

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.073.04
на базе федерального государственного учреждения
«Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление»
Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН) по диссертации
на соискание ученой степени доктора физико-математических наук

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 24 мая 2021 №18

О присуждении Горшенину Андрею Константиновичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Полупараметрические методы анализа неоднородных данных и их применение в задачах математического моделирования» **по специальности** 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» **принята к защите** 20 февраля 2021 г., протокол №8, диссертационным советом Д 002.073.04 на базе федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН), 119333, Москва, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, приказ Министерства образования и науки Российской Федерации № 747/нк от 22 июня 2016 г.

Соискатель Горшенин Андрей Константинович, 1986 года рождения. В 2008 году с отличием окончил факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова, а в 2011 году аспирантуру того же факультета.

Диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук «Асимптотические свойства статистических процедур анализа смесей вероятностных распределений» по специальности 01.01.05 – «Теория вероятностей и математическая статистика» **защитил** в 2011 году в диссертационном совете, созданном на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

В 2017 году соискателю **присвоено ученое звание доцента** по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Соискатель работает ведущим научным сотрудником федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук» (ФИЦ ИУ РАН), ведомственная принадлежность – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в отделении 6 «Стохастические и интеллектуальные методы и средства моделирования и построения систем с интенсивным использованием данных» ФИЦ ИУ РАН (ведомственная принадлежность – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации).

Научный консультант: Королев Виктор Юрьевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математической статистики факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова.

Официальные оппоненты:

Сабельфельд Карл Карлович, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории стохастических задач Института вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук;

Зорин Андрей Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры программной инженерии Института информационных технологий, математики и механики Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского;

Майоров Сергей Алексеевич, доктор физико-математических наук, доцент, ведущий научный сотрудник теоретического отдела Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук» (КарНЦ РАН), г. Петрозаводск, в своем **положительном заключении**, подписанном **Павловым Юрием Леонидовичем**, доктором физико-математических наук, профессором, заслуженным деятелем науки Российской Федерации, главным научным сотрудником, руководителем лаборатории теории вероятностей и компьютерной статистики Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН, и **Мазаловым Владимиром Викторовичем**, доктором физико-математических наук, профессором, заслуженным деятелем науки Российской Федерации, директором Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН, указала, что «Результаты диссертации А.К. Горшенина являются значимым научным достижением в области математического моделирования на основе развития современных полупараметрических подходов теории вероятностей и математической статистики и создания программных комплексов анализа неоднородных данных. Они соответствуют следующим пяти пунктам паспорта специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»: 1. «Разработка новых математических методов моделирования объектов и явлений»; 2. «Развитие качественных и приближенных аналитических методов исследования математических моделей»; 3. «Разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий»; 4. «Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента»; 5. «Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента».

Автореферат корректно отражает основное содержание проведенных исследований и в полной мере соответствует тексту диссертации. Представляются несомненными вклад соискателя в развитие теоретических подходов в области математического моделирования и существенный потенциал использования разрабо-

тантных методов и подходов для исследования данных в широком спектре прикладных областей, не ограничивающихся рассмотренными соискателем.

Диссертационная работа А.К. Горшенина является научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, и полностью удовлетворяет требованиям к докторским диссертациям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (утверждено Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842). Горшенин Андрей Константинович заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»».

По работе имеются следующие **замечания**:

1. В работе не приведены примеры применения результатов теоремы 1.8 (стр. 43) о соответствии асимптотического распределения выборочных квантилей распределению Стьюдента для каких-либо реальных данных.
 2. В разделе 4.3 на стр. 149 упоминается статистическая проверка качества аппроксимации распределений, оценки параметров которых получены методом минимизации статистики хи-квадрат. Однако не указано, какие выборки используются для вычисления Р-значений, как при этом выбираются параметры соответствующего распределения хи-квадрат.
 3. В разделе 5.3.2 на стр. 189 не указана разница в скорости обучения нейронных сетей прямого распространения и рекуррентных архитектур в абсолютных единицах.
 4. В диссертации есть незначительное количество опечаток, например, на стр. 288 в подписи к рисунку 7.7 должно быть указано «динамическая компонентА».
- Отзыв обсужден и единогласно утвержден на заседании Ученого совета Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН (протокол №3 от 23.04.2021).

В отзыве отмечено, что «Указанные замечания носят характер уточнений по изложению отдельных вопросов в диссертационном исследовании и не влияют на высокую оценку работы в целом».

Соискатель имеет 82 опубликованные в рецензируемых научных изданиях работы по теме диссертации, из них: 31 статья – в журналах, рекомендованных ВАК; 51 работа – в изданиях, индексируемых в Web of Science Core Collection и/или Scopus, включая 6 статей в журналах первого и второго квартилей. В 58 печатных публикациях соискатель является первым или единственным автором. **Получены 39 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ**, зарегистрированные в Федеральной службе по интеллектуальной собственности (Роспатент). В 32 из них соискатель является единственным автором, еще в семи – первым. Среди наиболее значимых работ:

1. **Горшенин А.К.** О некоторых математических и программных методах построения структурных моделей информационных потоков // Информатика и ее применения, 2017. Т. 11. Вып. 1. С. 58–68. <Scopus, перечень ВАК>
2. **Горшенин А.К.** Зашумление данных конечными смесями нормальных и гамма-распределений с применением к задаче округления наблюдений // Информатика и ее применения, 2018. Т. 12. Вып. 3. С. 28–34. <Scopus, перечень ВАК>
3. **Gorshenin A.K.** On Implementation of EM-type Algorithms in the Stochastic Models for a Matrix Computing on GPU // AIP Conference Proceedings, 2015. Vol. 1648. Art. No. 250008. <Web of Science, Scopus>
4. **Gorshenin A.K.** Software tools for statistical analysis of some precipitation characteristics // Pattern Recognition and Image Analysis, 2018. Vol. 28. Iss. 4. P. 783–791. <Scopus, перечень ВАК>
5. **Gorshenin A.K.** Adaptive detection of normal mixture signals with pre-estimated Gaussian mixture noise // Pattern Recognition and Image Analysis, 2019. Vol. 29. No. 3. P. 377–383. <Scopus, перечень ВАК>
6. **Gorshenin A.K., Korolev V.Yu., Zeifman A.I.** Modeling particle size distribution in lunar regolith via a central limit theorem for random sums // Mathematics, 2020. Vol. 8. Iss. 9. Art. No. 1409. < Web of Science, Scopus>
7. **Batanov G.M., Borzosekov V.D., Gorshenin A.K., Kharchev N.K., Korolev V.Yu., Sarskyan K.A.** Evolution of statistical properties of microturbulence during transient process under electron cyclotron resonance heating of the L-2M stellar-

ator plasma // Plasma Physics and Controlled Fusion, 2019. Vol. 61. Iss. 7. Art. No. 075006. <Web of Science, Scopus>

8. Korolev V.Yu., **Gorshenin A.K.** Probability models and statistical tests for extreme precipitation based on generalized negative binomial distributions // Mathematics, 2020. Vol. 8. Iss. 4. Art. No. 604. <Web of Science, Scopus>

Сведения об опубликованных соискателем ученой степени **работах**, в которых изложены основные научные результаты диссертации, **являются достоверными.**

На автореферат поступили отзывы, которые подписали:

1. **Кулешов Андрей Александрович**, доктор физико-математических наук по специальности 05.13.18– «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», главный научный сотрудник отдела № 15 Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук». **Отзыв положительный, замечаний нет.**

2. **Гайдамака Юлия Васильевна**, доктор физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики», профессор кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов». **Отзыв положительный.** Замечание: «На стр. 24 автореферата в описании содержания параграфа 3.5 диссертации упомянуто использование развиваемых методов для анализа процессов в информационных системах, однако не приводится более подробное описание. Данное обстоятельство можно отметить в качестве незначительного замечания к автореферату, поскольку предложенные в диссертации математические модели и вычислительные методы могут быть использованы, например, для моделирования трафика в современных беспроводных сетях. Безусловно, данное замечание не влияет на общее положительное впечатление от работы».

3. **Будаев Вячеслав Петрович**, доктор физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «Физика плазмы», ведущий научный сотрудник Курчатов-

ского комплекса термоядерной энергетики и плазменных технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный исследовательский центр “Курчатовский институт”», профессор кафедры Общей физики и ядерного синтеза Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национального исследовательского университета «МЭИ». **Отзыв положительный.** Замечание: «В качестве замечания можно указать отсутствие в автореферате подробного описания конфигураций архитектур нейронных сетей, используемых для анализа турбулентной плазмы. Сделанное замечание не влияет на общую высокую оценку полученных Горшениным А.К. новых научных результатов».

4. **Сипин Александр Степанович**, доктор физико-математических наук по специальности 01.01.07 – «Вычислительная математика», профессор кафедры прикладной математики институт математики, естественных и компьютерных наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вологодский государственный университет». **Отзыв положительный.** Замечание: «В главе 6 важную роль играют разработанные вычислительные методы оценивания параметров распределений, проверки гипотез в скользящем режиме. Представляется, что изложение материала в автореферате на стр. 28-30 следовало дополнить наглядной иллюстрацией (блок-схемой) по крайней мере одного из алгоритмов. Данное замечание не снижает общее благоприятное впечатление от диссертационной работы А.К. Горшенина».

5. **Учайкин Владимир Васильевич**, доктор физико-математических наук по специальностям 01.04.12 – «Геофизика» и 01.04.16 – «Физика атомного ядра и элементарных частиц», профессор, заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, заведующий кафедрой теоретической физики инженерно-физического факультета высоких технологий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ульяновский государственный университет». **Отзыв положительный.** Замечания: «1. В реферате работы такого бесспорно достойного уровня не имеет смысла в качестве его подтверждения уделять большое внимание перечислению используемых класси-

ческих методов исследования. 2. Рисунки 2-3, демонстрирующие преимущества защищаемых методов, стоило бы сопроводить более развернутыми пояснениями в тексте и подписях к ним. 3 При формулировке задачи 4 диссертационного исследования на стр. 10 автореферата предпочтительнее явно упомянуть решаемые задачи анализа реальных данных в прикладных областях. Замечания эти касаются скорее стиля автореферата, чем его содержания».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в таких областях как вероятностное, стохастическое и имитационное моделирование и анализ неоднородных рядов, случайных процессов и природно-технических систем, включая разработку соответствующих вычислительных алгоритмов, в том числе для высокопроизводительной обработки данных, а также в физике плазмы и исследовании пылевых структур. Это обстоятельство подтверждается в том числе публикациями в высокорейтинговых научных журналах первого и второго квартилей баз Web of Science и Scopus по указанным направлениям исследований.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований получены новые научные результаты: Разработаны смешанные вероятностные модели для выборок со случайным объемом на основе: а) **доказанного** нового варианта **центральной предельной теоремы** для сумм со случайным числом независимых и необязательно одинаково распределенных слагаемых; б) **новых предельных теорем** для распределения максимального элемента выборок, объем которых описывается важным для прикладных задач семейством обобщенных отрицательных биномиальных распределений; в) **доказанного обобщения теоремы Реньи** (закона больших чисел для случайных сумм) для математического моделирования редких событий. **Доказаны теоремы** об устойчивости в метрике Леви дисперсионно-сдвиговых и конечных сдвиговых смесей нормальных распределений относительно возмущений параметров смешивающего распределения, обосновывающие корректность полупараметрических вычислительных процедур разделения смесей этих семейств распределений. **Разработан комплекс полупараметрических методов** анализа неоднородных дан-

ных и результаты аналитического исследования некоторых их свойств в моделях аддитивного зашумления конечными смесями и округления наблюдений. **Предложен полупараметрический подход** к статистическому оцениванию распределений случайных коэффициентов стохастических дифференциальных уравнений Ланжевена. **Развита статистическая методология** построения моделей сгруппированных скрытых наблюдений при заданных характерных точках их эмпирической функции распределения. **Создан комплекс методов и алгоритмов** статистической идентификации и классификации экстремальных наблюдений на основе обобщенных отрицательных биномиальных распределений числа наблюдений и обобщенных гамма-моделей для данных. **Разработаны программные комплексы** для автоматизации обработки массивов неоднородных данных на высокопроизводительных вычислительных ресурсах, реализующие разработанные полупараметрические методы.

Теоретическая значимость исследования основана на том, что: в диссертации разработаны математические модели, строго обоснованные с помощью **доказанных предельных теорем** теории вероятностей и математической статистики, на основании этих моделей **разработаны разнообразные методы анализа** массивов неоднородных данных. **Аналитически исследованы свойства** таких моделей и методов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: разработаны методы анализа данных и вычислительные процедуры, реализованные в виде программных комплексов, для которых продемонстрировано решение ряда прикладных задач в физике плазмы, селенологии, метеорологии, океанологии. **Получены акты о внедрении результатов исследований** в Институте общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук для решения задач вероятностно-статистического моделирования процессов в экспериментах с турбулентной плазмой в стеллараторе Л-2М, в Институте океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук для анализа статистических закономерностей в метеорологических и океанологических данных, а также в Центре компетенций Национальной технологической инициативы

по технологиям хранения и анализа больших данных на базе МГУ имени М.В. Ломоносова об использовании ряда результатов в рамках образовательных программ. Результаты диссертации **могут использоваться** для создания эффективных инструментов анализа данных в широком спектре прикладных областей.

Оценка достоверности результатов исследования основана на **использовании** современного математического аппарата для доказательства теоретических результатов, **применении** смоделированных выборок с известными характеристиками для проверки качества вычислительных процедур, а также **анализе** открытых наборов данных и **сравнении** результатов, полученных в рамках новых разработанных подходов, с известными. Кроме того, результаты диссертации опубликованы в рецензируемых научных изданиях, представлялись на международных и российских конференциях по тематике исследований.

Личный вклад соискателя состоит в определении актуального исследовательского направления и постановке основных задач в его рамках, создании методов их решения и самостоятельном получении ключевых результатов диссертации, включая разработанные математические модели, методы и вычислительные алгоритмы анализа неоднородных данных с реализацией в виде программных решений, а также их применение для решения реальных задач в прикладных областях.

На заседании 24 мая 2021 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация А.К. Горшенина представляет собой **научно-квалификационную работу**, выполненную на высоком научном уровне, а **совокупность полученных соискателем результатов является научным достижением** в области вероятностно-статистических подходов к моделированию, в создании методов полупараметрического анализа неоднородных данных и разработке программных комплексов для проведения такого анализа. Диссертация в полной мере соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

На заседании 24 мая 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Горшенину Андрею Константиновичу ученую степень доктора физи-

ко-математических наук. При проведении голосования диссертационный совет в количестве 30 человек, из них 12 докторов наук по специальности защищаемой диссертации, участвовавших в заседании, из 42 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени 30, против присуждения ученой степени 0.

Председатель диссертационного совета Д 002.073.04

д.т.н., академик РАН



Ю.С. Попков

Ю.С. Попков

Ученый секретарь диссертационного совета Д 002.073.04

д.т.н., профессор

В.Н. Крутько

В.Н. Крутько

24 мая 2021 г.