

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

**Заключение диссертационного совета Д ПНИПУ.05.21
по диссертации Алексева Александра Олеговича
на соискание учёной степени доктора технических наук**

Диссертация Алексева А. О. «Иерархические матричные механизмы комплексного оценивания и их приложения в кибернетических системах» по специальностям 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика и 2.3.4. Управление в организационных системах принята к защите 29 июля 2025 г. (протокол заседания № 6) диссертационным советом Д ПНИПУ.05.21, созданным по приказу ректора Пермского национального исследовательского политехнического университета от 14 октября 2022 г. № 103-О в рамках реализации предоставленных ПНИПУ прав, предусмотренных абзацами вторым – четвёртым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 1792-р.

Диссертация выполнена на кафедрах «Вычислительная математика, механика и биомеханика» и «Экономка и финансы» в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и в обществе с ограниченной ответственностью «Пермский центр поддержки принятия решений».

Официальные оппоненты:

1) *Орлов Александр Иванович*, доктор технических наук (специальность 05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях), доктор экономических наук (специальность 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики), профессор, профессор кафедры «Экономика и организация производства» (ИБМ-2) научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент», Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,

2) *Большаков Александр Афанасьевич*, доктор технических наук (специальности 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами; 05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах), профессор, профессор Высшей школы технологий искусственного интеллекта Института компьютерных наук и кибербезопасности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,

3) *Буркова Ирина Владимировна*, доктор технических наук (05.13.10 – Управление в социальных и экономических системах), доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории № 57 «Активных систем», Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук», дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывается наличием научных публикаций, названия которых релевантны теме диссертационной работы соискателя, а также их значительным вкладом в развитие методов прикладной статистики, комплексного оценивания и многокритериальной оптимизации, методов искусственного интеллекта и машинного обучения.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», г. Самара, в своем положительном отзыве, утверждённом заместителем директора по научной работе, кандидатом технических наук Соколовым Владимиром Октябревичем, обсуждённым и одобренным на заседании научно-технического совета Института проблем управления сложными системами Российской академии наук – обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Самарский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (ИПУСС РАН – СамНЦ РАН) 04 сентября 2025, протокол № 1, подписанным директором ИПУСС РАН – СамНЦ РАН Боровиком Сергеем Юрьевичем, доктором технических наук (специальность 05.11.16 – Информационно-измерительные и управляющие системы (промышленность)), ведущим научным сотрудником лаборатории систем сбора и обработки многомерной информации, Моисеевой Татьяной Владимировной, доктором технических наук (специальность 2.3.4. Управление в организационных системах), доцентом, советником директора ИПУСС РАН – СамНЦ РАН и Смирновым Сергеем Викторовичем, доктором технических наук (специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации), доцентом, советником директора ИПУСС РАН – СамНЦ РАН), **указала,** что работа актуальна, по содержанию соответствует требованиям к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, ряд научных результатов в совокупности являются системно значимыми для развития теории управления и теории принятия решений, положительной стороной исследования является широкая апробация результатов диссертации в деятельности разнообразных организаций, полученные результаты создают предпосылки для разработки новых наукоёмких информационных технологий, продуктов и услуг, отвечающих национальным интересам Российской Федерации, в качестве рекомендаций по дальнейшему использованию **отметила,** что программное обеспечение многопользовательской виртуальной

среды интеллектуального анализа данных может использоваться в деятельности научных организаций и организаций высшего образования для выполнения научных исследований, в частности, для обработки данных, собираемых в ходе различных наблюдений, экспериментов, полевых экспедиций; **заклЮчила**, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой созданы новые методы и подходы к решению задач поддержки принятия решений, оптимизации, управления сложными объектами, системного анализа и обработкой информации, соответствующих передовым разработкам в данной области исследований.

Выбор ведущей организации обосновывается наличием в Самарском федеральном исследовательском центре Российской академии наук обособленного подразделения – Института проблем управления сложными системами Российской академии наук, в котором работают научные сотрудники, обладающие компетенциями как в области управления в организационных системах, так и в области системного анализа, управления и обработки информации, статистики, в том числе наличием профильной научной лаборатории – лаборатории систем сбора и обработки многомерной информации, где изучаются и разрабатываются методы агрегирования информации, в том числе методы многокритериального анализа.

Соискатель по теме диссертации имеет 86 научных работ, из них 17 работ опубликованы в изданиях, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук и в изданиях, приравненных к ним, получен один патент на изобретение, девять свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ, два свидетельства о государственной регистрации баз данных, а также девять статей опубликованы в сборниках конференций, индексируемых в международных реферативных базах и системах цитирования. В тексте диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем научных трудах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

- 1) Кожемякин, Л. В. О качестве обучения основанных на корнях принятия решений неполносвязных нейронных сетей в условиях ограниченных данных / Л. В. Кожемякин, А. О. Алексеев // Инженерный вестник Дона – 2024. – № 3. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9089>. (из Перечня рецензируемых научных изданий (К2))
- 2) Developing a Numerical Method of Risk Management Taking into Account the Decision Maker's Subjective Attitude towards Multifactorial Risks / A. Alekseev, Z. Mingaleva, I. Alekseeva, E. Lobova, A. Oksman, A. Mitrofanov // Computation. – 2023. – Vol. 11, Iss. 1. – Art. 132. – DOI 10.3390/computation11070132. – Ст. на англ. языке. (Web of Science Core Collection (Q2), Scopus (Q2))
- 3) Data Preprocessing and Neural Network Architecture Selection Algorithms in Cases of Limited Training Sets – On an Example of Diagnosing Alzheimer's Disease / A. Alekseev, L. Kozhemyakin, V. Nikitin, J. Bolshakova // Algorithms. – 2023. – Vol. 16, Iss. 5. – Art. 219. – DOI 10.3390/a16050219. – Ст. на англ. языке. (Web of Science Core Collection (Q3), Scopus (Q2))
- 4) Алексеев, А. О. Методический инструментарий оценки уязвимости участников регионального продовольственного рынка / А. О. Алексеев, А. И. Коваленко, А. Г. Светлаков // Экономика региона. – 2021. – Т. 17. – № 3. – С. 769–783. – DOI 10.17059/ekon.reg.2021-3-4. (Web of Science Core Collection (Q2), Scopus (Q2))
- 5) Алексеев, А. О. Применение механизмов комплексного оценивания и матричных неанонимных обобщённых медианных механизмов для согласования интересов агентов / А. О. Алексеев, Т. А. Катаева // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2021. – Т. 21. – № 3. – С. 75–89. – DOI 10.14529/ctcr210308. (из Перечня рецензируемых научных изданий)
- 6) Алексеев, А. О. Управление сложными объектами, состояния

которых описываются с помощью матричных механизмов комплексного оценивания / А. О. Алексеев // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2020. – № 1. – С. 114–139. – DOI 10.15593/2499-9873/2020.1.08. (из Перечня рецензируемых научных изданий)

7) Алексеев, А. О. Исследование устойчивости механизмов комплексного оценивания к стратегическому поведению агентов (на примере согласования политики организации в области риск-менеджмента) / А. О. Алексеев // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2019. – № 4. – С. 136–154. – DOI 10.15593/2499-9873/2019.4.09. (из Перечня рецензируемых научных изданий)

8) Алексеев, А. О. Комплексное оценивание сложных объектов в условиях неопределённости / А. О. Алексеев // Прикладная математика и вопросы управления / Applied Mathematics and Control Sciences. – 2019. – № 2. – С. 103–131. – DOI 10.15593/2499-9873/2019.2.06. (из Перечня рецензируемых научных изданий)

9) Алексеев, А. О. Технология управления объектом коммерческой недвижимости с учётом потребительских предпочтений / А. О. Алексеев, В. С. Спирина, Н. А. Коргин // Управление большими системами: сборник трудов. – 2016. – Вып. 62. – С. 12 –168. (из Перечня рецензируемых научных изданий)

10) Алгоритмические основы нечёткой процедуры комплексного оценивания объектов различной природы / А. О. Алексеев, А. С. Калентьева, А. В. Вычегжанин, Д. В. Климец // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 3-3. – С. 69–474. (из Перечня рецензируемых научных изданий)

11) Alekseev, A. O. Intellectual Modelling Technologies of Investment Market = Интеллектуальные технологии моделирования инвестиционного рынка / А. О. Alekseev, К. А. Gureev, V. A. Kharitonov // Applied Mathematical Sciences. – 2013. – Vol. 7, № 137. – P. 6825–6848. – DOI 10.12988/ams.

2013.311654. – Ст. на англ. языке. (Scopus (Q3))

12) Патент на изобретение № 2819148 Российская Федерация. Способ диагностики болезни Альцгеймера / **А. О. Алексеев**, Л. В. Кожемякин, В. Н. Никитин, Ю. А. Большакова. – № 2023126743: заявл. 19.10.2023: опубл. 14.05.2024.

13) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024662382 Российская Федерация. Программный модуль для оценки качества обучения нейронных сетей: № 2024661802: заявл. 28.05.2024: опубл. 28.05.2024. / Л. В. Кожемякин, **А. О. Алексеев**, А.В. Маккавеев.

14) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023685360 Российская Федерация. Программный модуль проектирования и обучения нейронных сетей, основанных на корнях принятия решений (Software Module for Designing and Training Decisions Root-based Neural Networks) : № 2023684000 : заявл. 13.11.2023 : опубл. 27.11.2023 / **А. О. Алексеев**, Л. В. Кожемякин, А. В. Маккавеев.

15) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023683805 Российская Федерация. Программа для идентификации предпочтений участников рынка недвижимости в виде механизмов комплексного оценивания (корней принятия решений) при альтернативных структурах дерева критериев: № 2023668168: заявл. 31.08.2023 : опубл. 10.11.2023 / **А. О. Алексеев**, И. Е. Алексеева, А. В. Лебедева.

16) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016660758 Российская Федерация. Программный модуль экспериментального исследования устойчивости матричного анонимного обобщённого медианного механизма к стратегическому поведению агентов : № 2016618179 : заявл. 25.07.2016 : опубл. 21.09.2016 / **А. О. Алексеев**, Н. А. Коргин, В. О. Корепанов [и др.].

17) Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2014660537 Российская Федерация. «Автоматизированная система комплексного оценивания объектов с возможностью выбора нечёткой

процедуры свертки в соответствии со степенью неопределенности экспертной информации о параметрах их состояния» : № 2014618056 : заявл. 12.08.2014: опубл. 09.10.2014 / А. О. Алексеев, В. А. Харитонов, Р. Ф. Шайдулин, М. И. Мелехин.

В приведённых работах отражены следующие основные научные результаты, полученные соискателем: матричная процедура нечёткого комплексного оценивания, отличающаяся от известных использованием аддитивно-мультипликативного подхода к теоретико-множественным операциям над нечёткими множествами; матричная процедура непрерывного комплексного оценивания, отличающаяся оригинальной функцией интерполяции; новая матричная процедура Ф-нечёткого комплексного оценивания, отличающаяся от нечётких процедур использованием интервальных оценок для формализации функций принадлежности сворачиваемых аргументов; доказательство эквивалентности нечёткой и непрерывной аддитивно-мультипликативной процедур комплексного оценивания, доказательство эквивалентности вероятностной и нечёткой аддитивно-мультипликативной процедур комплексного оценивания, доказательство эквивалентности нечёткой и непрерывной максиминной процедур комплексного оценивания; матричный анонимный обобщённый медианный механизм, отличающийся от известных медианных схем голосования, использованием монотонных матриц в качестве сообщений агентов, участвующих в групповой экспертизе; матричный неанонимный обобщённый медианный механизм, отличающийся от анонимного тем, что учитываются ранги экспертов, а также определено как свести задачу согласования иерархических матричных механизмов комплексного оценивания в неанонимной постановке к анонимной; доказательство сохранения монотонности согласованной матрицы свёртки, элементы которой определены с помощью матричного анонимного обобщённого медианного механизма, что определяет возможность использования согласованной матрицы в задаче комплексного оценивания; доказательство сохранения

согласованной матрицы свёртки при сообщении результата активной экспертизы, который получился бы в группе экспертов, меньшей на одного эксперта; доказательство манипулируемости результатов комплексного оценивания при согласовании иерархических матричных механизмов комплексного оценивания; система классификации иерархических матричных механизмов комплексного оценивания, отличающихся использованием процедур комплексного оценивания, соответствующих вероятностной, нечёткой, интервальной и игровой неопределённостям; доказательство существования аналитического решения задачи минимизации совокупных затрат на обеспечение заданного значения комплексного показателя, вычисляемого с помощью аддитивно-мультипликативной непрерывной матричной процедуры комплексного оценивания, при затратных функциях частных критериев в виде полиномов второй степени. Помимо научных результатов в приведённых работах описаны примеры применения разработанных методов, алгоритмов и информационных технологий при решении прикладных задач поддержки принятия решений и управления в организационных системах, а также в задачах обработки информации различной природы.

В изобретении соискателем составлена диагностическая карта, графическим элементом которой является корень принятия решений (иерархический матричный механизм комплексного оценивания), и подготовлен конкретный пример диагностики болезни Альцгеймера с её помощью.

В программах для ЭВМ реализованы разработанные автором частные алгоритмы, позволяющие выбирать непрерывные или нечёткие процедуры комплексного оценивания, согласовывать иерархические матричные механизмы комплексного оценивания, идентифицировать их на основе обучающих примеров; проектировать и обучать искусственные нейронные сети, гиперпараметры которых определяются на основе иерархических матричных механизмов комплексного оценивания.

Отзывы на автореферат диссертации и диссертацию поступили от ведущих ученых, таких как Журавкова Михаила Анатольевича, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой теоретической и прикладной механики Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь; Баркалова Сергея Алексеевича, доктора технических наук, профессора, декана факультета экономики, менеджмента и информационных технологий, заведующего кафедрой управления ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж; Сараева Павла Викторовича, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Автоматизированные системы управления» ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет», г. Липецк; Гераськина Михаила Ивановича, доктора экономических наук, профессора, заведующего кафедрой математических методов в экономике ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва», г. Самара; Виноградова Геннадия Павловича, доктора технических наук, заведующего лабораторией «Интеллектуальные системы специального назначения» АО «Научно-исследовательский институт «Центрпрограммсистем», г. Тверь; Голлая Александра Владимировича, доктора технических наук, доцента, директора высшей школы электроники и компьютерных наук, ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск; Торгашова Андрея Юрьевича, доктора технических наук, главного научного сотрудника ФГБУН «Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук», г. Владивосток; Дмитриевского Бориса Сергеевича, доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Информационные процессы и управление» ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов; Новикова Дмитрия Александровича, академика РАН, директора ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук» и Коргина

Николая Андреевича, доктора технических наук, доцента, главного научного сотрудника лаборатории № 57 «Активных систем» ФГБУН «Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук»; Кислякова Алексея Николаевича, доктора экономических наук, профессора кафедры информационных технологий Владимирского филиала ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», г. Владимир. В каждом отзыве отмечается актуальность выбранной темы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, во всех отзывах утверждается, что диссертация соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а Соискатель заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальностям 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика и 2.3.4. Управление в организационных системах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана методология комплексного оценивания сложных прикладных объектов различной природы в условиях нечёткой, интервальной, стохастической и игровой неопределённостей;

предложена система классификации иерархических матричных механизмов комплексного оценивания, позволяющая выбирать процедуры комплексного оценивания, соответствующие условиям прикладной задачи;

показана возможность использования иерархических матричных механизмов комплексного оценивания и основанных на них искусственных нейронных сетей как в организационных системах, так и технических и медико-биологических системах.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказан ряд утверждений, вносящих вклад в расширение представлений об иерархических матричных механизмах комплексного оценивания;

разработаны эффективные методы и алгоритмы, расширяющие

границы применимости иерархических матричных механизмов комплексного оценивания в задачах обработки ретроспективной, текущей и экспертной информации;

применительно к проблематике диссертации результативно **использован** комплекс имитационных методов, в том числе теоретико-игрового моделирования поведения рациональных агентов и деловых игр, позволивших экспериментально подтвердить манипулируемость матричного анонимного обобщённого медианного механизма;

изложены теоретические положения методологии комплексного оценивания сложных прикладных объектов различной природы в условиях нечёткой, интервальной, стохастической и игровой неопределённости.

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

разработаны математические и инструментальные методы комплексного оценивания сложных прикладных объектов в условиях неопределённости **и внедрены** в образовательную деятельность ФГБОУ ВО «ПНИПУ», ФГАОУ ВО «ПГНИУ» и Пермского филиала ФГАОУ ВО «НИУ ВШЭ», а также в практическую деятельность ООО «ПАН Сити Групп», АО «АМБЕР Пермалко» и ПАО «ПНППК»;

разработаны методы согласования экспертных мнений **и внедрены** в деятельность Управления Росреестра по Пермскому краю для согласования методики оценки результативности работы государственных регистраторов;

разработано математическое, алгоритмическое, программное обеспечение многопользовательской виртуальной среды интеллектуального анализа данных Data to Decisions (D2D.Platform), которая **используется** в научной деятельности ООО «Пермский центр поддержки принятия решений», ФГАОУ ВО «ПНИПУ», ФГАОУ ВО «ПГНИУ», АНО Пермский НОЦ «Рациональное недропользование» и ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий и управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.

от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 16 октября 2024 г.), и Порядком присуждения учёных степеней в ПНИПУ, утверждённым приказом ректора ПНИПУ от 09 декабря 2021 г. № 4334-В (ред. от 28 мая 2024 года): в ней изложены теоретические результаты, систематизирующие сведения об иерархических матричных механизмах комплексного оценивания и особенностях их применения в различных условиях неопределённости, методах их согласования на основе экспертной информации, алгоритмах их идентификации на основе обучающих примеров, оптимизации и управлении сложными прикладными объектами, описываемыми с их помощью, что в совокупности можно квалифицировать как научное достижение в области теории принятия решений и теории управления.

На заседании 30 сентября 2025 г. диссертационный совет Д ПНИПУ.05.21 принял решение присудить Алексееву Александру Олеговичу учёную степень доктора технических наук (протокол заседания № 11).

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика и 7 докторов наук по специальности 2.3.4. Управление в организационных системах, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за присуждение учёной степени – 13, против присуждения учёной степени – 0, не участвующих в голосовании – 0.

Председатель диссертационного совета

Д ПНИПУ.05.21,

д-р техн. наук, проф.

И.о. учёного секретаря

Д ПНИПУ.05.21,

д-р техн. наук, доцент

диссертационного совета

_____/ Столбов Валерий Юрьевич /

_____/ Федосеев Сергей Анатольевич /

03 октября 2025 г.