

УТВЕРЖДАЮ

профессор по научной работе,

Егитонов С.В./

2018 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»

Диссертация «Разработка экономических схем интегрирования структурно разделённых систем обыкновенных дифференциальных уравнений» выполнена на кафедре информационных систем Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В период подготовки диссертации соискатель Коврижных Николай Александрович являлся аспирантом кафедры информационных систем факультета прикладной математики – процессов управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В 2015 г. окончил Санкт-Петербургский государственный университет по направлению 010501.65 «Прикладная математика и информатика».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 г. Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Научный руководитель – Олемской Игорь Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных систем факультета прикладной математики – процессов управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Рецензентами представленной диссертации выступили два члена экспертной группы:

доктор физико-математических наук, профессор Жабко А.П., доктор физико-математических наук, профессор Камачкин А.М. Рецензенты специализируются в проблемах, рассматриваемых в данной работе, и имеют ряд публикаций по теме исследования. Ознакомившись с текстом диссертации и автореферата, оба они рекомендуют работу к защите, исходя из следующего.

Целью диссертации заявлено проведение исследований, направленных на развитие теоретических подходов и эффективных вычислительных методов, служащих базовым инструментом математического и компьютерного моделирования динамических объектов в задачах небесной механики. При этом выделяются следующие основные задачи:

1. Проанализировать структурные особенности, возникающие в системах обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих модели небесной механики.
2. Разработать общий алгоритм формирования систем условий порядка для структурных методов численного интегрирования и найти методы шестого порядка точности.
3. Реализовать программу численного интегрирования на основе структурных методов с алгоритмом автоматического выбора шага.
4. Разработать методику исследования устойчивости структурных методов.

Решению первой задачи посвящена глава 2 диссертации, в которой проведён анализ причин возникновения структурных особенностей в системах обыкновенных дифференциальных уравнений, возникающих в различных задачах математического моделирования.

Вторая задача решается в главе 3. Здесь описываются общие правила построения систем алгебраических уравнений, которым должны удовлетворять коэффициенты структурного метода требуемого порядка. С помощью модификации теории помеченных деревьев Дж.Бутчера формируются условия шестого порядка, демонстрируется применение упрощающих предположений, позволяющих сократить количество уравнений в системе.

Третья задача решается в главе 4. В явном виде приводятся многопараметрические семейства решений полученных систем условий шестого порядка. Строятся вложенные схемы численного интегрирования с контролем локальной погрешности на шаге и реализуется программа автоматического выбора шага на основе одной из этих схем. Эффективность схемы демонстрируется при численном исследовании некоторых задач небесной механики.

Четвёртой задаче посвящена глава 5. Приводится модификация метода анализа классических расчётных схем на основе уравнения Далквиста. Полученный метод анализа позволяет строить области устойчивости для структурных методов интегрирования. Строятся области устойчивости для некоторых схем и приводится их анализ. Показано, что для некоторых из рассматриваемых классов задач проблема устойчивости метода не стоит.

Диссертация полностью соответствует требованиям специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ». Её цель, задачи и результаты отвечают трём пунктам паспорта специальности: №3 (разработка, обоснование и тестирование эффективных вычислительных методов с применением современных компьютерных технологий), №4 (Реализация эффективных численных методов и алгоритмов

в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента), №5 (комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента).

Основная цель работы выполнена автором самостоятельно: сформулированы цели исследования и утверждения, выносимые на защиту, проведены численные эксперименты. Совместно с научным руководителем были найдены подходы к решению поставленных задач.

В исследовании корректно используется современный математический аппарат: общая теория явных методов Рунге-Кутты, теория помеченных деревьев Дж.Бутчера, теория устойчивости численных методов интегрирования. Полученные результаты представляются достоверными.

Обзор известной отечественной и зарубежной литературы, в том числе современной, позволяет сделать заключение о том, что выводы автора являются новыми, соответствуют мировому уровню и сформировавшимся научным представлениям (например, использование непрерывных расширений методов Рунге-Кутты для решения задач с запаздыванием) и способствуют их развитию.

Выносимые на защиту результаты, такие как создание комплекса программ для построения условий порядка структурных методов и реализация полученного в работе метода численного интегрирования, являются конструктивными. Результаты имеют прямую практическую значимость для эффективного численного исследования математических моделей, в том числе задач небесной механики.

По материалам диссертационного исследования в течение нескольких последних лет автором опубликовано 2 работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, в том числе 1 в высокорейтинговом журнале из Scopus. Автором опубликовано 5 статей в сборниках трудов конференций, две из которых входят в базы Web of Science и Scopus, и три – в РИНЦ. Анализ публикаций показывает, что результаты диссертации отражены в них в полном объёме. А именно, методика построения экономичных схем интегрирования опубликована в журнале «Вестник Санкт-Петербургского университета» в 2018 г., сравнительный анализ использования структур систем обыкновенных дифференциальных уравнений при их численном решении приведён в журнале «Труды СПИИРАН» в 2017 г. и «Applied Mathematical Sciences» в 2017 г.

Основные результаты диссертации апробированы на международной конференции «ICCSA'2017» (Триест, Италия, 2017 г.), международной научной конференции по механике «Восьмые Поляховские чтения» (Санкт-Петербург, 2018 г.), а также международных конференциях «Процессы управления и устойчивость» (2015, 2016 и 2017 гг.).

Диссертация Коврижных Николая Александровича «Разработка экономичных схем интегрирования структурно разделённых систем обыкновенных дифференциальных уравнений» рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по

специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ. Проект заключения принят на заседании экспертной группы, сформированной решением профессора с возложенными обязанностями декана факультета прикладной математики – процессов управления от 27.09.2018 № 38 в составе 4 чел.

Присутствовало на заседании 4 чел. Результаты голосования: «за» – 4 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 1 от 28.09.2018 г.



Жабко Алексей Петрович,
доктор физико-математических наук,
заведующий кафедрой теории
управления

Личную подпись заверяю
начальник отдела кадров №3
Н. И. Маштепа



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей