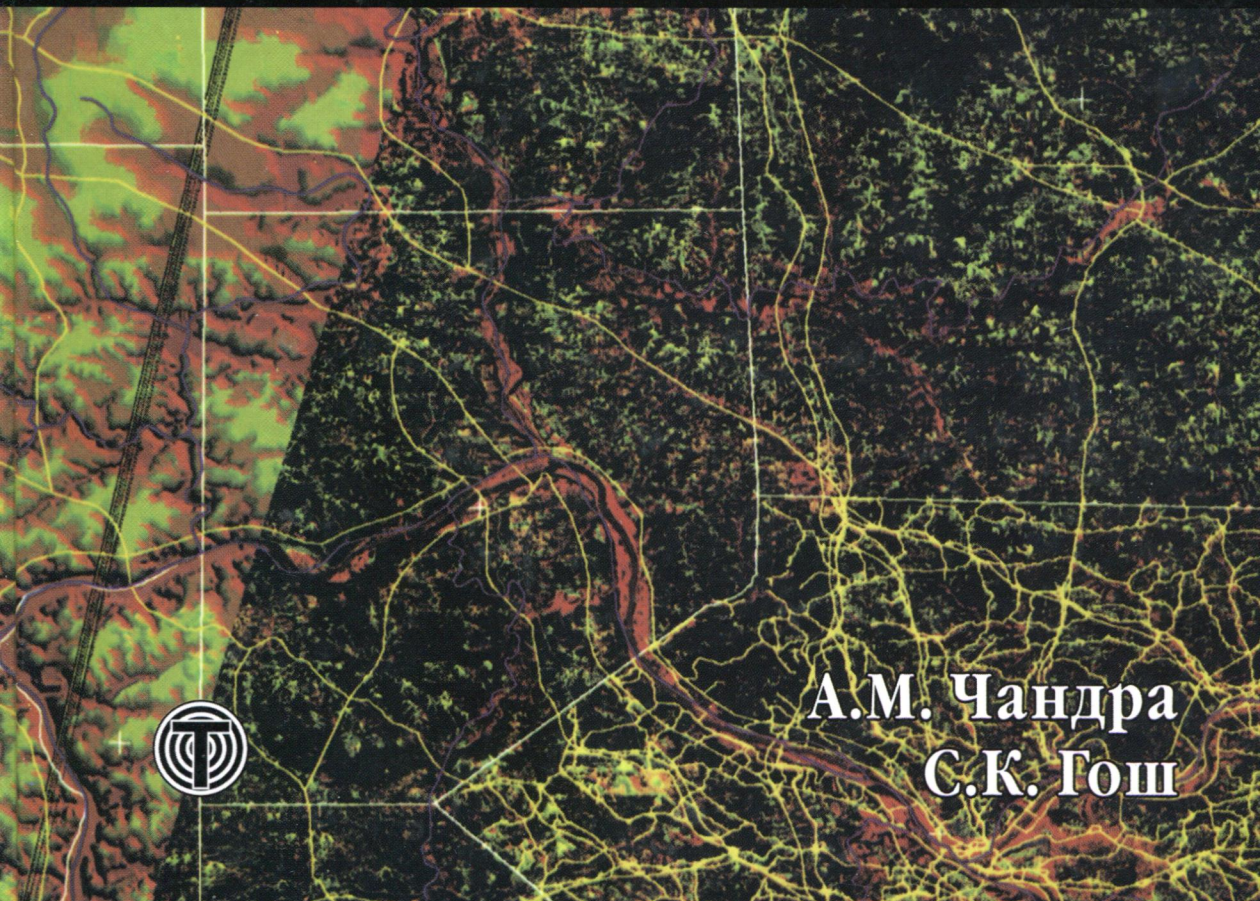


# ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ



А.М. Чандра  
С.К. Гош



# **М И Р** наук о земле

А.М. ЧАНДРА,

С.К. ГОШ

## Дистанционное зондирование и географические информационные СИСТЕМЫ

Перевод с английского

А.В. Кирюшина

ТЕХНОСФЕРА

Москва

2008

**Чандра А.М., Гош С.К.**

**Дистанционное зондирование и географические информационные системы**

**Москва:**

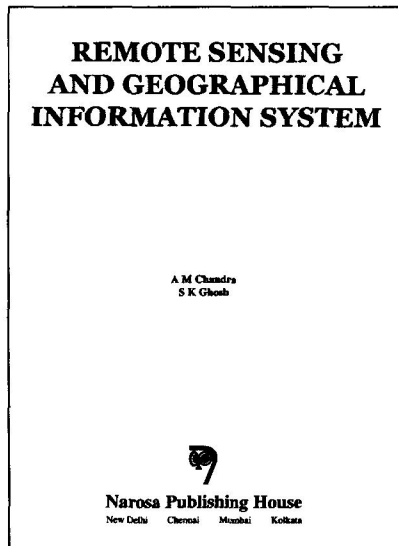
**Техносфера, 2008. — 312 с., 16 с. цв. вклейки. ISBN 978-5-94836-178-9**

Универсальный учебник, дающий представление о методах дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и географических информационных системах (ГИС).

В первой части приводятся основные сведения о методах ДЗЗ, рассматриваются основы теории электромагнитного излучения, описываются съемочные системы и спутниковые платформы, используемые для получения исходных данных, различные виды космических снимков, а также методы их обработки и дешифрирования.

Во второй части приводится общее описание географических информационных систем. Обсуждаются различные модели данных, методы пространственного анализа и области применения ГИС. Отдельная глава посвящена нечетким методам классификации объектов и тенденциям развития ГИС.

Книга содержит множество примеров и иллюстраций, что делает ее прекрасным пособием для студентов профильных вузов.



© 2006 by narosa Publishing House.

All rights Reserved.

© 2008, ЗАО «РИЦ «Техносфера», перевод на русский язык, оригинал-макет, оформление

**ISBN 978-5-94836-178-9**

**ISBN 1-84265-278-8 (англ.)**



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>Глава 1. Дистанционное зондирование</b>	<b>14</b>
1.1. Введение	14
1.2. Схема дистанционного зондирования	15
1.3. История развития методов дистанционного зондирования	16
1.4. Этапы дистанционного зондирования и анализа данных	18
1.5. Преимущества и недостатки данных дистанционного зондирования	20
1.6. Области применения данных дистанционного зондирования	21
<b>Глава 2. Электромагнитное излучение</b>	<b>23</b>
2.1. Введение	23
2.2. Характеристики электромагнитного излучения	23
Электромагнитный спектр и его характеристики	24
Электромагнитный спектр	25
2.3. Взаимодействие излучения с атмосферой	26
Поглощение и перенос излучения в атмосфере	27
Рассеивание излучения	28
Рассеивание Релея	28
Рассеивание Ми	29
Неселективное рассеивание	29
2.4. Взаимодействие излучения с поверхностью Земли	29
Кривые спектральной отражательной способности	31
Растительный покров	32
Почвы	34
Водные поверхности	37
2.5. Разрешающая способность систем дистанционного зондирования	38
Пространственное разрешение	38
Спектральное разрешение	38
Радиометрическое разрешение	39
Временное разрешение	39
2.6. Пикселы и смешанные пикселы	40
<b>Глава 3. Сенсоры и платформы</b>	<b>41</b>
3.1. Введение	41
3.2. Общая классификация сенсоров и платформ	41
3.3. Ресурсные спутники	42
Спутники серии LANDSAT	42
Спутники серии SPOT	46
Спутники серии IRS	50
Спутники CARTOSAT-1	55
Цифровые модели рельефа	58
3.4. Снимки высокого разрешения	59
Спутники IKONOS	59
Спутник QuickBird	62

Снимки уровня Basic	63
Снимки уровня Standard	64
Снимки уровня Ortho-rectified	65
Спутник OrbView-1	66
Спутник OrbView-2	67
Спутник OrbView-3	68
3.5. Спутник EO-1	68
Съёмочная система Advanced Land Imager (ALI)	70
Съёмочная система Hyperion	70
Съёмочная система Atmospheric Corrector	72
3.6. Метеорологические спутники	72
Спутник GOES	73
Радиометры AVHRR	74
Спутники INSAT	76
3.7. Другие метеорологические спутники	78
3.8. Океанологические спутники	79
Спутники Marine Observation Satellite (MOS)	80
Съёмочные системы SeaWiFS	80
<b>Глава 4. Космические снимки</b>	<b>82</b>
4.1. Введение	82
4.2. Получение, передача и обработка данных	82
4.3. Данные дистанционного зондирования	83
Цифровые данные	83
Форматы записи данных	85
4.4. Коммерческая продукция	86
Наборы данных NRSA	86
Коррекция исходных данных	87
Радиометрическая коррекция	87
Геометрическая коррекция	87
4.5. Пространственная ориентация спутника	88
Трасса	88
Ряд	89
4.6. Стандартная продукция	89
Снимки на основе координатной схемы съёмки	89
Снимки со смещением вдоль трассы	89
Снимки по квадрантам	90
Стереоснимки	90
Снимки с геопривязкой	91
Специальные виды данных	91
4.7. Форматы записи данных	92
Данные на магнитных лентах	92
Данные на компакт-дисках	93
Структура данных на компакт-диске	94
<b>Глава 5. Дешифрирование снимков</b>	<b>95</b>
5.1. Введение	95
5.2. Процедура дешифрирования	95

5.3. Дешифровочные признаки	96
5.4. Методы дешифрирования	97
Полевые исследования	97
Дешифрирование по прямым признакам	97
Дешифрирование по косвенным признакам	98
Дешифрирование, основанное на вероятностях	98
Дешифрирование с помощью измерений	98
5.5. Выделение зональностей	98
5.6. Реестр результатов дешифрирования	99
5.7. Оборудование, используемое для дешифрирования	99
5.8. Автоматизированные методы дешифрирования	100
<b>Глава 6. Обработка цифровых снимков</b>	<b>101</b>
6.1. Введение	101
6.2. Обработка цифровых снимков	102
6.3. Обзор этапов обработки цифровых снимков	103
Расчет статистических показателей исходных данных	103
Коррекция и восстановление снимков	103
Улучшение визуального восприятия снимков	103
Преобразование снимков	104
Классификация данных	104
Объединение данных и их интеграция в ГИС	104
6.4. Статистические показатели исходных данных	104
6.5. Коррекция и восстановление снимков	106
Геометрическая коррекция	108
Систематические искажения	108
Случайные искажения	109
Геометрическое трансформирование	109
Интерполяция значений яркости	110
6.6. Улучшение визуального восприятия снимков	111
Линейные методы увеличения контрастности	112
Нелинейные методы увеличения контрастности	113
6.7. Пространственная фильтрация	114
6.8. Преобразование снимков	114
Преобразование «колпак с кисточкой»	116
Анализ методом главных компонент	119
6.9. Классификация и анализ снимков	120
Контролируемая классификация	123
Классификаторы	123
Выбор эталонной области и расчет статистических показателей	125
Выбор алгоритма классификации	129
Алгоритм классификации на основе определения наименьшего расстояния	129
Алгоритм параллелепипеда	130
Алгоритм максимального правдоподобия	130
Методы неконтролируемой классификации	131

Оценка точности классификации.....	133
Матрица ошибок.....	133
<b>Глава 7. Применение данных дистанционного зондирования.....</b>	<b>139</b>
7.1. Введение.....	139
7.2. Землепользование и картографирование земельных ресурсов.....	140
7.3. Сельское хозяйство.....	141
Оценка площадей, занятых сельскохозяйственными	
культурами.....	141
Прогноз урожая.....	143
Оценка состояния сельскохозяйственных культур.....	145
7.4. Картографирование грунтовых вод.....	146
7.5. Исследование роста городов.....	149
7.6. Борьба с наводнениями.....	150
Картографирование речных пойм с использованием	
космических снимков.....	151
Определение областей затопления с помощью	
цветных композитных снимков.....	152
Вариант А.....	153
Вариант Б.....	153
Вариант В.....	153
7.7. Гидроморфологические исследования.....	153
7.8. Картографирование пустыющих земель.....	157
7.9. Региональное планирование.....	159
7.10. Борьба с природными катастрофами.....	161
<b>Глава 8. Географические информационные системы.....</b>	<b>165</b>
8.1. Введение.....	165
8.2. Что такое ГИС.....	165
8.3. Компоненты ГИС.....	166
Рабочая станция и операционная система.....	167
Специальное программное обеспечение.....	167
Пространственные данные.....	168
Управление данными и процедуры их анализа.....	168
Персонал, работающий с ГИС.....	169
8.4. Географические объекты.....	169
8.5. Ввод данных в ГИС.....	170
8.6. Выходные данные ГИС.....	170
8.7. Области применения ГИС.....	172
<b>Глава 9. Данные в ГИС.....</b>	<b>174</b>
9.1. Введение.....	174
9.2. Типы данных в ГИС.....	174
9.3. Представление данных.....	174
Номинальные переменные.....	175
Порядковые переменные.....	175
Интервальные переменные.....	175
Переменные отношений.....	175

9.4. Источники данных	176
Космические снимки	176
Карты	176
Аэрофотоснимки и цифровые ортофотоснимки	176
Атрибутивные данные	177
Данные геодезической съемки и полевых исследований	177
Другие источники	177
9.5. Типичные наборы данных ГИС	177
9.6. Сбор данных	178
Данные космического дистанционного зондирования	178
Оцифровка карт	178
Фотограмметрия	179
Полевые исследования	180
Глобальная система определения местоположения	180
Интернет	181
Добавление атрибутивных данных	181
9.7. Проверка данных и устранение ошибок	181
9.8. Географическая привязка данных	183
Географическая система координат	183
Прямоугольная система координат	184
Бескоординатный способ привязки	186
9.9. Ошибки в пространственных данных	187
Ошибки и качество данных	187
Ошибки, точность и погрешности измерения	187
Смещение	187
Разрешение	187
Генерализация	188
Полнота, совместимость, целостность и применимость данных	188
Источники ошибок	188
9.10. Пространственные модели	192
Объектная модель данных	192
Полевая модель	193
9.11. Структуры пространственных данных	194
Структуры растровых данных	194
Структура векторных данных	196
9.12. Моделирование поверхности	197
Растровые модели	198
Векторные модели	198
9.13. Моделирование сетей	199
9.14. База данных ГИС и система управления базами данных	200
База данных ГИС	201
Система управления базами данных	202
Иерархические базы данных	204
Сетевые базы данных	204
Реляционные базы данных	205
Объектно-ориентированные базы данных	207
Выбор оптимальной структуры БД	208



<b>Глава 10. Анализ пространственных данных</b>	<b>209</b>
10.1. Введение	209
10.2. Основные термины	209
10.3. Измерение расстояния, периметра и площади	210
10.4. Запросы	212
10.5. Реклассификация	212
10.6. Буферные зоны и функции анализа окрестности	213
10.7. Объединение данных, картографическое наложение	216
Наложение векторных слоев	217
Наложение точек на полигоны	217
Наложение линий на полигоны	217
Наложение полигонов на полигоны	218
Наложение растровых слоев	219
10.8. Пространственная интерполяция	219
Классификация методов интерполяции	222
Метод полигонов Тиссена	223
Нерегулярная триангуляционная сеть	224
Метод скользящего среднего	225
10.9. Анализ поверхностей	226
Создание наборов данных для новой ЦМР	226
Расчет топографических атрибутов и извлечение пространственных объектов	227
Вычисление наклона и экспозиции	229
Анализ видимости	229
10.10. Анализ сетей	230
Задача поиска оптимального пути	231
Трассировка маршрута	231
Задача коммивояжера	231
Модель «идентификация — аллокация»	232
10.11. Методы визуализации рельефа	232
Двумерное представление рельефа	232
Представление рельефа условной размерности 2,5	233
Трехмерные методы представления рельефа	234
Динамическая визуализация рельефа	234
<b>Глава 11. Применение ГИС</b>	<b>235</b>
11.1. Введение	235
11.2. Постановка задачи	235
11.3. Создание модели данных	236
11.4. Управление проектом	237
11.5. Проблемы внедрения	237
11.6. Тестирование	238
11.7. Примеры использования	238
Планирование развития городской инфраструктуры	239
Анализ опасности дорожно-транспортных происшествий	242
Анализ водных ресурсов	243
Туристическая информационная система	245

База данных землетрясений и сейсмологическая информационная система.....	246
Задача дренирования чайных плантаций.....	247
База знаний для военного использования.....	249
<b>Глава 12. Тенденции развития ГИС.....</b>	<b>251</b>
12.1. Введение.....	251
12.2. Новые методы обработки данных дистанционного зондирования.....	251
Линейная модель смешанных пикселов.....	253
Методы нечеткой классификации.....	253
Нейросетевые методы классификации.....	257
Алгоритм обратного распространения ошибок.....	259
Нейронные сети с конкурентным обучением и последующим применением алгоритма квантования данных.....	262
12.3. Оценка точности классификации.....	265
Оценки точности, основанные на вычислении расстояния.....	265
Оценки точности классификации, основанные на нечеткой матрице ошибок.....	267
12.4. Новое в ГИС.....	269
12.5. Интернет-ГИС.....	269
Клиентский интерфейс.....	274
12.6. Мобильные ГИС.....	275
Уровень представления.....	279
Уровень WAP-сервисов.....	279
Уровень приложений.....	280
Уровень данных.....	280
12.7. Открытый ГИС-консорциум.....	281
12.8. Системы поддержки принятия решения.....	283
Характеристики СППР.....	284
Архитектура СППР.....	285
Функциональный подход.....	286
Инструментальный подход.....	286
Подход, основанный на базе знаний.....	286
Функциональная схема СППР.....	286
<b>Программные решения и услуги в области цифровой фотограмметрии и дистанционного зондирования Земли.....</b>	<b>289</b>
PHOTOMOD®.....	290
PHOTOMOD® GeoMosaic.....	300
PHOTOMOD® Radar.....	301
PHOTOMOD® Radar. Модульная структура.....	302
Модуль анализа и улучшения изображений.....	303
Процессор распознавания нефтяных пятен.....	304
Производственные проекты.....	305