



ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ИНФОРМАТИКА



В.И. Дмитриев, Е.Н. Соловьева

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
ТЕРМИЧЕСКОЙ
И СТРУКТУРНОЙ
ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ**



МОСКВА – 2007

УДК 519.6
ББК 22.19
Д53

Редактор:
профессор, д.ф.-м.н. *Е.В. Захаров*

Дмитриев В.И., Соловьева Е.Н.

Д53 Математические модели термической и структурной эволюции Земли. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 264 с.
ISBN 978-5-317-02010-1

В монографии рассматриваются вопросы математического моделирования тепловой и структурной эволюции Земли. Эта проблема связана с решением неустойчивой в условиях земных недр задачи о распределении температуры и динамике слоев расплава (задачи Стефана) с переменной температурой фазового перехода. В книге излагается разработанный авторами эффективный численный метод решения этой задачи. Рассматриваются математические модели, включающие описание процессов разогревания, зонного плавления, гравитационной дифференциации, конвекции в слое расплава и миграции компонент земного вещества, в том числе и радиоактивных источников тепла. Излагаются результаты численного исследования тепловой и структурной эволюции Земли. Проводится сопоставление полученных результатов с данными исторической и современной геотектоники и геотермики, которое показывает их хорошее согласие.

Для специалистов по вычислительной математике, математическому моделированию, а также по геотермике и геотектонике. Книга будет полезна для студентов и аспирантов, специализирующихся на решении тепловых задач со свободной границей.

УДК 519.6
ББК 22.19

ISBN 978-5-317-02010-1

© Дмитриев В.И., Соловьева Е.Н., 2007
© Факультет ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Глава I. Геологические концепции эволюции Земли и математическое моделирование	10
§ 1.1. Роль тепловых процессов в эволюции Земли.....	10
§ 1.2. Развитие математического моделирования в изучении термической истории Земли.....	20
§ 1.3. О постановке задачи совместного изучения термической и структурной эволюции Земли и особенностях ее решения.....	28
Глава II. Основные процессы в энергетической и структурной эволюции Земли	33
§ 2.1. Современные представления о происхождении Земли, энергетических источниках и механизмах ее эволюции.....	33
§ 2.2. Моделирование массопереноса и миграции радиоактивных источников в процессе эволюции планеты.....	48
§ 2.3. Моделирование некоторых энергетических аспектов эволюции планеты.....	77
Глава III. Математические модели эволюции Земли	90
§ 3.1. Математическая модель проплавления двухкомпонентной мантии Земли с выносом радиоактивных элементов в кору.....	91
§ 3.2. Математическая модель термической и структурной эволюции Земли с образованием ядра, мантии и коры.....	100

Глава IV. Численный метод решения многофронт- товой двухфазной задачи Стефана с переменной критической температурой	109
§ 4.1 Анализ численных методов решения задач со свободной границей применительно к решению по- ставленной задачи.....	109
§ 4.2. Построение схем сквозного счета численного решения многофронтной задачи Стефана вариаци- онно-разностным методом.....	117
§ 4.3. К обоснованию применимости схем сквоз- ного счета.....	148
§ 4.4. Метод итераций для решения многофрон- товой задачи Стефана с переменной критической температурой.....	159
§ 4.5. О регуляризирующем алгоритме в решении многофронтной задачи Стефана с переменной критической температурой.....	169
Глава V. Численное исследование проблемы эволюции Земли	175
§ 5.1. Численное исследование термической и структурной эволюции Земли на основе двухкомпонентной модели.....	176
§ 5.2. Численное исследование термической и структурной эволюции Земли на основе четырёхкомпонентной модели.....	207
§ 5.3. Анализ результатов численного исследования эволюции Земли.....	229
Список литературы	244
Сведения об авторах	258