

## ОТЗЫВ

На диссертационную работу Дмитрия Сергеевича Мягкова

Дмитрий Сергеевич пришел в лабораторию студентом четвертого курса МГУ и с тех пор занимается разработкой математических моделей деформирования коры внутриконтинентальных орогенов. Он показал себя как высококвалифицированный исследователь, способный к освоению новых методов.

В процессе обучения в аспирантуре и при работе над диссертацией Мягков Д.С. освоил аналитические методы механики сплошной среды (МСС) и разработал целый ряд компьютерных программ по реализации алгоритмов этих методов. При этом он развил эти алгоритмы и программы на учет таких геофизических фактов как поверхностные экзогенные процессы и процессы изостазии.

В процессе работы над диссертацией для подтверждения гипотезы о ведущей роли в формировании напряжений горизонтального сжатия эрозионных процессов встала необходимость освоения методов численного моделирования упругопластических сред. Это достаточно сложные методы, которые требуют хорошего понимания основ геомеханики и отличного владения компьютерным программированием. Мягков Д.С. справился и с этой трудной задачей.

Целью диссертационной работы Д.С.Мягкова являлось обоснование в качестве ведущего механизма формирования внутриконтинентальных орогенов маломасштабной конвекции в подлитосферной мантии без привлечения дальнедействующего влияния напряжений от границ столкновения литосферных плит. Для этого были созданы вязкие и упруго-вязкие модели, реализованные в аналитических и полуаналитических методах МСС. Результаты расчетов этих моделей сверялись не только с природными данными по кинематике и деформациям поверхности, но и также с тектонофизическими данными о закономерности распределения напряжений в глубине коры. Базисом такой сверки являлось наличие режима горизонтального растяжения в коре межгорных впадин и режима горизонтального сжатия в коре горных поднятий (в природных объектах в горных поднятиях альпийского типа).

Построенные Д.С.Мягковым вязкие модели позволили получить системы аналитических эволюционных уравнений для характерных границ литосферы, которые показали наличие для них колебательных вертикальных движений. Этот эффект связан с наличием границ повышения плотности (подошва коры и литосферы) и обусловлен явлением изостазии. Результаты расчетов для вязких моделей в коре в целом позволили получить требуемый результат, но в самой верхней части коры (15 км) соответствия тектонофизическим данным получить не удалось.

Возможность получения аналитических решений для упруго-вязких моделей была связана с асимптотическим учетом упругости только в части влияния объемных деформаций от действия массовых сил, что с глубин более 10 км составляет более 90% упругой энергии. Д.С.Мягковым впервые в рамках такого подхода реализованы двуслойные модели литосферы. По результатам расчетной модели показано, что учет упругости приближает результаты расчетов к природным данным, уменьшая верхнюю часть коры, где этого соответствия не было.

Для учета влияния денудации в областях поднятия и осадконакопления в областях впадин Д.С.Мягковым были построены специальные модели и получены соответствующие им системы аналитических эволюционных уравнений для формы экзогенного процесса в виде денудации (максимум эрозии на вершинах поднятий) и системы полуаналитических эволюционных уравнений для эрозии склонов горных поднятий. Показано, что учет экзогенных процессов приближает результаты расчетной модели к тектонофизическим данным.

Для доказательства большой роли в формировании зон повышенного горизонтального сжатия в областях поднятий денудационных процессов Д.С.Мягковым

была создана упругопластическая модель. В этой модели верхняя часть коры после денудации около 1 км из режима горизонтального растяжения перешла в режим горизонтального сжатия.

Главным результатом диссертационной работы следует рассматривать двухслойную модель литосферы с механизмом термогравитационной конвекции в астеносфере (трехслойная модель).

Для сравнения с моделями маломасштабной конвекции была также создана многослойная модель общелитосферной складки горизонтального сжатия с упругим верхним слоем коры и вязкими слоями в нижних частях коры и литосферы.

Весь проведенный Д.С.Мягковым цикл исследований позволил показать, что режим горизонтального общелитосферного сжатия не может объяснить появление в коре межгорных впадин режима горизонтального растяжения. Лучшее соответствие тектонофизическим данным о природных напряжениях в коре внутриконтинентальных орогенов наблюдается для литосферы, подверженной воздействию со стороны астеносферы в которой развивается маломасштабная термогравитационная конвекция.

Полученные в диссертационной работе результаты неоднократно докладывались на различных научных конференциях и опубликованы в нескольких статьях в журналах из списка ВАК.

Можно заключить, что Дмитрий Сергеевич Мягков в настоящее время является хорошо подготовленным научным сотрудником, выполнившим большой объем работ по теме «Исследование формирования напряжённо-деформированного состояния эпиплатформенных орогенов методом математического моделирования», а сами исследования можно рассматривать как завершённые. Тема диссертационной работы отвечает паспорту специальности 20.00.10 «Геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» по разделу 6 – «Математическое моделирование геодинамических процессов.... Изучение земной коры в рамках упругих, упругопластических, упруго-хрупких, вязко-упругих и т.п. моделей»

ГНС, Д.ф.-м.н. Ю.Л.Ребецкий

Научный руководитель, доктор физико-математических наук,  
главный научный сотрудник и ИО заведующего лабораторией  
фундаментальных и прикладных проблем тектонофизики им М.В. Гзовского  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта  
Российской академии наук (ИФЗ РАН)  
Адрес: 123242 г. Москва, Б. Грузинская ул., д. 10, стр. 1  
Тел.: +7-499-254-25-51, e-mail: reb@ifz.ru

