

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Червова Виктора Васильевича «ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНВЕКЦИИ В ВЕРХНЕЙ МАНТИИ ЗЕМЛИ», представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность избранной диссертантом темы подтверждается важностью глобальной проблемы исследования геодинамики структурных элементов строения Земли, существенной, а быть может даже основной, частью которой является изучение конвективных явлений как в толще мантии, так и в её верхней зоне.

Математические модели, описывающие конвективные явления как в многокомпонентных, так и в однокомпонентных средах, и учитывающие зависимости их термодинамических характеристик от температуры, давления и иных влияющих параметров, характеризуются пространственно-временной многомерностью, существенной нелинейностью динамических уравнений, сложностью записи граничных условий, которые также зачастую представимы только в нелинейной формулировке на поверхностях сложной формы, и большим количеством компонент физических полей. На настоящий момент времени не существует регулярных аналитических методов, позволяющих в ситуациях общего положения решать подобные задачи математической физики. В связи с этим особенно возрастает актуальность исследований, к числу которых, безусловно, относится и представленная автором работа, направленных на развитие адекватных численных моделей в пространстве трёх измерений и сопутствующих им методов и технических приёмов решения задач подобного типа.

Заявленная автором цель диссертационного исследования – разработка и развитие трёхмерных численных моделей и комплексов программ расчёта тепловой конвекции в верхней мантии Земли – полностью достигнута, что подтверждается представленными в автореферате физическими и численными моделями, а также результатами расчётов, выполненных программными комплексами, построенными на основе этих моделей.

Научная новизна полученных результатов состоит не только в том, что автором разработаны новые оригинальные алгоритмы и численные методы решения конвективных задач в пространстве трёх измерений, а также изучены иные проблемы, упомянутые в автореферате, но и в том, что автору удалось численными методами доказать, что «применение двумерного приближения для изучения мантийной динамики даже для протяжённых геологических структур неоправданно». Таким образом, доказано, что исходная задача конвекции в трёх измерениях, даже если её постановка проявляет свойство двумерного вырождения, характеризуется не двумерным, а существенно трёхмерным решением. Этот важнейший результат имеет

автором работа, направленных на развитие адекватных численных моделей в пространстве трёх измерений и сопутствующих им методов и технических приёмов решения задач подобного типа.

Заявленная автором цель диссертационного исследования – разработка и развитие трёхмерных численных моделей и комплексов программ расчёта тепловой конвекции в верхней мантии Земли – полностью достигнута, что подтверждается представленными в автореферате физическими и численными моделями, а также результатами расчётов, выполненных программными комплексами, построенными на основе этих моделей.

Научная новизна полученных результатов состоит не только в том, что автором разработаны новые оригинальные алгоритмы и численные методы решения конвективных задач в пространстве трёх измерений, а также изучены иные проблемы, упомянутые в автореферате, но и в том, что автору удалось численными методами доказать, что «применение двухмерного приближения для изучения мантийной динамики даже для протяжённых геологических структур неоправданно». Таким образом, доказано, что исходная задача конвекции в трёх измерениях, даже если её постановка проявляет свойство двумерного вырождения, характеризуется не двумерным, а существенно трёхмерным решением. Этот важнейший результат имеет экспериментальное подтверждение в лабораторных экспериментах по конвекции от линейных горизонтальных источников тепла в среде с устойчивой вертикальной стратификацией плотности, когда возникающее конвективное течение проявляет существенную трёхмерность. Этот факт также указывает на достоверность полученных автором результатов.

Особенно хочется остановиться на результатах третьей и четвёртой глав диссертации, проиллюстрированных в автореферате рисунками 2 и 5. На этих рисунках соответственно представлены рассчитанные на основе разработанных автором вычислительных комплексов «Горизонтальное сечение поля температуры на глубине 350 км в модели конвекции под протяжённым кратоном» и «Горизонтальное сечение поля температуры» в районе южнее Сибирского Кратона и севернее Тарима и Северо-Китайской платформы. Вид представленных конвективных ячеек полностью соответствует картинам выходов на поверхность конвективных структур, наблюдаемых в природе (например, структуры мыса Столчатого на острове Кунашир или «Мостовой гигантов» в Ирландии, возникающие при остывании лавовых потоков) и лабораторных экспериментах по конвекции в тонком приповерхностном слое жидкости, когда конвективные картины складываются, в основном, из пяти, шести и семиугольных конвективных ячеек, в том числе и невыпуклой формы, как, например, на рис. 5 автореферата. Наряду с проделанными автором контрольными расчётами, описанными в автореферате, данные сравнения с наблюдаемыми конвективными явлениями подтверждают достоверность полученных результатов.

Считаю, что диссертационная работа Червова В.В. удовлетворяет требованиям п. 9-11, 13-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора физико-математических наук и соответствует специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор Червов Виктор Васильевич заслуживает присуждения искомой степени.

Я, Кистович Анатолий Васильевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Ведущий научный сотрудник лаборатории геомеханики
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии
наук, доктор физико-математических наук,
специальность 25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы

11.04.2022

Кистович Анатолий Васильевич

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии
наук, пр. Вернадского, 101, корп. 1, г. Москва, 119526
Тел. 8-495-434-41-60 (сл)
E-mail: kavmendeleevo@mail.ru
Сайт института: <https://ipmnet.ru/>

Подпись Кистовича А.В. удостоверяю



Зав. кафедрой Софронова И.А.
11.04.2022