ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ПДС 0200.006
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета ПДС 0200.006
от 25 сентября 2026 г., протокол № 23

О присуждении Степанцову Михаилу Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертация «Метод замены дифференциальных уравнений клеточными автоматами в задачах социально-экономической динамики» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в виде рукописи принята к защите 19 июня 2026 г., протокол № 19, диссертационным советом ПДС 0200.006 федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; приказ от 24 октября 2022 года № 599).

Соискатель Степанцов Михаил Евгеньевич, 1972 года рождения, гражданин России, в 1995 году соискатель окончил физический факультет Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по специальности «Физика».

Ученая степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.03 (математическая физика) присуждена решением диссертационного совета К053.05.18 при Московском Государственном Университете им. М.В. Ломоносова от 16 апреля 1998 года, диплом КТ № 050917.

Учёное звание доцента по кафедре прикладной математики присвоено 20 июля 2005 года, аттестат ДЦ № 037781.

Диссертация выполнена в отделе моделирования нелинейных процессов Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук».

Научный консультант: Малинецкий Георгий Геннадьевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий отделом математического моделирования нелинейных процессов Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша Российской академии наук».

Официальные оппоненты:

— **Боголюбов Александр Николаевич** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.16 — Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях), профессор, заведующий отделением прикладной математики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова»;
— **Лобанов Алексей Иванович** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессор, профессор кафедры вычислительной физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московского физико-технического института (национального исследовательского университета)»;
— **Бродский Юрий Игоревич** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.17 — Теоретические основы информатики), доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук;
— **Кузнецов Александр Владимирович** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.01 — Системный анализ, управление и обработка информации (радиотехника, информатика, связь) (физико-математические науки)), доцент, заведующий лабораторией 90 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук

дали положительные отзывы о диссертации.

В заключениях отзывов оппонентов указано, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук согласно пункту 2.1 раздела II Положения о присуждении учёных степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утверждённого Учёным советом РУДН, протокол УС-1, 22.01.2024, а её автор, Степанцов Михаил Евгеньевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Основные результаты, выводы и рекомендации диссертационного исследования

отражены в 19 работах, среди которых 7 публикаций, индексированных в международной базе цитирования Scopus, 10 публикаций, индексированных в RSCI, 1 публикация в рецензируемом издании из списка ВАК (К3), 1 в другом рецензируемом издании. Общий объём 161 стр. Авторский вклад 92%.

Наиболее значимые публикации:

1. Malinetskii G.G., Stepantsov M.Ye. Cellular automata for some gas dynamic processes // Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 1996. – 36(5). – P. 669–675.
2. Malinetskii G.G., Stepantsov M.E. Application of cellular automata for modeling the motion of a group of people // Computational Mathematics and Mathematical Physics. – 2004. – 44(11). – P. 1992–1996.
3. Malinetskii G.G., Stepantsov M.E. A discrete mathematical model of the dynamic evolution of a transportation network // Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2009. 49 (9). P. 1493–1498.
4. Priadein R.B., Stepantsov M.Ye. On a possible approach to a sport game with discrete time simulation // Computer Research and Modeling. 2017. 9(2). P. 271–279.
5. Stepantsov M.E. Simulation of the “Power–Society–Economics” System with Elements of Corruption Based on Cellular Automata // Mathematical Models and Computer Simulations. – 2018. – 10(2). – P. 249–254.
6. Stepantsov M.E. Cellular automaton based model of information warfare. Mathematical Models and Computer Simulations. 2021. – 13 (2). – P. 210-217.
7. Малинецкий Г. Г., Степанцов М. Е. Моделирование движения толпы при помощи клеточных автоматов. // Известия Высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 1997. Т.5, № 5. С. 75–79.
8. Малинецкий Г. Г., Степанцов М. Е. Моделирование диффузионных процессов с помощью клеточных автоматов с окрестностью Марголуса // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1998. Т. 38, № 6. С. 1017–1020.
9. Степанцов М.Е. Моделирование движения группы людей на основе решеточного газа с нелокальными взаимодействиями // Известия Высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 1999. Т. 7, № 5. С.44–46.
10. Степанцов М.Е. Математическая модель направленного движения группы людей // Математическое моделирование. 2004. Т. 16, № 3. С. 43–49.
11. Степанцов М.Е. Дискретная модель возрастной структуры учителей средней школы // Математическое моделирование. 2005. Т. 17, № 3. С. 61–66.
12. Степанцов М.Е. О возможной модификации дискретной математической модели динамического развития транспортной сети // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т.5, № 3. С. 395–401.
13. Прядеин Р.Б., Степанцов М.Е. Об одном подходе к имитационному моделированию

спортивной игры с непрерывным временем // Компьютерные исследования и моделирование. 2014. Т.6, № 3. С. 455–460.
14. Петров А.П., Степанцов М.Е. Дискретная распределенная модификация модели «власть-общество» на основе клеточного автомата. Препринт Института прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. 2014. №100.
15. Петров А.П., Степанцов М.Е. Моделирование трехуровневой системы «власть-общество» на основе клеточных автоматов // Математическое моделирование. 2016. Т. 28, № 3. С. 119–132.
16. Прядеин Р.Б., Степанцов М.Е. Об одном подходе к имитационному моделированию спортивной игры с дискретным временем // Компьютерные исследования и моделирование. 2017. Т. 9, № 2. С. 271–279.
17. Степанцов М.Е. Моделирование некоторых сценариев в системе «власть-общество», включающих миграцию населения и изменение количества регионов // Компьютерные исследования и моделирование. 2024. N. 16, № 6. С. 1499-1512.
18. Степанцов М.Е. О сходимости решения, получаемого при помощи клеточного автомата, к решению исходной задачи Коши // Математическое моделирование. 2025. Т. 37 , № 3. С. 108-117.
19. Малинецкий Г.Г., Степанцов М. Е. Учет коррупции при моделировании экономических последствий изменения числа регионов в системе «власть - общество» // Искусственные общества. 2024. Т. 19, № 3.

На автореферат диссертации поступили положительные, не содержащие критических замечаний, отзывы. Отзывы подписали:

— **Громов Василий Александрович** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), профессор, заведующий лабораторией анализа семантики факультета компьютерных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики».

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указано следующее.

1. Хотелось бы понять (и математически охарактеризовать) не только то множество задач, для котррых континуальные и дискретные модели взаимозаменяемы, но и то множество задач, для которого применение одного подхода возможно, а другого — нет. Ещё больший интерес представляет ситуация, когда применение двух разных подходов даёт качественно различные результаты.

2. Желательно было бы провести сравнение представленных в работе результатов с теми, которые могут быть получены в рамках physically-informed neural networks, которые можно рассматривать как своеобразный способ работы с дискретным аналогом задачи.

— **Нестеров Андрей Владимирович** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 01.01.02 — Дифференциальные уравнения), профессор кафедры информатики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова».

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указано следующее.

Несмотря на то, что автор подчёркивает, что речь идёт о замене клеточным автоматом задач Коши, практически везде (кроме самого доказательства теоремы о сходимости) в представлении математических моделей приведены только сами дифференциальные уравнения без начальных условий.

— **Твердислов Всеволод Александрович** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 03.00.02 — Биофизика), профессор, заведующий кафедрой биофизики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

В отзыве дана положительная оценка автореферата диссертации. В качестве недостатков указано следующее.

1. При изложении замены интегро-дифференциального уравнения клеточным автоматов в главе 2 замена дифференциального оператора изложена подробно, а о замене интегрального члена сказано одной фразой, хотя это представляется более важным преобразованием исходной модели.
2. При изложении главы 5 рассматриваемая там модель учителей средней школы сравнивается с моделью высшей школы, однако последняя не изложена хоть сколько-нибудь подробно. Читателю приходится догадываться, что «группы, для которых характерны существенные различия среднего возраста» в высшей школе – это, по-видимому, молодые преподаватели, доценты и профессора.

На диссертацию поступил положительный, не содержащий критических замечаний, отзыв. Отзыв подписал:

— **Малков Сергей Юрьевич** — гражданин РФ, доктор технических наук (специальность 20.02.14 — Вооружение и военная техника. Комплексы и системы военного назначения), профессор, профессор кафедры глобалистики факультета глобальных процессов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве недостатков указано следующее.

1. В главе 2 при изложении модели информационного противоборства не сформулированы достаточно чётко цели противоборствующих сторон (например, в виде целевых функций).
2. В главе 4 одним и тем же методом получены несколько различных клеточных автоматов для, казалось бы, одной и той же исходной модели. Не разъяснены удовлетворительным образом различия, приведшие в ходе применения метода к нескольким различным результатам.
3. В главе 7 автор ограничился рассуждением о том, что модели носят характер, аналогичный моделям из предыдущих глав. Уместно было бы подробнее рассмотреть сходство с клеточным автоматом хотя бы на примере одной из моделей, расписав множество состояний, правила автомата и т.п.

Все рецензенты отмечают, что приведённые замечания не снижают ценность результатов диссертационной работы и не влияют не её положительную оценку.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их высокой квалификацией, наличием научных трудов и публикаций, соответствующих теме оппонируемой диссертации.

Боголюбов Александр Николаевич является крупным специалистом в области математического моделирования и численных методов. В частности, в сфере его научных интересов находится вопрос математического моделирования нелинейных систем, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Боголюбова Александра Николаевича по тематике диссертационного исследования:

1. Боголюбов А.Н., Могилевский И.Е., Шушарин М.М. Сингулярная часть электромагнитного поля в задачах дифракции на телах с ребрами для различных типов граничных условий // Журнал вычислительной математики и математической физики, 2024. — Т.64. — № 11. — С. 2101-2113.

2. Боголюбов А.Н., Никитченко А.Д. Расчет эффективных параметров метаматериалов // Физические основы приборостроения, 2024. — Т.13. — № 1 (51). — С. 11-19.
3. Свешников А.Г., Боголюбов А.Н., Боголюбов Н.А., Быков А.А. Полностью консервативные алгоритмы расчета клистронов миллиметрового диапазона // Физические основы приборостроения, 2022. — Т. 11. — № 2 (44). — С. 26-33.
4. Артемьева М.В., Боголюбов А.Н., Петухов А.А. Метод матриц переноса для решения задачи дифракции плоской волны с те-поляризацией на одномерной бинарной дифракционной решетке // Физические основы приборостроения, 2022. — Т.11. — № 2 (44). — С.40-48.
5. Боголюбов А.Н., Могилевский И.Е., Ровенко В.В. Асимптотическое разложение решения задач электромагнитной теории дифракции на объектах с коническими точками // Известия Российской академии наук. Серия физическая, 2021. — Т.85. — № 1. — С. 59-63.

Лобанов Алексей Иванович является крупным специалистом в области компьютерных методов моделирования, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Лобанова Алексея Ивановича по тематике диссертационного исследования:

1. Карпов В.Е., Лобанов А.И. Сеточно-характеристическая разностная схема для решения уравнения Хопфа на основе двух различных дивергентных форм // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2023. Т. 16. № 2. С. 91-103.
2. Калугина М.Д., Каширин В.С., Лобанов А.И. Валидационные расчеты задач гемодинамики с использованием программного комплекса flowvision в режиме распараллеливания // Вычислительные методы и программирование. 2023. Т. 24. № 2. С. 132-141.
3. Калугина М.Д., Лимарева М.Ю., Лобанов А.И. Нестационарные эффекты в математической модели роста тромбоцитарного тромба // Российский журнал биомеханики. 2024. Т. 28. № 4. С. 179-188.
4. Карпов В. Е., Лобанов А. И. Об одном варианте W-метода, основанном на методе CROS //Математическое моделирование. – 2025. – Т. 37. – №. 2. – С. 155-169.
5. Andreeva A. A., Lobanov A.I., Panyukov S.V., Sibiryakova A. A. Self-similar mechanism of thrombin generation //Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. – 2025. – Т. 40. – №. 5. – С. 341-357.

Бродский Юрий Игоревич является крупным специалистом в области имитационного моделирования сложных систем, в том числе при помощи клеточных автоматов,

что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Бродского Юрия Игоревича по тематике диссертационного исследования:

1. Brodsky, Yu. I. On the Oscillation in Multidimensional Odd Competitive Systems / Yu. I. Brodsky // WSEAS Transactions on Mathematics. – 2025. – Vol. 24. – P. 181-189. – DOI 10.37394/23206.2025.24.18. – EDN YQVJRG.
2. Brodsky, Y. I. Analyzing and simulating the oscillation in multidimensional odd competitive systems / Y. I. Brodsky // Advances in Differential Equations and Control Processes. – 2024. – Vol. 31, No. 3. – P. 335-346. – DOI 10.17654/0974324324018. – EDN BHEKPG.
3. Ereshko, F. Simulation Games in Geopolitical Problems Exploring / F. Ereshko, N. Belotelov, Y. Brodsky // 2023 16th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), Moscow, 26–28 сентября 2023 года. – Moscow: IEEE, 2023. – DOI 10.1109/MLSD58227.2023.10304023. – EDN OSABNO.
4. Brodsky, Yu. I. On a Structural Approach to the Complex Systems Conceptual Modeling / Yu. I. Brodsky // International Conference on Control, Artificial Intelligence, Robotics & Optimization, Ierapetra, Greece, 11–13 апреля 2023 года. – Ierapetra, Greece: IEEE Computer Society, Conference Publishing Services (CPS), 2023. – P. 26-30. – DOI:10.1109/ICCAIRO58903.2023.00013. – EDN FUDGJF.
5. Бродский, Ю. И. Структурная теория сложных систем. Модельно-ориентированное программирование / Ю. И. Бродский, Л. В. Круглов // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2023. – № 4. – С. 96-108. – DOI 10.14357/20718632230409. – EDN VTCHQU.
6. Bobrov, V. A. Modeling of double standards and soft power in cellular automata competition systems / V. A. Bobrov, Y. I. Brodsky // E3S Web of Conferences International Conference on Sustainable Technologies in Civil and Environmental Engineering (ICSTCE 2023), Pune, India, 15–16 июня 2023 года. – Pune, India: EDP Sciences, 2023. – P. 02016. – DOI 10.1051/e3sconf/202340502016. – EDN WBIMKM.

Кузнецов Александр Владимирович является крупным специалистом в области имитационного моделирования социально-экономических систем, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Кузнецова Александра Владимировича по тематике диссертационного исследования:

1. Kuznetsov A. On statement-valued random variables // Boletín de la Sociedad Matemática Mexicana, 32 (2026), 8 (Published online), 19 pp. doi: 10.1007/s40590-025-00840-7

2. Кузнецов А.В., Федянин Д.Н. Модель агентов с общей точкой интереса и ограничением на количество одновременно присутствующих агентов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2025. – № 3. – С. 101-109.
3. Кузнецов А. В., Серов Н. А., Адодина М. М. Разработка платформы для многоагентного моделирования исторических сообществ // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2024. – № 3. – С. 51-77.
4. Kuznetsov A.V., Schumann A., Rataj M. Continuous optimisation problem and game theory for multi-agent pathfinding // International Journal of Game Theory, 2023, D2IW4 (Published online), 41 pp.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработана научная концепция замены дифференциальных уравнений клеточными автоматами и родственными им объектами, позволяющая повысить эффективность расчётов и расширить области применимости моделей; – предложен метод замены обыкновенных дифференциальных уравнений стохастическими клеточными автоматами; – доказана сходимость решения, полученного на основе такого клеточного автомата, к решению задачи Коши для соответствующего обыкновенного дифференциального уравнения; – введено понятие клеточного автомата, эквивалентного в смысле средних значений исходной задаче Коши.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложен метод замены дифференциальных уравнений клеточными автоматами и родственными им объектами, позволяющий повысить эффективность расчётов и расширить области применимости моделей. В рамках его применения разработан ряд дискретных модификаций математических моделей, каждая из которых также имеет большую теоретическую значимость.

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

В частности, разработанные модели могут быть использованы для решения прикладных задач моделирования и прогнозирования социально-экономической динамики в Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, в ФИЦ «Информатика и управление» РАН, на факультете вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, во Всероссийском НИИ железнодорожного транспорта. Модель хода спортивных соревнований может быть применена организаторами спортивных соревнований и тренерами команд для анализа будущих или состоявшихся матчей.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных результатов обеспечивается правильностью выбранных методов теории кинетических уравнений, математической статистики, методов дифференциальных уравнений при выводе аналитических соотношений и доказательстве утверждений; обоснованностью принятых допущений, перекрестной верификацией методов, численными экспериментами с применением численного анализа, валидацией математических моделей.

Личный вклад соискателя состоит в:

непосредственном участии на всех этапах исследовательского процесса – от постановки задач до получения основных научных результатов диссертации; личном участии в проведении научных исследований, включая разработку сценариев для численных экспериментов и получение исходных данных; личном участии в апробации результатов исследования на международных и всероссийских научных мероприятиях; разработке методологической основы исследований, включая создание комплекса математических моделей и алгоритмов; обработке и интерпретации результатов численных экспериментов, выполненных при непосредственном участии автора; подготовке основных публикаций по выполненной работе, включая статьи в журналах, индексируемых в международных базах данных.

Заключение диссертационного совета подготовили:

— доктор технических наук, доцент, доцент кафедры теории вероятностей и кибербезопасности факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Бегишев В. О.;
— доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Лаборатории теоретической физики имени Н. Н. Боголюбова Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований Виницкий С. И.;
— доктор физико-математических наук, профессор, профессор математического института имени академика С. М. Никольского факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы» Ланеев Е. Б..

На заседании **25 сентября 2026 г.** диссертационный совет принял решение присудить Степанцову Михаилу Евгеньевичу учёную степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0, проголосовали: за — 11, против — 0, недействительных бюллетеней — 1.

Председательствующий на заседании

заместитель председателя диссертационного совета ПДС 0200.006, доктор физико-математических наук, профессор — Кулябов Д. С.

учёный секретарь диссертационного совета ПДС 0200.006, кандидат физико-математических наук, доцент — Геворкян М. Н.

25 сентября 2026 г.