

## О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы УШАКОВА Антона Владимировича "Нелинейное обобщение задачи о  $p$ -медиане и пороговая робастность допустимых решений в дискретных задачах размещения", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01–системный анализ, управление и обработка информации (в технике, экологии и экономике)

Диссертационная работа посвящена исследованию некоторых нелинейных обобщений известных дискретных задач размещения, а также разработке методов поиска решений, в том числе с использованием подходов в области параллельных вычислений. Несмотря на высокую сложность, в настоящее время классические модели дискретных задач размещения считаются достаточно хорошо изученными. В связи с этим в последние годы получили популярность разнообразные модифицированные модели, позволяющие более точно отражать реальные экономические процессы и поведение клиентов. Исследуемые в диссертационной работе нелинейные варианты задачи о  $p$ -медиане, а также задачи размещения без ограничения на мощность производства, во многом мотивированы подобного рода предположениями, поэтому актуальность исследований не вызывает сомнений.

Основная часть работы посвящена разработке и обоснованию методов поиска решений в представленных нелинейных задачах размещения.

Для нелинейного варианта задачи о  $p$ -медиане исследованы два вида так называемых релаксаций Лагранжа, с использованием которых разработан алгоритм, основанный на поиске последовательностей нижних и верхних оценок оптимального значения задачи.

В то же время для поиска решений в дискретных задачах размещения с дополнительным критерием на робастность решения разработан специальный вариант известного в области многокритериальной оптимизации метода главного критерия.

Основной интерес у автора отзыва вызвала модификация техники Лагранжевых релаксаций, примененные в работе. Как известно, это популярный способ получения нижних оценок в задачах дискретной оптимизации, сводящийся в основном к максимизации оценочной функции от двойственных переменных, с помощью которых избавляются от "неудобных" ограничений. Теоретически, это весьма привлекательный подход, однако на пути его применения встречаются множество препятствий, связанных как с проблемами вычисления оценочной функции, так и с ее минимизацией. В этом плане задача о  $p$ -медиане представляет собой достаточно удобный объект, так как сложные ограничения (единственность прикрепления и фиксация количества центров) легко дуализируются и порождают линейную задачу булевого программирования в значительной степени напоминающей задачу о назначениях. В итоге сама эта задача достаточно легко декомпозируется на схему прикреплений и выбор оптимального числа центров (10, стр. 10).

Все это весьма привлекательно, однако из реферата неясно, как обходится одна из основных проблем обратного перехода от двойственных переменных к прямым. Такая проблема иллюстрируется простейшим примером  $\min x, x \in \{-1, 1\}, x \geq 0$ . При дуализации ограни-

чения  $x \geq 0$  в обозначениях работы возникает оценочная функция

$$\theta(\lambda) = \min_{x \in \{-1,1\}} x(1 - \lambda) = -|1 - \lambda|.$$

Для оптимального  $\lambda^* = 1$  задача

$$\min_{x \in \{-1,1\}} x(1 - \lambda^*) = \min_{x \in \{-1,1\}} 0x$$

и как  $x = 1$  (правильно), так и  $x = -1$  (неправильно) являются ее решениями. В этих условиях отбор правильного решения сводится к перебору, что при больших размерностях может вызвать проблемы. Аналогичные вопросы возникают при чтении и основного текста диссертации (стр. 30, 75).

Ряд вопросов возникает и по деталям применения субградиентного метода (точнее, субградиентной эвристики), поскольку сходимость используемого алгоритма не доказана. К сожалению в автореферате не приводятся детальные данные по сходимости субградиентной эвристики и о применяемых критериях останова, гарантирующий по крайней мере хоть какое-то выполнение условий оптимальности. Слов нет, это весьма проблемная область негладкой оптимизации, однако об этом необходимо задумываться.

Тем не менее, несмотря на указанные недостатки, автор этого отзыва оценивает результаты диссертации, насколько можно судить по автореферату, как весьма полезные и содержательные. Несомненно, они вносят определенный и существенный вклад в развитие практических методов решения дискретных задач размещения большой размерности.

Результаты работы опубликованы в пяти статьях в журналах из перечня ВАК, автор диссертации регулярно представлял их на отечественных и зарубежных конференциях высокого уровня.

Исходя из сказанного, полагаю, что диссертационная работа А.В. Ушакова "Нелинейное обобщение задачи о  $p$ -медиане и пороговая робастность допустимых решений в дискретных задачах размещения", представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.01–системный анализ, управление и обработка информации (в технике, экологии и экономике), представляет собой законченное современное и актуальное исследование и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к работам, представляемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени.

Доктор физ.-мат. наук, профессор  
ведущий научный сотрудник Дальневосточного федерального университета

Е.А. Нурминский

20 ноября 2016 г.

ДВФУ: Россия, 690950, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.

Подпись	Е.А. Нурминский
Удостоверяю	Начальник отдела кадрового делопроизводства
ДВФУ	20 11 2016 г.