



**Уральский
федеральный
университет**

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ)

ул. Мира, 19, Екатеринбург, 620002,
факс: +7 (343) 375-97-78; тел.: +7 (343) 374-38-84
контакт-центр: +7 (343) 375-44-44, 8-800-100-50-44 (звонок бесплатный)
e-mail: rector@urfu.ru, www.urfu.ru
ОКПО 02069208, ОГРН 1026604939855, ИНН/КПП 6660003190/667001001

18.04.2022 № 55.14-06/82
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель проректора по науке Ураль-
ского федерального университета имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина

Иванов А.О.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Моршинина Александра Владимировича
«Приближенное и точное решение различных вариантов
задачи кластеризации вершин графа»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика

Задачи кластеризации вершин графов являются адекватными и наглядными математическими моделями задач классификации взаимосвязанных объектов и задач кластеризации, в которых заданное множество объектов нужно разбить на попарно непересекающиеся множества (кластеры) только на основе информации о сходстве объектов. В задаче кластеризации вершин графа отношение сходства объектов задается при помощи графа, вершины которого взаимно однозначно соответствуют объектам, а ребра – парам похожих объектов.

В работе А.В. Моршинина исследуются различные варианты задач кластеризации вершин графов: задачи, в которых нет никаких ограничений на число и размеры кластеров, задачи с ограничениями на количество кластеров. Рассматриваются также задачи и методы кластеризации с частичным обучением.

Все рассматриваемые в работе задачи являются NP-трудными, поэтому построение алгоритмов их приближенного решения и анализ получаемых решений в наихудшем случае представляется актуальным направлением исследова-

ний. Указанные задачи привлекают интерес многочисленных специалистов как в нашей стране, так и за рубежом.

Целью диссертации является исследование различных вариантов задачи кластеризации вершин графа, разработка и анализ алгоритмов приближенного и точного решения этих задач. Поставленная цель естественна, она согласуется с современными исследованиями в области дискретной оптимизации и исследования операций, поэтому тема диссертационной работы А.В. Моршнина является **актуальной**.

Остановимся подробнее на основных результатах диссертационной работы.

В первой главе для задачи кластеризации вершин графа, в которой число кластеров не превосходит 3, предложены два полиномиальных 6-приближенных алгоритма. Первый алгоритм использует идеи известных приближенных алгоритмов для задачи с числом кластеров, не превышающим 2. Второй алгоритм основан на оригинальной идее и, в отличие от первого алгоритма, не использует процедуру локального поиска.

Во второй главе для задачи кластеризации вершин графа на два кластера разработаны процедура локального поиска и два полиномиальных приближенных алгоритма с гарантированными оценками точности. Предложены также приближенные алгоритмы с частичным обучением для нового варианта задачи кластеризации вершин графа, в котором число кластеров равно 2. Получены априорные гарантированные оценки точности этих алгоритмов.

В третьей главе предложены два метода нахождения оптимальных решений различных вариантов задачи кластеризации вершин графа. Первый основан на специальной схеме метода ветвей и границ, характерной для задач кластеризации вершин графа, второй опирается на модели целочисленного линейного программирования. На сериях случайных графов проведено сравнение среднего времени работы точных методов и экспериментальное исследование качества решений, полученных рассмотренными в работе приближенными алгоритмами.

Значимость полученных результатов для дискретной оптимизации и исследования операций состоит в следующем. Разработаны эффективные приближенные алгоритмы для ряда сложных в вычислительном плане и важных с практической точки зрения задач кластеризации на графах. Предложенные алгоритмы дают возможность получения приближенных решений хорошего качества, т.е. достаточно близкие к оптимальным решениям исследуемых задач.

Новизна и достоверность. Диссертация А.В. Моршнина представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу в актуальном направлении дискретной оптимизации и исследования операций. Все перечисленные выше результаты диссертации являются новыми. При их получении автор продемонстрировал умелое владение методами теории графов и дискретной оптимизации, способность преодолевать существенные технические трудности. Доказательства результатов изложены подробно и сомнений в их достоверности не возникает. Основные результаты прошли апробацию на научных конферен-

циях и семинарах, опубликованы в научных изданиях, в том числе опубликовано 6 статей в рецензируемых журналах и изданиях, рекомендованных ВАК. Содержание диссертации соответствует физико-математическим наукам по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика. Автореферат достаточно полно и правильно отражает ее содержание.

Диссертация написана ясным языком, немногочисленные опечатки и синтаксические погрешности не влияют на достаточно высокое качество оформления диссертации.

Приведем, тем не менее, некоторые **замечания**.

1. По всей видимости, можно использовать лемму 1.2 для доказательства более сильной гарантированной оценки точности приближенного алгоритма в теореме 1.3.

2. Не было ли попытки доказать гарантированную оценку точности алгоритма NLS_2 с однократным применением процедуры локального поиска (пусть оценка будет хуже, чем в теореме 2.2, зато трудоемкость алгоритма будет значительно меньше)?

3. В диссертации не обсуждаются вопросы достижимости гарантированных оценок точности приближенных алгоритмов.

4. В гл. 3 было бы полезно провести экспериментальное исследование на известных тестовых базах.

Указанные замечания скорее могут рассматриваться как предложения по улучшению качества полученных результатов и не снижают общего высокого уровня диссертационной работы. Полученные в ней результаты можно охарактеризовать как решение задачи, имеющей существенное значение для развития дискретной оптимизации и исследования операций.

Диссертационная работа А.В. Моршинина «Приближенное и точное решение различных вариантов задачи кластеризации вершин графа» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.01.09 – дискретная математика и математическая кибернетика, а ее автор, Моршинин Александр Владимирович безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв рассмотрен на заседании кафедры алгебры и фундаментальной информатики 13 апреля 2022 года, протокол № 4.

Заведующий кафедрой алгебры
и фундаментальной информатики,
д. ф.-м. н., профессор

М.В. Волков

Отзыв подготовил:
Профессор кафедры алгебры
и фундаментальной информатики,
д. ф.-м. н., профессор

В.А. Баранский

Баранский Виталий Анатольевич

доктор физико-математических наук, профессор,
Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина,
профессор кафедры алгебры и фундаментальной информатики,
адрес места работы: 620002, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира,
д. 19,
телефон организации: +7 (343) 375-45-07, 375-46-09, 375-97-78 (факс)
e-mail организации: rector@urfu.ru