

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова»

И.С. Васендина, А.Т. Гурьев

**Когнитивный подход
к обработке информации
об объектах северных экосистем**

Монография

Архангельск
САФУ
2019

УДК 004.04:004.4
ББК 32.813
В19

Рецензенты:

Т.В. Карлова, ведущий научный сотрудник Федерального государственного автономного учреждения науки Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук, доктор социологических наук, кандидат технических наук, профессор;
А.Ю. Бекмешов, старший научный сотрудник Федерального государственного автономного учреждения науки Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук, кандидат технических наук;
А.П. Богданов, старший научный сотрудник Федерального бюджетного учреждения «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», кандидат сельскохозяйственных наук

Васендина, И.С.

В19 Когнитивный подход к обработке информации об объектах северных экосистем [Электронный ресурс] : монография / И.С. Васендина, А.Т. Гурьев; Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Электронные текстовые данные. – Архангельск: САФУ, 2019. – 141 с.
ISBN 978-5-261-01404-1

Рассмотрены вопросы обработки информации об объектах экосистем на основе когнитивного подхода к процессу определения соответствия элементов снимков объектам реального мира. Представлены взаимосвязи между объектами и свойствами растительного покрова северных экосистем и характеристиками высокодетальных аэрофотоснимков территорий с учетом иерархичности их структур, предложен метод обработки информации об объектах северных экосистем на основе структурного моделирования. Разработанный метод дешифрирования основан на увязке моделей семантического представления растительного покрова и синтаксического представления конструкций снимка с системой предметных действий, представленных специализированными алгоритмами.

Будет полезна студентам, магистрам, аспирантам-исследователям, инженерно-техническим работникам, которые изучают и занимаются вопросами автоматизации процесса дешифрирования аэрофотоизображений.

В авторской редакции.

УДК 004.04:004.4
ББК 32.813

ISBN 978-5-261-01404-1

© Васендина И.С., Гурьев А.Т., 2019
© Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
Глава 1. Исследование подходов к мониторингу наземных экосистем северных территорий. Анализ методов распознавания объектов изображений.....	7
1.1. Исследование подходов к мониторингу северных экосистем.....	7
1.2. Исследование методов моделирования растительного покрова.....	10
1.3. Анализ методов дешифрирования изображений.....	14
1.3.1. Математическое описание образов.....	16
1.3.2. Дискриминантный подход при распознавании образов.....	19
1.3.2.1. Метрические методы классификации образов.....	20
1.3.2.2. Байесовские методы классификации образов.....	22
1.3.2.3. Нейросетевые методы классификации образов.....	24
1.3.3. Анализ структурных методов распознавания объектов изображения.....	28
Выводы по главе 1.....	37
Глава 2. Метод обработки информации об объектах северных экосистем.....	39
2.1. Формальное описание концептуальной модели процесса обработки информации об объектах северных экосистем.....	39
2.2. Разработка иерархической структурной модели объектов растительного покрова северных экосистем.....	41
2.2.1. Описание объектов и свойств растительного покрова северных экосистем.....	42
2.2.2. Разработка иерархической структурной модели растительного покрова северной экосистемы.....	50
2.3. Формальное описание образных конструкций аэрофотоснимков территорий.....	67
2.4. Разработка системы предметных действий в процессе обработки информации об объектах северных экосистем.....	68
2.4.1. Общее описание системы действий процесса обработки информации об объектах северных экосистем.....	68
2.4.2. Разработка взаимодействия блоков нейронных сетей в предметных действиях.....	75
2.5. Разработка системы правил обработки информации об объектах северных экосистем.....	79
Выводы по главе 2.....	84

Глава 3 Методика обработки информации об объектах северных экосистем.....	85
3.1. Разработки методики обработки информации об объектах северных экосистем.....	85
3.1.1. Организация процесса сегментации потока снимков северной экосистемы разного масштаба.....	89
3.1.2. Разработка алгоритма интерпретации объектов аэрофотоснимков растительного покрова северных экосистем.....	92
3.1.2.1. Определение наборов блоков в укрупненных блоках алгоритма интерпретации объектов аэрофотоснимков растительного покрова северных экосистем.....	95
3.1.2.2. Описание блоков, использующих функции вычисляемых, наследуемых и искусственно вводимых значений свойств.....	99
3.1.2.3. Разработка блоков, использующих правила вывода для нахождения значений свойств.....	100
3.1.2.4. Разработка блоков, основанных на применении нейронных сетей для отображения значений свойств объектов северных экосистем	102
3.1.2.5. Определение блока процесса приведения совокупности значений свойств к формальному описанию объекта.....	110
3.1.2.6. Определение блока выделения отношений.....	111
3.2. Оценка достоверности результатов работы методики обработки информации об объектах северных экосистем.....	112
Выводы по главе 3.....	115
Глава 4. Программный модуль обработки информации об объектах северных экосистем.....	117
4.1. Исследование структуры систем мониторинга экосистем.....	117
4.2. Проектирование программного модуля обработки информации об объектах северных экосистем.....	118
4.3. Разработка базы данных объектов северной экосистемы.....	121
4.4. Реализация и использование программного модуля обработки информации об объектах северных экосистем.....	126
4.5. Сравнение возможностей разработанного программного модуля с существующими системами обработки аэрофотоснимков.....	128
Выводы по главе 4.....	131
Заключение.....	132
Список литературы.....	134

ВВЕДЕНИЕ

Системной проблемой, затрудняющей эффективный экологический мониторинг, является отсутствие достоверной информации необходимого качества об объектах экосистем. Особенно значимым это становится при исследовании экосистем северных территорий, что обусловлено влиянием сложных природно-климатических условий, и соответствует направлению стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в пункте укрепления позиции России в области экономического, научного освоения Арктики.

Вследствие труднодоступности и большой площади территории северных экосистем основным источником информации служат пространственные данные в виде снимков высокого и среднего разрешения. В последнее время часто используются снимки с беспилотных летательных аппаратов.

Получение информации о природных объектах в результате дешифрирования снимков широко распространено. Исследования в области распознавания образов ведутся уже многие годы по всему миру и достигли значительных результатов в разных предметных областях, однако классификация объектов на высоко детальных изображениях, в области экосистем требуют дополнительного рассмотрения. Наиболее часто применяемые для распознавания объектов аэрофотоснимков дискриминантные методы представляют классификацию образов в основном с точки зрения статистического подхода. Такие методы не учитывают структурную информацию, которой обладают объекты на высокодетальных изображениях. Так же затрудняет их использование большое количество признаков, описывающее образ, что во много раз увеличивает сложность алгоритма распознавания образа. В целом, рассматриваемые подходы предлагают распознавание образов на основе описания только формы объекта и прямых дешифровочных признаков, при этом остается актуальным использование знаний о закономерностях в экосистемах. При достаточно хороших результатах дешифрирования структурными методами остается сложным вопрос разработки семантического интерпретатора, производящего анализ описания объекта. Составленное описание в процессе распознавания использует специализированную терминологию и определяет только части формы, что недостаточно наглядно для пользователя и не применяется для дальнейшего использования. Требуется участие специалиста для преобразования полученных результатов в вид, пригодный для последующей обработки и исследования.

Выявленные проблемы и трудности, связанные с особенностями мониторинга экосистем северных территорий и подходов к распознаванию образов на высокодетальных изображениях, определяют актуальность исследований в данном направлении.

Излагаемый материал представлен в виде законченного цикла от теоретической постановки вопроса формального описания концептуальных конструкций объектов экосистем, образных конструкций снимков и определения соответствий между ними до методических подходов к непосредственному их применению к задаче обработки информации об экосистемах на практике.