

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА ЮФУ801.02.03,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____,

решение диссертационного совета от
26.10.2023 г. №5

О присуждении Джанунцу Гарику Апетовичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Методы обработки данных в информационно-вычислительных системах для моделей периодических процессов» по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы (технические науки) принята к защите 24.07.2023 г., протокол заседания № 4, диссертационным советом ЮФУ801.02.03, созданным на базе Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 344006, ул. Большая Садовая, 105/42, г. Ростов-на-Дону, Россия, Приказ № 227-ОД от 27 сентября 2022 г.

Соискатель Джанунц Гарик Апетович, 1986 года рождения, в 2009 году с отличием окончил Таганрогский государственный педагогический институт. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук «Компьютерный метод кусочно-полиномиального приближения решений обыкновенных дифференциальных уравнений в применении к моделированию автоколебательных реакций» защитил в 2012 году в диссертационном совете Д 212.208.22, созданном на базе Южного федерального университета. С 2014 года по настоящее время работает доцентом кафедры информатики в Таганрогском институте имени А.П. Чехова (филиале) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре информатики, Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский

государственный экономический университет (РИНХ)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор технических наук, профессор Ромм Яков Евсеевич, Таганрогский институт имени А.П. Чехова (филиал) «Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)», ведущий научный сотрудник, профессор кафедры информатики.

Официальные оппоненты:

1. Астахова Ирина Фёдоровна, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет», профессор кафедры математического обеспечения ЭВМ,
 2. Коваленко Анна Владимировна, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет», заведующая кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта,
 3. Угольников Геннадий Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», заведующий кафедрой прикладной математики и программирования Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича,
- дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 43 опубликованные работы по теме диссертации общим объемом около 77 печатных листов, из них 15 публикаций в научных изданиях, входящих в Перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук, представленных для защиты в диссертационные советы Южного федерального университета; 5 работ в научных изданиях, входящих в базы данных международных индексов научного цитирования Scopus и/или Web of Science; одна монография.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

В опубликованных работах предложены методы разностно-полиномиальной обработки данных с итерационным уточнением в информационно-вычислительных системах (ИВС) с автоматизированным программным и

пользовательским выбором варьируемых параметров для моделей периодических процессов на основе обработки данных на временных подынтервалах интерполяционными полиномами Ньютона, программно преобразуемыми в форму алгебраических полиномов с числовыми коэффициентами; кусочно-интерполяционной обработки данных с итерационным уточнением и автоматизированным и пользовательским выбором варьируемых параметров для моделей периодических процессов; варьируемой кусочно-интерполяционной обработки числовых данных модели переноса с итерационным уточнением на основе интерполяционного полинома Ньютона от двух переменных, программно преобразуемого в алгебраический полином с числовыми коэффициентами; создания библиотеки стандартных программ в ИВС на основе кусочно-интерполяционной обработки данных с хранением полиномиальных коэффициентов, позволяющие параллельно воспроизводить высокоточные приближения со свойством гладкости стандартных и специальных функций на произвольном множестве точек фиксированной области за время единичного порядка; описана программная реализация методов в ИВС для моделей жестких и нежестких задач с адаптацией к классам моделей, для моделирования в ИВС управляемого движения космического аппарата (КА) с расчетом времени и параметров вывода КА на устойчивую периодическую орбиту; представлены алгоритмы и программы для моделирования движения навигационного космического аппарата (НКА) ГЛОНАСС по данным эфемерид, позволяющие существенно ускорить процесс расчета координат и составляющих вектора скорости центра масс аппарата с превышением границ требуемой точности в произвольно заданные моменты времени из интервала прогнозирования; метод на основе кусочной интерполяции для обработки интегральных данных, представляющий собой разновидность формул Ньютона-Котеса с коэффициентами, не зависящими от подынтегральной функции и промежутка интегрирования, с минимизацией одновременно погрешности и времени вычисления интегралов.

Наиболее значимые работы:

1. Ромм, Я. Е. Схема разностного решения обыкновенных дифференциальных уравнений с повышенной точностью на основе интерполяционного полинома Ньютона / Я. Е. Ромм, Г. А. Джанунц // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 5(94). – С. 46-52.

2. Ромм, Я. Е. Кусочно-полиномиальное решение дифференциальных уравнений в частных производных / Я. Е. Ромм, Г. А. Джанунц // Известия ЮФУ.

Технические науки. – 2011. – № 5(118). – С. 146-153.

3. Romm, Y. E. The computer method of variable piecewise polynomial approximation of functions and solutions of ordinary differential equations / Y. E. Romm, G. A. Dzhanunts // *Cybernetics and Systems Analysis*. – 2013. – Vol. 49, No 3. – P. 409-423. – DOI 10.1007/s10559-013-9524-1. (Scopus, Web of Science).

4. Dzhanunts, G. A. The varying piecewise interpolation solution of the Cauchy problem for ordinary differential equations with iterative refinement / G. A. Dzhanunts, Y. E. Romm // *Computational Mathematics and Mathematical Physics*. – 2017. – Vol. 57, No 10. – P. 1616-1634. – DOI 10.1134/S0965542517100074. (Scopus, Web of Science).

5. Ромм, Я. Е. Варьируемое кусочно-интерполяционное решение задачи Коши для уравнения переноса с итерационным уточнением / Я. Е. Ромм, Г. А. Джанунц // *Современные наукоемкие технологии*. – 2020. – № 1. – С. 21-46. – DOI 10.17513/snt.37897.

6. Romm, Y. E. Piecewise interpolation solution of the Cauchy problem for the transport equation with iterative refinement / Y. E. Romm, G. A. Dzhanunts // *Journal of Physics: Conference Series. Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems*. – 2020. – Vol. 1479, No 1. – P. 012110. – DOI 10.1088/1742-6596/1479/1/012110. (Scopus, Web of Science).

7. Romm, Y. E. Piecewise interpolation solution of ordinary differential equations with application to numerical modeling problems / Y. E. Romm, G. A. Dzhanunts // *Journal of Physics: Conference Series. Applied Mathematics, Computational Science and Mechanics: Current Problems*. – 2021. – Vol. 1902, No 1. – P. 0121130. – DOI 10.1088/1742-6596/1902/1/012130. (Scopus).

8. Romm, Y. E. Variable Piecewise Interpolation Solution of the Transport Equation / Y. E. Romm, G. A. Dzhanunts // *Journal of Mathematical Sciences*. – 2022. – Vol. 260, No 2. – P. 230-240. – DOI 10.1007/s10958-022-05687-1. (Scopus).

9. Ромм, Я. Е. Моделирование движения навигационных спутников системы ГЛОНАСС на основе кусочно-интерполяционного решения задачи Коши для дифференциальной системы / Я. Е. Ромм, Г. А. Джанунц // *Современные наукоемкие технологии*. – 2023. – № 2. – С. 88-101. – DOI 10.17513/snt.39529.

10. Ромм, Я. Е. О стандартизации программ вычисления интегралов на основе кусочной интерполяции подынтегральных функций / Я. Е. Ромм, Г. А. Джанунц // *Современные наукоемкие технологии*. – 2023. – № 4. – С. 71-92. – DOI 10.17513/snt.39582.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Официальный оппонент, профессор кафедры математического обеспечения ЭВМ ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», доктор технических наук, профессор, Астахова Ирина Фёдоровна. *Отзыв положительный.* Замечания: не указано какому из трех пунктов соответствует докторская диссертация по положению 9 ВАК «Диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, либо решена научная проблема, имеющая важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны». В данном случае работа удовлетворяет п. 3; объем автореферата превышает допустимый ВАК 32 с.; основные материалы диссертации следовало опубликовать в журналах более высокого академического уровня, тем более, что полученные результаты это могли бы позволить; в диссертации, в качестве практических приложений не исследована обработка данных моделей периодических процессов, представимых в виде жестких систем большой размерности. Не ясно, сохранится ли в данном случае отмеченная эффективность и высокая точность представленных методов обработки данных; отсутствует документация на пакет программ представленного комплекса, нет информации о наличии свидетельств о государственной регистрации программ; оформление списка литературы к диссертации не соответствует ГОСТ 7.0.100-2018; вообще говоря, использование листингов программ не в приложении, а непосредственно в тексте основных разделов докторской диссертации следовало бы исключить. Сами программы формально не соответствуют общепринятому стандарту описания.

2. Официальный оппонент, заведующая кафедрой анализа данных и искусственного интеллекта ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», доктор технических наук, доцент, Коваленко Анна Владимировна. *Отзыв положительный.* Замечания: улучшены методы численного моделирования, однако, не улучшены сами модели процессов. Представленные модели являются известными, их описание в работе носит, как правило, иллюстративный характер. Исключение составляет модель прогнозирования параметров движения НКА, описание которой конструктивно, при этом предложение по усовершенствованию алгоритма прогноза содержательно и

ценно; представленный математический аппарат по содержанию отличается глубиной, однако, по форме не достигает принятого уровня современных теоретико-математических методов; в работе много индуктивных эвристических методов, однако, почти не встречаются методы дедуктивного характера. Это относится и к обработке данных, где не применяются традиционные методы дискретной математики; доказательства в работе перегружены деталями, тем не менее, в них встречаются неточности. Так, доказательство сходимости итерационного уточнения (стр. 158 – 161 диссертации) содержит вывод о сходимости к точному решению, тогда как на самом деле достигается сходимость лишь к кусочно-интерполяционному приближению; не обоснована система выбора задач для численных экспериментов, чаще всего это эвристический подбор примеров и численных параметров, иллюстрирующих эффективность предложенных методов. При этом остается открытым вопрос, как поведет себя предложенный метод при изменении класса задач, а также их параметров.

3. Официальный оппонент, заведующий кафедрой прикладной математики и программирования Института математики, механики и компьютерных наук им. И.И. Воровича ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», доктор физико-математических наук, профессор, Угольницкий Геннадий Анатольевич. *Отзыв положительный.* Замечания: леммы, теоремы, следствия с развернутыми доказательствами иногда длинны, например, доказательство теоремы 3.2 на стр. 141 – 146, теоремы 4.2 на стр. 203 – 206. Их можно было бы сократить со ссылками на опубликованные работы; иногда фрагменты доказательств не несут нового содержания по отношению к изложенным рассуждениям. Так, вторая часть доказательства теоремы 3.2 (стр. 141 – 146) фактически повторяет первую часть доказательства с формальной сменой обозначений* одномерного случая на многомерный. Вместо этого можно было бы просто указать переход на многомерный случай по аналогии с одномерным; некоторые доказательства не вполне корректны. Так, доказательство теоремы 3.2 без обоснования использует предположения (3.21) и (3.25), что делает предположения спорными; предложенные методы не вполне корректно связывают количество подынтервалов и подобластей кусочной интерполяции с результатом итерационного уточнения. По сути это количество должно меняться в зависимости от результата уточнения, алгоритмически входить в итерационный процесс, чего нет в описаниях методов. Эта зависимость эвристически используется в программных реализациях, но не раскрыта в математическом описании методов; предложенные методы следовало преподнести более

системно, – как единый принцип в начале диссертационной работы. Тогда удалось бы избежать повторения с точностью до обозначений формул и алгоритмов в главах, как, например, в главе 2, формулы (2.1) – (2.11), стр. 81 – 85, и в главе 5, формулы (5.16) – (5.32), стр. 273 – 277.

4. ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», профессор Высшей школы технологического предпринимательства, доктор технических наук, профессор Колосова Ольга Владимировна. *Отзыв положительный.* Замечания: описание алгоритмов дано в содержательной форме, в рамках которой обоснованы леммы и теоремы об оценках сходимости к решению, однако для прикладной работы лучше было представить их в традиционной пошаговой форме; судя по реферату, в работе мало освещено физическое, химическое и технологическое содержание моделируемых периодических процессов, а также аналогичное содержание процессов, полученных путем уточнений обработки данных математических моделей.

5. ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», профессор кафедры «Вычислительные системы и технологии», доктор технических наук, профессор Ломакина Любовь Сергеевна. *Отзыв положительный.* Замечания: численный эксперимент по обработке данных моделей на основе уравнений в частных производных заметно не полон; целесообразно было представить в сравнении с известными результаты численного моделирования в случае классов квазилинейных уравнений; обработка данных производится только для базовых дифференциальных моделей периодических процессов, не исследуются регрессионные модели, имитационные модели конкретных сложных систем, максимально учитывающие имеющуюся информацию об объекте.

6. ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет», профессор кафедры «Вычислительная техника», доктор технических наук, доцент Зинкин Сергей Александрович. *Отзыв положительный.* Замечания: работа перегружена математической аналитикой, непомерно детализируемой в частностях. Следовало уделить внимание главным определяющим принципам, исходя из которых можно было опустить множество несущественных деталей; неясно, как соотносятся результаты главы 2 и главы 3. Если результаты главы 3 лучше, то достаточно было просто указать, что подход предыдущий главы не приводит к улучшениям.

7. ФГБУН «Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук», научный сотрудник лаборатории физики оптических транзиентов, кандидат технических наук Емельянов Эдуард Владимирович. *Отзыв*

положительный. Замечания: просматривается неполнота обработки данных в общепринятом широком смысле. Так, данные навигационного спутника анализируются только в рамках численного решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений, моделирующих движение спутника. При этом не учитывается скорость и погрешность обработки и передачи этих данных сопряженными техническими устройствами; из автореферата неясно, как взаимосвязаны между собой погрешность кусочной интерполяции и погрешность итерационного уточнения.

8. ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», доцент кафедры вычислительных машин, систем и сетей, доктор технических наук, доцент Оцоков Шамиль Алиевич. *Отзыв положительный.* Замечания: имеются некоторые ошибки при употреблении терминов, например, «быстродействие методов», слово «быстродействие» употребляется применительно к аппаратному обеспечению, например, быстродействие процессора; не дано формальных оговорок относительно зависимости точности полученных результатов обработки данных дифференциальных моделей с использованием предложенных вычислительных алгоритмов от точности компьютерных вычислений.

9. ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», профессор кафедры «Автоматика и телемеханика», доктор технических наук, профессор Лачин Вячеслав Иванович. *Отзыв положительный.* Замечания: недостаточно приняты во внимание особенности технической реализации предложенного метода, в частности, алгоритм распараллеливания не описан для конкретной архитектуры параллельного вычислителя; основой для предложенных в работе методов обработки данных является представление интерполяционных полиномов Ньютона от одной и двух переменных в алгебраической форме с числовыми коэффициентами, однако в реферате алгоритм получения такой формы полинома описан не вполне подробно, в частности, неясно, использовались ли для восстановления коэффициентов полинома по его корням формулы Виета.

10. ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», профессор кафедры «Вычислительные системы и информационная безопасность», доктор технических наук, доцент Целигоров Николай Александрович. *Отзыв положительный.* Замечания: по отдельности оценки погрешности кусочной интерполяции и оценки погрешности итерационного уточнения корректны, но представляется некорректным предложенное их объединение в общую оценку; оценки погрешности, полученные в ходе численного эксперимента, выглядят

подчас уникальными. Но вместе с тем они представляются эвристичными. Не достаёт обобщающего исследования и системного обоснования столь высокой точности разработанных методов.

11. ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», заведующая кафедрой информационных систем и технологий, доктор физико-математических наук, профессор Дроздова Виктория Игоревна. *Отзыв положительный.* Замечания: в случае прогнозирования движения навигационного спутника целесообразно было выполнить адаптацию представленных программ обработки данных для их применения в ИВС с учетом работы сопряженных устройств обработки сигналов; на программный комплекс не получено авторское свидетельство и, судя по реферату, в работе не дано его документальное описание по требованиям ГОСТ.

12. ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина», начальник научно-исследовательского института математики, физики и информатики, доктор физико-математических наук, профессор Жуковский Евгений Семёнович. *Отзыв положительный.* Замечания: классы задач, которые возникают при моделировании периодических процессов, рассмотрены неполно, в частности, не исследовано применение предложенного метода для решения дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, где кусочно-интерполяционные методы могли бы оказаться весьма эффективными; целесообразно было бы при высокоточной обработке данных дифференциальных моделей дополнительно использовать традиционные способы борьбы с ошибками округления, в частности, целесообразно применение библиотек, поддерживающих высокоточные вычисления.

Все специалисты, давшие отзывы, отмечают, что диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, соответствует специальности 2.3.8 – Информатика и информационные процессы (технические науки) и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым Положением о порядке присуждения учёных степеней ЮФУ к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области информатики и информационных процессов применительно к разработке методов и алгоритмов обработки и анализа данных, а также наличием значительного количества публикаций высокого академического уровня в данной сфере исследования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

основная фундаментальная проблема информатики, решаемая в диссертационном исследовании, состоит в повышении точности и скорости обработки большого объема данных, содержащихся в моделях периодических информационных процессов. Основная идея созданных соискателем средств базируется на гипотезе, что при кусочной интерполяции функции одной переменной погрешность уменьшается с уменьшением длины подынтервала, временная сложность снижается с уменьшением степени интерполяционного полинома, при этом его перевод в форму алгебраического полинома с числовыми коэффициентами влечет приближение первообразной и производной от интерполируемой функции. Указанная идея позволяет достичь приближения решения дифференциальной системы с минимальной погрешностью и минимальной временной сложностью. Идея концептуально применяется во всех разработанных в исследовании методах, образуя новый информационный процесс, который является основным научным вкладом соискателя в область информатики и информационных процессов, направленных на реализацию эффективного хранения большого объема дискретных данных в виде непрерывных аналитических приближений;

К данной совокупности разработанных соискателем методов, образующих новый информационный процесс можно отнести:

методы кусочно-интерполяционной обработки данных в ИВС с программным и пользовательским выбором параметров для моделей периодических процессов на основе интерполяционных полиномов Ньютона, программно преобразуемых в форму алгебраических полиномов с числовыми коэффициентами, что дает непрерывное аналитическое приближение на совокупности подынтервалов; применяется итерационное уточнение; в целом подход отличается от известных аналогов и позволяет обеспечивать повышение точности при уменьшении времени обработки данных с целью улучшения качества моделирования исследуемых процессов;

метод кусочно-интерполяционной обработки данных модели переноса на основе интерполяционного полинома Ньютона от двух переменных, преобразуемого в алгебраический полином, что отличает метод от известных и повышает качество моделирования процесса переноса в ИВС;

метод создания библиотеки стандартных программ в ИВС на основе кусочно-интерполяционной обработки данных, позволяющий параллельно воспроизводить

высокоточные приближения стандартных и специальных функций в моделях периодических процессов на произвольном множестве точек фиксированной области за время единичного порядка;

метод обработки интегральных данных со стандартизированным программным интерфейсом; интегральная обработка данных реализуется с высокой точностью на временных интервалах большой длины одновременно с минимизацией времени вычисления интегралов;

Реализация данных методов позволила:

создать программные средства с автоматизированным выбором параметров, адаптирующихся к структуре модели, что позволяет достигать наибольшей точности гладкого аналитического приближения данных на отрезке произвольной длины при минимальном времени обработки; достичь устойчивости обработки данных в ИВС для широкого класса моделей периодических процессов, включающим модели жестких задач;

создать комплекс программ кусочно-интерполяционной обработки данных в ИВС, включающий автоматический и пользовательский выбор параметров для адаптации к классам моделей, что позволяет выполнять быстродействующее высокоточное моделирование периодических автоколебательных реакций;

создать комплекс программ моделирования в ИВС движения КА для расчета времени и параметров вывода КА на устойчивую периодическую орбиту при управлении, соответствующем внешнему воздействию гравитационных сил; комплекс позволяет управлять движением КА в режиме реального времени и рассчитывать с повышенной точностью координаты искусственного спутника Земли, выведенного на низкую околоземную орбиту;

построить алгоритмы и программы для моделирования движения НКА ГЛОНАСС по данным эфемерид, позволяющие ускорить процесс расчета координат и составляющих вектора скорости центра масс с превышением требуемой точности в произвольные моменты времени из интервала прогнозирования; предложенные алгоритмы и программы позволяют сохранять гладкое аналитическое приближение координат траектории и скорости движения НКА в памяти компьютера и восстанавливать его без повторного вычисления траектории в произвольной точке интервала прогнозирования;

предложить нетрадиционный способ обработки данных для дифференциальных моделей периодических процессов, отличающийся инвариантностью относительно широкого класса моделей, высокой точностью аналитического приближения данных и малой трудоемкостью;

обосновать перспективность использования разработанных методов для обработки данных моделей периодических процессов.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны теоремы, леммы, положения, вносящие вклад в расширение представлений об изучаемой предметной области; предложены новые, эффективные методы обработки данных, совокупность которых определяет вклад в области информатики, представляет собой новый информационный процесс, конструктивно направленный на решение проблем повышения точности и скорости обработки большого объема данных, проблемы построения непрерывных аналитических приближений дискретных данных для моделей периодических процессов;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих методов интерполяции, приближенного решения дифференциальных систем и моделирования периодических процессов;

изложены положения, идеи, аргументы, доказательства, факты преимущества предложенных методов обработки данных и условия их применения;

раскрыты существенные несоответствия известных методов моделирования периодических процессов объектам моделирования, устранимые при применении предложенных методов;

изучены причинно-следственные связи в соответствии предложенного метода моделирования и моделируемых объектов;

проведена модернизация методов приближенного решения дифференциальных систем на основе варьируемой кусочно-интерполяционной аппроксимации функций правой части, обеспечившая повышение качества моделирования периодических процессов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработаны высокоточные быстродействующие алгоритмы и созданы комплексы программ обработки данных в ИВС для дифференциальных и интегральных моделей периодических процессов в режиме реального времени. Результаты исследования использованы в АО НКБ ВС для моделирования движения и автоматического управления подвижными объектами и в целом приняты к использованию в основной деятельности данной научно-исследовательской организации; приняты к использованию в АО «ВНИИЖТ» для повышения точности прогнозирования положения объекта, а также для моделирования навигационного управления; использованы в учебном процессе

кафедры информатики Таганрогского института имени А.П. Чехова (филиала) ФГБОУ ВО «РГЭУ (РИНХ)»;

определены границы и перспективы практического применения предложенных методов обработки данных при моделировании периодических процессов, обоснована возможность расширения интервалов и сокращения времени прогнозирования параметров движения спутников системы ГЛОНАСС;

создана система практических рекомендаций по эффективному применению разработанных методов в зависимости от класса модели, ограничений на время обработки данных и допустимую величину погрешности;

представлены рекомендации по дальнейшему совершенствованию метода варьируемой кусочно-интерполяционной обработки данных для моделей периодических процессов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила: корректность математического обоснования с помощью аналитических оценок сходимости и погрешности приближений, а также временной сложности формализованных алгоритмов; теоретические положения подтверждаются результатами численного и компьютерного моделирования, программного и вычислительного эксперимента; для широкого класса моделей периодических процессов, включая дифференциальные модели жестких задач, подтверждена целесообразность применения предложенных методов обработки данных;

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов исследования в различных условиях численного и программного экспериментов в соответствии с полученными теоретическими оценками;

теория опирается на основы теории интерполяции и теории дифференциальных уравнений, в том числе для предельных случаев, включающих обработку данных для моделей жестких задач, согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе теории и практики применения инновационных методов обработки данных в ИВС для моделей периодических процессов;

использовано сравнение положительных результатов применения разработанных методов с данными современных отечественных и зарубежных исследований путем аналитических оценок и численного эксперимента;

установлено количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике при обоснованном сравнении;

использованы современные методики сбора и обработки исходной информации, представительные выборочные совокупности с обоснованием подбора объектов наблюдения и измерения.

Личный вклад соискателя состоит в концептуальном применении кусочной интерполяции с итерационным уточнением к исследованию обработки данных в дифференциальных моделях периодических процессов, в разработке новых эффективных методов обработки данных, в синтезе и анализе высокоточных быстродействующих алгоритмов дифференциальной и интегральной обработки данных, в создании программного комплекса, в проведении численных и программных экспериментов, подтверждающих теоретические положения диссертационного исследования.

Диссертация Джанунца Г.А. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Южный федеральный университет» (в редакции от 29.09.2023 г., приказ №270-ОД), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а именно содержит новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

На заседании 26 октября 2023 г. диссертационный совет принял решение присудить Джанунцу Г.А. учёную степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 8 человек, из них 7 докторов технических наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 11 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 7, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Председатель Диссертационного совета

Ю.И. Рогозов

Ученый секретарь диссертационного совета

С.А. Кучеров

«27» октября 2023 г.

