

УТВЕРЖДАЮ



Директор по научной работе и  
инновациям ФГБОУ ВО ТУСУР

А.Г. Лоцилов

« 10 » 02 2023 г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

Диссертация «Модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение решения задач на основе обратных вычислений» выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования ТУСУР.

В 2006 г. Грибанова Екатерина Борисовна закончила ТУСУР по специальности «Прикладная информатика в экономике», а также получила второе высшее образование по специальности «Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем». В 2009 году защитила кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» на тему «Алгоритмы и комплекс программ для решения задач имитационного моделирования объектов прикладной экономики». Диплом кандидата технических наук №25к/72 выдан 19.06.2009. В 2020 году Грибановой Е. Б. было присвоено учёное звание доцента по специальности «Управление в социальных и экономических системах». Аттестат доцента №002268 выдан в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 18 февраля 2020 года №222/нк-2. С 2006 года по настоящее время Грибанова Е.Б. работает на кафедре автоматизированных систем управления ТУСУР – сначала в должности ассистента, затем в должности доцента.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Мицель Артур Александрович, основное место работы: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», кафедра автоматизированных систем управления, профессор.

### **По итогам обсуждения принято следующее заключение:**

Диссертация Грибановой Екатерины Борисовны является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение имеющей важное народно-хозяйственное значение научной проблемы создания и развития методов решения обратных и оптимизационных задач прикладной математики.

В работе раскрыта актуальность темы исследования, произведена оценка степени ее проработанности как на теоретическом уровне, так и в практической плоскости. В ходе исследования проанализированы существующие подходы решению обратных задач, в частности аппарат обратных вычислений, выявлены ключевые проблемы. На основе анализа классических методов решения обратных задач, а также программных средств решения обратных задач, обоснована актуальность задачи создания моделей, методов, алгоритмов и программного обеспечения решения задач на основе обратных вычислений.

Разработан комплекс моделей, методов и алгоритмов решения задач на основе обратных вычислений.

Проведено экспериментальное исследование предлагаемых моделей, методов и алгоритмов как на синтетических, так и на реальных данных и данных, представленных в литературе, показывающее их соответствие применению классических методов и математических пакетов и превосходство над рассмотренными альтернативными решениями.

Проведен ряд исследований практической реализации предложенного комплекса моделей, методов и алгоритмов для разработки проблемно-ориентированных программ поддержки управленческих решений.

Разработана структура программы для решения задач на основе обратных вычислений, определены состав, взаимосвязи и назначение типовых классов. Применение предложенной структуры позволяет осуществлять быструю разработку программы путем сборки из готовых типовых модулей.

### **Личный вклад автора**

Результаты диссертационной работы, сформулированные в положениях, выносимых на защиту, и составляющие научную новизну работы получены лично автором. Программные продукты созданы автором либо на основе моделей, методов и алгоритмов автора, под руководством и при непосредственном участии автора в проектировании и разработке программного обеспечения.



**Достоверность** результатов исследования определяется корректным применением методов исследования, результатами программной реализации моделей, апробацией предложенных моделей и программного обеспечения на конкретных прикладных задачах. Теория построена на известных проверяемых фактах, идея базируется на обобщении передового опыта создания математического и программного обеспечения решения задач на основе обратных вычислений.

**Научная новизна результатов проведенных исследований** заключается в следующем:

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 известных использованием двухшаговой процедуры, 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.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке и внедрении комплекса моделей, методов, алгоритмов и программного обеспечения решения задач на основе обратных вычислений, которые могут быть применены предприятиями и организациями различных сфер деятельности и уровня при создании систем поддержки принятия решений для эффективного стратегического и оперативного управления, а также разработанные алгоритмы могут быть применены в других областях исследования, в частности, при создании программных систем, включающих решение оптимизационных задач. Применение предложенного проблемно-ориентированного комплекса программ позволяет снизить на 25% временные затраты на обработку данных. Материалы

диссертации внедрены и были использованы в организациях ООО «Томская нефть», АО «Разрез «Степановский», ООО «Гамарджоба», г. Томск, ООО «ФОРС», г. Реутов, ООО «Сибмед», г. Томск, ООО «Вокифудтомск», г. Томск, ООО «Титан», г.Томск, ООО «Интенс-строй», г. Томск, ООО «Дельта», г.Юрга, МАОУ ДО Дворец творчества детей и молодежи, г. Томск. Результаты исследований внедрены в учебный процесс ТУСУРа. Использование результатов диссертационной работы на практике подтверждено соответствующими актами о внедрении.

**Ценность научных работ** автора заключается в использовании полученных в диссертационной работе результатов при выполнении государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ, проект FEWM-2020-0036 «Методическое и инструментальное обеспечение принятия решений в задачах управления социально-экономическими системами и процессами в гетерогенной информационной среде».

**Специальность, которой соответствует диссертация.** Диссертационная работа Грибановой Е.Б. на тему «Модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение решения задач на основе обратных вычислений» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к докторским диссертациям, является законченным самостоятельным научным исследованием, имеющим научную ценность. Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 1.2.2 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»:

п.2. Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий.

п.3. Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

п.8. Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

п.9. Постановка и проведение численных экспериментов, статистический анализ их результатов, в том числе с применением современных компьютерных технологий.

**Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем.**

По материалам диссертации Грибановой Е.Б. опубликовано 96 печатных работ, в том числе 27 статей в журналах, включенных в перечень ВАК, монография, глава в коллективной монографии, 16 статей в изданиях, индексируемых Scopus/Web of Science, 10 учебных пособий (из них 2 с грифом СибРумц, 3 с грифом УМО). Получено 9



свидетельств о регистрации программ ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам.

Основные результаты диссертации отражены в следующих публикациях.

#### **Монография**

1. **Грибанова, Е. Б.** Методы и алгоритмы решения обратных экономических задач с помощью модифицированного аппарата обратных вычислений / Е. Б. Грибанова. – Чебоксары: ИД «Среда», 2020. – 133 с.

#### **Глава в коллективной монографии**

2. **Gribanova, E. B.** An Iterative Algorithm for Solving Inverse Problems of Economic Analysis Using Weighting Factors. *Advances in Engineering Research* / E. B. Gribanova. – New York: Nova Publishers. – 2021. – P. 49–79.

#### **Публикации в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК**

3. **Грибанова, Е. Б.,** Мустакимов, Р. Р. Разработка алгоритма решения обратной задачи формирования прибыли при ограничении целочисленности // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2022. – № 3. – С. 63–68.

4. **Грибанова, Е. Б.** Стохастический алгоритм поиска глобального минимума функции / Е. Б. Грибанова // Прикладная информатика. – 2017. – № 2. – С. 130–139.

5. **Грибанова, Е. Б.** Методы решения обратных задач экономического анализа / Е. Б. Грибанова // Корпоративные финансы. – 2016. – №1. – С. 119–130.

6. **Грибанова, Е. Б.** Решение обратных задач экономики с помощью модифицированного метода обратных вычислений / Е. Б. Грибанова // Проблемы управления. – 2016. – № 5. – С. 35–40.

7. **Грибанова, Е. Б.** Стохастические алгоритмы решения обратных задач экономического анализа с ограничениями / Е. Б. Грибанова // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2016. – № 4. – С. 112–116.

8. **Грибанова, Е. Б.** Методы решения обратных задач экономического анализа с помощью минимизации приращений аргументов / Е. Б. Грибанова // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2018. – № 2. – С. 95–99.

9. **Грибанова, Е. Б.** Алгоритм решения задачи линейного программирования с помощью обратных вычислений / Е. Б. Грибанова // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2017. – №9. – С. 1062–1075.

10. **Грибанова, Е. Б.** Решение задачи оптимизации цены с помощью обратных вычислений / Е. Б. Грибанова // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7, № 3. – С. 1–10.
11. **Грибанова, Е. Б.** Решение задачи оптимизации закупок с помощью обратных вычислений / Е. Б. Грибанова // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – № 3. – С. 586–596.
12. **Грибанова, Е. Б.** Модели прогнозирования выручки ресторана быстрого питания / Е. Б. Грибанова, Е. С. Соломенцева // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – № 4. – С. 754–767.
13. **Gribanova, E. B.** Models to forecast revenue of fast food restaurants / E. B. Gribanova, E. S. Solomentseva // Дайджест-финансы. – 2018. – № 2. – С. 212–220.
14. **Грибанова, Е. Б.** Модель оценки удовлетворенности потребителей на основе онлайн-отзывов с помощью метода главных компонент / Е. Б. Грибанова, В. В. Саулин // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2021. – № 2. – С. 6–7.
15. **Грибанова, Е. Б.** Процессно-ориентированное моделирование систем массового обслуживания в Excel / Е. Б. Грибанова // Прикладная информатика. – 2015. – № 6. – С. 83–90.
16. **Грибанова, Е. Б.** Табличная имитационная модель системы обслуживания ресторана быстрого питания / Е. Б. Грибанова, Е. А. Кармановская, И. Н. Логвин // Прикладная информатика. – 2019. – № 5. – С. 111–119.
17. **Грибанова, Е. Б.** Табличное моделирование как инструмент интерактивного обучения базовым понятиям эконометрики / Е. Б. Грибанова // Статистика и экономика. – 2016. – №1. – С. 40–45.
18. **Грибанова, Е. Б.** Метод решения обратных задач экономического анализа на основе статистических данных / Е. Б. Грибанова, П. Э. Тугар-оол // Корпоративные финансы. – 2017. – №3. – С. 111–120.
19. **Грибанова, Е. Б.** Модель оценки групп социальной сети для реализации маркетинговых мероприятий / Е. Б. Грибанова, А. В. Катасонова // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2017. – №2. – С. 68–72.
20. **Грибанова, Е. Б.** Алгоритмы моделирования распространения информации при маркетинговых мероприятиях в группах онлайн-социальной сети / Е. Б. Грибанова // Проблемы управления. – 2018. – № 1. – С. 66–73.



21. **Грибанова, Е. Б.** Алгоритм оценки маркетинговых мероприятий онлайн-социальной сети «ВКонтакте» на основе каскадной модели распространения информации / Е. Б. Грибанова, И. Н. Логвин, И. В. Ширенков // До-клады Томского государственного университета систем управления и радио-электроники. – 2018. – №3. – С. 69–74.
22. **Грибанова, Е. Б.** Оптимизационные модели выбора групп социальной сети для размещения рекламы / Е. Б. Грибанова // Экономический анализ: теория и практика. – 2017. – №10. – С. 1989–2000.
23. **Грибанова, Е. Б.** Разработка программы оценки времени размещения сообщения в онлайн-социальной сети ВКонтакте / Е. Б. Грибанова, А. С. Савицкий // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2020. – №1. – С. 13–14.
24. Мицель, А. А. Разработка системы имитационного моделирования управления запасами на основе объектно-ориентированной технологии / А. А. Мицель, И. В. Бойченко, **Е. Б. Грибанова** // Инфокоммуникационные технологии. – 2006. – т. 4. №3. – С. 59–64.
25. Мицель, А. А. Разработка системы имитационного моделирования экономических объектов на основе объектно-ориентированного подхода / А. А. Мицель, **Е. Б. Грибанова** // Известия ТПУ. – 2007. – т. 311. №6. – С. 11–15.
26. **Грибанова, Е. Б.** Алгоритмические имитационные модели управления материальными запасами на складе / Е. Б. Грибанова, А. А. Мицель // Известия ТПУ. – 2006. – т. 309. №8. – С. 201–207.
27. **Грибанова, Е. Б.** Обучающие системы имитационного моделирования экономических процессов / Е. Б. Грибанова, А. А. Мицель // Доклады томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2009. – № 1. – С.131–138.
28. **Грибанова, Е. Б.** Информационная система рейтинговой оценки объектов экономики / Е. Б. Грибанова, А. Н. Алимханова, П. Э. Тугар-оол // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2016. – №2. – С. 51–55.
29. **Грибанова, Е. Б.** Имитационная модель аукциона, проводимого с целью поставки товаров, услуг для государственных и муниципальных нужд / Е. Б. Грибанова // Доклады ТУСУР. – 2007. – №2 (16). – С. 204–210.

**Публикации в изданиях, индексируемых Web of science/ Scopus**

30. **Gribanova, E.** Elaboration of an Algorithm for Solving Hierarchical Inverse Problems in Applied Economics / E. Gribanova // Mathematics. – 2022. – № 10 (15).

31. **Gribanova, E.** Construction of algorithms for solving the inverse problem when using indicators in several calculation functions / E. Gribanova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2022. – № 4 (115). – P. 44–50.
32. **Gribanova, E.** Development of spreadsheet simulation models of gas cylinders inventory management / E. Gribanova, A. Mitsel, A. Shilnikov // *Eureka: Physics and Engineering.* – 2022. – № 2. – С. 116–127.
33. **Gribanova, E.** A method for solving the procurement optimization problem based on inverse calculations // *Proceedings on Engineering Sciences.* – 2020. – № 4. – P. 441–452.
34. **Gribanova, E. B.** Development of iterative algorithms for solving the in-verse problem using inverse calculations / E. B. Gribanova // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* – 2020. – № 4 (3). – P. 27–34.
35. **Gribanova, E. B.** Algorithm for solving the inverse problems of economic analysis in the presence of limitations / E. B. Gribanova // *EUREKA: Physics and Engineering.* – 2020. – № 1. – P. 70–78.
36. **Gribanova, E.** Stochastic Algorithm to Solve the Problem of Linear Programming with Backward Calculations / E. Gribanova // *Proceedings of the international workshop "Applied methods of statistical analysis. Nonparametric methods in cybernetics and system analysis"*, Krasnoyarsk. – Novosibirsk: NSTU publisher, 2017 – С. 196–203.
37. **Gribanova, E.** Algorithm for regression equation parameters estimation using inverse calculations / E. Gribanova // *Proceedings of the international workshop "Applied methods of statistical analysis. Statistical computation and simulation"*, Novosibirsk. – Novosibirsk: NSTU, 2019. – С. 357–364.
38. **Gribanova, E. B.** Development of a price optimization algorithm using inverse calculations / E. B. Gribanova // *Eastern-European journal of Enterprise technologies.* – 2019. – № 5 (4). – P. 18–25.
39. Гвоздев, Е. В. Методология анализа показателей влияния человеческого фактора на комплексную безопасность электроэнергетических предприятий / Е. В. Гвоздев, **Е. Б. Грибанова**, Ю. Г. Матвиенко // *Безопасность труда в промышленности.* – 2020. – № 12. – С. 38–43.
40. Grigoreva, M. Research Activities of Students and Information Technology as a Method to Support Interdisciplinary Teaching in Training Process of Technical University / M. Grigoreva, **E. Gribanova**, T. Kust // *Advances in Computer Science Research: Proceedings of the 2016 Conference on Information Technologies in Science, Management, Social Sphere and Medicine*, Tomsk. – Atlantis Press, 2016. – С. 322–327.



41. **Gribanova, E. B.** Econometric models for evaluation of marketing activities' indicators of social network / E. B. Gribanova, I. V. Shirenkov, A. V. Katasonova // *Advances in Economics, Business and Management Research: Proceedings of the conference «Trends of Technologies and Innovations in Economic and Social Studies»*, Tomsk. – Atlantis Press, 2017. – P. 227–233.

42. **Gribanova, E. B.** Algorithms for Solving Inverse Problems of Simulation Modeling / E. B. Gribanova // *International Journal of Computing*. – 2021. – №3. – С. 433–439.

43. **Gribanova, E. B.** Economic analysis inversion mechanism taking into account argument interrelation / E. B. Gribanova, I. N. Logvin. // *Proceedings of the 1st International Scientific Conference "Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth"*, Ekaterinburg. – Atlantis Press, 2019. – P. 86–92.

44. **Gribanova, E. B.** Algorithm for Estimating the Time of Posting Messages on Vkontakte Online Social Network / E. B. Gribanova, A.S. Savitsky // *International Journal on Information Technologies and Security*. – 2020. – №1. – P. 3–14.

45. **Gribanova, E. B.** Gaming simulation models of economic entities / E. B. Gribanova // *Advances in Computer Science Research, Proceedings of the IV International research conference "Information technologies in Science, Management, Social sphere and Medicine"*, Tomsk. – Atlantis Press, 2017. – P. 30–34.

#### **Свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ**

46. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2022662734. Программа решения иерархической многономенклатурной обратной задачи формирования прибыли предприятия / **Грибанова Е.Б.**; заявл. 30.06.2022; зарег. 07.07.2022.

47. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2021662008. Оценка групп социальной сети для реализации маркетинговых мероприятий / **Грибанова Е.Б.**; заявл. 07.07.2021; зарег. 20.07.21

48. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2021662008. Программа оценки времени размещения сообщений в группах онлайн-социальной сети ВКонтакте / **Грибанова Е.Б.**, Савицкий А.С.; заявл. 07.07.2021; зарег. 09.07.21

49. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2021661430. Формирование маржинальной прибыли предприятия / **Грибанова Е.Б.**, Логвин И.Н.; заявл. 07.07.2021; зарег. 12.07.21

50. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 50200700854. Программа имитационного моделирования торгов, проходящих в форме аукциона «Аукцион» / Каштанова О.В., **Грибанова Е.Б.**, зарег. 17.04.2007.

51. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 50200601855. Программная система имитационного моделирования управления запасами «Запас» / Бойченко И.В., **Грибанова Е.Б.**, зарег. 26.10.2006.

52. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 50200601854. Программа имитационного моделирования экономических объектов «Имитатор» / Мицель А.А., **Грибанова Е.Б.**, зарег. 26.10.2006.

53. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2021615840. Программа формирования интегрального показателя социально-экономического объекта / **Грибанова Е.Б.**; заявл. 09.03.2021; зарег. 13.04.21

54. Свидетельство о гос.регистрации программы для ЭВМ № 2021615540. Программа решения обратной задачи формирования прибыли с помощью стохастических алгоритмов / **Грибанова Е.Б.**; заявл. 09.03.2021; зарег. 09.04.21

Диссертация «Модели, методы, алгоритмы и программное обеспечение решения задач на основе обратных вычислений» Грибановой Екатерины Борисовны рекомендуется к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заключение принято на заседании кафедры Автоматизированных систем управления.

Присутствовало на заседании 17 чел. Результаты голосования: «за» – 17 чел., «против» 0 \_\_ чел., «воздержалось» – 0 \_\_ чел., протокол №\_1\_\_ от «9» февраля\_2023 г.

Председатель заседания кафедры АСУ,  
к.т.н., зав. каф. АСУ

 В.В. Романенко

Секретарь заседания кафедры АСУ,  
д.т.н., профессор кафедры АСУ

 А.А. Захарова