

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Хазанова Владимира Борисовича на диссертацию Губанова Сергея Александровича на тему: «Решение минимаксных задач оптимального планирования проектов с использованием методов идемпотентной алгебры», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Актуальность работы

В диссертационной работе С. А. Губанова разрабатываются новые модели и методы решения задач оптимального планирования сроков выполнения проектов на основе дальнейшего развития аналитических методов и вычислительных процедур тропической алгебры. Тропическая математика (идемпотентная алгебра), которая изучает теорию и приложения алгебраических систем с идемпотентными операциями, находит применения для решения многих задач науки и техники, включая задачи временного планирования в управлении проектами.

В работе рассматриваются задачи планирования для проекта, состоящего из набора операций, которые могут осуществляться параллельно при условии выполнения заданных ограничений на время начала и завершения каждой операции. Задача планирования заключается в определении сроков начала и завершения каждой операции, которые обеспечивают минимальное (максимальное) значение некоторого критерия оптимальности плана. Известно, что такие задачи могут быть сформулированы и численно решены как задачи линейного программирования при использовании одного из известных итерационных алгоритмов (симплекс алгоритм, алгоритм Кармаркара). Такой подход оказывается недостаточным, когда требуется найти прямое аналитическое решение задачи, которое позволяет формально описывать и исследовать множество решений задачи и проводить численные расчеты с невысокой вычислительной сложностью.

Для аналитического решения рассматриваемых задач планирования может использоваться подход на основе представления, как задачи, так и ее решения в терминах идемпотентной алгебры (задачи тропической оптимизации). Такой подход применялся в работах Н. К. Кривулина и других авторов при решении ряда задач планирования с различными наборами ограничений и критериями оптимальности. Дальнейшее развитие указанного подхода для решения задач с более полным набором ограничений и новыми критериями оптимальности плана представляет несомненный интерес. Поэтому тема диссертационной работы, направленной на дальнейшую разработку моделей и методов тропической оптимизации и их применение для представления и решения ранее не изученных задач временного планирования проектов, является весьма актуальной.

Основные результаты работы

Основные результаты диссертационного исследования заключаются в развитии моделей и методов идемпотентной алгебры и оптимального планирования, а также разработке на их основе программных средств и практических приложений. Основные результаты являются новыми и состоят в следующем.

1. Построены новые модели минимаксных задач временного планирования сроков выполнения проектов. Ограничения задачи включают заданные минимальные допустимые временные интервалы между началом или завершением операций, а также верхние и нижние границы для времени начала (завершения) операций проекта. Критерии

оптимальности определяются как общая продолжительность проекта, максимальное отклонение от директивных сроков завершения операций, максимальный (минимальный) разброс времени начала (завершения) операций проекта.

2. Задачи временного планирования сформулированы как задачи тропической оптимизации. Разработаны методы решения задач тропической оптимизации и получены аналитические решения в параметрическом виде в компактной векторной форме. Построены оценки вычислительной сложности нахождения численных решений.

3. Разработаны вычислительные процедуры решения задач тропической оптимизации и выполнена их программная реализация в виде библиотеки классов на языке C++. Разработаны приложения полученных результатов для решения задач оптимального планирования медицинских мероприятий в здравоохранении.

Достоверность и обоснованность результатов

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждают: корректность математических выкладок и строгие доказательства формальных утверждений; поддержка исследований научными фондами РФФИ и РГНФ; апробация полученных результатов на научных конференциях и семинарах. По теме диссертационной работы имеется достаточное число публикаций соискателя в научных журналах, индексируемых в библиографических базах данных Web of Science и Scopus. Предложенные модели и методы реализованы в виде комплекса программных средств, корректность работы которых подтверждена результатами численных экспериментов.

Теоретическая и практическая значимость работы

Разработанные в рамках диссертационного исследования методы решения задач тропической оптимизации представляют интерес для развития теории и приложений идемпотентной алгебры. Предложенные модели и методы решения задач временного планирования вносят вклад в разработку теоретических основ решения задач управления проектами.

Практическую значимость исследования определяет разработка новых вычислительных алгоритмов решения задач тропической оптимизации и планирования, а также программная реализация указанных алгоритмов. Важным для практики результатом является использование полученных результатов для решения прикладных задач планирования медицинских и спасательных мероприятий.

Замечания и комментарии по тексту работы

1. В тексте имеется ряд опечаток. Например, на стр. 26, строка 2, вместо слова «компоненами» должно быть написано «компонентами». На стр.39, строка 4 снизу, вместо «заключается» должно быть «заключается». На стр.42, строка 13, вместо «свйством» должно быть «свойством». На стр.55, строка 4, вместо «сформулирована» должно быть «сформулирована».

2. В тексте иногда встречаются не совсем точные формулировки. Например, в выражении $xz \leq uz$ на стр.24, строка 14, не указано, что имеется в виду операция тропического умножения, а не обычное арифметическое умножение. В выражении для нормы Чебышева на стр.29, строка 7, отсутствует знак абсолютной величины. В формулировке теоремы на стр.33, строки 1-2, не ясно, в каком смысле, в обычном или в тропическом, используется определение «неотрицательный».

Указанные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы.

Общая оценка работы

В целом диссертация С. А. Губанова является завершенной научно-квалификационной работой, которая содержит решения научных и практических задач, имеющих значение для развития методов оптимального планирования сроков выполнения проектов и тропической оптимизации, а также приложений этих методов к актуальным проблемам планирования в различных областях науки и техники. Оформление диссертации отвечает установленным требованиям. Структура и содержание работы соответствуют поставленным целям и задачам исследования. Основные научные результаты опубликованы в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, и в других изданиях. Результаты апробированы на международных и всероссийских научных конференциях. Исследования проводились в рамках научных проектов, поддержанных фондами РФФИ и РГНФ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация Губанова Сергея Александровича на тему: «Решение минимаксных задач оптимального планирования проектов с использованием методов идемпотентной алгебры» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Губанов Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета

д.ф.-м.н. доцент
профессор кафедры прикладной математики и
математического моделирования СПбГМТУ,



Хазанов В. Б.

14.09.2023