

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Посыпкина Михаила Анатольевича

«Методы глобальной и многокритериальной оптимизации на базе концепций ветвей и границ и неравномерных покрытий», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 – Дискретная математика и математическая кибернетика

Актуальность темы. Диссертационная работа Посыпкина М.А. посвящена актуальной научной проблеме – разработке методов глобальной и многокритериальной оптимизации. Методы оптимизации широко применяются в различных областях современной науки и производства. Можно привести в качестве примеров вычислительную химию, науку о материалах, биоинформатику, проектирование летательных аппаратов, математическое моделирование в экономике. Данной тематике в настоящее время уделяется большое внимание в России и за ее пределами.

В представленной диссертации рассматриваются детерминированные методы глобальной оптимизации, гарантирующие точность получаемых решений. Безусловно, гарантия оптимальности является достоинством детерминированных методов. Однако, такие методы, как правило, обладают высокой трудоемкостью, оценкам которой посвящена часть диссертационной работы. В силу высокой вычислительной сложности детерминированных методов, для их реализации часто используют многопроцессорные системы. Актуальной проблеме распараллеливания методов оптимизации в диссертации также уделяется существенное внимание.

Научная новизна. В диссертационной работе разработаны новые алгоритмы приближенного нахождения минимума в задачах непрерывной оптимизации с одним критерием (скалярная оптимизация). Эти алгоритмы основаны на идеях метода неравномерных покрытий, предложенного ранее научным консультантом соискателя, Ю.Г. Евтушенко, и существенно развивают данный метод. В частности, учитываются необходимые условия оптимальности, получены новые миноранты, основанные на оценке спектра Гесса. Перечисленные и другие разработки автора позволили радикально (в некоторых случаях на два порядка) повысить скорость работы метода, что подтверждается результатами вычислительного эксперимента.

Большое внимание в диссертации уделено многокритериальным задачам. Оригинальный вариант метода неравномерных покрытий, предназначенный для задач с простыми ограничениями параллелепипеда типа,

перенесен на многокритериальные задачи с функциональными ограничениями. Для этого введено новое понятие приближенного решения для таких задач, так называемое множество ε, δ -Парето. Доказан ряд новых свойств приближенных решений.

Далее соискатель обобщает аппарат многокритериальной оптимизации, применяя его для описания образа компактного множества при непрерывном векторном отображении. Вводятся новые понятия эффективной оболочки и ее приближения — ε -оболочки множества, доказываются их свойства. Приводится алгоритм построения такой оболочки. Практическая значимость разработанного аппарата подтверждается успешным применением для решения задачи построения границы рабочей области робота-манипулятора.

Рассматриваются вопросы вычислительной сложности методов глобальной оптимизации, основанных на схеме «ветви и границы», которая служит каркасом многих алгоритмов оптимизации. Сложность понимается как число вершин в дереве ветвлений. Получены верхние оценки для различных вариантов метода неравномерных покрытий. Рассматривается также метод ветвей и границ (МВГ) для задачи о ранце. Для этого метода в диссертации получен ряд нетривиальных оценок сложности, в которые входят коэффициенты задачи. Исследован вопрос параллельной вычислительной сложности одной из возможных реализаций МВГ. Для серии задач о булевом ранце получены асимптотические формулы для минимальной параллельной сложности и максимального параллельного ускорения.

Заключительная глава посвящена программной реализации методов в рамках разработанного автором программного комплекса. Получены алгоритмы решения задач конечномерной оптимизации с одним и несколькими критериями, проведены многочисленные эксперименты на различных вычислительных платформах. В частности, разработана параллельная реализация метода ветвей и границ для Булевой задачи о ранце с одним ограничением, превосходящая по скорости известные аналоги. Примененный гибкий подход позволяет реализовывать различные методы в рамках общей алгоритмической схемы, избегая повторного кодирования общих составляющих.

Достоверность результатов и апробация работы. Положения диссертации представляются обоснованными и достоверными как теоретически, так и в рамках вычислительных экспериментов. По теме диссертации опубликовано 25 работ в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, есть работы в авторитетных международных журналах. Результаты исследований докладывались на научных семинарах, российских и международных конференциях.

Разработанные методы реализованы программно. Достоверность полученных результатов не подлежит сомнению.

Стиль и оформление работы. Работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ, грамотно структурирована, написана ясным математическим языком. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Недостатки работы:

1. В пятой главе для нижней оценки вычислительной сложности выбран базовый вариант метода ветвей и границ. Исследуется частный случай задачи о ранце, предложенный Ю.Ю. Финкельштейном. Это законно, т.к. речь идет о нижней оценке сложности. В задаче много симметрий, и МВГ не может отсеять вершины линейным программированием. Но МВГ — это целый класс алгоритмов. Если используются правила отбраковки, например, предложенные В. Чваталом, то задача легко решается. Нужно ясно указывать, что рассматривается метод с отсевом только по линейной релаксации. В противном случае утверждение просто неверно.

2. В шестой главе при исследовании эвристик для ускорения МВГ вводится новый параметр задачи, названный коэффициентом восприимчивости к эвристикам. Это важный параметр, и в Таблице 6.6 приводятся его значения для пяти тестовых примеров. Для трех из них этот коэффициент достигает неожиданно больших значений, более 600. Странно, что в численных экспериментах для этих интересных примеров применяется крайне примитивная эвристика. Это стандартный алгоритм локального улучшения по окрестности линейной мощности. Элементы этой окрестности определяются решением исходной задачи меньшей размерности. Получается рекурсивный алгоритм с многократным обращением к задаче о ранце для нахождения локального оптимума. Гораздо естественнее здесь было бы применение метаэвристик, например, генетических алгоритмов, поиска с запретами или др. Результаты экспериментов (Табл. 6.7 и 6.8) были бы совсем другими, включая выводы о наилучшем распределении процессоров между эвристиками и самим МВГ.

3. Работа не лишена технических недостатков. На стр. 201 целый абзац повторяется дважды. На стр. 99 приводятся формулы для оптимального решения линейной релаксации задачи о ранце в предположении, что предметы отсортированы по плотности, хотя о самой сортировке не упоминается. На стр. 162 для произвольного 0-1 вектора θ утверждается, что вектор $x_i = \theta_i$ при $i = 1, \dots, r - 1$ и $x_i = 0$ при $i \geq r$ будет допустимой точкой ис-

ходной задачи, что неверно. На стр. 203 неверно определена грузоподъемность ранца C' и др.

Перечисленные недостатки не снижают ценности диссертационной работы Посыпкина М.А. и не влияют на ее положительную оценку.

Диссертационная работа «Методы глобальной и многокритериальной оптимизации на базе концепций ветвей и границ и неравномерных покрытий» представляет собой цельную самостоятельную научно-исследовательскую работу, носящую как теоретический, так и экспериментальный характер. Она полностью удовлетворяет критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней». Данная работа соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.09 – «Дискретная математика и математическая кибернетика», а ее автор, Посыпкин Михаил Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по этой специальности.

доктор физико-математических наук,
профессор, ведущий научный сотрудник
ИМ СО РАН

19 января 2015 года



Кочетов Юрий Андреевич

Фамилия, имя, отчество лица, предоставившего отзыв:

Кочетов Юрий Андреевич

Почтовый адрес: 630090 Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 4

Телефон: +7 (383) 329 75 83

Адрес электронной почты: jkochet@math.nsc.ru

Наименование организации, работником которой является лицо, представившее отзыв:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С. Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук (ИМ СО РАН)

Должность: ведущий научный сотрудник

