результатов наблюдения за состояниями каких-либо объектов.

*Цель диссертационной работы* – построение эффективных алгоритмов с гарантированными оценками качества (точности, трудоемкости, вероятности несрабатывания) для модифицированной задачи MSSC, в которой центр одного из кластеров фиксирован, и для вариантов модифицированной задачи, ориентированных на разбиение последовательности при дополнительных ограничениях на элементы, входящие в кластеры.

Хандеевым В.И. получены следующие результаты:

1. Для квадратичной задачи разбиения конечного множества точек евклидова пространства на два кластера при фиксированном центре одного из кластеров:

(а) построен 2-приближённый полиномиальный алгоритм для случая задачи без ограничений на мощности кластеров;

(б) предложен рандомизированный алгоритм (ориентированный на случай задачи с ограничениями на мощности кластеров), который при заданных относительной ошибке и вероятности несрабатывания для установленных значений параметров находит приближённое решение за полиномиальное время; найдены условия, при которых этот алгоритм асимптотически точен.

2. Для квадратичных евклидовых задач 2-кластеризации конечных множества и последовательности (с ограничениями на выбор элементов, входящих в

кластеры) при фиксированном центре одного из кластеров и дополнительном ограничении на мощности кластеров:

(а) построены точные алгоритмы для случая целочисленных входов задачи; при фиксированной размерности пространства алгоритмы псевдополиномиальны;

(б) показано, что для общих случаев задач не существует полностью полиномиальных приближенных схем (FPTAS), если классы P и NP не совпадают, и такие схемы построены для случая задач, в которых размерность пространства ограничена сверху константой;

3. Для квадратичной евклидовой задачи многокластерного разбиения конечной последовательности точек с ограничениями на выбор внутрикластерных элементов при фиксированном центре одного из кластеров построены 2-приближенные алгоритмы, ориентированные как на случай задачи без ограничений на мощности кластеров, так и на случай с ограничениями; алгоритмы полиномиальны при фиксированном числе кластеров.

Все защищаемые результаты получены при поддержке ряда грантов РФФИ и РФФИ. Каждый из перечисленных результатов обладает новизной, достоверен и строго обоснован. В целом, полученные в диссертации результаты приоритетны.

Содержание диссертации *полностью соответствует* паспорту специальности 01.01.09 Высшей Аттестационной Комиссии – «Дискретная математика и математическая кибернетика» по направлениям: №1 (дискретная математика), №3 (математическое программирование) и №5 (математическая теория распознавания и классификации).

Материалы диссертации в *полном объеме* опубликованы в 29 работах, из них 20 – тезисы докладов, 9 работ – в изданиях, входящих в список ВАК, в том числе 5 – в журналах, индексируемых системой цитирования Web of Science, 9 – Scopus.

Все результаты прошли успешную *апробацию* на ряде российских и международных конференций, а также на семинарах ИМ СО РАН (часть из них отмечены в качестве важнейших) и кафедры Теоретической кибернетики НГУ (часть их отмечены Премией им. А.А. Ляпунова).

В целом, диссертация Хандеева В.И. является самостоятельной и законченной научно-исследовательской работой. Защищаемые результаты по своей сути являются новыми решениями актуальных математических проблем, имеющих важное прикладное значение. Полученные результаты являются весомым вкладом, в частности, в такие области исследований как дискретная оптимизация и математические методы распознавания и классификации.

За время учебы в аспирантуре Хандеев В.И. проявил себя как исследователь, имеющий широкий кругозор, обладающий способностью и желанием к самостоятельным исследованиям. На настоящий момент Хандеев В.И. является сложившимся квалифицированным специалистом, способным самостоятельно ставить и решать научные проблемы. Считаю, что диссертационная работа соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским

диссертациям, а соискатель – Хандеев Владимир Ильич – несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09.

Научный руководитель:  
зав. лаб. анализа данных ИМ СО РАН, д.ф.-м.н.

А.В. Кельманов

11.05.2017 г.

Кельманов Александр Васильевич,  
доктор физико-математических наук,  
Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
«Институт математики им. С.Л. Соболева  
Сибирского отделения Российской академии наук»

Адрес организации:  
630090, г. Новосибирск, проспект Коптюга, 4,  
Телефон: +7(383)333-28-92  
E-mail: im@math.nsc.ru