

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Воскобойникова Юрия Евгеньевича на диссертационную работу Грибановой Екатерины Борисовны «**Модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение решения задач на основе обратных вычислений**», представленную на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Целью диссертационной работы Грибановой Е.Б. является повышение эффективности процесса решения обратных задач за счёт применения математического и программно-алгоритмического инструментария на основе обратных вычислений.

Актуальность диссертационной работы обусловлена важностью развития методов решения обратных задач, в частности, обратных вычислений, в связи с тем, что использование существующего аппарата затруднено, в том числе вследствие необходимости использования большого объема экспертной информации. В настоящее время многие задачи физики, экономики, проектирования и расчетов конструкций и сооружений и др. сводятся к решению систем линейных алгебраических уравнений и с точки зрения причинно-следственной связи являются обратными задачами. Эта особенность делает большинство задач некорректно поставленными. При этом могут быть нарушены все три условия корректности по Адамару. В обратных вычислениях решение одноточечной задачи осуществляется путем использования априорной информации в виде экспертных оценок. Это позволяет из множества решений получить единственное, вместе с тем решение задачи может отсутствовать. Также в настоящее время отсутствуют эффективные алгоритмы, позволяющие учитывать имеющуюся априорную информацию об искомом решении (например, о диапазоне возможных значений искомых показателей модели, зависимостях между аргументами), иерархическую структуру показателей и минимизирующие объем экспертной информации. Поэтому диссертация Грибановой Е.Б., в которой с учетом идей Тихонова А.Н., Арсенина В.Я., Одинцова Б.Е. развита технология математического моделирования, разработаны эффективные численные алгоритмы и программные приложения, актуальна и с прикладной, и с теоретической точек зрения.

Научная новизна проведенных исследований и полученных результатов. Научная новизна диссертационной работы Грибановой Е.Б. отражена в следующих положениях:

1. Предложен метод решения задач с помощью обратных вычислений, отличающийся от известного формированием уравнения зависимости между аргументами функции.

2. Предложен стохастический метод решения задач на основе обратных вычислений с ограничениями, отличающийся от известных использованием процедуры выбора аргументов для достижения цели с помощью моделирования полной группы несовместных событий.
3. Разработаны оптимизационные модели для решения задач на основе обратных вычислений при максимизации соответствия экспертным целеполаганиям и при минимизации отклонений аргументов от исходных значений.
4. Разработаны методы и алгоритмы решения задач на основе обратных вычислений, представленных в виде оптимизационных моделей, а также задач нелинейного программирования, отличающиеся от известного использования двухшаговой процедурой, включающей оптимизацию целевой функции и переход к значениям аргументов, удовлетворяющим ограничению задачи.
5. Разработан комплекс проблемно-ориентированных программ для решения задач на основе обратных вычислений, отличающийся от существующих возможностью решения иерархических задач с ограничениями.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Выполненное в работе обоснование научных положений основывается на использовании теории некорректных задач, теории оптимизации, аппарата обратных вычислений, системного анализа, различных областей вычислительной математики. Достоверность численных результатов подтверждается согласованностью с исходными установками, сопоставлением с численными результатами вычислений с использованием других методов и математических пакетов.

Теоретическая и практическая ценность полученных результатов. Ценность для научной теории состоит в создании, развитии и комплексном исследовании методов и моделей на базе обратных вычислений. В диссертационной работе развиваются теоретические знания и подходы к решению одноточечных задач, позволяющие уменьшить объем используемой экспертной информации, расширить круг решаемых задач, снизить временные затраты на решение задач, учесть ограничения, представленные как в виде диапазонов значений, так и в форме линейных и нелинейных уравнений.

Практическая значимость работы заключается в доведении разработанных моделей, методов до уровня численных методов, апробированных при решении тестовых и прикладных задач формирования показателей и реализованных в виде проблемно-ориентированного комплекса программ. Программы зарегистрированы в Роспатенте РФ.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы. Разработанные в диссертационной работе математические модели, методы, численные алгоритмы решения задач на основе обратных вычислений и программные решения, созданные на их основе, могут найти применение при разработке систем поддержки принятия решений. Алгоритмы численного решения одноточечных обратных задач являются универсальными и применимы при решении задач в разных областях. Разработанный в диссертационной работе подход позволяет снизить затраты на обработку данных, учесть ограничения предметной области, повысить эффективность поиска решения, а также может послужить основой при проведении поисковых и прикладных работ в научно-исследовательских учреждениях в части разработки математического и программного обеспечения. Кроме того, результаты диссертационной работы могут быть использованы при обучении студентов университетов технического и экономического профиля по дисциплинам, посвященным математическому моделированию, численным методам, принятию решений.

Публикации. По профилю диссертации опубликовано 96 научных работ, из которых 27 публикаций – в российских журналах, рекомендованных ВАК РФ, 16 публикации – в изданиях, индексируемых Scopus и (или) Web of Science и 9 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ Роспатента РФ. Результаты исследования представлены, обсуждены в докладах на международных, всероссийских конференциях.

Оформление диссертации. Оформление диссертационной работы отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям. Автореферат достаточно полно отражает суть поставленных диссертантом задач и пути их решения, а также структуру и основные результаты диссертации.

Оценка основного содержания диссертации. Содержание диссертации включает введение, семь глав, заключение, список использованных источников и семь приложений. Общий объем работы включает 333 страницы (139 рисунков и 55 таблиц). Список использованной литературы содержит 244 наименования.

В первой главе дано описание методов решения обратных задач, рассмотрены оптимизационные методы, методы с использованием регуляризации и с помощью обратных вычислений. Представлены тестовые модели, которые в последующих главах использованы для апробации. Сделаны выводы о целесообразности разработки комплекса новых моделей, методов, алгоритмов решения одноточечных задач.

Вторая глава посвящена разработке двух методов решения обратных задач при использовании экспертной информации. Предложенный метод на основе формирования уравнения зависимости между аргументами функции не требует проверки согласованности дополнительной информации, поступающей от специалиста, применение стохастического метода не нуждается в указании направлений изменения аргументов и проведении свертки показателей. Целью

разработки методов являлось снижение временных затрат на подготовку экспертной информации и упрощение реализации. Результаты вычислительных экспериментов с использованием тестовых моделей свидетельствуют об их соответствии результатам известных методов на основе обратных вычислений.

Третья глава посвящена решению задач при минимизации расстояния от исходных значений, т.е. в случае отсутствия экспертной информации. Рассмотрено два распространённых варианта, основанных на сумме квадратов (квадрат эвклидова расстояния) и сумме абсолютных значений («манхэттенское расстояние») изменений аргументов. Представлено описание разработанных градиентных численных методов для решения такого рода задач. Для решения задачи при минимизации суммы квадратов изменений аргументов осуществляется формирование кривой заданной уровня и определяется кратчайшее расстояние до неё, в случае минимизации суммы абсолютных значений изменений аргументов решение осуществляется путем выбора аргумента для изменения на основе величины частной производной. Для нелинейных функций приведено применение итерационных алгоритмов с последовательным изменением аргументов. Сравнение результатов было выполнено с данными расчёта с помощью математических пакетов, а также метода штрафов.

В четвертой главе рассматривается решение задач нелинейного программирования в случае квадратичной целевой функции и одномерных частных производных. Для этого выполняется безусловная оптимизация целевой функции с последующим переходом от значений аргументов, полученных в результате безусловной оптимизации целевой функции к значениям аргументов, удовлетворяющих ограничению задачи. При этом полученные в третьей главе итерационные формулы корректируются с целью учета влияния аргументов на изменение целевой функции. Апробация выполнена на классических задачах исследования операций: оптимизация закупок, цены, портфеля ценных бумаг.

Пятая глава описывает оптимизационные модели и алгоритмы решения обратной задачи с использованием коэффициентов относительной важности. Использование подхода на основе оптимизационных моделей позволяет найти решение, соответствующее заданному значению результирующего показателя в случае, когда коэффициенты относительной важности не позволяют достичь поставленной цели и требуется их корректировка, а также решать задачи с использованием показателей в нескольких функциях расчёта. Полученная задача квадратичного программирования была решена путем использования и модификации алгоритмов, разработанных в четвертой главе, необходимость модификации была вызвана изменением вида целевой функции. Сравнение с существующими методами показало эффективность предложенного подхода.

В шестой главе приводится описание структуры для решения обратных задач, разработанной на основе объектно-ориентированного подхода. В основе декомпозиции лежит дерево целей, узел которого представляет собой переменную

модели. Разработан алгоритм для решения общей иерархической задачи по формированию результирующего показателя дерева цели, который в зависимости от способа решения подзадач может осуществлять параллельное изменение аргумента либо выбор аргумента для изменения. Применение описанного подхода обеспечивает гибкую модификацию и расширение системы, а также поэтапное решение задач. Также приводятся алгоритмы для решения задач в случае использования статистических данных.

В седьмой главе рассмотрено применение предложенного подхода для реализации двух групп программ: системы формирования прибыли и системы формирования интегрального показателя. Представленный проблемно-ориентированный комплекс программ позволяет осуществлять формирование ключевого показателя путем поэтапного решения иерархических задач с ограничениями на основе обратных вычислений и снизить временные затраты на обработку данных. Тестирование проблемно-ориентированного комплекса выполнено на реальных данных социально-экономических объектов.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Научная новизна работы, результаты, выносимые на защиту, и содержание диссертации соответствуют пунктам 2, 3, 8, 9 паспорта специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Замечания по диссертации.

1. Считаю, что автору следовало бы подробнее описать известные методы решения обратных задач.
2. Отсутствует сравнение метода, представленного в п.3.3, с существующими методами.
3. В алгоритме на стр.77 после шага 1 указан шаг 3.
4. В алгоритме на стр.99 номер итерации обозначен за s , а в таблице 3.3 вместо s написано g .
5. В таблице 7.3 не представлены единицы измерения.
6. Не приводится подробное описание области применения разработанных методов и алгоритмов.

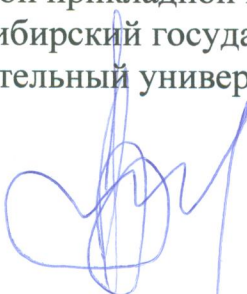
Заключение. Представленная диссертация содержит достоверные научные результаты и является завершенной научно-квалифицированной работой, посвященной решению научной проблемы повышения эффективности решения задач на основе обратных вычислений, имеющей важное народно-хозяйственное значение. Работа представляет научный и практический интерес для решения одноточечных обратных задач, возникающих, в том числе, при разработке систем управления и поддержки принятия решений в социальных и экономических системах. Диссертационное исследование выполнено на высоком научном и профессиональном уровне и в соответствии с паспортом специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Автореферат отражает основные положения, вынесенные на защиту.

Вывод. Считаю, что диссертационная работа «Модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение решения задач на основе обратных вычислений» по своему содержанию, результатам и оформлению полностью отвечает требованиям п.9–14 «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора технических наук.

Автор диссертации, **Грибанова Екатерина Борисовна**, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности **1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.**

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
профессор, заслуженный работник Высшей школы РФ,
заведующий кафедрой прикладной математики
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»



Воскобойников Юрий Евгеньевич

24.08.2023

Диссертация на соискание учёной степени доктора физико-математических наук защищена по специальности 05.13.16 (1989г.) - Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях.

Данные об организации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)»

630008, СФО, Новосибирск-8, ул. Ленинградская, 113.

Телефон: (383) 266-41-25

Адрес электронной почты rector@sibstrin.ru

Сайте организации <http://www.sibstrin.ru/>



Воскобойников Ю.Е.
ЗАВЕРЯЮ
Начальник общего отдела ИГАСУ (Сибстрин)
Яковых Н.И.