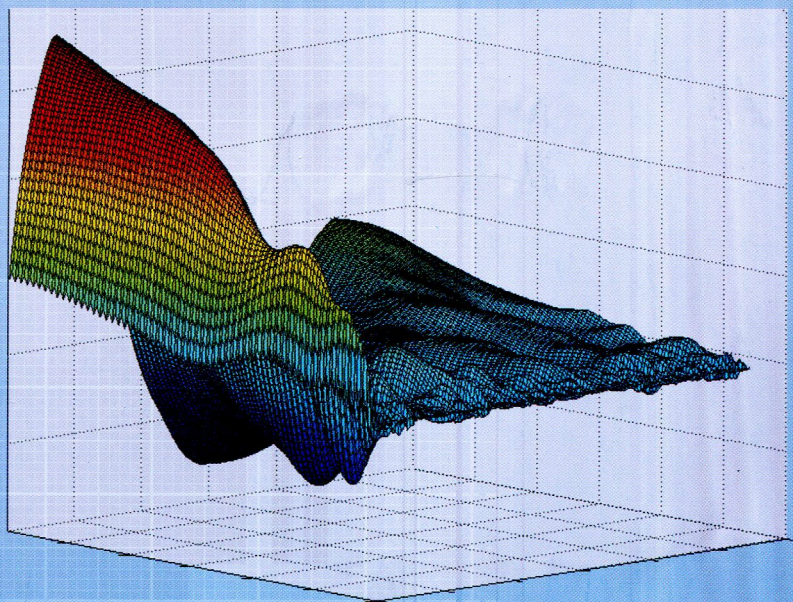


О.В. Мандрикова

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
НА ОСНОВЕ  
ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

---

Институт космофизических исследований  
и распространения радиоволн

*О.В. МАНДРИКОВА*

**МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ГЕОХИМИЧЕСКИХ ДАННЫХ  
НА ОСНОВЕ  
ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**



Владивосток  
Дальнаука  
2007

**Мандрикова О.В. Моделирование геохимических данных на основе вейвлет-преобразования.** – Владивосток : Дальнаука, 2007. – 124 с.

ISBN 978-5-8044-0839-9.

На основе новых подходов к решению проблем обнаружения аномальных эффектов в данных регистрации геохимических параметров накануне сильных сейсмических явлений разработаны модели геохимических сигналов, позволившие выявить аномальные особенности в данных регистрации подпочвенного радона накануне наиболее сильных землетрясений п-ова Камчатка. Описаны алгоритмы обработки и анализа геохимических сигналов, базирующиеся на совмещении быстрого вейвлет-преобразования с моделью авторегрессии – проинтегрированного скользящего среднего и методами нейронных сетей. Показаны возможности применения разработанных методов и алгоритмов в различных прикладных задачах, связанных с обработкой нестационарных временных рядов сложной структуры.

Предназначена для научных работников, а также студентов и аспирантов, интересующихся вопросами построения моделей временных рядов сложной структуры, а также специалистов по практическому анализу случайных данных.

Ил. 39, табл. 2, библи. 28.

*Ключевые слова:* вейвлет-преобразование, геохимические сигналы, нейронные сети, модель авторегрессии – скользящего среднего, подпочвенный радон, обработка сигналов.

*Mandrikova O.V. Modeling of geochemical data on the basis of wavelet analysis.* – Vladivostok : Dalnauka, 2007. – 124 p.

ISBN 5-8044-0839-9.

Models of geochemical signals were developed on the bases of new approaches to solve the problems of detection of anomalous effects in registration data of geochemical parameters before strong seismic events. These methods allowed us to discover anomalous characteristics in the registration data of underground radon before strongest earthquakes of Kamchatka peninsula. The algorithms of geochemical signal processing and analysis are described. They are based on the combination of fast wavelet transformation with the model of autoregressive-moving average and the methods of neural network. We showed possibilities of application of the developed methods and algorithms in different problems of processing of nonstationary time series of complicated structure.

The monograph is intended for scientific workers and also for students and post-graduates interested in the problems of modeling of time series of complicated structure and also for the specialists of random data practical analysis.

Ill. 39, tabl. 2, bibl. 28.

*Key words:* wavelet transformation, geochemical signals, neural networks, model of autoregressive-moving average, underground radon, signal processing.

Ответственный редактор д-р т. н., проф. *В.В.Геннер*

Рецензент д-р т. н., проф. *Н.Н.Портнягин*

Утверждено к печати Ученым советом ИКИР ДВО РАН

© ИКИР ДВО РАН, 2007

© Редакционно-издательское оформление.  
Дальнаука, 2007

ISBN 5-8044-0839-9.

---

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
<i>ГЛАВА 1. РАДОН – ИНДИКАТОР ИЗМЕНЕНИЙ НАПРЯЖЕННО-ДЕ-</i> <i>ФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ</i> <i>СРЕДЫ</i> .....	11
1.1. Использование геохимических методов для краткосрочного про-	
гноза землетрясений .....	11
1.2. Обзор существующих методов геохимических исследований и	
статистической обработки данных .....	18
<i>ГЛАВА 2. ТЕОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В</i> <i>ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ</i> .....	22
2.1. Свойства вейвлет-преобразования .....	23
2.2. Алгоритм нахождения значений интегрального вейвлет-	
преобразования от частоты .....	39
2.3. Сплайны .....	41
2.3.1. Базисные свойства сплайнов .....	41
2.3.2. Алгоритм изображения графиков сплайн-функции на лю-	
бом желаемом уровне разрешения .....	45
2.3.3. Сплайн-аппроксимационные формулы .....	47
2.3.4. Сплайны как инструмент построения вейвлетов с наимень-	
шим носителем .....	48
2.3.5. Сплайн-вейвлет-пакеты .....	51
<i>ГЛАВА 3. МНОГОСТРУКТУРНЫЕ МОДЕЛИ ГЕОХИМИЧЕСКИХ</i> <i>СИГНАЛОВ</i> .....	54
3.1. Основные свойства класса моделей АРПСС .....	55
3.2. Моделирование геохимических сигналов на основе совмещения	
АР-модели и быстрого вейвлет-преобразования .....	62
3.3. Преимущества нейронных сетей в задачах аппроксимации функ-	
ций .....	66
3.4. Моделирование геохимических сигналов на основе совмещения	
методов нейронных сетей и быстрого вейвлет-преобразования ....	80
<i>ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ И КЛАССИФИКА-</i> <i>ЦИИ АНОМАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ ГЕОХИМИЧЕСКИХ</i> <i>СИГНАЛОВ</i> .....	85
4.1. Кратномасштабное представление сигнала $OAR_n$ , вычисление	
вейвлет-фильтров .....	92
4.2. Алгоритм обнаружения и классификации аномалии в геохимиче-	
ском сигнале на основе кратномасштабного анализа .....	96
4.3. Алгоритм обнаружения аномалии в геохимическом сигнале на	
основе АР-модели .....	105
4.4. Выявление аномальных локальных окрестностей в геохимиче-	
ском сигнале на основе нейронных сетей .....	112
Заключение .....	119
Литература .....	120