

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Марченко Михаила Александровича «Численное статистическое моделирование кинетических процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц с использованием распределённых вычислений», представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа М.А. Марченко посвящена развитию актуального для приложений научного направления – параллельным методам численного статистического моделирования кинетических процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц.

Большое значение для приложений физики газовых разрядов имеет разработанная автором вероятностная модель для численного моделирования процесса развития электронных лавин в газе на основе ветвящихся случайных процессов и реализующий ее параллельный алгоритм для вычислительных систем с массивно-параллельной и гибридной архитектурами.

Работа содержит научно обоснованные алгоритмические и программные решения, внедрение которых в виде программного обеспечения способно внести значительный вклад в теорию и практику численного математического моделирования кинетических процессов в практически важных приложениях. Работа содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку. В работе также содержатся рекомендации по практическому использованию научных выводов.

В работе разработаны и исследованы новые параллельные алгоритмы и программные средства суперкомпьютерного статистического моделирования кинетических процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц.

В первой главе работы представлен обзор актуальных задач численного анализа процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц.

Во второй главе работы представлены новые параллельные алгоритмы численного статистического моделирования для высокоточной оценки диффузионных функционалов, связанных с т.н. редкими событиями.

В третьей главе диссертации предложен новый суперкомпьютерный экономичный алгоритм статистического моделирования процессов коагуляции с учетом пространственной неоднородности ядра коагуляции и поля скоростей, исследована эффективность параллельного алгоритма.

В четвертой главе предложен новый параллельный алгоритм статистического моделирования процесса развития электронных лавин в газе



на основе аппарата ветвящихся случайных процессов, реализованный и апробированный на современных высокопроизводительных вычислительных системах. Продемонстрировано соответствие результатов численных расчетов с известными из литературы данными.

В пятой главе диссертации предлагаются методы реализации параллельных алгоритмов статистического моделирования на современных вычислительных системах. Автором предлагается эффективный способ получения псевдослучайных чисел на параллельных вычислительных системах, им представлены результаты численного тестирования. Автор обосновывает применение такого способа для изучения зависимости решаемых задач от их параметров. Также в этой главе представлены результаты по исследованию масштабируемости параллельных алгоритмов статистического моделирования на супер-ЭВМ с сотнями тысяч процессоров.

В шестой главе диссертации представлены разработанные автором универсальные библиотеки для реализации распределенного численного статистического моделирования на высокопроизводительных вычислительных системах. Описан пакет прикладных программ для решения поставленных в диссертации задач. Отметим, что для всех программ получены свидетельства о государственной регистрации. Представлены акты о внедрении библиотеки PARMONC в Суперкомпьютерном центре СО РАН.

Отметим, что для решения практических задач физики газовых разрядов крайне необходимы новые методы математического моделирования, позволяющие на основе численного моделирования анализировать различные стадии развития газового пробоя. Автором диссертации предложен эффективный суперкомпьютерный алгоритм, продемонстрировавший хорошее совпадение результатов расчетов с известными экспериментальными данными, а также с результатами расчетов с использованием других вычислительных программ. Разработанный подход, в частности, позволяет учитывать при моделировании ионизационной лавины маловероятные процессы, которые приводят к появлению высокоэнергетичных электронов при малых коэффициентах перенапряжения. Предложенные автором методы и программы успешно использовались при выполнении Интеграционного проекта СО РАН № 126 «Импульсные разряды в газах высокого давления и моделирование газоразрядных, плазмохимических и газодинамических процессов методом Монте-Карло» в 2012-2014 гг. между ИСЭ СО РАН и ИВМиМГ СО РАН.

Диссертационная работа Марченко Михаила Александровича выполнена на высоком научном уровне, является самостоятельной квалификационной научной работой, раскрывающей сформулированную автором цель исследования, обладает внутренним единством. В ней получен ряд теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области численного моделирования кинетических процессов.



Все результаты, выносимые автором на защиту, подкреплены большим числом работ, опубликованных в ведущих научных журналах из перечня ВАК. Полученные результаты были апробированы на представительных международных конференциях и научных семинарах.

Представленная диссертация «Численное статистическое моделирование кинетических процессов диффузии, коагуляции и переноса заряженных частиц с использованием распределённых вычислений» является законченным научным исследованием и удовлетворяет п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 М 842.

Диссертация Марченко Михаила Александровича отвечает требованиям, предъявляемым ВАК РФ к докторским диссертациям, а автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

КОВАЛЬЧУК Борис Михайлович,  
заведующий отделом импульсной техники  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института сильноточной электроники  
Сибирского отделения Российской академии наук,  
академик РАН, доктор технических наук,  
05.14.12 – техника высоких напряжений

Россия 634055 г. Томск  
проспект Академический, 2/3  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт сильноточной электроники  
Сибирского отделения Российской академии наук  
(ИСЭ СО РАН)  
Тел. +7 (3822) 491-544  
e-mail: [contact@hcei.tsc.ru](mailto:contact@hcei.tsc.ru)

Подпись Ковальчука Бориса Михайловича удостоверяю

Ученый секретарь  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института сильноточной электроники  
Сибирского отделения Российской академии наук,

доктор  
физико-математических наук

Дата 19.12.2016

Гербовая печать организации



Пегель Игорь Валерьевич