

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.

Диссертация Посыпкина М.А. посвящена важному и актуальному разделу современной теории оптимизации – детерминированным методам поиска глобального экстремума. Особенностью таких методов является то, что найденное решение отличается от оптимума не более чем на заданную величину. Во многих отраслях гарантированная оценка отклонения полученного решения от оптимума является очень желательной, а в ряде случаев, и необходимой. Можно перечислить такие сферы применения предлагаемых методов, как наука о материалах, экономика, системы энергетики, планирование грузоперевозок и многие другие. Исходя из вышесказанного, можно с уверенностью утверждать, что актуальность темы исследования, выбранной соискателем, не вызывает сомнения.

Диссертационная работа состоит из Введения, шести глав и Заключения, а также содержит Приложение.

Во Введении производится обзор основных мировых достижений по теме диссертационной работы, формулируются цели и задачи исследования.

В первой главе диссертации рассматриваются детерминированные методы решения задач математического программирования. Метод неравномерных покрытий, предложенные ранее Ю.Г. Евтушенко, существенно усилен и развит соискателем. Получены новые миноранты, использующие оценки спектра матрицы Гессе, предложены новые правила сокращения области поиска. Предложена техника учета необходимых условий оптимальности. Эксперименты, проведенные автором, показали, что предложенная техника позволяет существенно (до двух порядков на ряде примеров) ускорить метод неравномерных покрытий. Помимо экспериментов достоверность полученных результатов подтверждается теоретически, доказан ряд утверждений, обосновывающих корректность разработанных алгоритмов.

Вторая глава посвящена аппроксимации множества Парето в задачах многокритериальной оптимизации и является одной из существенных частей

диссертации. Вводятся строгие определения приближенного решения для случая условной и безусловной оптимизации. Доказываются различные свойства введенных понятий. Разработаны алгоритмы их построения. Новизна полученных результатов состоит в том, что впервые разработан метод получения приближенного решения для задач многокритериальной оптимизации с функциональными ограничениями, гарантирующий точность построенной аппроксимации. Достоверность разработанных методов подтверждается как теоретическими построениями, так и экспериментально

В третьей главе рассматривается задача описания множества, которое является образом компакта при непрерывном отображении. Это – весьма важная задача, часто возникающая на практике при описании совокупности состояний некоторой системы. Одно из таких приложений – описание рабочей области робота-манипулятора, рассматривается в диссертации. Автор строго определяет новое понятие эффективной оболочки множества, которая включает само множества и содержится в его выпуклой оболочке. Также определяется понятие аппроксимации этой оболочки с заданной точностью, доказываются ряд свойств введенных понятий. Далее показывается, каким образом аппроксимация эффективной оболочки может быть численно построена с использованием методов многокритериальной оптимизации, рассмотренных во второй главе. В заключительной части главы приводятся эксперименты для нескольких примеров манипуляционных роботов, подтверждающие эффективность разработанного подхода.

Четвертая глава диссертационной работы посвящена исследованию вычислительной сложности детерминированных алгоритмов, основанных на концепции ветвей и границ. Рассматриваются два метода: метод неравномерных покрытий для задач математического программирования и метод ветвей и границ для задачи о булевом ранце. Сложность определяется как число шагов метода, которое потребовалось для решения задачи с заданной точностью. Получены верхние оценки для метода неравномерных покрытий. Эти оценки носят общий характер и показывают, что в наихудшем случае метод работает с экспоненциальной (по отношению к размерности задачи) сложностью. Такое поведение является типичным для всех детерминированных методов глобальной оптимизации. Известно, что при этом, число шагов метода существенно зависит от конкретной задачи. Исследованию этой зависимости на примере задачи о ранце посвящена оставшаяся часть четвертой главы. Автором получены нижние и верхние оценки сложности наихудшего случая для различных вариантов метода. Проведено экспериментальное сравнение полученных оценок.

В пятой главе подробно рассматривается параллельная вычислительная сложность одного из возможных вариантов реализации метода ветвей и границ. Для целей получения оценок рассматривается упрощенная модель многопроцессорной вычислительной системы, состоящей из однородных процессоров, работающих синхронно. Получена общая верхняя оценка ускорения для метода ветвей и границ, справедливая для любой задачи. Данная оценка достаточно очевидна. Более сложные оценки получены для конкретных серий задач о ранце, состоящих из примеров с разной вычислительной сложностью и структурой дерева ветвлений. Интересным следствием полученных результатов является то, что масштабируемость (сохранение эффективности при росте размерности задачи) имеет место далеко не для всех рассматриваемых серий.

Четвертая и пятая глава представляют несомненный теоретический интерес для специалистов в области глобальной оптимизации, связанный с теоретической оценкой эффективности используемых методов, что используется не достаточно интенсивно.

В шестой главе рассматривается программный комплекс, в рамках которого были реализованы и апробированы все предложенные соискателем подходы. Разработанная библиотека предназначена для решения задач глобальной оптимизации детерминированными методами на базе концепции ветвей и границ. Реализован большой набор алгоритмов, укладывающихся в эту парадигму. Важно отметить, что помимо последовательного варианта, автором рассматривается и параллельный вариант методов. Также предложено использовать разработанную библиотеку для распределенных вычислений в среде, состоящей из нескольких узлов. Узлы могут быть как обычными серверами, так и суперкомпьютерами и даже сегментами грид-сетей. Разработанный для этих целей программный комплекс BNB-Grid был с успехом использован автором и другими исследователями для решения различных вычислительно сложных задач, одна из которых рассматривается в приложении к диссертации.

В Заключении подводится итог диссертационной работы, перечисляются ее основные результаты и очерчиваются перспективы дальнейших исследований.

По диссертации есть ряд замечаний и вопросов.

1. Предложенные в диссертации алгоритмы глобальной оптимизации основаны на концепции ветвей и границ. В то же время известно, что

высокую эффективность показывают методы, использующие отсечения. Диссертация безусловно бы выиграла, если бы были исследованы также методы, применяющие технику отсечений.

2. Как правило, в задачах гладкой глобальной оптимизации методы ветвей и границ существенно теряют свою эффективность в окрестности точки глобального оптимума, где сама рассматриваемая задача обладает свойством локальной выпуклости, что неявно предполагает отказ от процедуры ветвления. Возможно ли выделение такого класса задач гладкой глобальной оптимизации, в которых локальная выпуклость идентифицируется при помощи оценок констант Липшица первых и вторых производных целевой функции и функций-ограничений?

3. Экспериментальная эффективность методов ветвей и границ помимо времени счета, что, конечно же, является главным показателем, определяется также и максимальным числом сгенерированных элементов разбиения (или шириной соответствующего дерева, хранимого в памяти компьютера). Было бы интересно узнать это число, например, для тестовых задач из главы 1.

4. Экспериментальная часть в главе 6 недостаточно полно отражает спектр существующих параллельных систем. Можно было бы рассмотреть разные многопроцессорные системы и больше различных задач оптимизации. Результаты таких экспериментов дали бы более полную картину и позволили бы точнее оценить эффективность разработанных в диссертации методов.

Несмотря на указанные недостатки, представленная диссертация является полноценным качественным научным трудом. В ней содержатся как теоретические, так и практически новые значимые результаты. Самостоятельную ценность представляют разработанный программный комплекс, описанный в главе 6. Результаты диссертационной работы опубликованы в авторитетных российских и зарубежных журналах, доложены на большом числе конференций и семинаров. Актуальность, обоснованность, достоверность и новизна основных положений, выносимых на защиту, не вызывает сомнений.

Представленная диссертация полностью удовлетворяет критериям, устанавливаемым действующим «Положением о присуждении ученых степеней». Диссертационная работа «Методы глобальной и многокритериальной оптимизации на базе концепций ветвей и границ и неравномерных покрытий» полностью соответствует всем требованиям,

предъявляемым ВАК РФ 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 данной специальности.

доктор физико-математических наук,
заведующий отделом ИСЭМ СО РАН

2 февраля 2015 года



Хамисов Олег Валерьевич

Фамилия, имя, отчество лица, предоставившего отзыв:

Хамисов Олег Валерьевич

Почтовый адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 130

Телефон: +7 (3952) 42-84-39

Адрес электронной почты: khamisov@isem.sei.irk.ru

Наименование организации, работником которой является лицо, представившее отзыв:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЭМ СО РАН)

Должность: заведующий отделом

