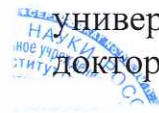


УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и  
стратегическому развитию  
Московского физико-технического  
института (государственного  
университета),

доктор физико – математических наук



*(Handwritten signature)*

Аушев Тагир  
Абдул - Хамидович



«22» апреля 2016 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию **Воронцовой Евгении Алексеевны**  
«Метод отделяющих плоскостей с дополнительными отсечениями и его  
применение в задачах анализа данных с неопределенностями»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 05.13.18 – *математическое  
моделирование, численные методы и комплексы программ*

**Актуальность темы выполненной работы.** Диссертация Воронцовой Е.А. посвящена комплексному исследованию проблемы разрешимости интервальной линейной задачи о допусках для линейных экономических моделей межотраслевого баланса (моделей «затраты-выпуск»). В случае, когда параметры таких моделей являются интервально неопределенными, прикладные задачи прогнозирования могут быть сведены к поиску и оцениванию “допускового” множества решений интервальной линейной системы. Перспективным подходом к решению линейной задачи о допусках для подобных моделей является метод распознающего функционала множества решений, предложенный С.П. Шарым. Для успешного применения данного метода требуется эффективно решать задачи недифференцируемой оптимизации, поскольку получаемый распознающий функционал является вогнутым и негладким.

В диссертации разработан, обоснован, реализован и протестирован новый численный метод отделяющих плоскостей с дополнительными отсечениями, предназначенный для решения задач минимизации выпуклых недифференцируемых функций. Задачи такого рода возникают не только в

математической экономике, но и в целом ряде других областей, например, при технологическом проектировании, в машинном обучении, в теории управления, вычислительной физике, обработке изображений и др. Это также подтверждает актуальность темы работы.

**Содержание работы.** Диссертация Воронцовой Е.А. изложена на 135 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка обозначений и сокращений и списка литературы (156 наименований).

Во *введении* обосновывается актуальность темы исследования, указываются цели и задачи диссертационной работы, научная новизна работы, теоретическая и практическая значимость работы.

*Первая глава* посвящена описанию интервальной линейной экономической модели межотраслевого баланса, постановке линейной задачи о допусках для этой модели и описанию ее экономического смысла. Дается обзор публикаций по теме исследования. В *главе 1* также приводятся базовые определения и результаты выпуклого анализа, используемые в диссертации.

*Вторая глава* посвящена разработке, обоснованию, реализации и тестированию нового эффективного численного метода отделяющих плоскостей с дополнительными отсечениями, который предназначен для решения задач недифференцируемой минимизации выпуклых функций. Данные задачи возникают при решении интервальной линейной задачи о допусках для интервальной модели межотраслевого баланса, рассмотренной в *главе 1*. В *параграфе 2.2 главы 2* доказана сходимость предлагаемого метода. В *параграфе 2.3* приведены результаты вычислительных экспериментов, полученные при сравнении разработанного метода с другими существующими методами решения задач недифференцируемой оптимизации.

В *третьей главе* диссертации решена вспомогательная задача одномерной минимизации выпуклых, не обязательно дифференцируемых функций, которая возникает при работе метода отделяющих плоскостей с дополнительными отсечениями из *главы 2*. Для ее решения предложен, обоснован и реализован быстрый алгоритм одномерного поиска. По-видимому, алгоритм назван быстрым, поскольку демонстрирует и в теории, и на практике квадратичную скорость сходимости. В *параграфе 3.1* обосновывается актуальность разработки быстрого алгоритма одномерного поиска. В *параграфе 3.2* приводится конкретизация решаемой в *главе 3* задачи. В *параграфе 3.3* описывается предложенный метод решения задачи. В *параграфе 3.4* анализируются особенности программной реализации быстрого алгоритма одномерного поиска. В *параграфе 3.5* приводятся результаты тестирования предложенной реализации алгоритма на различных сериях задач одномерной недифференцируемой оптимизации. В заключительном параграфе *третьей главы* приводятся краткие выводы об особенностях работы модифицированного алгоритма одномерного поиска.

В *четвертой главе* с помощью методов, разработанных в *главах 2 и 3*, решается описанная в *главе 1* задача определения разрешимости



интервальной линейной задачи о допусках для интервальной линейной экономической модели межотраслевого баланса. В *параграфе 4.1* описано создание модели задачи на языке моделирования AMPL. В *параграфе 4.2* решен ряд задач оценки перспектив развития региональной экономики с помощью созданного в работе комплекса программ. В этом же параграфе приведены результаты определения разрешимости интервальных линейных систем уравнений с помощью созданного комплекса программ.

В *заключении* сформулированы основные результаты и выводы диссертации.

**Научная новизна работы.** Новизна результатов диссертационной работы Воронцовой Е.А. заключается в следующем.

- Впервые предложен новый вычислительный метод отделяющих плоскостей с дополнительными отсечениями, предназначенный для решения задач выпуклой оптимизации не обязательно дифференцируемых функций.
- Разработан и обоснован новый быстрый алгоритм одномерного поиска для решения задач одномерной минимизации недифференцируемых функций.
- Создан оригинальный программный комплекс для решения задач моделирования экономики с помощью построения экономических моделей межотраслевого баланса и исследования линейных задач о допусках для этих моделей. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.
- С помощью предложенных в работе новых методов численно решены задачи негладкой оптимизации (в частности, одномерные и задачи большой размерности), проведено сравнение результатов работы реализованных методов с результатами, полученными другими методами негладкой оптимизации.
- С помощью разработанного комплекса программ впервые получены результаты решения задач прогнозирования для интервальной модели межотраслевых связей региональной экономики Приморского края (определение сбалансированных выпусков в отраслях, обеспечивающих заданные варианты конечного спроса).

**Практическая ценность** работы состоит в разработке достаточно универсального программного комплекса, позволяющего решать задачи анализа интервальных данных, задачи оптимизации недифференцируемых функций и строить профили производительности работы численных методов на больших сериях экспериментальных и практических задач.

Результаты диссертации целесообразно применять для решения вышеупомянутых задач. Кроме того, поскольку в основе предложенных численных методов решения задач оптимизации лежат довольно интересные и оригинальные идеи приближения к искомому решению, то основные



положения методов заслуживают включения в специальные курсы методов оптимизации и интервального анализа в рамках учебного процесса в высших учебных заведениях.

**Публикации и соответствие автореферата диссертационной работе.** Основные результаты работы опубликованы в 17 научных работах, в том числе, 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации.

#### **Замечания по диссертации.**

1. В работе присутствуют ошибки оформления – иногда новая строка начинается со знака «тире», хотя этот знак должен оставаться на предыдущей строке (например, на стр. 20 главы 1).

2. На стр. 57 в параграфе 2.1 приведена иллюстрация идеи стандартного метода отделяющих плоскостей (рисунок 2.2). Внешняя аппроксимация надграфика сопряженной функции нарисована как полиэдр, хотя на самом деле при работе метода используется только одна точка этого полиэдра, принадлежащая вертикальной прямой.

3. Для сравнения работы различных вычислительных методов в диссертации используется новая интересная тестовая методика с построением профилей производительности (впервые используется на стр. 68). Но описание методики очень краткое, некоторые обозначения никак не поясняются.

4. В главе 4 на стр. 94 и 95 используется сленговое англоязычное слово «солвер», которое лучше было заменить на «метод» или «программный продукт».

5. Также на стр. 94 приводится описание модели межотраслевого баланса на языке моделирования AMPL. Однако, в описании не сделана хотя бы минимальная подсветка синтаксиса, из-за чего достаточно трудно разобраться – где служебные слова в описании, а где пользовательские наименования.

**Заключение.** Указанные замечания не являются существенными, носят, скорее, характер пожеланий и не влияют на общую положительную оценку диссертации Воронцовой Е.А. Выводы, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы, обладают научной новизной и представляют теоретическую и практическую ценность.

Диссертация Воронцовой Е.А. «Метод отделяющих плоскостей с дополнительными отсечениями и его применение в задачах анализа данных с неопределенностями» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является законченной научно-квалифицированной работой, которая выполнена на высоком уровне и содержит новые научно обоснованные результаты. Эти результаты могут быть использованы при решении задач анализа данных с интервальной неопределенностью, а также

целого ряда других важных прикладных проблем, сводимых к задачам минимизации выпуклых недифференцируемых функций.

Диссертация отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Воронцова Евгения Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на научном семинаре кафедры математических основ управления факультета управления и прикладной математики (ФУПМ) МФТИ 22 апреля 2016 г., протокол № 5.

Заведующий кафедрой математических основ управления факультета управления и прикладной математики МФТИ, кандидат физ.-матем. наук, доцент  
Почтовый адрес: 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9  
Телефон: 8 (495) 408 72 90  
Адрес электронной почты: [mou@mail.mipt.ru](mailto:mou@mail.mipt.ru)  
Организация – место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»,  
web-сайт организации: <https://mipt.ru>  
Должность: заведующий кафедрой, доцент

Гуз  
Сергей Анатольевич

Доцент кафедры математических основ управления факультета управления и прикладной математики МФТИ, кандидат физ.-матем. наук, доцент  
Почтовый адрес: 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9  
Телефон: 8 (495) 408 72 90  
Адрес электронной почты: [mou@mail.mipt.ru](mailto:mou@mail.mipt.ru)  
Организация – место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»,  
web-сайт организации: <https://mipt.ru>  
Должность: доцент

Гасников  
Александр Владимирович

*Подпись Гуза С. А. заверено* *сигнатурным* *офисом*

*Г.В.*

*Подпись Гасникова А.В. заверено* *сигнатурным* *офисом кафедры*

*Г.В.*