

А.В. Замятин
Н.Г. Марков

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ
ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО
зондирования Земли

50764



МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2007

УДК 504.064(4)
ББК 20.18
3 26



Издание осуществлено при поддержке
Российского фонда фундаментальных
исследований по проекту 06-05-780560

Замятин А. В., Марков Н. Г. Анализ динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования Земли. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. — 176 с. — ISBN 978-5-9221-0801-0.

Рассмотрены проблемы анализа динамики земной поверхности при использовании дистанционных методов изучения экосистем. Значительное внимание уделено проблеме создания информационных систем для решения этих задач, имеющих в комплексе развитые функции автоматизированной интерпретации данных аэрокосмического мониторинга экосистем, моделирования изменений ландшафтного покрова и пространственного анализа результатов интерпретации и моделирования.

Книга может быть полезна научным работникам, аспирантам и студентам вузов, специализирующимся в области экосистемного мониторинга.

Научное издание

ЗАМЯТИН Александр Владимирович
МАРКОВ Николай Григорьевич

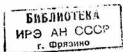
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Редактор *О.В. Салецкая*
Оригинал-макет: *О.А. Кузнецов*
Оформление переплета: *Н.В. Гришина*

Подписано в печать 16.01.07. Формат 60х90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 11. Уч.-изд. л. 12,1. Тираж 300 экз. Заказ № 186.

Издательская фирма «Физико-математическая литература»
МАИК «Наука/Интерпериодика»
117997, Москва, ул. Профсоюзная, 90
E-mail: fizmat@maik.ru, fmlsale@maik.ru;
http://www.fml.ru

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ООО «Чебоксарская типография № 1»
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 15



ISBN 978-5-9221-0801-0

© ФИЗМАТЛИТ, 2007

© А. В. Замятин, Н. Г. Марков, 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Введение	7
Основные сокращения и обозначения	12
Глава 1. Проблемы анализа динамики земной поверхности	13
§ 1.1. Задачи анализа динамики земной поверхности	13
§ 1.2. Классификация моделей изменения земной поверхности	14
§ 1.3. Обобщенные модели	16
§ 1.4. Распределенные модели	16
1.4.1. Марковские модели (18). 1.4.2. Полумарковские модели (20). 1.4.3. Регрессионные модели (21).	
§ 1.5. Пространственные модели	22
1.5.1. Мозаичные модели (22). 1.5.2. Элементные модели (23).	
§ 1.6. Программные средства для решения задач моделирования изменений земной поверхности	24
§ 1.7. Анализ динамики земной поверхности с использованием данных дистанционного зондирования Земли	26
1.7.1. Общие положения (26). 1.7.2. Основные характеристики космических систем дистанционного зондирования Земли (26). 1.7.3. Проблемы использования данных дистанционного зондирования Земли (29).	
§ 1.8. Выводы по главе	32
Глава 2. Задачи интерпретации данных дистанционного зондирования земли	35
§ 2.1. Общие положения	35
2.1.1. Обучающие выборки (36).	
§ 2.2. Классификация аэрокосмических изображений	37
2.2.1. Математическая постановка задачи классификации (37).	
2.2.2. Непараметрические статистические и нейросетевые классификаторы (39).	
§ 2.3. Программные средства для интерпретации аэрокосмических изображений	41
§ 2.4. Особенности классификации аэрокосмических изображений	43
§ 2.5. Выводы по главе	43

Глава 3. Концепция создания информационных систем для анализа динамики земной поверхности по данным дистанционного зондирования земли	45
§ 3.1. Многоэтапный подход к анализу динамики земной поверхности с использованием аэрокосмических изображений	45
§ 3.2. Принципы тематической интерпретации аэрокосмических изображений	50
§ 3.3. Двухэтапная классификация	53
3.3.1. Методы двухэтапной классификации (53). 3.3.2. Формирование вторичного признакового пространства в статистическом методе классификации (55). 3.3.3. Нейросети в двухэтапной классификации (60).	
§ 3.4. Принципы функционирования клеточных автоматов при моделировании изменений земной поверхности.	64
§ 3.5. Требования к системам анализа динамики земной поверхности	66
§ 3.6. Принципы построения и обобщенная структура семейства информационных систем.	68
§ 3.7. Выводы по главе	70
Глава 4. Математическое обеспечение системы анализа динамики земной поверхности	72
§ 4.1. Двухэтапная классификация аэрокосмических изображений с отдельным использованием спектральных и пространственных признаков.	72
4.1.1. Реализация метода статистической классификации (72).	
4.1.2. Непараметрическая оценка плотности распределения в двухэтапной классификации (78). 4.1.3. Способ индексирования многомерного признакового пространства (79).	
4.1.4. Особенности алгоритма индексирования многомерного признакового пространства (81). 4.1.5. Модифицированный алгоритм непараметрической оценки плотности распределения (83). 4.1.6. Метод нейросетевой классификации (84).	
4.1.7. Автоматизированный поиск обученных нейросетей (87).	
§ 4.2. Исследование эффективности методов и алгоритмов двухэтапной классификации	91
4.2.1. Постановка задачи исследования (91). 4.2.2. Определение параметров в алгоритмах непараметрической оценки плотности распределения (94). 4.2.3. Определение способа преобразования пространства большой размерности в задаче классификации (101). 4.2.4. Анализ эффективности статистического и нейросетевого методов (108). 4.2.5. Исследование эффективности нейросетевого метода классификации при автоматизированном поиске нейросетей (111).	
§ 4.3. Реализация моделирования изменений земной поверхности.	115
4.3.1. Определение тенденций изменения (115). 4.3.2. Реализация моделирования с использованием клеточных автоматов (116).	

§ 4.4. Исследование алгоритмов моделирования изменений земной поверхности	119
4.4.1. Постановка задачи исследования (119). 4.4.2. Зависимость точности прогнозных тематических карт от точности интерпретации исходных аэрокосмических изображений (122). 4.4.3. Исследование эффективности вероятностного подхода к определению правил функционирования клеточных автоматов (125).	
§ 4.5. Выводы по главе	126
Глава 5. Программное обеспечение системы анализа динамики земной поверхности	129
§ 5.1. Базовые программные средства системы	129
5.1.1. Выбор базовой системы предварительной обработки и визуализации аэрокосмических изображений (129). 5.1.2. Выбор базовой геоинформационной системы (130). 5.1.3. СУБД для работы с данными в системе (130). 5.1.4. Способы реализации нейросетевой имитации (131). 5.1.5. Среды разработки программного обеспечения системы (132).	
§ 5.2. Особенности программной реализации системы	132
5.2.1. Структура программного обеспечения (132). 5.2.2. Хранение и поиск нейросетей (138). 5.2.3. Особенности создания интерфейса пользователя (139). 5.2.4. Программная реализация нейросетевого имитатора (143).	
§ 5.3. Выводы по главе	145
Глава 6. Результаты практического применения информационной системы.	147
§ 6.1. Применение системы для решения задачи анализа динамики земной поверхности	147
6.1.1. Постановка задачи исследования (147). 6.1.2. Технология получения прогнозных карт (148).	
§ 6.2. Применение системы для решения задачи тематического картирования	157
6.2.1. Постановка задачи тематического картирования (157). 6.2.2. Технология тематического картирования (158).	
§ 6.3. Выводы по главе	164
Заключение	166
Список литературы	167