

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию
Шангина Романа Эдуардовича
«Разработка и анализ алгоритмов решения задачи размещения графа»
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики

Диссертация Шангина Романа Эдуардовича «Разработка и анализ алгоритмов решения задачи размещения графа» соответствует специальности 05.13.17 – теоретические основы информатики.

1. Актуальность. Задачи оптимального размещения, поставленные как задачи оптимизации на сетях и графах, актуальны и с практической, и с теоретической точек зрения. Исследования, посвящённые методам решения таких задач, представляют собой активно развивающуюся область дискретного анализа, им посвящено множество работ. Работа Шангина Р.Э. посвящена дискретной задаче Вебера (далее — ДЗВ), являющейся ослабленным вариантом известной квадратичной задачи о назначениях, в котором отсутствует требование инъективности и сюръективности отображения множества вершин графа в множество позиций для размещения. В ДЗВ требуется найти оптимальное в соответствии с некоторым критерием оптимальности размещение вершин графа в конечном множестве позиций. Так как в общей своей постановке ДЗВ принадлежит классу NP-трудных задач, то целесообразными видятся исследования в следующих направлениях, которым посвящена работа Шангина Р.Э.: выделение подклассов ДЗВ, для которых возможно построение точных полиномиальных алгоритмов, построение приближенных алгоритмов с гарантированными оценками точности, построение эффективных эвристик и метаэвристик.

2. Содержание работы. Диссертация Шангина Р.Э. изложена на 117 страницах (включая таблицы и иллюстрации) и состоит из введения, четырёх глав, краткого перечня основных результатов и списка литературы.

Во **введении** даётся справка об актуальности выбранной темы диссертационной работы, сформулирована цель исследования и поставлены решаемые в ходе исследования задачи. Приведены научные положения и выводы, выносимые на защиту. Обосновывается научная новизна, практическая значимость и достоверность результатов проведённых исследований.

В **первой главе** работы проводится обзор известных постановок непрерывной задачи Вебера в терминах частично линейного программирования, а также проводится краткий обзор результатов, полученных для этих задач. Приводится формулировка дискретной задачи Вебера и обзор результатов, полученных для неё. Приведены примеры прикладных задач, для решения которых требуется решать дискретную задачу Вебера.

Во **второй главе** работы предложены точные полиномиальные алгоритмы решения дискретной задачи Вебера при ограничениях на структуры связей между размещаемыми объектами. Представленные алгоритмы реализуют подход динамического программирования к решению поставленных задач. Указаны ограничения на параметры задач, при которых дискретная задача Вебера полиномиально разрешима с помощью представленных алгоритмов. Даётся обобщение известного результата о полиномиальной разрешимости дискретной задачи Вебера для последовательно-параллельных графов. Даются оценки времени работы представленных алгоритмов и требуемых объёмов памяти.

В **третьей главе** представлены полиномиальные приближённые алгоритмы решения ДЗВ. Для приближённого алгоритма решения задачи для произвольного размещаемого графа доказывается апостериорная оценка его точности. Определены параметры, определяющие величину апостериорной оценки точности, выделены подклассы ДЗВ, для которых алгоритм

является 2-приближённым и асимптотически точным. Построена метаэвристика с апостериорной оценкой точности решения дискретной задачи Вебера, реализующая подход, использованный при построении представленного приближённого алгоритма и генетического алгоритма.

В **четвёртой главе** представлены результаты вычислительных экспериментов по анализу эффективности предложенных в диссертационной работе комбинаторных алгоритмов. Эффективность алгоритмов оценивалась как в сравнении алгоритмов между собой, так и в сравнении с коммерческим программным пакетом IBM ILOG CPLEX Optimization Studio 12.2 и известными в литературе алгоритмами. Эксперименты показывают, что представленные точные алгоритмы для k -деревьев тем менее эффективны, чем ближе значение k к числу вершин размещаемого графа, и что представленный алгоритм решения дискретной задачи Вебера для простого цикла более эффективен для задач большой и средней размерности. Производится сравнение полученных приближённых алгоритмов друг с другом.

В заключении диссертации сформулированы её основные результаты.

3. Научные результаты и их новизна.

В работе получены новые теоретические результаты для ДЗВ и разработаны новые алгоритмы её решения. Среди полученных результатов можно выделить следующие.

1. Доказано, что ДЗВ полиномиально разрешима на классах графов с фиксированным параметром ленточной ширины и древовидной ширины. Разработаны новые эффективные алгоритмы точного решения ДЗВ на данных классах графов.

2. Разработан новый полиномиальный приближённый алгоритм решения ДЗВ. Доказана его апостериорная оценка точности для случая произвольного графа. Доказаны гарантированные априорные и асимптотические оценки точности предложенного алгоритма для некоторых подклассов задачи.

3. Построена метаэвристика с апостериорной оценкой точности решения ДЗВ для случая произвольного графа, сочетающая идеи предложенного приближённого алгоритма и генетического алгоритма.

Предложенные методы являются оригинальными и нацелены на решение актуальных задач дискретного анализа и прикладных задач.

4. Достоверность и обоснованность результатов основывается на использовании строгих математических методов при разработке алгоритмов и подтверждается сопоставлением полученных результатов численных экспериментов с результатами теоретическими, а также сравнением с результатами, полученными для одних и тех же задач с помощью разных методов.

5. Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта.

В работе представлены как алгоритмы — точные и приближённые, которые могут быть успешно применены для решения ДЗВ с указанными в работе ограничениями на параметры этих задач, так и теоретически значимые результаты, а именно доказана полиномиальная разрешимость ДЗВ для классов с ограниченными значениями ленточной и древовидной ширины, доказаны апостериорные и асимптотические оценки точности для построенных приближённых алгоритмов. Построенные алгоритмы, как точные, так и приближённые, при заданных ограничениях на параметры ДЗВ являются более эффективными чем известные алгоритмы, реализованные в коммерческом программном пакете IBM ILOG CPLEX, и могут быть рекомендованы для использования на практике.

6. Соответствие автореферата содержанию диссертации. Автореферат диссертации соответствует её содержанию.

7. Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати. Результаты диссертационной работы опубликованы в семи научных статьях в журналах, входящих в перечень ВАК, в восьми статьях в различных журналах, сборниках и материалах конференций. Общее число публикаций — шестнадцать. Зарегистрирована одна программа для ЭВМ.

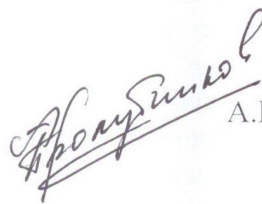
8. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации.

В целом, не считая небольших неточностей в оформлении, серьёзных замечаний к работе нет. Однако, в работе не указаны примеры прикладных задач, которые приводили бы к ДЗВ для графов специального вида, рассмотренным в работе — k -деревьям, графам с ограниченной древовидной шириной, k -цепям, графам с ограниченной ленточной шириной, простым циклам. Несмотря на то, что представленные алгоритмы продемонстрировали свою эффективность в ходе проведённых вычислительных экспериментов, область их применения как алгоритмов, нацеленных на решение практических задач, в которой эти алгоритмы могли бы иметь преимущество перед другими алгоритмами решения ДЗВ, не обозначена.

9. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям. Сделанные замечания не изменяют общей положительной оценки диссертационной работы Шангина Р.Э., являющейся завершённым научным исследованием, выполненным на высоком научном уровне. Учитывая актуальность тематики, новизну и практическое значение полученных результатов, считаю, что диссертация «Разработка и анализ алгоритмов размещения графа» удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук, а её автор Роман Эдудардович Шангин заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 — теоретические основы информатики.

Отзыв составлен доцентом кафедры программного обеспечения и защиты информации Омского государственного университета им. Ф.М. Достоевского к.ф.-м.н. Пролубниковым Александром Вячеславовичем.

К.ф.-м.н, доцент кафедры программного
обеспечения и защиты информации
Омского государственного университета
им. Ф.М. Достоевского



А.В. Пролубников

7 сентября 2015 г.

Подпись А.В. Пролубникова удостоверяю:

Учёный секретарь Учёного совета
Омского государственного университета
им. Ф.М. Достоевского



 Л.И. Ковалевская

Адрес: 644077, Омск, пр. Мира 55А, Омский государственный университет
им. Ф.М. Достоевского
Тел.: +7 (3812) 627-701
E-mail: a.v.prolubnikov@mail.ru