

СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Под редакцией В.В. Еремеева



**СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Под редакцией В.В. Еремеева



**МОСКВА
ФИЗМАТЛИТ®
2015**

УДК 004.932

ББК 22.343

С56

Авторский коллектив:

Антонушкина С.В., Гуров В.С., Егошкин Н.А., Еремеев В.В.,
Зенин В.А., Князьков П.А., Козлов Е.П., Кузнецов А.Е.,
Макаренков А.А., Москвитин А.Э., Побаруев В.И.,
Пошехонов В.И., Пресняков О.А., Светелкин П.Н.

Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / Под ред. В.В. Еремеева. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2015. — 460 с. — ISBN 978-5-9221-1596-4.

В монографии представлены результаты научных исследований и опытно-конструкторских разработок, которые получены за последние 10 лет коллективом НИИ обработки аэрокосмических изображений Рязанского государственного радиотехнического университета. Основное внимание уделено методам и информационным технологиям компьютерной обработки изображений поверхности Земли, получаемых от современных космических систем дистанционного зондирования. Это технологии статистической радиометрической коррекции спутниковых изображений, структурного восстановления многоскановых снимков, геодезической привязки по электронным картам, стереофотограмметрической обработки видеоданных, цветосинтезирования, комплексирования и оценки качества спутниковых изображений. Особое внимание уделено вопросам системной организации технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли.

Для специалистов, работающих в области обработки аэрокосмических изображений поверхности Земли, аспирантов и студентов старших курсов вузов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	9
Список литературы к введению	17
Глава 1. Статистический подход к радиометрической коррекции изображений от многоэлементных видеодатчиков	23
§1.1. Постановка задачи коррекции яркостных структурных искажений	23
§1.2. Коррекция структурных искажений на изображениях с неоднородным сюжетом на основе нормирования функций распределения.	27
§1.3. Алгоритм коррекции структурных искажений, основанный на кластеризации объектов наблюдаемой сцены	34
§1.4. Коррекция структурных искажений с использованием алгоритма статистической фильтрации неоднородностей сюжета	38
§1.5. Радиометрическое совмещение видеоданных от различных сканов	43
§1.6. Математические модели описания времязависимых структурных искажений.	48
§1.7. Алгоритмы компенсации времязависимых структурных искажений	55
§1.8. Радиометрическое структурное восстановление изображений от кадровосканерных съемочных устройств	59
§1.9. Реализация алгоритмов радиометрического структурного восстановления видеoinформации и их использование в системах дистанционного зондирования Земли	66
Список литературы к главе 1.	73
Глава 2. Геометрическое структурное восстановление изображений поверхности Земли	76
§2.1. Содержание проблемы структурного восстановления многоскановых изображений	76
§2.2. Структурные искажения многоскановых изображений	78
§2.3. Регрессионная модель структурного восстановления многоскановых изображений	82
§2.4. Относительная калибровка установочных параметров ПЗС-линеек	89

§ 2.5. Математическая модель структурного восстановления изображений на основе их точной геодезической привязки	98
§ 2.6. Структурное восстановление с учетом рельефа местности	101
§ 2.7. Структурное восстановление многоскановых изображений от датчиков с оптико-механической разверткой.	102
§ 2.8. Формирование мозаичных изображений.	105
§ 2.9. Коррекция смаза	113
Список литературы к главе 2.	122
Глава 3. Геодезическая привязка снимков от метеорологических космических систем по электронным картам	124
§ 3.1. Постановка задачи автоматической геодезической привязки изображений по электронным картам	124
§ 3.2. Организация технологии координатного обеспечения спутниковых данных с использованием электронных карт	125
§ 3.3. Формирование опорных фрагментов.	128
§ 3.4. Совмещение объектов спутниковых снимков с опорными фрагментами электронной карты	132
§ 3.5. Повышение точности и надежности геодезической привязки космических снимков по электронным картам	138
§ 3.6. Геодезическая привязка изображений по контурным точкам диска Земли	152
§ 3.7. Техническая реализация и экспериментальные исследования технологии автоматической геодезической привязки снимков от геостационарных спутников	160
Список литературы к главе 3.	164
Глава 4. Стереофотограмметрическая обработка видеоданных от современных систем наблюдения Земли	167
§ 4.1. Анализ систем стереоскопической съемки земной поверхности.	167
§ 4.2. Постановка задачи стереообработки изображений	173
§ 4.3. Модель сканерной съемочной системы и методика геометрической калибровки	181
§ 4.4. Идентификация одноименных и опорных точек	193
§ 4.5. Ориентирование спектрозональных снимков и формирование анаглифического стереоизображения	206
§ 4.6. Алгоритмы построения карт диспаратностей и трехмерных моделей сцены по стереопарам	209
§ 4.7. Организация вычислительного процесса в системах стереообработки данных дистанционного наблюдения Земли.	224
Список литературы к главе 4.	232

Глава 5. Формирование цветных снимков по данным разновременной спектрозональной съемки	236
§5.1. Содержание проблемы	236
§5.2. Алгоритмы геометрического совмещения разновременных спектрозональных изображений	251
§5.3. Синтез спектрозональных компонент по данным наблюдения Земли в видимом диапазоне спектра	272
§5.4. Алгоритм получения снимков в естественных цветах по данным многозональной съемки	278
§5.5. Структура программного обеспечения формирования цветосинтезированных снимков	281
Список литературы к главе 5	289
Глава 6. Комплексование данных дистанционного зондирования Земли от различных съемочных систем	294
§6.1. Предпосылки к повышению детальности и информативности спутниковых изображений	294
§6.2. Комплексование изображений, полученных в видимом, тепловом и радиолокационном диапазонах спектра	301
§6.3. Объединение видеоданных различных спектральных диапазонов гиперспектрального снимка	315
§6.4. Комплексование гиперспектральных данных с изображениями высокого пространственного разрешения	328
§6.5. Повышение детальности съемки за счет комплексования субпиксельно смещенных изображений	334
§6.6. Комплексование изображений от линеек фотоприемников в условиях геометрических искажений	346
§6.7. Спектральный подход к комплексованию изображений от линеек фотоприемников	355
Список литературы к главе 6	364
Глава 7. Оценка параметров качества спутниковых изображений	368
§7.1. Содержание проблемы	368
§7.2. Оценка уровня шума изображения на основе автокорреляционной функции	376
§7.3. Определение положения яркостного перепада в задаче оценки пространственно-частотных характеристик	388
§7.4. Определение функций рассеяния края, линии и передачи модуляции	395
§7.5. Определение разрешающей способности и линейного разрешения на местности	404
§7.6. Оценка погрешности координатной привязки снимков	407
Список литературы к главе 7	410

Глава 8. Системная организация технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли	413
§ 8.1. Структурная организация высокопроизводительных программных систем обработки спутниковых изображений	413
§ 8.2. Организация эффективных вычислительных процессов в программных системах	421
§ 8.3. Реализация процессов обработки потоков видеоинформации в реальном масштабе времени	426
§ 8.4. Хеш-тейловая пирамидальная реорганизация изображений в системах обработки спутниковых данных	430
§ 8.5. Организация межпрограммного взаимодействия в сложных системах методом «ассоциативного» интерфейса	437
§ 8.6. Принципы построения электронных каталогов космических изображений	443
§ 8.7. Организация геопортала спутниковых изображений	451
Список литературы к главе 8	457