

Отзыв
официального оппонента Ерохина Владимира Ивановича 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

Рецензируемая диссертационная работа посвящена разработке теории и методов численного решения задач тропической оптимизации, а также реализации указанных методов в практическом решении задач сетевого планирования, принятия решений, оптимального размещения объектов. **Актуальность** работы обусловлена рядом причин: востребованностью эффективных методов и численных алгоритмов в практических приложениях, большим (и до конца ещё не раскрытым) потенциалом, которым в принципе обладают методы тропической оптимизации и в то же время наличием ряда нерешённых теоретических и алгоритмических проблем теории и методов тропической оптимизации. **Практическая значимость** исследования в силу широкого распространения упомянутых выше задач сетевого планирования, принятия решений, оптимального размещения объектов и им подобных достаточно очевидна. **Теоретическая значимость** результатов диссертации определяется теоретической значимостью *одного из основных результатов тропической оптимизации* как таковой, а именно, возможностью в явном конструктивном виде получать параметрические семейства, описывающие все возможные оптимальные решения исследуемых задач. **Новизной** обладают следующие результаты:

- достаточные условия существования решения, минимальное значение целевой функции и вид параметрического семейства решений задачи поиска минимума псевдоквадратичной функции при наличии ограничений в виде системы линейных неравенств (в тропической арифметике);
- алгоритм построения параметрического семейства решений указанной выше задачи и теоретическая оценка его трудоёмкости (оказавшаяся полиномиальной);
- формализация в виде задачи поиска минимума псевдоквадратичной функции при наличии ограничений задачи сетевого планирования специального вида (с ограничениями на моменты начала и окончания работ, а также на их продолжительность) и численное построение параметрического семейства её решений с помощью упомянутого выше алгоритма;
- достаточные условия существования решения и вид параметрического семейства решений задачи псевдочebyшеской аппроксимации в тропическом векторном пространстве;
- алгоритм построения параметрического семейства решений указанной выше задачи;
- метод и алгоритм построения всех решений векторного неравенства (в тропической арифметике).

Достоверность результатов диссертации обеспечена корректным использованием аппарата классической и тропической линейной алгебры, классической и тропической теорией линейных неравенств, а также методов тропической оптимизации, и подтверждена вычислительными экспериментами.

Замечания:

1. В тексте диссертации соискатель предваряет выполненные им в тропической арифметике теоретические выкладки и доказательства достаточно подробным описанием операций над скалярами в идемпотентном полуполе, а затем на этой основе строит тропическую алгебру матриц, охватывающую также бинарные операции сложения и умножения операндов, имеющих разную размерность (скаляров, векторов, матриц).

Однако диссертация содержит также нетривиальные выкладки с тропическими системами линейных неравенств (см., например, доказательство Теоремы 4), не сопровождаемые какими-то ни было комментариями. Например, левая часть неравенства-следствия получается перемножением левых частей неравенств системы, правая часть неравенства-следствия – соответственно перемножением правых частей неравенств системы.

В диссертации следовало бы привести необходимые сведения о способах эквивалентных преобразований тропических систем линейных неравенств и способах получения следствий.

2. Тематика диссертационной работы и характер решаемых или упоминающихся в ней прикладных оптимизационных задач (задачи сетевого планирования, оптимального размещения, принятия решений) и оптимизационных задач общего характера (задачи линейного программирования) предполагает более широкую апробацию работы, чем та, которая в действительности имела место. Так, конференция «Mathematical Modeling» (Borovets, Bulgaria – 2017) является широкопрофильной и не сфокусированной на вопросах оптимизации, конференция «Теоретические и прикладные вопросы комплексной безопасности» – в большей степени прикладная, чем математическая и т.д. Между тем, результаты диссертационной работы следовало бы обсудить как со специалистами в области дискретной оптимизации (оптимизации на графах), так и со специалистами в области математического программирования. Среди большого количества периодических отечественных конференций, на которых стоило бы заслушать результаты данной диссертационной работы, в качестве примера (не претендующего на полноту) можно указать Московскую международную конференцию по исследованию операций (ВЦ РАН – ВМиК МГУ), конференции «Математическое программирование и приложения» (ИММ УрО РАН), «Дискретная оптимизация и исследование операций» (ИМ СО РАН), «Байкальская международная школа семинар «Методы оптимизации и их приложения» (ИСЭМ СО РАН).

3. В диссертационной работе недостаточно чётко прослеживается логическая связь между материалами первой и второй главы с одной стороны, и материалом третьей и четвертой глав – с другой. Так, текст первой и второй глав представляет собой выстроенный в строгой логической последовательности материал, содержащий необходимые определения, выкладки, доказательства и последовательность вспомогательных задач, подводящих к главному теоретическому результату – теореме о достаточных условиях существования и виде решения задачи поиска минимума псевдо-квадратичной функции при наличии ограничений в виде системы линейных неравенств (в тропической арифметике), и завершающийся иллюстрацией – формализацией и доведением до численного ответа задачи из класса задач сетевого планирования. В то же время, рассматриваемая в третьей главе задача «псевдочebyшевской аппроксимации в тропическом векторном пространстве» и рассматриваемый в четвертой главе «метод построения множества всех решений тропического векторного неравенства» выглядят как независимые математические этюды. Выкладки в каждой из указанных глав замкнуты и самодостаточны, теоретические результаты других глав в них не используются.

4. Выбранный для программной реализации предложенных в диссертации методов и алгоритмов язык программирования R имеет специфический синтаксис и является малораспространённым в среде специалистов, занимающихся задачами сетевого планирования, оптимального размещения, принятия решений, общими вопросами математического программирования и дискретной оптимизации, что, несомненно, затруднит практическое применение указанных методов и алгоритмов.

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы.

В целом диссертационная работа Сорокина В.Н. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на высоком уровне. Теоретические результаты являются новыми и оригинальными. Личный вклад автора не вызывает сомнений. Основные результаты работы апробированы на двух международных конференциях, а

также опубликованы в пяти печатных работах, в том числе в двух статьях, вышедших в журналах из списка ВАК. Автореферат полно отражает содержание диссертации. Оформление диссертации соответствует общепринятым математическим стандартам.

Заключение. Диссертационная работа Сорокина В.Н. «Разработка методов и алгоритмов решения многомерных минимаксных задач тропической оптимизации» удовлетворяет всем необходимым требованиям, предъявляемым Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Её автор, Сорокин В.Н., заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 01.01.07 – вычислительная математика.

Официальный оппонент
доктор физико-математических наук,
профессор,
старший научный сотрудник
Военно-космической академии
имени А.Ф. Можайского

29 мая 2018 г.

Ерохин В.И.

Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»

Адрес: 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Ждановская, д. 13
Телефон: +7 (812) 230-28-15
e-mail: vka@mil.ru

Подпись доктора физико-математических наук, профессора Ерохина Владимира Ивановича заверяю.

Врио начальник отдела кадров

29 мая 2018 г.



Забелинская Е.А.