

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертацию Загидуллина Ришата Раилевича "Математическое моделирование пространственно-неоднородных процессов агрегации", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Диссертация Р.Р.Загидуллина посвящена математическому моделированию процессов агрегации в неоднородных средах.

Одним из основных механизмов эволюции дисперсных систем, под которыми понимают механическую смесь частиц среды, является механизм коагуляции (слияния) частиц. В основе математических моделей динамики процессов лежит система уравнений баланса концентраций взаимодействующих частиц разных размеров (масс), – уравнений Смолуховского. В пространственно-однородном случае правая часть в каждом из уравнений баланса – интеграл от суммы попарных произведений концентраций всех частиц системы друг с другом. Поэтому число арифметических операций для вычисления всех правых частей системы уравнений баланса пропорционально квадрату числа уравнений в системе. Число уравнений в рассматриваемых системах может быть порядка миллиона. Для пространственно-однородных задач ранее были разработаны быстрые алгоритмы численного решения уравнений типа Смолуховского, позволяющие ускорить получение численного решения в тысячи раз.

Дальнейшее развитие исследования процессов слияния частиц естественно потребовало учета пространственной неоднородности. Коагуляция частиц в неоднородной среде является малоизученной областью кинетики агрегации. Учет пространственной неоднородности приводит к добавлению в уравнения баланса одномерных двумерных и трехмерных операторов переноса и диффузии. Решение таких задач в преобладающем большинстве случаев возможно лишь методами вычислительной математики. Однако вычислительная сложность используемых алгоритмов упирается в большую размерность неоднородной системы. Возникает необходимость проведения эффективных расчетов как на алгоритмическом уровне, так и на уровне написания компьютерных программ.

Важное место в диссертации занимает разработка и программная реализация параллельных численных алгоритмов решения рассматриваемых уравнений в виде комплекса программ для массивно-параллельных вычислительных систем. Здесь диссертант проявил себя высококвалифицированным специалистом по вычислительной математике на всех этапах исследования. Он продемонстрировал профессиональную программистскую подготовку, создал и оттестировал комплекс высокоэффективных программ для суперкомпьютера Ломоносов, преодолев существенные вычислительные трудности. В процессе работы показал большую самостоятельность и настойчивость в достижении поставленной цели. С помощью созданного им комплекса программ Р.Р. Загидуллин провел большое число расчетов, позволивших исследовать несколько задач.

Помимо вычислительных результатов автор диссертации также достиг успехов в получении некоторых аналитических выводов. Например, в рамках диссертационной работы Р.Р. Загидуллина была получена рациональная аппроксимация ядра коагуляции для случаев нахождения агрегирующих частиц в потоке. Аппроксимация выводится из асимптотических решений для уравнения переноса и диффузии в стационарном режиме. Более того, в условиях одномерной неоднородности уравнение Смолуховского также удалось решить аналитически с точностью до некоторых коэффициентов. Программный пакет, разработанный автором диссертации, позволил провести валидацию полученных аналитических формулировок.

Разработанная Р.Р. Загидуллиным программа для исследования агрегирующих систем в неоднородной среде содержит в себе большой функционал и позволяет моделировать достаточно широкий класс систем благодаря возможности рассматривать трехмерную неоднородность, импортировать произвольные поля скоростей из внешних библиотек, а также использовать для расчетов современные высокопроизводительные архитектуры компьютеров.

Все новые результаты, вошедшие в диссертационную работу, достаточно полно опубликованы и получены Р.Р. Загидуллиным самостоятельно.

В процессе работы над диссертацией Загидуллин Ришат Раилевич преодолел существенные вычислительные трудности, проявил большую самостоятельность и настойчивость в достижении поставленной цели. Он показал себя сложившимся, высококвалифицированным специалистом по математическому моделированию на всех этапах исследования.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации

Считаю, что диссертация Р.Р. Загидуллина соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, рекомендую присудить ее автору – Загидуллину Ришату Раилевичу – ученую степень кандидата физико-математических наук, по специальности 1.2.2 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Научный руководитель
кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры автоматизации научных исследований
факультета вычислительной математики и кибернетики
кафедры автоматизации научных исследований
Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова

А. П. Смирнов
12.12.2023

Адрес: 119991 ГСП-1 Москва, Ленинские горы,
МГУ имени М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус,
Факультет вычислительной математики и кибернетики,
Тел.: +7(495) 939-39-13, e-mail: sap@cs.msu.ru



Подпись удостоверяю
Ведущий специалист по кадрам

Т.Г. Коваленко