

В.И. Максимов

В.Л. Розенберг

МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
СВЯЗАННЫХ С ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДОЙ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ

В.И.Максимов, В.Л.Розенберг

**МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ
ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
СВЯЗАННЫХ С ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДОЙ**

Екатеринбург
2009

УДК 517.977 + 51.7

Максимов В. И., Розенберг В. Л.
Методы математического моделирования динамических процессов, связанных с окружающей средой. Научное издание. Екатеринбург: УрО РАН, 2009.

ISBN 5-7691-2000-2

Рассматриваются задачи, для решения которых применяются математические модели, учитывающие динамику процессов, связанных с окружающей средой. Основное внимание уделяется созданию методологии мониторинга источников загрязнения по результатам сенсорных наблюдений, исследованию динамики и сейсмичности литосферы, анализу некоторых аспектов участия России в Киотском протоколе. К разработке разрешающих процедур привлекается современный аппарат теории оптимизации, управления, а также динамического обращения и компьютерного моделирования.

Монография предназначена широкому кругу читателей: студентам и аспирантам физико-математического, технического и экономического профилей, специалистам в области оптимизации и математического моделирования.

Ил.: 36. Библиогр.: 97 назв.

Ответственный редактор
доктор физико-математических наук *А. Ф. Шориков*

Рецензент
академик РАН *А. В. Кряжисмский*

© ИММ УрО РАН 2009

© Максимов В.И., Розенберг В.Л. 2009

Оглавление

Введение	3
Глава 1. Метод управляемых моделей и методологические аспекты мониторинга окружающей среды	8
1 Восстановление интенсивности точечных источников по результатам наблюдений	8
1.1 Реконструируемость входов параболических систем	12
1.2 Алгоритм восстановления интенсивности источника в реальном времени	18
1.3 Вычисление экстремальных входов	27
1.4 Вычисление интенсивности в модели распространения загрязнений	30
1.5 Иллюстрирующий пример	39
2 Реконструкция поля объемных сил	42
2.1 Уравнения движения	43
2.2 Постановка задачи реконструкции. Условие реконструируемости	47
2.3 Алгоритм решения	50
3 Обратная задача лучевой сейсмологии	61
3.1 Постановка задачи. Метод Бэкуса — Гилберта	61
3.2 Решение системы линейных неравенств в гильбертовом пространстве	69
3.3 Алгоритм решения обратной задачи. Результаты вычислительного эксперимента	76
Глава 2. Моделирование динамики и сейсмичности систем литосферных блоков	85
1 Актуальность и цели моделирования динамики и сейсмичности литосферы	85
1.1 Основные понятия и подходы к моделированию	85

1.2	Универсальные свойства последовательностей землетрясений как критерий адекватности модели	90
2	Блочные модели динамики и сейсмичности литосферы	93
2.1	Блочные модели: принципы построения, общие черты и отличия, специфика применения	93
2.2	Описание сферической блоковой модели . . .	95
3	Моделирование динамики и сейсмичности глобальной системы тектонических плит	110
3.1	Различные модификации сферической модели: вычислительные эксперименты	110
3.2	Реализация сферической блоковой модели на основе параллельных технологий	130
4	Заключительные замечания	134

Глава 3. О некоторых аспектах участия России в Киотском протоколе **136**

1	Парниковые газы и их роль в антропогенном изменении климата	136
1.1	Киотский протокол как попытка международного сообщества установить контроль над воздействием на окружающую среду	137
1.2	Эмиссии парниковых газов в России: тенденции и прогнозы	139
2	Интегрированные модели социально-экономической динамики и оценивания эффективности мер по сокращению выбросов парниковых газов .	144
2.1	Краткий сравнительный анализ интегрированных моделей	144
2.2	Модель MERGE: структура и возможности .	148
2.3	Математическое моделирование последствий участия России в Киотском протоколе	152
3	Исследование международного рынка квот на выбросы парниковых газов с помощью оптимизационных моделей	162

3.1	Простейшая модель динамики запаса квот . .	162
3.2	Постановка задач оптимального управления и описание алгоритмов решения	164
3.3	Компьютерное исследование международно- го рынка квот	173
	Список литературы	181