

Министерство образования и науки РФ  
Федеральная служба по техническому и экспортному контролю России  
Правительство Хабаровского края  
Администрация г. Комсомольска-на-Амуре  
ФГБОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»  
ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное объединение  
им. Ю.А. Гагарина»  
Хабаровское отделение Союза машиностроителей РФ  
Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН

**Материалы Российской  
научно-технической конференции  
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИЙ ДВОЙНОГО  
НАЗНАЧЕНИЯ»**

(21-24 ноября 2011, г. Комсомольск-на-Амуре)

**и материалы Российской конференции  
«ШКОЛА-СЕМИНАР ПО  
МЕТОДОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ  
И ФУНДАМЕНТАЛЬНЫМ ОСНОВАМ  
ТЕХНОЛОГИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

*КОНФЕРЕНЦИЯ ПОСВЯЩАЮТСЯ 300-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ  
М.В. ЛОМОНОСОВА И ВЛИЯНИЮ ЕГО НАСЛЕДИЯ НА РАЗВИТИЕ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ*

Комсомольск-на-Амуре  
2011

УДК 621.3 + 620.22  
ББК 34.63 + 30.3  
М43 + М74

Рецензент

Вадим Владимирович Черномас, доктор технических наук, профессор,  
Заслуженный деятель науки РФ  
(г. Комсомольск-на-Амуре)

Редакционная коллегия

А.М. Шпилёв, доктор технических наук, профессор (отв. редактор);  
А.И. Евстигнеев доктор технических наук, профессор (зам. отв. редактора);  
П.А. Саблин, кандидат технических наук, доцент (предс. экспертной комиссии);  
Б.Я. Мокрицкий, к.т.н., доцент, координатор.

Материалы Российской научно-технической конференции «Фундаментальные исследования в области технологий двойного назначения» и материалы Российской конференции «Школа-семинар по методологическому обеспечению и фундаментальным основам технологий двойного назначения» (Комсомольск-на-Амуре, 21-24 ноября 2011 года) / Редкол.: А.М.Шпилёв (отв. ред.) и др. – Комсомольск – на – Амуре: ФГБОУВПО «КНАГ-ТУ», 2011. - 317с.

ISBN

В сборнике материалов конференций содержатся пленарные и секционные доклады специалистов, в том числе в рамках проведённых мастер-классов и круглых столов. Доклады ориентированы на молодых учёных и студентов, работающих в вопросах создания технических решений двойного назначения.

ББК 34.63 + 30.3

Конференция проводится при организационной и финансовой поддержке ОАО «Комсомольское-на-Амуре авиационное объединение им. Ю.А. Гагарина», Управляющей компании ООО «Сибирско-Амурский металл», Хабаровского отделения Союза машиностроителей РФ, Правительства Хабаровского края, Администрации г. Комсомольска-на-Амуре и других организаций.

ISBN

© ФГБОУВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

## ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ РОЛЬ ВРАЩАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СРЕДЫ В ГЕОМЕХАНИКЕ

**Введение.** Первая половина XX в. может рассматриваться как период, заложивший основы двух направлений – современной мезомеханики и вихревой геодинамики. Первое направление было заложено циклом работ братьев Этьена и Франсуа Коссера в 1898 – 1910 гг. В теории Коссера каждая материальная точка континуума наделяется свойствами твердого тела путем учета ротационных степеней свободы. Второе направление было заложено работой китайского геолога Ли-Сыгуана /1/, в которой впервые были описаны вихревые структуры в геологических разрезах Китая. Отсутствие альтернативных Коссера теории подходов, которая в настоящее время широко используется и в физике твердого тела /2/ и в науках о Земле /3/, не позволяет вскрыть истинную роль вихревых движений.

**Блоковое строение геосреды.** В последнее десятилетие в результате создания плотных сетей GPS наблюдений, детального анализа полученных на них данных и выполнения крупномасштабных высокоточных геодезических измерений первого класса было доказано блоковое строение геосреды и установлено характерное движение слагающих ее блоков – вращательное (рис. 1 – 3).

**Мезомеханика.** Реальные твердые тела состоят из дефектов и мезоструктур. «Мезодефекты можно представить как крупные, устойчивые по отношению к внешним воздействиям образования, состоящие из большого числа упорядоченно и закономерно расположенных микродефектов» /7/. При деформировании тела, слагающие его мезоструктуры, как целые, поворачиваются на углы до 10 градусов и более /8/. «Элементарным актом пластической деформации оказывается не сдвиг, а трансляционно-ротационный вихрь. По своему масштабу они могут быть микро-, мезо- и макровихрями» /9/.

**Проблема:** разработать такую модель геосреды (реального твердого тела), в рамках которой оказалось бы возможным для блоков и плит («элементарных» мезообъемов) описать поворотные движения большой амплитуды.

**Геодинамическое решение.** Такая модель для блоковой вращающейся геосреды была разработана /10/. Ее смысл поясняется рис. 4 и 5. В рамках модели было дано объяснение многим известным геофизическим явлениям, что может рассматриваться как доказательство правильности заложенных в основу модели положений: симметричности тензора напряжений и собственномоментного характера движения элементов (блоков, плит) геосреды /10/.

**Обсуждение результатов.** На *каждой* сейсмической станции от *любого* землетрясения, происшедшего на Земле, *все* сейсмические волны *всегда* регистрируются во вполне определенной очередности: сначала продольные  $P$ , затем поперечные  $S$ , Лява  $L$  и Релея  $R$ . На основании *только* сейсмограммного материала, *без* какого-либо знания теории твердого тела оказывается возможным определить величины *всех* скоростей

сейсмических волн, которые *всегда* удовлетворяют условию:  $V_P > V_S > V_L > V_R$ , и которые в теории твердого тела являются упругими. Это позволяет выводам геодинамических построений, основанным, в том числе и на следствиях блоковой ротационной модели, *придать достаточно общий смысл*, без дополнительной их интерпретации с позиции физики твердого тела, мезомеханики и физики, вообще.

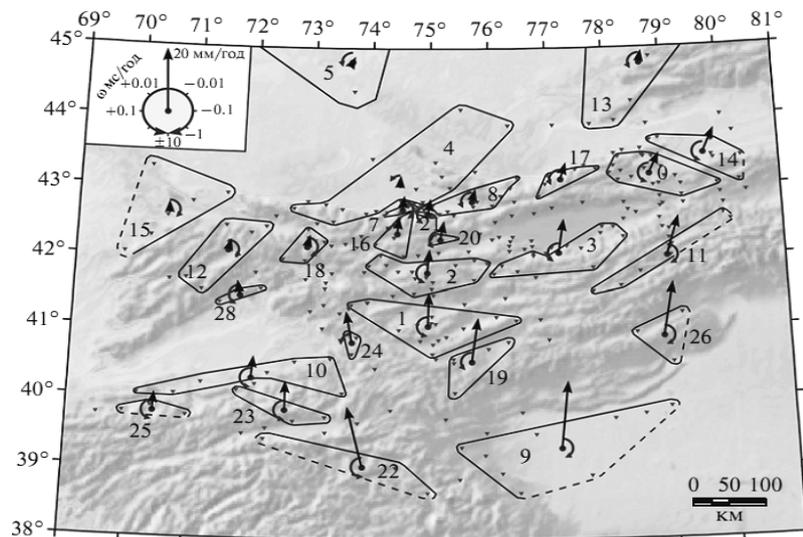


Рис. 1. Структура поля современных скоростей земной коры Тянь-Шаня по данным GPS-наблюдений за последние 11 лет /4/. Точками обозначены GPS пункты наблюдений. Оконтурены вращающиеся блоки, GPS пункты в которых друг относительно друга не перемещаются.

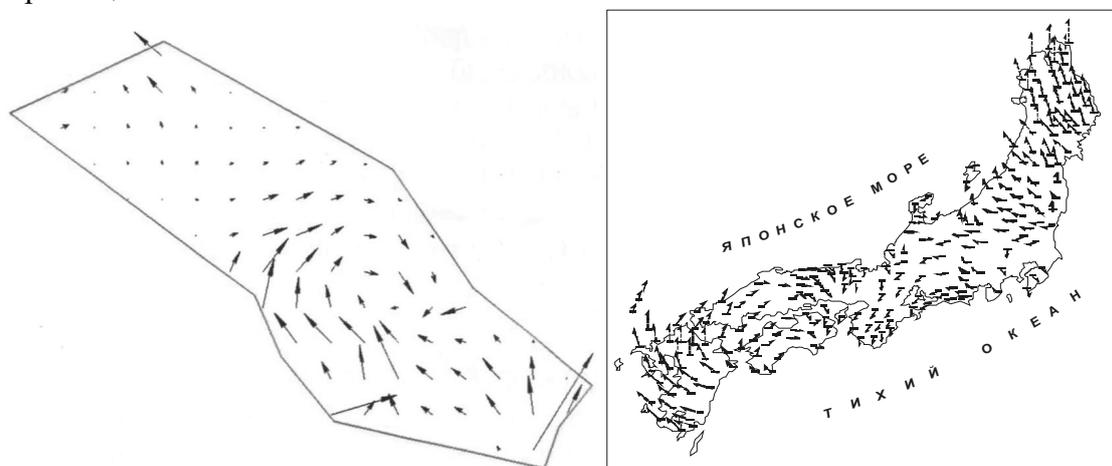


Рис. 2. Движения земной коры в очаге будущего Чуйского землетрясения. Алтай, 2003 г.,  $M = 7,3$  по данным GPS наблюдений в 1970-1980 гг. /5/.

Рис. 3. Два цикла геодезических инструментальных измерений 1 класса, выполненных с интервалом около 60 лет (в конце XIX – начале XX вв. и в середине XX в.) на 300 пунктах триангуляции на о. Хонсю /6/.

Такой блоковый ротационный и «самодостаточный» подход к задачам геодинамики дает ряд существенных преимуществ. Например, становятся ненужными (малове-

роятными) ставшие уже почти очевидными, но, тем не менее, достаточно сложно объясняемые модели «зацепления» плит и блоков друг за друга и подъема магмы с глубин мантии и ядра. В рамках блокового ротационного подхода с принципиально новых позиций оказывается возможным подойти и к проблеме «горячих точек» Земли, которые могут являться не результатом выхода глубинного тепла на поверхность, а представлять собой зоны повышенной геодинамической активности литосферы и/или мантии. В пределах таких зон кинетическая энергия вращения блоков геосреды и Земли, в целом, выделяется (перераспределяется) не только землетрясениями и извержениями вулканов, а и генерацией тепла /12/.

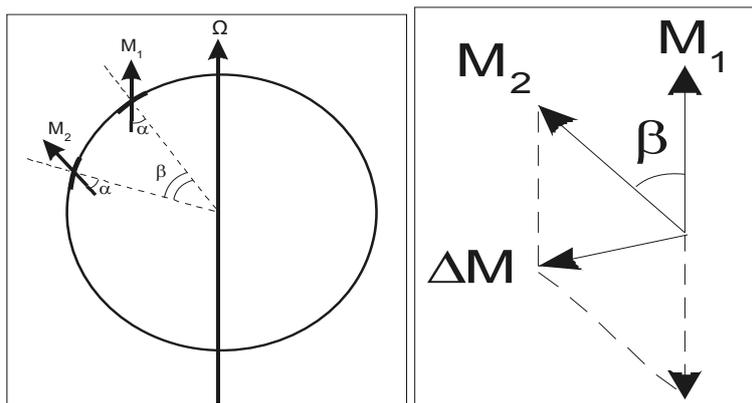


Рис. 4. Угловая скорость, с которой вращается жестко связанная с телом (в данном случае с Землей) система координат, не зависит от этой системы и все такие системы вращаются вокруг параллельных друг другу осей с одинаковой по абсолютной величине скоростью  $\Omega$ . Т.о. каждый блок  $M_1$  вращающейся среды обладает вполне определенным механическим моментом. Литосфера находится в непрерывном движении, что приводит к изменению направления момента блока:  $M_1 \rightarrow M_2$ .

Рис. 5. «Компенсация» изменения момента блока осуществляется за счет прикладывания к нему момента упругих сил со стороны окружающей его среды  $\Delta M$ . В результате в геосреде возникают моментные напряжения (собственный потенциал геосреды). Скомпенсировать такие напряжения можно лишь за счет поворота блока в обратную сторону при тех же ротационных условиях, что, очевидно, невозможно. Т.о. моментные напряжения в среде накапливаются, что приводит к энергонасыщенности геосреды.  $\beta$  – величина угла между начальным  $M_1$  и конечным  $M_2$  состояниями блока.

Имеет смысл рассмотреть задачу движения мезоструктур реального твердого тела с позиции ротационной блоковой модели геосреды. При этом очевидно, необходимо от концепции «трансляционно-ротационного вихря» /9/ переходить на качественно новый уровень – «ротационного вихря» с симметричным тензором напряжений /11/.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Lee J.S. Some characteristic structural types in Eastern Asia and their bearing upon the problems of continental movements // *Geol. Mag.* 1928.LXVI. P. 422-430.
2. Ерофеев В.И. Братья Коссера и механика обобщенных континуумов // *Вычислительная механика сплошных сред.* 2009. Т. 2. № 4. С. 5-10.
3. Гарагаш И.А., Николаевский В.Н. Механика Коссера для наук о Земле // *Вычислительная механика сплошных сред.* 2009. Т. 2. № 4. С. 44-66.
4. Кузиков С.И., Мухамедиев Ш.А. Структура поля современных скоростей земной коры в районе Центрально-Азиатской GPS сети // *Физика Земли.* 2010. № 7. С. 33-51.
5. Мазуров Б.Т. Некоторые примеры определения вращательного характера движений земных блоков по геодезическим данным // *Геодезия и картография.* 2010. № 10. С. 58-61.
6. Рикитакэ Т. Геофизические и геологические данные о Японской островной дуге и ее обрамлении // *Окраины континентов и островные дуги.* М.: Мир, 1970. С. 216-236.
7. Рыбин В.В. Закономерности формирования мезоструктур в ходе развитой пластической деформации // *Вопросы материаловедения.* 2002. 1 (29). С. 11-33.
8. Владимиров В.И., Романов А.Е. Дисклинации в кристаллах. Ленинград: Наука, 1986 223 с.
9. Панин В.Е. Основы физической мезомеханики // *Физическая мезомеханика.* 1998. № 1. С. 5-22.
10. Викулин А.В., Иванчин А.Г. Ротация и упругость // *Вопросы материаловедения.* 2002. 1 (29). С. 435-441.
11. Викулин А.В. Сейсмичность. Вулканизм. Геодинамика. Сборник трудов. Петропавловск-Камчатский: КамГУ, 2011. 407 с.
12. Иванчин А.Г., Викулин А.В., Фадин В.В. Ротационная модель теплового разогрева и проблема вулканических очагов // *50 лет детальных сейсмологических наблюдений на Камчатке.* Петропавловск-Камчатский: ГС РАН КФ, 2011.