

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 КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета ПДС 0200.006

от 25 сентября 2026 г., протокол № 25

О присуждении Мамонову Антону Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Инволютивные алгоритмы вычисления базисов Грёбнера в приложении к исследованию модели Лотки–Вольтерры» по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в виде рукописи принята к защите 22 июня 2026 г., протокол № 21, 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 Мамонов Антон Алексеевич, 1999 года рождения, гражданство РФ, в 2021 году окончил магистратуру в Российском университете дружбы народов по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», в 2025 году окончил аспирантуру в Российском университете дружбы народов имени Патриса Лумумбы по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

В период подготовки диссертации соискатель работал в Российском университете дружбы народов имени Патриса Лумумбы ассистентом кафедры Математического моделирования и искусственного интеллекта.

Диссертация выполнена на кафедре математического моделирования и искусственного интеллекта Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Научный руководитель: Салпагаров Солтан Исмаилович, кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования и искусственного интеллекта факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения

высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы».

Официальные оппоненты:

- **Крянев Александр Витальевич** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.16 — Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях), профессор, профессор кафедры прикладной математики № 31 института лазерных и плазменных технологий Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»;
- **Цирулёв Александр Николаевич** — гражданин РФ, доктор физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), доцент, профессор кафедры общей математики и математической физики математического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тверской государственный университет»;
- **Айриян Александр Сергикович** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.18 — Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ), начальник сектора № 2 научного отдела вычислительной физики Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований

дали положительные отзывы о диссертации.

В заключениях отзывов оппонентов указано, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук согласно пункту 2.2 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, Мамонов Антон Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Основные результаты, выводы и рекомендации диссертационного исследования отражены в 7 работах, из которых 2 в изданиях, индексируемых в Web of Science (Q1) и Scopus (Q1), 3 в изданиях, входящих в перечень ВАК, РУДН; а также 2 свидетельства

о государственной регистрации программ для ЭВМ. Общий объем работ составляет 76 страниц. Авторский вклад 72%.

Наиболее значимые публикации:

1. Блинков Ю. А., Салпагаров С. И., Мамонов А. А., Акопян И. А. Разработка системы для оценки производительности алгоритмов компьютерной алгебры при нахождении базисов Грёбнера // Компьютерные инструменты в образовании. 2024; №2: 39-47. DOI: 10.32603/2071-2340-2024-2-39-47.
2. Блинков Ю. А., Салпагаров С. И., Мамонов А. А. Реализация автоматизированной системы классификации и оценки эффективности алгоритмов вычисления базисов Грёбнера // Записки научных семинаров Санкт-Петербургского отделения математического института им. В.А. Стеклова РАН. 2025; Т.543: 56-67.
3. Kashevnik A., Kovalenko S., Mamonov A. et al. Intelligent Human Operator Mental Fatigue Assessment Method Based on Gaze Movement Monitoring. Sensors. 2024; 24(21): 6805. DOI: 10.3390/S24216805.
4. Kovalenko S., Mamonov A., Kuznetsov V. et al. OperatorEYEVF: Operator Dataset for Fatigue Detection Based on Eye Movements, Heart Rate Data, and Video Information. Sensors. 2023; 23(13): 6197. DOI: 10.3390/s23136197.

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

- **Могилевский Илья Ефимович** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 01.01.03 — Математическая физика), доцент, доцент кафедры математики 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. В разделе 1.2.2 автор демонстрирует нахождение базиса Гребнера для четырехмерной модели и находит 8 точек равновесия, что является прямым применением функции `variety()` в Sage. Эта тривиальная операция не содержит в себе научной новизны, а лишь демонстрирует стандартный функционал СКА. Чтобы работа имела научную ценность, следовало бы:
 - Провести исследование устойчивости найденных точек (анализ матрицы Якоби).

- Использовать базис Гребнера не просто для нахождения точек, а для исключения переменных и получения полиномиального уравнения для одной из них, что демонстрирует силу метода.
 - Сравнить точность полученных результатов с результатами Васильевой (канд. дисс., РУДН, 2026), показав, что алгебраический метод дает точность, недостижимую для численных методов.
2. В разделе 1.3.3 автор строит полиномиальный идеал для схемы средней точки, но не анализирует структуру полученного базиса Гребнера. Например, какова размерность полученного базиса? Является ли он нульмерным (то есть имеет конечное число решений)? Автор просто находит время выполнения. Более содержательным было бы:
- Показать, что после построения базиса Гребнера решение для T сводится к нахождению корней одномерного полинома.
 - Использовать найденные решения для построения фазовых портретов и сравнения их с классическими, что подтвердило бы корректность метода.
- **Селиверстов Александр Владиславович** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 05.13.17 — Теоретические основы информатики), ведущий научный сотрудник лаборатории № 6 Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук.

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

- В нескольких местах непарные кавычки затрудняют чтение.
- На стр. 4 сказано: «от системы уравнений переходят к порожденному ей идеалу». Очевидно, идеал порождается не системой уравнений, а многочленами.
- На стр. 5 сказано о базисе Грёбнера: «однако оценка его вычислительной сложности является экспоненциальной». Увы, в худшем случае время работы может быть больше.
- **Девяткин Дмитрий Алексеевич** — гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (специальность 2.3.5 — Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей), заведующий лабораторией 74 «Технологии анализа и контролируемого синтеза текстов» Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук».

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

1. В разделе 4.3 автор классифицирует задачи вычисления базиса Грёбнера по времени вычислений, используя «внешние характеристики» (размерность, число мономов, сумму степеней и т.д.). Приводимые коэффициенты корреляции 0,3-0,4 слабы, а для классификации по наличию решения (табл. 9-12) не превышают 0,5. Для содержательных выводов нужна выборка из тысяч тестов, а не из 135, из которых лишь 100 доведены до конца: даже в специализированных работах по машинному обучению для базисов Грёбнера (Kera, Iwami, «Learning to Compute Gröbner Bases», NeurIPS 2023) сопоставимая по скудости признаков регрессия даёт $R^2 \sim 0,4$, тогда как устойчивые предсказания ($R^2 > 0,9$) получены лишь на выборках из многих тысяч примеров. Статистических тестов значимости и доверительных интервалов автор не приводит. Стоило бы применить кросс-валидацию и более выразительные модели например, из работы «Learning Fast Monomial Orders for Gröbner Basis Computations» на выборке, расширенной предложенным самим автором в п. 4.4.1 приёмом замены переменных.
2. Задача предсказания времени вычисления базиса Грёбнера давно ставилась в литературе: для алгоритмов F4/F5 разработаны метрики разреженности (sparsity), в криптографии для оценки сложности систем используют степень регулярности (Castelnuovo-Mumford regularity). Автор не сравнивает свои «внешние характеристики» с этими метриками количественно. Кроме того, используемые им семейства тестов (cyclic, eso, reimer, katsura) входят в куда более широкий общепринятый бенчмарк, на котором строится сравнение таких систем, как msolve, OpenF4, Singular, Maple и Groebner.jl; явное позиционирование работы относительно этой традиции усилило бы её.
3. В разделе 4.2.3 автор утверждает, что перестановки переменных ускоряют вычисления в 2-5 раз, но приводит в качестве примера тест cassou (табл. 5), выполняющийся тысячные доли секунды, на таком масштабе определяют результат скорее системные шумы, чем алгоритмическая сложность. Гипотезу следовало проверить на «тяжёлых» тестах вроде cyclic6 или eso9 (табл. 1), с усреднением по нескольким запускам.
4. Сравнение GInv/GInvDist ограничено встроенным в Sage алгоритмом buchberger improved, тогда как сложившийся сегодня круг эталонных реализаций msolve, OpenF4, Singular, Groebner.jl - тестируется на тех же семействах примеров, что использует и автор. Без такого сопоставления нельзя отделить эффект инволютивного деления от эффекта качества конкретной реализации: GInvDist - преимущественно Python-программа с частичным ядром на C++/Cython, а

buchberger_improved - давно оптимизированная процедура. Поэтому вывод раздела 3.3 о двукратном превосходстве GInv «в среднем по всем тестам» нуждается в дополнительном обосновании.

5. Автор сам отмечает (раздел 4.2.1) неустойчивость Sage: время выполнения одного и того же теста без изменения команд может составлять от долей секунды до часов. Тем не менее в большинстве таблиц (1, 3, разделы 4.2-4.3) приводится, по-видимому, единственный запуск, и лишь эксперимент с перестановками явно усреднён по нескольким попыткам. По той же причине вызывает сомнение выбор порогов классификации (300 и 3000 секунд, раздел 4.3.3): они подобраны «эмпирически, как дающие наибольшую корреляцию» на тех же данных, на которых затем эта корреляция сообщается, что завышает и без того слабый результат. Следовало бы фиксировать порог и обученную модель на одной части выборки, а проверять на отложенной.
6. Ряд выводов опирается на единичные измерения. Сравнение GInv и Sage для нелинейного осциллятора (раздел 3.2.3) ускорение в 4,73 раза при $N=5$ не повторено и не исследовано при промежуточных N и шаге дискретизации, однако из него сделан общий вывод о кратном росте эффективности инволютивного алгоритма. Аналогично, аномалия теста hairer2 (табл. 3), где простая размерность (13) резко замедляет вычисления при $\langle \text{degrevlex} \rangle$, объясняется «популярным предположением» о роли простоты размерности, но проверена лишь на одном примере внутри одного семейства и остаётся анекдотическим наблюдением. В целом можно рекомендовать: расширить тестовую базу и сопоставить её с сериями Cyclic-n, Katsura-n, Eco-n, Henrion, Noon, Reimer; сравнить GInv с msolve, OpenF4, Singular или Groebner.jl; перейти от простых корреляций к моделям с кросс-валидацией и отложенной выборкой; систематически усреднять временные измерения с учётом отмеченной автором нестабильности Sage.

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

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

Крянев Александр Витальевич является крупным специалистом в области математического моделирования. В частности, в сфере его научных интересов находится вопрос изучения многомерных математических моделей, а также оптимизация параметров моделей и использование методов машинного обучения в задачах классификации, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Крянева Александра Витальевича по тематике диссертационного исследования:

1. Е. П. Акишина, В.В. Иванов, А.В. Крянев, А.С. Приказчикова. Многомерный анализ данных в задаче прогнозирования попадания кредитных организаций в зону риска // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. 2024. Т. 13, Вып. 1. С. 21-29
2. С. Г. Климанов, А. В. Крянев, Н. А. Кудряшов. Математическая модель оптимизации затрат на систему защиты информации в сетевых каналах связи систем управления // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. 2024. Т. 13, Вып. 2. С. 76-82
3. С. Г. Климанов, А. В. Крянев, А. А. Котляров, Д. С. Смирнов, И. В. Сопенко, В. А. Трикозова, Д. Д. Царева. Схемы интерполяции оптимальных значений параметров вентиляционного потока в зависимости от значений показателей пациента при искусственной вентиляции легких // Вестник Национального исследовательского ядерного университета МИФИ. 2025. Т. 14, Вып. 6. С. 544-552

Цирулёв Александр Николаевич является крупным специалистом в области математического моделирования. В частности, в сфере его научных интересов находится вопрос изучения многомерных математических моделей, в особенности моделирования сложных нелинейных систем, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Цирулёва Александра Николаевича по тематике диссертационного исследования:

1. Вариационный квантовый алгоритм для малоразмерных систем в базисе Паули / Д.О. Голов, Н.А. Петров, А.Н. Цирулёв // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. - 2024. - Вып. 16. - С. 343-350. DOI: 10.26456/pcascnn/2024.16.343.
2. Модель трехкубитного кластера в термостате / Э. Андре, А.Н. Цирулев // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. - 2023. - Вып. 15. - С. 223-230. DOI: 10.26456/pcascnn/2023.15.223.
3. Моделирование запутанных состояний в кластерах кубитов / Э. Андре, А.Н. Цирулев // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. - 2022. - Вып. 14. - С. 342-351. DOI: 10.26456/pcascnn/2022.14.342.

Айриян Александр Сержикович является крупным специалистом в области математического моделирования. В частности, в сфере его научных интересов находится

вопрос изучения многомерных математических моделей, в особенности моделирования сложных нелинейных систем, что является одним из важных аспектов диссертационного исследования соискателя.

Основные публикации Айрияна Александра Сержиковича по тематике диссертационного исследования:

1. Mahboubbeh Shahrbaф, Davood Rafiei Karkevandi, Alexander Ayriyan and Stefan Typel Observational probes of the neutron star equation of state with hyperons, bosonic dark matter, and quark matter, A&A, 706 (2026) A203 DOI: 10.1051/0004-6361/202556315
2. Ayriyan, A., Blaschke, D., Carlomagno, J.P., Contrera, G.A., Grunfeld, A.G. Bayesian Analysis of Hybrid Neutron Star EOS Constraints Within an Instantaneous Nonlocal Chiral Quark Matter Model. Universe 2025, 11, 141. DOI: 10.3390/universe11050141
3. Ayriyan A., Ayryan E.A., Egorov A.A., Timko M., Kopcansky P. Properties of Liquid Crystal Wave-Guiding Structures // Soft Matter, vol. 38(18), pp. 7441-7451 (2022). DOI: 10.1039/d2sm00597b

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан новый метод для исследования математических моделей популяционной динамики, основанный на решении системы нелинейных уравнений через вычисление базиса Гребнера;
- предложено оригинальное изложение теории инволютивного деления на основе понятия линейного деления;
- доказана перспективность поиска закономерностей между численными характеристиками полиномиальных идеалов и временем их вычисления различными алгоритмами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

полученные результаты демонстрируют более высокую вычислительную эффективность инволютивного алгоритма для ряда задач по сравнению с классическим алгоритмом Бухбергера, в том числе рассматриваемые задачи популяционной динамики, а также указывают на перспективность предварительной классификации полиномиальных идеалов по вычислительной сложности.

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

разработанные инструменты могут использоваться как для производства, так и для учебного процесса. В частности, система GInvDist, опубликованная в репозитории PyPI, существенно снизила порог вхождения для использования инволютивных алгоритмов в задачах математического моделирования. Разработанные методы предсказания времени вычислений на основе численных характеристик полиномиаль-

ных идеалов могут быть использованы для оптимизации распределения ресурсов в высокопроизводительных вычислительных системах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность обеспечивается правильностью выбранных методов и их перекрестной верификацией, а также численными экспериментами с применением численного анализа.

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 Виноцкий 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 Мамонову Антону Алексеевичу учёную степень кандидата физико-математических наук.

