

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белевцова Никиты Сергеевича на тему «Мультипольные алгоритмы для многомерных дробно-дифференциальных моделей диффузионных и волновых процессов», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Математический аппарат, использующий дробные производные в настоящее время часто применяется для описания динамических процессов в сложно-структурированных средах, в том числе для описания процессов фильтрации. Такой подход оправдан в том плане, что подобные среды по сути представляют собой фрактальные структуры. С другой стороны, аналитические решения дробно-дифференциальных уравнений возможно лишь в небольшом числе частных случаев, а численные решения требуют значительных вычислительных затрат, так как обычно имеют вычислительную сложность не ниже $O(N^2)$.

В этой связи работа Никиты Сергеевича, реализующая метод мультиполей для дробно-дифференциальных уравнений, является безусловно актуальной.

В автореферате отражено, что в работе получены следующие результаты. Возможны решения типа бегущих волн при автомодельном решении нестационарных линейных дробно-дифференциальных уравнений; доказаны два утверждения о виде фундаментального решения дробно-дифференциального обобщения двух видов уравнения Гельмгольца; разработаны алгоритмы и написан программный код для моделирования процессов диффузионного и волнового типов в средах с включениями при наличии точечных источников; автором установлено, что в задаче фильтрации при неизменных давлениях и массовых расходах на скважинах уменьшение дробного показателя α приводит к более быстрому выходу на стационарный режим; предложен алгоритм факторизации функций, допускающих мультипольные разложения фундаментальных решений дробно-дифференциальных обобщений уравнений Пуассона и Гельмгольца; дана оценка эффективности параллельных алгоритмов; проведена серия вычислительных экспериментов и показана эффективность алгоритмов для построения численных решений многомерных дробно-дифференциальных задач; решена модельная задача построения кривой восстановления давления на контуре добывающей скважины для дробно-дифференциальной модели однофазной фильтрации.

Все защищаемые автором положения раскрыты в автореферате диссертации.

ВХОД. № 3663-13
«13» 12 2023

Однако изложение работы позволяет сделать несколько замечаний.

1. На стр. 10–11 автореферата сказано, что предложен критерий сравнения результатов вычислительных экспериментов при различных α и одинаковых массовых расхода и давлениях на скважинах, но математическое выражение данного критерия не приведено.

2. Из таблицы 1 следует, что уже при $N > 400$ ускорение мультипольного алгоритма превышает 1. Так как обсуждаемый алгоритм имеет значительный массив предварительных вычислений, его возможная вычислительная эффективность $O(N)$ достигается при очень больших N (обычно при $N > 10^5$). Следовало бы пояснить, каким образом получено высокая эффективность при относительно малых N .

Приведенные замечания не являются критическими и не влияют на общую положительную оценку работы.

Считаю, что диссертационное исследование Белевцова Никиты Сергеевича является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новые научные результаты, соответствует требованиям п.п. 9-11 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Я, Михайленко Константин Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

К.И. Михайленко

8.12.2023

Михайленко Константин Иванович, кандидат физико-математических наук по специальности 05.13.16 — «Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях» (1.2.2), доцент по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы», старший научный сотрудник лаборатории Дифференциальных уравнений механики, Институт механики им. Р.Р. Мавлютова Уфимского федерального исследовательского центра Российской Академии наук
450054, Республика Башкортостан, г. Уфа, пр-т Октября, 71
Тел./факс: 8 (347) 235-52-55
e-mail: const@uimech.org

Подпись Михайленко Константина Ивановича заверяю:
канд. физ.-мат. наук,
ученый секретарь ИМех УФИЦ РАН



Э.Ф. Гайнуллина