

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Сорокина Владимира Николаевича

«РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ РЕШЕНИЯ МНОГОМЕРНЫХ МИНИМАКСНЫХ ЗАДАЧ ТРОПИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ»,

представленной на соискание учёной кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – вычислительная математика

Диссертационная работа Сорокина В. Н. посвящена вопросам дальнейшего развития тропической алгебры, которая представляет собой быстро развивающийся раздел прикладной математики, изучающий полукольца с идемпотентным сложением. Начало исследованиям в области тропической математики было положено в работах российских (советских) авторов, включая работы Н. Н. Воробьева и И. В. Романовского. Значительный вклад в разработку теории и приложений тропической математики был внесен академиком В. П. Масловым и его сотрудниками, а затем другими (преимущественно зарубежными) исследователями. В настоящее время в России этот раздел активно развивается в работах А. Э. Гутермана, Е. М. Вечтомова, Н. К. Кривулина и других авторов.

Существующие в современной литературе результаты в основном касаются аддитивно-идемпотентных $(\max,+)$ - и $(\min,+)$ -алгебр, получающихся из поля вещественных чисел предельным логарифмическим вырождением, называемым деквантованием. В тропических полуполях по сравнению с полем действительных чисел недостает операции вычитания, из-за чего все, даже самые простые численные методы, либо не переносятся на случай тропических полуполей, либо нуждаются в значительной переработке, требующей от исследователей порой больших усилий и по-настоящему творческой работы.

Существует несколько основных причин для объяснения возросшего интереса к математическим моделям в таких «обедненных» алгебрах. В первую очередь, тропическая математика является эффективным инструментом линеаризации, позволяющим во многих практически важных случаях нелинейные в обычном смысле задачи сводить к линейным в терминах тропического полуполя простой заменой операций. Это создает предпосылки для применения к полученным линеаризованным задачам обширного аппарата линейной алгебры, расширяя тем самым число доступных для решения методов. Наряду с этим, появляется возможность обеспечить высокую скорость решения линеаризованных задач в параллельных и распределенных системах за счет адаптации вычислительных алгоритмов и программных средств линейной алгебры для таких классов вычислительных систем. Кроме того, тропическая математика предоставляет исследователю естественный язык обработки и анализа нелинейных и негладких функциональных зависимостей, для исследования которых традиционные методы могут не подходить. Наконец, во многих случаях использование тропической математики позволяет получать решения в явной аналитической форме, упрощающей анализ и интерпретацию результатов, а также выбор эффективных численных методов решения.

По этому пути и идет автор, который развивает в своей диссертационной работе аппарат тропической математики и разрабатывает на его основе новые классы численных методов, что представляется весьма актуальным. Предлагаются новые аналитические решения задач тропической псевдоквадратичной оптимизации, а также чебышевской и псевдочебышевской аппроксимации, которые дополняют и расширяют существующие методы решения задач тропической оптимизации, возникающих в различных прикладных областях, включая задачи сетевого планирования, размещения и принятия решений. Разработанные методы применяются для решения практически важной задачи планирования мероприятий по устранению последствий чрезвычайных ситуаций, что демонстрирует актуальность и практическую направленность диссертационного исследования.

Диссертация, объемом 123 страницы, включает введение, четыре главы, заключение и три приложения. Список использованных источников содержит 103 наименования.

Основные результаты работы являются новыми и состоят в следующем.

1. Полностью решена задача тропической оптимизации с псевдоквадратичной целевой функцией и линейными ограничениями; решение получено в явном виде в аналитической матрично-векторной форме.
2. Разработан точный конечношаговый численный метод построения решения этой задачи с полиномиальной по размерности задачи сложностью, где все шаги представляют собой выполнение простых матрично-векторных операций.
3. Представлена математическая модель задачи сетевого планирования мероприятий по ликвидации чрезвычайной ситуации, которая решается путем применения разработанного численного метода.
4. Решена задача псевдочебышевской аппроксимации в тропическом векторном пространстве с использованием разрежения матрицы задачи. Разработан точный численный метод нахождения всех решений, а также процедуры, позволяющие уменьшить вычислительную сложность этого метода. Предложен конечношаговый алгоритм, который используется для построения общего решения, представленного в компактной векторной форме.
5. Получены результаты исследования линейного векторного неравенства, построена схема нахождения множества всех решений неравенства. Предложены варианты использования схемы в задачах оптимизации в случаях, когда присутствуют ограничения на множество допустимых значений в форме рассматриваемого неравенства.

Результаты получены автором самостоятельно. Достоверность результатов подтверждается представленными в работе доказательствами, численными примерами и графическими иллюстрациями.

По диссертации и автореферату имеются следующие замечания.

1. В диссертации и автореферате утверждается, что задача оптимизации с псевдоквадратичной целевой функцией «решена полностью». Отсюда следует, что вне работ автора существуют частичные решения. Однако из текста не удается установить где

именно проходит граница между тем, что сделано с участием автора и его научного руководителя, а что – без.

2. Некоторые понятия (например, псевдоквадратичная, чебышевская и псевдочебышевская оптимизация) вводятся номинально, без объяснения истинной сущности понятий и их связей с традиционной квадратичной и чебышевской оптимизацией в поле действительных чисел.

3. В численных методах и доказательствах используется прием принудительного огрубления исходных данных, в результате которого некоторые элементы матриц обнуляются, а сами матрицы превращаются в разреженные. При этом не сказано, приводит ли такой прием к потере точности моделей и насколько разреженными являются эти матрицы, например, в процентном соотношении? Вдобавок, феномен разреженности всегда влияет на используемые структуры данных для представления векторов и матриц. Подобный вопрос эффективного представления разреженных матриц также не нашел отражения в работе.

4. Одним из важных приложений является «решение задачи ликвидатора, заключающегося в составлении плана работ по ликвидации чрезвычайных ситуаций». Приведенной излишне конкретной формулировкой автор необоснованно сужает область применения предлагаемых моделей и методов. В то время как в работах по физико-математическим дисциплинам в вопросах приложений, напротив, следует сохранять максимальную широту охвата для увеличения потенциальной полезности результатов. А если формулировка про «радиоактивное заражение» настолько конкретна, то возникает вопрос, где акт внедрения и мнение профильных организаций по поводу адекватности результатов работы?

5. В работе утверждается, что предлагаемые модели и методы имеют потенциально высокую эффективность при работе в параллельных и распределенных системах, однако для реализации используется пакет «R Software», самый медленный из известных программных продуктов, в котором отсутствуют встроенные инструменты для параллельного и распределенного программирования. В тексте работы не приведены какие-либо результаты решения задач на компьютере, а также сравнение теоретических и практических оценок сложности на основе вычислительных экспериментов.

6. В автореферате утверждается, что численный метод имеет полиномиальную сложность, но не указано, какую именно, а также какой была бы эта сложность при алгоритмическом решении без применения методов тропической алгебры?

Приведенные недостатки вполне устранимы, замечания не касаются основного математического содержания диссертации, поэтому все это не снижает существенным образом ценности проделанной работы в целом и полученных в ней результатов, что позволяет дать общую положительную оценку результатов исследования.

Подводя итог, необходимо констатировать, что диссертационная работа Сорокина В. Н. представляет собой законченное научное исследование, написана четким языком, изложение ясное и последовательное. В работе получены новые научные результаты, соответствующие цели и задачам исследования, позволяющие квалифицировать их как вклад в решение вычислительных задач тропической математики, которые имеют приложения к задачам планирования в различных областях науки. Все основные результаты диссертации изложены подробно и с необходимыми доказательствами, что не вызывает сомнения в их справедливости. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Материалы диссертации достаточно полно изложены в научной печати, включая публикации в журнале, входящем в перечень ВАК на момент публикации.

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Сорокина В. Н. «Разработка методов и алгоритмов решения многомерных минимаксных задач тропической оптимизации» полностью удовлетворяет требования ВАК, установленным Положением «О порядке присуждения ученых степеней» и предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.07 – вычислительная математика, а ее автор Сорокин Владимир Николаевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата наук.

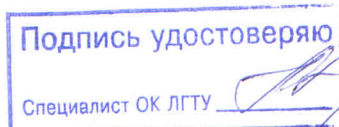
Официальный оппонент,
доцент кафедры прикладной математики ФГБОУ
ВО «Липецкий государственный технический
университет», кандидат физико-математических
наук (05.13.18 – математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ)

 Дмитрий Александрович Николаев

Сведения об организации:

398600, Липецкая обл., г. Липецк, ул. Московская, д. 30, тел. 8-4742-32-81-35,

<http://www.stu.lipetsk.ru/>



Липецк №
29.09.2018