

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

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17.02.2023, протокол № 3

О присуждении Баддуру Али, гражданину Сирийской Арабской Республики, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование консервативных разностных схем в моделях движения многих тел» по специальности по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ в виде рукописи принята к защите 6 декабря 2022 г., протокол № 2 диссертационным советом ПДС 0200.006 Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» (РУДН) Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.б.; приказ от 24 октября 2022 года № 599).

Соискатель Баддур Али 1987 года рождения в 2019 году окончил магистратуру РУДН по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», магистерская программа «Теория вероятностей и математическая статистика».

С 2019 г. по настоящее время в аспирантуре он осваивает программу подготовки научно-педагогических кадров по направлению 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», соответствующему научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, по которой подготовлена диссертация.

В настоящее время не работает.

Диссертация выполнена на кафедре прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Малых Михаил Дмитриевич, доцент кафедры прикладной информатики и теории вероятностей факультета физико-математических и естественных наук РУДН.

Официальные оппоненты:

– **Корпусов Максим Олегович**, гражданин РФ, доктор физико-математических наук (01.01.03 — «Математическая физика»), доцент, ФГАОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», профессор кафедры математики физического факультета,

- **Цирулев Александр Николаевич**, гражданин РФ, доктор физико-математических наук (05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), доцент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», профессор кафедры общей математики и математической физики,
- **Васильев Николай Николаевич**, гражданин РФ, кандидат физико-математических наук (01.03.01 - «Астрометрия и небесная механика»), ФГБУН «Санкт-Петербургское отделение математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук», старший научный сотрудник,
- дали положительные отзывы о диссертации.

В заключениях отзывов оппонентов указано, что диссертационная работа соответствует требованиям п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного Ученым советом РУДН 23.09.2019г., протокол №12, а ее автор, Баддур Али заслуживает присуждения ученой кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 8 опубликованных работ по теме диссертации, из них 2 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных «Перечнем РУДН», «Перечнем ВАК», 3 в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в международной базе данных «Scopus» и «Web of Science», 3 — в тезисах докладов. Общий объем публикаций 4,5 п.л. Авторский вклад — 85 %.

Наиболее значимые публикации

- в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus:
 1. Baddour, A. On periodic approximate solutions of dynamical systems with quadratic right-hand side [Text] / A. Baddour, M. Malykh, L. Sevastianov // J. Math. Sci. — 2022. — Vol. 261. — P. 698—708.
 2. Baddour, A. On difference schemes for the many-body problem preserving all algebraic integrals [Text] / A. Baddour, M. Malykh // Phys. Part. Nuclei Lett. — 2022. — Vol. 19. — P. 77—80.
 3. On the quadratization of the integrals for the many-body problem [Text] / Y. Ying [et al.] // Mathematics. — 2021. — Vol. 9, no. 24. — URL: <https://www.mdpi.com/2227-7390/9/24/3208>.
- в изданиях из списков РУДН и ВАК РФ:
 4. Baddour, A. Richardson–Kalitkin method in abstract description [Text] / A. Baddour, M. D. Malykh // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. — 2021. — Vol. 29, no. 3. — P. 271—284. — URL: <https://journals.rudn.ru/miph/article/view/27531>.
 5. Numerical determination of the singularity order of a system of differential equations [Text] / A. Baddour [et al.] // Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science. — 2020. — Vol. 28, no. 1. — P. 17—34. — URL: <https://journals.rudn.ru/miph/article/view/23694>.
- в сборниках трудов конференций

6. Dynamic systems with quadratic integrals [Text] / A. Baddour [et al.] // Polynomial computer algebra. — St. Petersburg, 2020. — URL: <https://pca-pdmi.ru/2020>.
7. Dynamical systems with a quadratic right-hand side [Text] / A. Baddour [et al.] // Polynomial computer algebra. — St. Petersburg, 2021. — URL: <https://pca-pdmi.ru/2021>.
8. Baddour, A. On the usage of the midpoint method in theory of dynamical systems [Text] / A. Baddour, M. D. Malykh, Yu Ying // Information and Telecommunication Technologies and Mathematical Modeling of High-Tech Systems 2021 (ITTMM 2021). — Moscow, 2021. — URL: <https://events.rudn.ru/event/107/>.

На автореферат диссертации поступили положительные, не содержащие критических замечаний отзывы от:

- **Блинкова Юлия Анатольевича**, гражданина РФ, доктора физико-математических наук (специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), доцента, заведующего кафедрой математического и компьютерного моделирования ФГАОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». В отзыве дана положительная оценка диссертации в целом и сделано несколько замечаний относительно выбора тестовых примеров.
- **Геворкяна Миграна Нельсоновича**, гражданина РФ, кандидата физико-математических наук (специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), доцента, доцента кафедры прикладной информатики и теории вероятностей РУДН. В отзыве дана положительная оценка диссертации. В качестве замечания отмечено то обстоятельство, что в диссертации не исследовано, наследуют ли построенные разностные схемы симплектическую структуру исходной задачи.
- **Панина Александра Анатольевича**, гражданина РФ, кандидата физико-математических наук (специальность 01.01.03 — «Математическая физика»), доцента кафедры математики физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова. В отзыве дана положительная оценка диссертации и указано ее место в современных исследованиях разностных схем, отзыв без замечаний.
- **Севастьянова Антона Леонидовича**, гражданина РФ, кандидата физико-математических наук (специальность 05.13.18 — «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»), зам. начальника управления цифровизации образования НИУ «Высшая школа экономики». В отзыве дана положительная оценка диссертации и отмечено удачность выбора системы Sage для проведения расчетов, отзыв без замечаний.

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

Выбор Корпусова Максима Олеговича в качестве официального оппонента обусловлен тем, что Корпусов М.О. является крупным специалистом в области математической физики. В сфере его научных интересов разработка численных методов анализа сложных математических моделей, в том числе разработка методов идентификации подвижных особых точек решений. Основные публикации Корпусова М.О. по тематике диссертационного исследования:

1. М. О. Корпусов. О разрушении решений нелинейных уравнений типа уравнения Хохлова–Заболотской // ТМФ, 194:3 (2018), 403–417
2. М. О. Корпусов, Е. А. Овсянников, Локальная разрешимость, разрушение и гёльдеровская регулярность решений некоторых задач Коши для нелинейных уравнений теории волн в плазме. I. Формулы Грина // Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 62:10 (2022), 1639–1661
3. М. О. Корпусов, А. Н. Левашов, Д. В. Лукьяненко. Аналитико-численное исследование вопроса о разрушении за конечное время решения начально-краевой задачи для нелинейного уравнения Клейна–Гордона // Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 60:9 (2020), 1503–1512
4. М. О. Корпусов. Нелинейные уравнения теории ионно-звуковых волн в плазме // Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 61:11 (2021), 1927–1936
5. М. О. Корпусов, Р. С. Шафир. О разрушении решений задач Коши для нелинейных уравнений теории сегнетоэлектричества // ТМФ, 212:3 (2022), 327–339

Выбор Цирулева Александра Николаевича в качестве официального оппонента обусловлен тем, что Цирулев А.Н. является крупным специалистом в области математического моделирования гравитирующих систем, к которой относится разработка новых численных методов исследования задачи многих тел. Основные публикации Цирулева А.Н. по тематике диссертационного исследования:

- I.M. Potashov, Ju.V. Tchamarina and A.N. Tsirulev. Bound orbits near the throats of phantom scalar field wormholes// Math. Model. Geom. 2018, V.6, No 3, pp. 9 – 21.
- I.M. Potashov, Ju.V. Tchamarina and A.N. Tsirulev. Bound orbits near scalar field naked singularities//European Physical Journal C, 2019, 79:709, 10pp.
- I.M. Potashov, Ju.V. Tchamarina and A.N. Tsirulev. Bound orbits near black holes with scalar hair//Journal of Physics, 2019, V. 1390, No 1, 012097, 7pp.
- Ju.V. Tchamarina, E.G. Alekseeva, A.N. Tsirulev and N.K. Nuraliev. Nonstationary self-gravitating configurations of scalar and electromagnetic fields//Journal of Physics 2019, V. 1390, No 1, 012099, 7pp.
- I.M. Potashov, Ju.V. Tchamarina and A.N. Tsirulev. Geodesic motion near self-gravitating scalar field configurations//Discrete and Continuous Models and Applied Computational Science, 2019, V. 27. No 3, pp. 231-241.

Выбор Васильева Николая Николаевича в качестве официального оппонента обусловлен тем, что Васильев Н.Н. является крупным специалистом в

области методов компьютерной алгебры, средства которой активно применяются в диссертации, и небесной механики, в том числе о алгоритмической разрешимости задачи многих тел. Основные публикации Васильева Н.Н. по тематике диссертационного исследования:

- N. N. Vasiliev, D. A. Pavlov, Computational complexity of the initial value problem for the three-body problem, J. Math. Sci., 224:2 (2017), 221–230.
- Vassiliev, N.N., Parasidis, I.N., Providas, E. Exact solution method for Fredholm integro-differential equations with multipoint and integral boundary conditions. Part 2. Decomposition-extension method for squared operators // Informatsionno-Upravliaiushchie Sistemy, 2019 (2), pp. 2-9.
- Vassiliev, N.N., Parasidis, N., Providas, E. Exact solution method for Fredholm integro-differential equations with multipoint and integral boundary conditions. Part 1. Extension method // Informatsionno-Upravliaiushchie Sistemy, 2018 (6), pp. 14-23.
- Duzhin, V., Vassiliev, N. Randomized Schützenberger’s Jeu De Taquin and Approximate Calculation of the Cotransition Probabilities of a Central Markov Process on the 3D Young Graph // Journal of Mathematical Sciences (United States), 251 (3), pp. 363-374.
- Vassiliev, N.N., Duzhin, V.S., Kuzmin, A.D. Investigation of properties of equivalence classes of permutations by inverse Robinson — Schensted — Knuth transformation // Informatsionno-Upravliaiushchie Sistemy, 2019 (1), pp. 11-22.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработаны:

- метод проектирования разностных схем произвольного порядка аппроксимации, сохраняющих все алгебраические интегралы движения задачи многих тел;
- численный метод исследования моделей движения многих тел на основе спроектированных разностных схем;

– предложены

1. оригинальный подход к проектированию разностных схем высокого порядка, аппроксимирующих динамические системы и сохраняющие их алгебраические интегралы движения;
2. оригинальное развитие метода квадратизации энергии;

– доказано, что

- классические алгебраические интегралы движения задача многих тел, после введения дополнительных переменных, являются линейными и квадратичными функциями.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– введены

- новые переменные для задачи многих тел, удобные для составления консервативных разностных схем на основе теоремы Купера;

– доказана

- теорема, служащая обоснованием предложенного обобщения метода квадратизации энергии;

– обосновано

- сохранение всех интегралов движения на разностных схемах, предложенных в диссертации.

Применительно к проблематике диссертации результативно

– использованы

- теорема Купера о сохранении квадратичных интегралов движения при дискретизации по симплектическим схемам Рунге-Кутты;
- метод Ричардсона-Калиткина для оценки порядка аппроксимации предложенных разностных схем;
- инструментарий компьютерной алгебры, реализованный в системе компьютерной алгебры Sage;

– раскрыты

- в серии компьютерных экспериментов достоинства и недостатки нового класса консервативных схем для задачи многих тел;

– проведена модернизация

- пакета FDM for Sage (<https://github.com/malykhmd/fdm>), который дополнен новыми функциями.

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

разработаны и внедрены

- методы исследования и конструирования разностных схем, аппроксимирующих динамические системы и сохраняющие их алгебраические интегралы движения, которые будут использованы в учебном процессе подготовки магистров в Российском университете дружбы народов;
- программный комплекс Fdm for Sage для численного интегрирования динамических систем, который используется в учебном процессе подготовки бакалавров и магистров в Российском университете дружбы народов;

– представлены

- методические указания по эффективному использованию комплекса Fdm for Sage, в т.ч. по использованию инструментов для оценки ошибки интегрирования по методу Ричардсона, имплементированных в этот комплекс.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– теория

- дополняет известные результаты по численному и символьному интегрированию динамических систем, хорошо согласуясь с ними;

– идея базируется

- на теории симплектических схем Рунге-Кутты и методе квадратизации энергии;

– установлено

- качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами других авторов и с аналитическими решениями в тех случаях, когда это возможно;
- корректность и полнота публикаций доказательств всех оригинальных теорем в рецензируемых журналах;

– использованы

- прямые методы проверки полученных результатов в Sage.

Личный вклад соискателя состоит в получении всех результатов, изложенных в работе, а именно: в разработке методов и алгоритмов исследования моделей движения многих тел, в разработке и реализации ряда основных функций пакета Fdm for Sage, проведении серии численных экспериментов в Sage.

Диссертационное исследование Баддура Али является законченной научно квалификационной работой, в которой решена актуальная задача проектирования и исследования разностных схем, аппроксимирующих задачу многих тел и в то же время точно сохраняющих все ее алгебраические интегралы движения и инвариантных относительно перестановок тел, имеющая важное научное значение. Полученные автором результаты достоверны, основные выводы и заключения обоснованы.

Заключение диссертационного совета подготовлено доктором физико-математических наук, профессором, профессором Математического института им. С.М. Никольского федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет дружбы народов» Е.Б. Ланевым, доктором физико-математических наук, профессором, профессором кафедры математики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» А.Н. Боголюбовым, доктором физико-математических наук, доцентом, профессором кафедры квантовой статистики и теории поля федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Е.Е. Перепелкиным.

На заседании 17 февраля 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Баддуру Али ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 12 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 15 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 12, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председательствующий на заседании:
заместитель председателя диссертационного
совета ПДС 0200.006, доктор
физико-математических наук, профессор

Учёный секретарь диссертационного совета
ПДС 0200.006, кандидат физико-
математических наук, доцент

17 февраля 2023 г.



Кулябов Д. С.

Демидова А. В.