

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Червова Виктора Васильевича
«Численное моделирование конвекции в верхней мантии
Земли» на соискание учёной степени доктора физико-математических наук
по специальности 05.13.18 – «математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»

Диссертационная работа Червова В.В. посвящена разработке трёхмерных численных моделей и комплексов программ в задачах тепловой конвекции в верхней мантии Земли. Для описания течения привлекаются уравнения Навье-Стокса в приближении Обербека-Буссинеска и геодинамическом приближении. Используемые диссертантом конечно-разностные схемы основаны как на переменных «векторный потенциал – завихренность», так и на естественных переменных с применением неявных методов расщепления по пространственным переменным. Исследованы особенности динамики мантии континентальных областей Земли и процессы, происходящие в зонах спрединга (раздвижения литосферных плит) и субдукции (погружения океанических плит в мантию Земли).

Среди результатов диссертационной работы Червова В.В. хочу отметить следующие.

1. Разработаны основанные на неявных методах расщепления по пространственным переменным численные методы и алгоритмы решения трёхмерных задач конвекции в верхней мантии Земли; с их применением построены и детально протестированы трёхмерные численные модели и комплексы программ расчёта конвекции в декартовой и сферической постановках.

2. Разработаны численные модели конвекции под модельными кратонами; обоснован трёхмерный характер конвекции под модельным протяжённым кратоном (ловушкой); выявлена мелкомасштабная мода конвекции под модельными кратонами и предложено обоснование механизма траппового магматизма.

3. Построены численные модели тепловой гравитационной конвекции в верхней мантии Земли под континентальной литосферой Центральной Азии и Евразии. Математическое моделирование показало, что, как и в случае модельных прямоугольных в плане кратонов, реальные кратоны порождают аналогичные структуры. Наблюдаются устойчивые восходящие потоки; нисходящие потоки и прогретые области по периферии кратонов. Перенос

мантийного вещества от оснований кратонов к верхним горизонтам (обтекание) проявляются в виде мелкомасштабной моды конвекции вдоль бортов кратонов.

Возвышенности и низменности Русской платформы согласованы с восходящими и нисходящими конвективными потоками под ней.

4. Построена трёхмерная численная модель конвекции в зонах спрединга и субдукции; найдена скорость погружения слэба до глубин порядка 700 км, согласующаяся со скоростью раздвижения плит; в результате расчётов получен нисходящий поток холодного мантийного вещества, перетекающего из области океанической литосферы под континент.

5. Разработана трёхмерная численная модель конвективных течений мантийной жидкости под движущимся от срединно-океанического хребта (СОХ) континентом с прирастающей к нему океанической литосферой; при движении континент надвигается на тонкую пассивную океаническую литосферу, образуя при этом уходящий под континент низкотемпературный след, который можно интерпретировать как слэб.

Достоверность полученных результатов достигается проведением многочисленных тестовых расчётов, детальным сопоставлением с известными аналитическими и числовыми данными при решении модельных задач, применением мер контроля точности получаемых решений, соответствием рассчитанных и наблюдаемых геолого-геофизических характеристик.

При прочтении автореферата возникли следующие замечания.

1) Первое замечание относится к рис. 2, на котором представлено горизонтальное сечение поля температуры на глубине 350 км в модели конвекции под протяжённым кратоном, свидетельствующее о существенно трёхмерном характере течения. Неясно, как результаты расчетов зависят от начального распределения температуры и параметров численного алгоритма.

2) Как мне кажется, формулы (22) и (30) записаны не совсем корректно с точки зрения размерностей.

Приведенные замечания не влияют на положительную в целом оценку диссертационной работы. Диссертация В.В. Червова представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую оригинальные научные результаты в области математического и численного моделирования конвективных процессов в верхней мантии Земли, выполненную на достаточно высоком научном уровне. Диссертация 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».

Результаты исследований В.В. Червова докладывались на авторитетных отечественных и зарубежных конференциях, совещаниях и семинарах и опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных изданиях.

Виктор Васильевич Червов заслуживает присуждения учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 - «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Главный научный сотрудник научно-исследовательской группы вычислительной аэрогидродинамики ИПМ ДВО РАН, профессор, доктор физико-математических наук (специальность 01.01.02-дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление)


Г.В. Алексеев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7
Тел. 7(423)231-13-97, e-mail: alekseev@iam.dvo.ru

18 апреля 2022 года

Людмила Алексеева Г.В. завершено.

*Судисей секретарь
ИПМ ДВО*



Е. В. Червова