



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского государственного
морского технического университета
(СПбГМТУ),
д.т.н, доцент Д. В. Никущенко

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Сорокина Владимира Николаевича «Разработка методов и алгоритмов решения многомерных минимаксных задач тропической оптимизации», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – Вычислительная математика

Основные результаты исследования и их новизна

Диссертационная работа Сорокина В. Н. посвящена вопросам развития вычислительных методов решения и разработки приложений задач оптимизации, сформулированных в терминах тропической математики. Начало исследованиям в области тропической (идемпотентной) математики, которая изучает алгебраические системы с идемпотентным сложением, было положено в 1960-х годах в трудах Н. Н. Воробьева, И. В. Романовского и других авторов. В настоящее время это направление активно развивается в работах научной школы акад. В. П. Маслова, а также в работах ряда других российских и зарубежных специалистов.

Разработка вычислительных методов и алгоритмов решения задач оптимизации функций, заданных на векторах над идемпотентными полукольцами, составляет важное направление тропической математики, которое находит большое число приложений при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем. Решение многих задач тропической оптимизации опирается на использование методов и результатов идемпотентной линейной алгебры, включая методы решения линейных векторных уравнений и неравенств, результаты спектральной теории матриц и др. С помощью такого подхода нередко удается получить все решения задачи в явном виде в

параметризованной форме, которая оказывается удобной для аналитического исследования множества решений и для построения эффективных конечношаговых вычислительных схем.

Таким образом, диссертационная работа Сорокина В. Н., направленная на дальнейшее развитие теории и вычислительных методов тропической оптимизации, а также их применение для решения важных прикладных задач, представляется весьма актуальной.

Основные результаты работы являются новыми и состоят в следующем.

1. Разработан метод решения задачи тропической оптимизации с псевдоквадратичной целевой функцией и линейными ограничениями на основе сведения задачи к системе параметризованных неравенств. Построен алгоритм полиномиальной сложности для нахождения всех решений в параметрической форме, которая обеспечивает прямое вычисление решений с использованием фиксированного числа матрично-векторных операций.

2. Построена математическая модель планирования мероприятий по ликвидации чрезвычайной ситуации, которая представлена в виде задачи минимизации псевдоквадратичной функции с линейными ограничениями и решена с использованием разработанного выше численного метода.

3. Разработан вычислительный метод, который использует технику разреженных матриц для нахождения множества всех решений задачи тропической оптимизации, возникающей в связи с проблемой наилучшего приближения в метрике Чебышева. Предложен конечношаговый алгоритм получения всех решений в параметрической форме для вычисления решений задачи за фиксированное число матрично-векторных операций.

4. Предложен вычислительный метод решения векторного неравенства, которое задает ограничения в задачах тропической оптимизации, и проведено экспериментальное исследование эффективности метода.

Результаты диссертационной работы получены автором самостоятельно или при его определяющем участии. Достоверность

результатов подтверждается представленными в работе доказательствами, численными примерами и графическими иллюстрациями.

Значимость результатов для науки и производства

В диссертации на основе применения и дальнейшего развития теории и аналитического аппарата тропической математики разработаны новые методы и вычислительные процедуры решения задач тропической оптимизации. Полученные результаты обеспечивают теоретическую основу и инструментальные средства для разработки эффективных вычислительных алгоритмов решения практических задач в различных областях техники, экономики и управления, а также программной реализации таких алгоритмов для последовательных и параллельных вычислительных систем.

Исследования по теме диссертации проводились в рамках научных проектов, поддержанных научными фондами РФФИ и РГНФ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов работы

Предложенные в работе методы и вычислительные алгоритмы решения задач тропической оптимизации будут полезны при решении многих прикладных задач, возникающих при математическом моделировании естественнонаучных и научно-технических проблем, включая задачи сетевого планирования, размещения объектов и принятия решений. Разработанные программные средства могут быть использованы при численном решении перечисленных выше и других прикладных задач.

Результаты диссертационной работы найдут применение в научной и учебной работе в исследовательских и учебных учреждениях, включая Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Московский государственный университет, Санкт-Петербургский государственный университет, Липецкий государственный технический университет, Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН и др.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Во введении на стр. 14 при описании результатов главы 3 не понятно о каких семействах решений задачи, которые могут содержаться в других семействах решений идет речь. Автор, по-видимому, имел в виду подмножества семейства решений, которые могут содержаться в других подмножествах. См. также текст в первом абзаце подраздела «Процедуры построения полного решения» на стр. 65.

2. На стр. 25 при использовании леммы 1 для решения неравенств следовало бы пояснить, почему условие этой леммы (регулярность матрицы) оказывается выполненным. См. также применение леммы на стр. 27.

3. На стр. 30 указано, что для полученного в работе решения в явном виде можно точно определить число операций, необходимых для его вычисления, а не ограничиваться оценкой сложности вычислений. Однако затем приводится только оценка вычислительной сложности решений, а число операций не подсчитывается. Не вполне ясно, как получена оценка 2^n для порядка общего числа слагаемых матричных сумм.

4. В численном примере решения двумерной задачи с ограничениями на стр. 38 получен результат, в котором у матрицы, генерирующей множество решений, оба столбца являются коллинеарными в тропическом смысле. В этом случае параметрическую запись решения следовало бы упростить, оставив один столбец и сократив число параметров до одного (о возможности такого упрощения свидетельствует также приведенная на рис. 1.4. графическая иллюстрация решения в виде отрезка прямой).

5. При формулировке леммы 3 на стр. 45 одновременно используются обозначения обычного и тропического нулей. Представляется, что в контексте рассматриваемой прикладной задачи условие, в котором используется тропический нуль, будет всегда выполнено, и его из формулировки утверждения можно исключить. Кроме того, ссылка в формулировке на задачу (2.6) является ошибочной. Должна быть указана ссылка (2.7).

6. На стр. 45 в начале подраздела «2.3 Численный пример» упоминается «следствие 3», которое отсутствует в тексте. По-видимому, имеется ввиду «лемма 3». Аналогично, на стр. 46 вместо «следствия 2.6» должна быть также указана «лемма 3».

7. На стр. 56 указана ошибочная ссылка на лемму 1.4, которая в тексте отсутствует. См. также ссылку на лемму 1.4 на стр. 67.

8. Описание на стр. 68 алгоритма 1 (для которого почему-то использован латинский заголовок Algorithm 1) слишком схематичное и не содержит многих деталей, необходимых для полного понимания его работы.

9. При описании выпуклого конуса и его граней на стр. 76 не ясно, о какой гиперплоскости (в обычном или тропическом смысле) говорится. Не вполне ясно, что понимается под $1/2^k$ частью пространства или гиперплоскости.

Перечисленные замечания, однако, носят редакционный характер и не снижают ценности проведенного исследования.

Общая оценка диссертации

В целом диссертация Сорокина В. Н. представляет собой завершённую научно-квалификационную работу. Совокупность научных и практических результатов, представленных в диссертации, можно рассматривать как решение актуальной задачи разработки и исследования новых вычислительных методов решения задач тропической оптимизации, а также их практического применения в решении практических задач планирования и управления. Диссертация соответствует критериям п. 9 (абзац 2) раздела II Положения о порядке присуждения ученых степеней, а также пп. 1, 2, 4 паспорта научной специальности 01.10.07 – Вычислительная математика.

Оформление диссертации соответствует требованиям, установленным Минобрнауки России. Основные научные результаты работы опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, и в других изданиях. Результаты апробированы на международных научных конференциях. Автореферат вполне отражает содержание диссертации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация «Разработка методов и алгоритмов решения многомерных минимаксных задач тропической оптимизации» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих значение для развития теории и вычислительных методов тропической оптимизации и их приложений, удовлетворяет п. 9 (абзац 2) раздела II Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор, Сорокин Владимир Николаевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – вычислительная математика.

Отзыв составлен доктором технических наук, доцентом, заведующим кафедрой гидроаэромеханики и морской акустики И. В. Ткаченко доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры прикладной математики и математического моделирования, В. Б. Хазановым.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден на объединенном заседании кафедры гидроаэромеханики и морской акустики и кафедры прикладной математики и математического моделирования Санкт-Петербургского государственного морского технического университета 17 апреля 2018 года, протокол № 9 – 2017/18.

Заведующий кафедрой гидроаэромеханики
и морской акустики
Санкт-Петербургского государственного
морского технического университета (СПбГМТУ),
д.т.н, доцент

 И. В. Ткаченко

Профессор кафедры прикладной математики
и математического моделирования
Санкт-Петербургского государственного
морского технического университета (СПбГМТУ),
д.ф.-м.н, доцент



В. Б. Хазанов

190121, Санкт-Петербург, ул. Лоцманская, 3
телефон +7(812) 714-07-61; факс +7(812) 713-81-09
e-mail: office@smtu.ru