

ОТЗЫВ
научного руководителя
на диссертационную работу К.Д. Шалбузова
«Решение двух классов дискретных задач исследования операций»

К.Д. Шалбузов во время учебы в аспирантуре проявил способности к самостоятельному решению трудных математических задач. Он активно участвовал в научной деятельности кафедры, неоднократно выступал с докладами на конференциях. Его научная работа непосредственно связана с одним из направлений деятельности кафедры по решению задач целочисленного программирования и исследованию моделей антагонистических игр.

В первой главе рассматриваются задачи целочисленного линейного программирования (ЦЛП), часто возникающие на практике. Предложена модификация метода Гомори, состоящая в построении отсечения, приближенного к множеству допустимых точек. Для нахождения модифицированного отсечения требуется решить вспомогательную задачу ЦЛП с одним ограничением, задаваемым диафантовым уравнением. Время, затрачиваемое на решение вспомогательной задачи (ВЗ), компенсируется уменьшением числа отсечений, требуемых для построения оптимального решения ВЗ. Для ее решения предложен алгоритм подбора параметров, основанный на формулах Бонда общего решения диафантова уравнения. В ходе вычислительных экспериментов оказалось, что наиболее эффективно применение этого подхода, если ВЗ решать приближенно. В этом случае алгоритм работает быстрее, чем известный метод пометок, который также может быть использован для решения ВЗ. Приведены оценки сложности обоих алгоритмов. Предложенный модифицированный алгоритм для задачи ЦЛП сравнивался с тремя наиболее известными методами отсечений (двумя алгоритмами Гомори и алгоритмом Мартина). Оказалось, что при небольшом числе переменных он работает лучше, чем упомянутые три алгоритма. Показано, что при увеличении числа переменных в ВЗ вероятность совпадения модифицированного отсечения с отсечением Гомори стремится к единице. К.Д. Шалбузов проявил себя хорошим программистом. Он создал комплекс программ для проведения вычислительных экспериментов, в ходе которых он модифицировал и алгоритм Мартина. В отдельных задачах построение отсечения Мартина требовало значительных затрат времени. Этот недостаток был устранен. Следует отметить, что формульная запись алгоритма Мартина в литературе не встречалась, но была сделана в данной работе. Алгоритм построения модифицированного отсечения используется и во второй главе при решении игр с бюджетными ограничениями. Это придает связность содержания первой и второй глав работы.

Исследование игровых моделей типа «нападение-защита», в которых сторонами используются бесконечно-делимые ресурсы, в литературе представлен широко. Однако на практике ресурсы зачастую бывают штучными. Поэтому возникает необходимость решения соответствующих дискретных моделей, приводящие в общем случае к матричным играм большой размерности. Особенность таких игр состоит в том, что выигрыши первого игрока заданы формулой, для решения не требуется загрузка всей матрицы игры в память компьютера, а нахождение наилучшего ответа игрока на любую смешанную стратегию партнера осуществляется сравнительно быстро. Во второй главе разработан алгоритм решения таких игр на основе решения подыгр (АРП). Сравнение его с методом Брауна-Робинсон на примерах игры «нападение-защита», а также еще трех игровых моделей комбинаторного типа, показало его полное преимущество. Метод АРП может быть применен и для эффективного решения произвольных матричных игр с сравнительно небольшим числом строк или столбцов. Далее указаны частные случаи модели «нападение-защита», когда значение дискретной и непрерывной совпадают и не требуется использования АРП. При этом в отличие от непрерывной игры оптимальная стратегия защиты является смешанной. В частности, дано аналитическое решение игры

полковника Блотто для любого соотношения сил противодействующих сторон. Для этой модели представляют интерес построение максиминных и минимаксных чистых стратегий. Нахождение первых осложняется тем, что в дискретной модели «нападение-защита» (в отличие от непрерывной модели) функция минимума не является выпуклой и поэтому ее максимум может достигаться внутри симплекса ограничений. Для нахождения максиминной стратегии был предложен метод глобальной оптимизации, использующий покрытие симплекса правильными симплексами. Для произвольного симплекса была построена мажоранта функции минимума. Во второй главе рассмотрена также модель «нападение-защита» с бюджетными ограничениями, когда обе взаимодействующие стороны располагают фиксированными денежными суммами для приобретения своих средств. Для применения АРП был предложен метод исключения доминируемых стратегий, который, в частности, использует алгоритм построения модифицированного отсекающей первой главы.

В последнее время возник интерес к задачам, связанным с повышением эффективности защиты объектов. В третьей главе рассматривается игровая модель, в которой нападение и защита могут использовать разные типы средств. Вероятность преодоления заданным средством нападения данного средства защиты задается зет-образной функцией. Трудности изучения антагонистической игры состоят в том, что функция выигрыша нападения в соответствующей непрерывной игре не является вогнутой или выпуклой. Поэтому в третьей главе значительное место занимает изучение свойств зет-образных функций и вывод для них специальных неравенств. Из этих результатов, в частности, следует, что для любой стратегии нападения минимизирующая стратегия защиты состоит в использовании средства одного типа. Этот факт позволяет значительно упростить нахождение максиминной стратегии первого игрока. Получены достаточные условия существования решения игры в чистых стратегиях. Рассмотрен также вопрос об использовании в игре смешанных стратегий специального вида.

Диссертационная работа в целом является законченным научным исследованием. Результаты ее являются новым шагом в разработке методов решения задач ЦЛП, матричных игр и игровых моделей, использующих распределения ресурсов. Шалбузов К.Д. проявил себя научным работником, владеющим методами оптимизации и теории игр, а также элементами теории чисел. Диссертация может рассматриваться как самостоятельное научное квалификационное исследование, выполненное на высоком теоретическом уровне, и в полной мере соответствует критериям положения ВАК Министерства образования и науки РФ о порядке присуждения ученых степеней.

На основании изложенного считаю, что Шалбузов К.Д. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика.

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук
доцент кафедры исследования операций
факультета вычислительной математики и кибернетики
Московского государственного университета
имени М.В.Ломоносова

 Морозов Владимир Викторович

119991, Москва ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 52.
vmorosov@mail.ru 8(495)939-56-25

Подпись В.В. Морозова заверяю
Начальник отдела кадров факультета ВМК
МГУ имени М.В.Ломоносова

 В.Ю. Решетов

26.02.2015

