

ОТЗЫВ

научного руководителя о диссертационной работе

Тарасова Никиты Игоревича

"Разработка численных алгоритмов и параллельных программ для

моделирования некоторых задач промышленной экологии"

представленной на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук по специальности

1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы

и комплексы программ

Диссертационная работа Тарасова Никиты Игоревича выполнена в основном в период обучения в аспирантуре и завершена в рамках работы младшим научным сотрудником в ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. Тема диссертации связана с разработкой методологии решения актуальных задач промышленной экологии с помощью современных компьютерных систем. Конкретное направление, выбранное Тарасовым Н.И., связано с математическим моделированием процессов очистки водной и воздушной сред от микро- и наноразмерных загрязняющих твердых примесей, удаление которых особенно важно и актуально как для высокотехнологичных отраслей промышленности, таких как микроэлектроника, микромеханика, авиа- и ракетостроение, атомная энергетика, биомедицина, фармацевтика, так и для жизнеобеспечения человека на вредных производствах и в условиях космоса.

Конкретная цель, поставленная перед Тарасовым Н.И., состояла в разработке инструмента прецизионного суперкомпьютерного моделирования процессов, происходящих в фильтрационных установках, как с целью разработки новых высокоэффективных конструкций, так и для обслуживания уже существующих очистных систем, в том числе в рамках технологий

замкнутого цикла. Для ее достижения необходимо было разработать математические основы моделирования, создать соответствующее вычислительное ядро и цифровую платформу для проведения полномасштабных численных экспериментов.

Задачами диссертации были:

а) изучение существующих промышленных методов и систем очистки водной и воздушной сред от загрязняющих примесей, выбор актуальных проблем в классе технологий, обеспечивающих прецизионное качество, формулировка модельных задач экологии;

б) формирование комплексных математических моделей фильтрационных процессов для выбранных постановок задач, разработка многомасштабного подхода, базирующегося на уравнениях механики сплошной среды и методах частиц;

в) разработка численных методов и параллельных алгоритмов решения выбранных двух- и трехмерных модельных задач в рамках макроскопических описаний с акцентом на использование неструктурированных гибридных сеток, а также численных процедур уточнения материальных уравнений среды и параметров уравнений методами частиц;

г) программная реализация численных методов и параллельных алгоритмов решения базовых уравнений механики сплошной среды в двухмерной и трехмерной постановке, разработка вычислительных кодов для решения выбранных модельных задач;

д) разработка архитектуры и программная реализация цифровой платформы, обеспечивающей полный цикл компьютерного моделирования;

е) проведение серии вычислительных экспериментов с целью верификации и валидации разработанных моделей, численных методов, алгоритмов и программ.

Вышеуказанные цели были достигнуты, и все поставленные задачи диссертации были успешно решены. В результате проведенных Тарасовым Н.И. исследований были разработаны комплексные математические модели,

применяемые в задачах экологической направленности (процессы фильтрации, загрязнение функциональных элементов конструкции), и способы их уточнения и агрегирования в рамках многомасштабного подхода. Были предложены численные методы анализа разработанных комплексных моделей, основанные на методе конечных объемов на неструктурированных сетках, и их программные реализации, ориентированные на использование современных компьютерных и суперкомпьютерных вычислительных систем. Создана цифровая платформа, включающая вычислительное ядро, базирующееся на разработанных комплексных моделях, и дополнительный программный инструментарий, реализующий всю цепочку вычислительного эксперимента при решении актуальных прикладных задач экологической направленности. Проведено решение ряда практических задач промышленной экологии, позволившее верифицировать и валидировать разработанные комплексные математических модели и их программную реализацию.

Основные научные и практические результаты диссертационной работы получены автором лично, являются новыми и соответствуют мировому уровню. Особенно следует отметить гибкость разработанной модельной базы и возможности повышения точности расчетов за счет внедрения результатов микромасштабного моделирования.

Содержание диссертационного исследования опубликовано в 13 научных работах, из них 10 из списка ВАК, 9 индексируются в базах Web of Science и Scopus.

Во время работы над диссертацией Тарасов Н.И. проявил себя как квалифицированный специалист в области математического моделирования сложных нелинейных процессов и разработки сложного прикладного программного обеспечения, сочетающий в себе такие качества, как умение работать самостоятельно и в команде, настойчивость в достижении поставленных целей, доброжелательность к коллегам по цеху.

Учитывая выше сказанное, считаю, что диссертация Тарасова Никиты Игоревича "Разработка численных алгоритмов и параллельных программ для моделирования некоторых задач промышленной экологии" представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком научном уровне, отвечает всем требованиям Положения ВАК о присуждении ученых степеней, а ее автор заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Научный руководитель,
ведущий научный сотрудник
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
д.ф.-м.н., с.н.с.

С.В. Поляков

Подпись Полякова С.В. заверяю:

Ученый секретарь ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
к.ф.-м.н.



А.А. Давыдов

" 15 " сентября 2022 г.