

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.25,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА»,  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ  
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 20 марта 2019 г. № 8

**О присуждении Азаряну Александру Артуровичу, гражданство Республики Армения, ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация «Быстрые алгоритмы моделирования многомерных линейных регрессионных зависимостей на основе метода наименьших модулей» по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ принята к защите 15.01.2019 г. (протокол заседания № 1) диссертационным советом Д 212.285.25, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; созданным приказом Минобрнауки России № 760/нк от 03.12.2012 г.

**Соискатель Азарян Александр Артурович**, 1991 года рождения, в 2014 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 230100 «Информатика и вычислительная техника»; в 2018 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» по направлению подготовки 01.06.01 «Математика и механика» (Дискретная математика и математическая кибернетика). В настоящее время соискатель на работает.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, доцент Тырсин Александр Николаевич, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Уральский энергетический институт, кафедра прикладной математики, заведующий.

**Официальные оппоненты:**

**Гитман Михаил Борисович**, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», кафедра «Вычислительная математика, механика и биомеханика», профессор;

**Кризский Владимир Николаевич**, доктор физико-математических наук, профессор, Стерлитамакский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Башкирский государственный университет», заместитель директора по научной работе, кафедра математического моделирования, профессор

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация,** федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов», г. Москва, в своем **положительном** отзыве, подписанном Кулябовым Дмитрием Сергеевичем, доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук; Севастьяновым Леонидом Антоновичем, доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук; Воскресенским Леонидом Геннадьевичем, доктором химических наук, профессором, деканом факультета физико-математических и естественных наук указала, что диссертационная работа А.А. Азаряна «Быстрые алгоритмы моделирования многомерных линейных регрессионных зависимостей на основе метода наименьших модулей» является законченной научной работой, выполненной на актуальную, практически и теоретически значимую тему. Все результаты являются новыми и достоверными, они дополняют и обобщают результаты отечественных и зарубежных исследований. Полученные результаты соответствуют поставленной цели. Диссертация обладает внутренним единством, научные и практические результаты которой отражены в 18 публикациях, в том числе в 5 публикациях в изданиях из перечня ВАК, 1 монографии. Получены 3 свидетельства Роспатента о государственной регистрации программ для ЭВМ. Содержание и оформление диссертационной работы и автореферата отвечают предъявленным требованиям. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно-квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования. Диссертационное исследование не содержит результатов научных работ, выполненных в соавторстве, без ссылок на соавторов.

На основании сказанного считаем, что диссертационная работа А.А. Азаряна «Быстрые алгоритмы моделирования многомерных линейных регрессионных зависимостей на основе метода наименьших модулей» соответствует всем требованиям п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор Азарян Алексан Артурович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 18 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде главы в монографии; трех свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ; 6 статей и 3 тезисов докладов, опубликованных в научных журналах (3), материалах международных (4), всероссийских (1), региональных (1) научных конференций.

Общий объем – 8.25 п. л. / 5.0 п. л. – авторский вклад.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

#### **Наиболее значительные работы:**

#### **Статьи в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК:**

1. **Azaryan A.A.** Analysis of algorithms for stable estimation of coefficients of multiple linear regression models // Journal of Computational and Engineering Mathematics. 2018. Vol. 5. № 3. P. 17-23; 0.45 п.л., (MathSciNet, ZentralblattMATH).

2. Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Точное оценивание линейных регрессионных моделей методом наименьших модулей на основе спуска по узловым прямым // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Математика. Механика. Физика». 2018. № 2. С. 47-56; 0,65 п.л. / 0,4 п.л., (ZentralblattMATH).
3. Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Методы устойчивого построения линейных моделей на основе спуска по узловым прямым // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2018. № 1(25). С. 188-202; 1,3 п.л. / 0,8 п.л.
4. Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Оптимизация периода эксплуатации высоконагруженной техники на основе анализа средних удельных затрат // Известия вузов. Горный журнал. 2017. № 5. С. 4-8; 0,3 п.л. / 0,2 п.л., (GeoRef, ChemicalAbstracts).
5. Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Точные алгоритмы реализации метода наименьших модулей на основе спуска по узловым прямым // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. 2017. № 4. С. 21-32; 0,75 п.л. / 0,5 п.л.

#### **Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ**

6. Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Программа реализации метода наименьших модулей на основе спуска по узловым прямым: свидетельство № 2018610336; заявл. 13.11.2017; зарегистр. 10.01.2018; Реестр программ для ЭВМ.
7. Тырсин А.Н., Чистова Е.В., Куклин А.А., **Азарян А.А.** Оптимизация численности плательщиков страховых взносов в пенсионную систему за счет легализации неформальной занятости в регионах: свидетельство № 2018610916; заявл. 22.11.2017; зарегистр. 19.01.2018; Реестр программ для ЭВМ.

8. Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Оценка линейных моделей методом обобщенных наименьших модулей на основе спуска по узловым прямым: свидетельство № 2018614491; заявл. 27.02.2018; зарегистр. 06.04.2018; Реестр программ для ЭВМ.

### **Глава в монографии**

9. «Лукавые» данные и реальная динамика социально-экономического развития субъектов РФ / под ред. А.А. Куклина и В.П. Чичканова. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2017. – 364 с. (§§ 7.1, 7.2. Чистова Е.В., Тырсин А.Н., **Азарян А.А.** Моделирование сбалансированности пенсионной системы России, с. 182–199); 1,15 п.л. / 0,4 п.л.

На автореферат поступили **2 положительных отзыва:**

1. Д.ф.-м.н., профессор **Матасов Александр Иванович**, ведущий научный сотрудник лаборатории управления и навигации механико-математического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова». Отзыв содержит следующие **замечания:**

- На стр. 10 автореферата написано: «В результате при расчете коэффициентов моделей временных рядов, неустойчивыми к выбросам оказываются и МНМ-оценки». Эта фраза нуждается в пояснениях;
- На стр. 12 введено определение узловой точки. Оно также нуждается в небольшом пояснении, поскольку пересечение  $m$  плоскостей в  $m$  – мерном пространстве не обязательно является точкой;
- Хорошо было бы провести сравнение быстродействия алгоритмов и для широко распространенных методов внутренней точки (см., например, S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004).

2. Д.ф.-м.н., доцент, **Дильман Валерий Лейзерович**, заведующий кафедрой математического анализа и методики преподавания математики ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (г. Челябинск). Отзыв содержит следующие **замечания:**

- Из автореферата не ясно, возможны ли ситуации, когда система линейных алгебраических уравнений (6) является неопределенной;
- В автореферате не пояснено, почему в качестве модели засоряющего распределения в (8) используется распределение Коши.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации** обосновывается их высокой квалификацией, компетентностью и широкой известностью в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ, наличием большого количества публикаций по тематике диссертации и способностью определить научную и практическую значимость работы.

**Диссертационный совет отмечает**, что работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ: **п.1** Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений; **п.2** Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей; **п.3** Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий; **п.4** Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований получены следующие основные результаты:

***В области математического моделирования:***

***Установлена*** закономерность, позволяющая осуществлять моделирование многомерных линейных регрессионных зависимостей методом наименьших модулей (МНМ) локально, посредством спуска по узловым прямым. На основе этого ***предложен*** новый подход к вычислительно эффективному математическому моделированию многомерных линейных регрессионных зависимостей в условиях стохастической неоднородности. Предложенный подход к моделированию многомерных линейных регрессионных зависимостей, основанный на спуске по узловым прямым, ***реализован*** для обобщенного метода наименьших модулей (ОМНМ). ***Установлена*** закономерность сокращения числа рассматриваемых возможных решений с увеличением размерности данных и числа наблюдений, позволившая обеспечить вычислительную эффективность моделирования линейных регрессионных зависимостей обобщенным методом наименьших модулей.

***В области численных методов:***

***Разработаны*** вычислительно эффективные алгоритмы для моделирования многомерных линейных регрессионных зависимостей методом наименьших модулей. ***Доказана*** сходимость предложенных алгоритмов оценивания параметров многомерных линейных регрессионных моделей методом наименьших модулей к точному решению за конечное число шагов. ***Разработан*** вычислительно эффективный алгоритм моделирования линейных зависимостей методом обобщенных наименьших модулей. ***Выполнен*** анализ вычислительной трудоемкости разработанных алгоритмов моделирования многомерных линейных регрессионных зависимостей.

***В области программного обеспечения и комплексов программ:***

***Спроектирован и реализован*** на языке программирования R программный комплекс, позволяющий проводить вычислительные эксперименты как на модельных, так и на реальных данных с целью исследования эффективности



предложенных в диссертационной работе алгоритмов оценивания многомерных линейных регрессионных моделей, а также применять и строить линейные модели с помощью разработанных алгоритмов для проведения вычислительных экспериментов. С помощью разработанного комплекса программ *решено* четыре задачи моделирования в технике и экономике.

**Теоретическая значимость** исследования обоснована тем, что:

*Доказаны* теоремы о существовании глобального минимума целевой функции МНМ, при оценивании коэффициентов многомерной линейной регрессионной модели, а также о сходимости разработанного алгоритма спуска по узловым прямым к этому глобальному минимуму за конечное число шагов. *Получены* оценки средней вычислительной сложности разработанных алгоритмов моделирования линейных регрессионных зависимостей методом наименьших модулей и обобщенным методом наименьших модулей.

**Значение** полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

*Разработаны* вычислительно эффективные алгоритмы оценивания параметров многомерных линейных регрессионных моделей методом наименьших модулей и обобщенным методом наименьших модулей. Данные алгоритмы основаны на *предложенном* новом подходе к вычислительно эффективному математическому моделированию многомерных линейных регрессионных зависимостей в условиях стохастической неоднородности. Практическое использование разработанных алгоритмов позволяет существенно снизить вычислительные затраты, а также повысить точность при построении конкретных регрессионных моделей. Использование данных алгоритмов *актуально* в таких приложениях как динамические задачи мониторинга и диагностики, которым свойственна неоднородность экспериментальных данных и требуется обеспечить высокое быстродействие и устойчивость к выбросам.

*Спроектирован и создан* программный комплекс, реализующий разработанные методы и алгоритмы.

Выносимые на защиту результаты диссертационной работы в достаточной степени апробированы на научных конференциях и семинарах.

**Оценка достоверности результатов** исследования выявила:

*теоретические положения* обуславливаются строгостью используемого математического аппарата; *установлена* согласованность результатов, полученных с помощью разработанных теоретических методов, с экспериментальными данными; *корректность и эффективность* разработанных методов и программных комплексов *протестированы* на модельных и реальных примерах и *подтверждены* результатами численных экспериментов.

**Личный вклад соискателя** состоит в разработке теоретических положений, методик, алгоритмов и комплекса программ, выносимых на защиту. Азарян А.А. провел детальный сравнительный анализ разработанных алгоритмов спуска по узловым прямым, с известными точными и приближенными алгоритмами реализации МНМ и ОМНМ при оценивании коэффициентов многомерной линейной регрессионной модели. Соискателем было показано, что разработанные алгоритмы спуска по узловым прямым выигрывают по сравнению с известными точными и приближенными методами реализации МНМ и ОМНМ и могут эффективно использоваться на практике. Разработанный программный комплекс применен при решении практически важных задач в технике и экономике. Личный вклад также заключается в подготовке публикаций по выполненной диссертационной работе и апробации результатов исследований на конференциях международного и всероссийского уровней.


Диссертационная работа Азаряна А.А. «Быстрые алгоритмы моделирования многомерных линейных регрессионных зависимостей на основе метода наименьших модулей» является научно-квалификационной работой,

соответствует всем требованиям п. 9 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», диссертация содержит решение научной задачи – моделирование многомерных линейных регрессионных зависимостей в условиях стохастической неоднородности, имеющей значение для мониторинга и диагностики технических и социально-экономических систем.

На заседании 20 марта 2019 г. диссертационный совет **принял решение присудить** Азаряну А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 19 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – 18, «против» – **нет**, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель  
диссертационного совета

 Арестов Виталий Владимирович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Пименов Владимир Германович

20 марта 2019 г.