



УДК 621.397

О ТЕХНОЛОГИИ ПРИОБРЕТЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЗНАНИЙ О ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Е.Г. ЖИЛЯКОВ
А.А. ЧЕРНОМОРЕЦ
Е.В. БОЛГОВА
А.Н. ЗАЛИВИН

*Белгородский государственный
национальный исследовательский
университет*

*e-mail:
zhilyakov@bsu.edu.ru
chernomorets@bsu.edu.ru*

В работе рассмотрены основные этапы технологии приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основе данных дистанционного зондирования Земли. Указаны основные требования к базе данных изображений и базе знаний об объектах и явлениях на поверхности Земли.

Ключевые слова: знания, база знаний, базы данных, изображение, технология обработки знаний, земная поверхность, дистанционное зондирование Земли.

Интенсивное развитие и совершенствование аэрокосмических методов исследования земной поверхности, их широкое внедрение в практику географических исследований и хозяйственной деятельности стало реальностью последних десятилетий. Решение многих задач, обеспечивающих принятие обоснованных управленческих решений в различных областях экономической, политической, военной и социальной деятельности человека, основывается на данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Среди таких задач можно указать следующие: изучение природных ресурсов Земли, прогноз урожайности сельскохозяйственных культур, оценка ущерба от лесных пожаров и их последствий, природоохранный мониторинг и др. В общем случае, дистанционное зондирование определяют как процесс или метод получения знаний об объекте, участке поверхности или явлении путем анализа данных, собранных без контакта с изучаемым объектом [1,2]. Данный метод является одним из наиболее перспективных с точки зрения приобретения знаний о состоянии поверхности Земли.

Знания о земной поверхности можно рассмотреть как специальным образом обработанные данные ДЗЗ, которые позволяют прогнозировать поведение исследуемого объекта при специальным образом организованных воздействиях.

Решение значительной части задач мониторинга на основе данных ДЗЗ базируется на использовании методов обработки изображений. Под обработкой изображений будем понимать процедуры выделения особенностей на изображении и их идентификации на основании выбранных характеристик. Актуальность исследований в области обработки космических снимков земной поверхности определяется необходимостью повышения качества обработки изображений, потребностью применения эффективных методов обработки изображений земной поверхности в различных отраслях экономики. Не вызывает сомнения необходимость разработки новых методов и алгоритмов обработки космических снимков, которые обеспечивают адекватные преобразования изображений земной поверхности с точки зрения их дальнейшего использования. Решение этой проблемы позволяет минимизировать ошибки в определении характеристик исследуемых объектов на земной поверхности и обеспечивает высокий уровень достоверности интерпретаций анализируемых снимков.

Можно указать достаточно много направлений и областей применения методов и алгоритмов обработки изображений в системах космического мониторинга земной поверхности на основе данных дистанционного зондирования, например: геоинформационные системы, системы пеленгации и управления движением, системы видеонаблюдения и др. Одним из основных направлений использования аэрокосмических снимков является картографиро-



вание. В последнее время в связи с необходимостью всестороннего анализа экологических проблем материалы аэрокосмической съемки служат источником для создания тематических карт, изучения динамики геосистем. Наличие открытого доступа к снимкам земной поверхности в различных диапазонах, получаемых со спутников WorldView-1, QuickBird, Ikonos, Cartosat, ALOS, EROS, Orbview, SPOT, IRS, TERRA (ASTER), Landsat, и др. определяет широкие возможности по использованию данных дистанционного зондирования Земли.

Данные дистанционного зондирования Земли (изображения земной поверхности и различные зарегистрированные параметры земных объектов и явлений) получают с помощью датчиков или съемочных систем [3,4]. Под съемочной системой понимают технические средства, с помощью которых регистрируют электромагнитное излучение. В зависимости от места установки съемочной системы измеряют и регистрируют излучение в наземных условиях, с воздушного (аэро-) или космического летательного аппарата (носителя). При получении информации о земной поверхности большой протяженности космические методы наиболее эффективны и оперативны [1, 2, 3, 5].

Приведенные выше примеры применения методов алгоритмов обработки и регистрации изображений указывает на широкий набор средств, которые применяются при обработке данных дистанционного зондирования Земли. Важным является вопрос упорядочивания использования данных средств для организации наиболее эффективного их использования при решении поставленных задач, связанных с анализом информации о земной поверхности.

Взаимосвязь разнообразных процессов получения и обработки знаний о земной поверхности целесообразно описать в виде технологии приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основании данных ДЗЗ.

Таким образом, разработка технологии получения и обработки знаний о земной поверхности является актуальной проблемой.

На рис. 1 показана обобщенная схема технологии получения знаний о земной поверхности. Обобщенная схема технологии получения знаний о земной поверхности представлена с помощью нотации DFD [6] (Data Flow Diagramming), которая позволяет отразить последовательность работ, выполняемых по ходу процесса, и потоки информации, циркулирующие между этими работами. Целью такого представления является демонстрация того, как каждый процесс преобразует входные данные в выходные, что более подробно будет показано на рис. 2 и рис. 3.

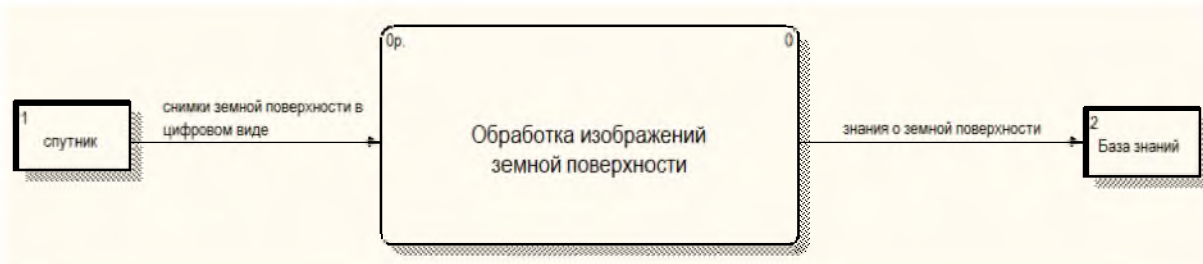


Рис. 1. Технология получения знаний о земной поверхности

В рамках данной технологии организуется эффективный доступ к снимкам земной поверхности в цифровом виде, получаемых со спутников. Снимки земной поверхности различным образом обрабатываются, информация, содержащаяся в полученных изображениях земной поверхности, анализируется с целью получения знаний о различных объектах и явлениях на поверхности Земли. В данном случае, под информацией можно понимать приращение знаний для решения конкретных задач. В результате обработки указанной информации, формируется база знаний.

База знаний позволяет определять, модифицировать и пополнять знания о земной поверхности. Создаваемая база знаний [7] располагается в цифровом пространстве знаний. Развитие цифровых пространств знаний связано с возрастанием разнообразия и объема раз-



мещенных в них ресурсов, требующих новых средств обработки. Цифровое пространство знаний строится на основе системы классов информационных ресурсов, называемых пространствами концептуальных, первичных, элементарных и сложных знаний. Предлагаемая база знаний содержит факты, описывающие проблемную область, а также логическую взаимосвязь этих фактов. Центральное место в базе знаний принадлежит правилам. Правило определяет, что следует делать в данной конкретной ситуации, и состоит из двух частей: условия, которое может выполняться или нет, и действия, которое следует произвести, если условие выполняется. Основную часть знаний, хранящихся в базе знаний, составляют результаты дешифрирования данных ДЗЗ. Под дешифрированием снимка понимается процесс обнаружения, выделения и распознавания на нем изображений различных объектов природного и антропогенного происхождения.

Свойства объектов, нашедшие отражение на снимке и используемые для распознавания, называют дешифрованными признаками. Методы дешифрирования получили новый толчок в развитии благодаря применению компьютерных методов обработки снимков, прежде всего космических. Среди соответствующих процедур дешифрирования изображений следует выделить классификацию и распознавание объектов.

Методы дешифрирования информации на основе анализа космических снимков земной поверхности при всем их многообразии сводятся к двум основным подходам:

- визуальный анализ при работе как с фотоматериалами, так и с изображениями на экране монитора;
- автоматизированный анализ, осуществляемый преимущественно на персональных компьютерах, реже на специально предназначенных для этого приборах.

Основными процедурами приобретения знаний на основе анализа снимков земной поверхности являются классификация, сегментация и распознавание.

Процесс «Обработки изображений земной поверхности», представленный на рис. 1, детализирован с помощью DFD-диаграммы (рис. 2).

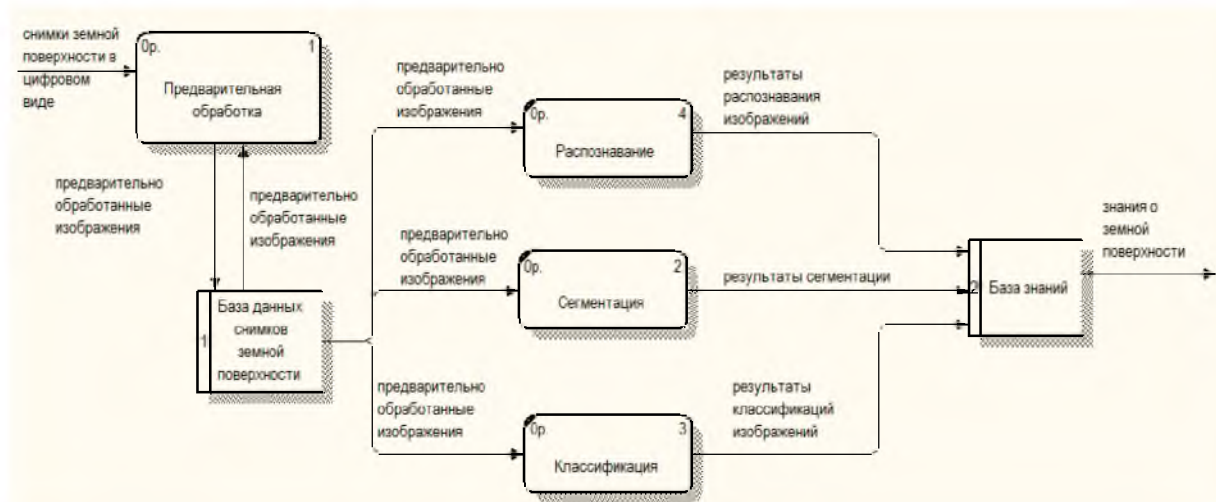


Рис. 2. Обработка изображений земной поверхности

Основными компонентами диаграмм потоков данных являются: внешние сущности, системы и подсистемы, процессы, накопители данных, потоки данных. Каждый процесс на DFD может быть детализирован при помощи DFD или спецификации.

Классификация объектов заключается в объединении их в группы (классы) на основе некоторого принципа. Разбиение по классам объектов на изображениях вручную весьма затруднительно, в виду большого объема данных. Поэтому целесообразно применять автоматическую классификацию, результаты которой затем могут быть подвергнуты экспертному



оцениванию, при этом результаты разбиения на классы должны быть адекватными представлениям лиц, принимающих решения. Иными словами при автоматической классификации следует моделировать способы принятия решений человеком. В качестве результатов автоматической классификации изображений целесообразно применять матрицу, значения элементов которой соответствуют номеру выявленного класса, при этом каждый элемент матрицы соответствует отдельному пикселю анализируемого изображения.

Сегментация может быть основана на результатах классификации с учетом географических координат классифицируемых объектов на изображении.

Распознавание применяется для выделения на изображениях объектов, имеющих с заданным некоторые общие черты. То есть, прежде всего, речь идет о прецедентном распознавании, когда производится обучение по заданному объекту, который принимается за эталон. Важнейшим аспектом при этом является описание (задание) общности в виде набора так называемых признаков. Количественные методы оценивания степени близости предполагают применение соответствующих мер и решающих функций. Для распознавания изображения необходимо иметь матрицу яркости и пространство различных признаков. При этом можно будет выделить объекты и отнести их к классам, а также определить местоположение объектов различных классов.

В задаче выбора признаков требуется из полученных исходных данных выделить характерные свойства объектов, на основе которых сформировать пространство описаний таким образом, чтобы в этом пространстве прочие задачи распознавания решались бы легче. Для этого на основе исходных данных следует отделить признаки классов образов (или межклассовые признаки) от внутриклассовых признаков. Первые представляют собой такие характеристики, которые одинаковы для всех объектов каждого класса, но различны для объектов разных классов, в то время как вторые описывают различия объектов внутри классов. Внутриклассовые признаки не несут полезной информации с точки зрения распознавания, напротив, их присутствие может его усложнить. В связи с этим выбор информативных признаков, как правило, сопровождается уменьшением объема исходных данных.

Для эффективного решения задач классификации и распознавания исходные снимки земной поверхности необходимо подвергать предварительной обработке с целью повышения визуального качества, комплексирования и совмещения. В предварительную обработку изображений входит:

- фильтрация шумов различного происхождения,
- фильтрация с целью удаления несущественных деталей на изображении,
- масштабирование (прореживание и интерполяция),
- улучшение визуального качества на основе повышения резкости,
- улучшение визуального качества на основе выделения контуров объектов изображений;
- комплексирование и совмещение разносектральных изображений.

На рис. 3 показаны технологические этапы предварительной обработки изображений земной поверхности.

В соответствии с предлагаемой технологией приобретения и обработки знаний о земной поверхности предлагается предварительно обработанные изображения хранить в базе данных, которая обеспечивает надежную защиту данных от случайной потери или порчи, экономно использует ресурсы (как людские, так и технические) и снабжена механизмами поиска информации, удовлетворяющим разумным требованиям к производительности.

Поиск в базе данных предварительно обработанных изображений может осуществляться по характеристикам изображения, хранящимся в специальных полях базы данных. Характеристики изображения предварительно определяются оператором.

Для поиска информации на изображениях целесообразно задавать меру схожести двух изображений, причем эти меры могут включать в себя не только цветовые характеристики, но и признаки выделенных на изображении объектов. С помощью данных признаков можно строить карты заметности (топографически упорядоченная карта, отражающая визуальную заметность

соответствующих областей изображения) [8]. Например, используя текстурные признаки, существует возможность моделирования восприятия объектов человеческим глазом.

База данных, обеспечивающая выполнение указанных выше функций, позволяет эффективно предоставлять данные для последующих этапов предварительной обработки изображений, а также для организации поиска данных при классификации, сегментации и распознавании объектов на изображениях.

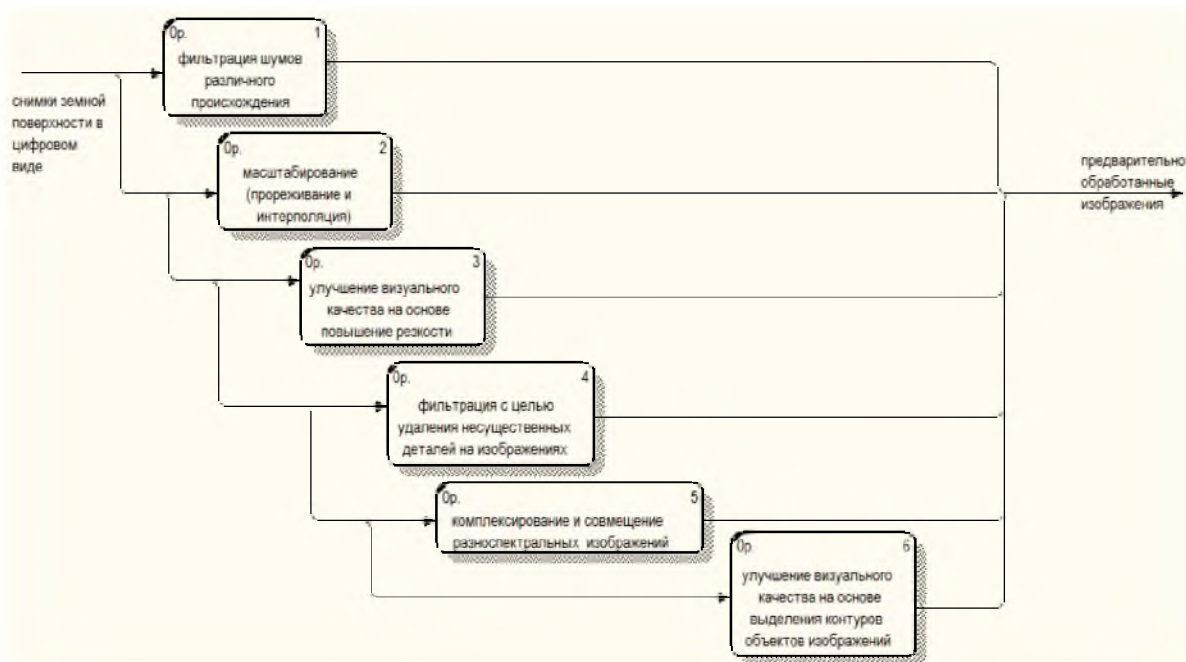


Рис. 3. Технологические этапы предварительной обработки изображений земной поверхности

Предложенная технология приобретения и обработки знаний о земной поверхности на основе данных ДЗЗ позволяет рассматривать проблему анализа снимков Земли как единую задачу, включающую взаимосвязанные процедуры, а также обеспечивает выполнение единых требований к подготовке разнообразных данных для выполнения различных процедур обработки изображений земной поверхности.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 12-07-00257-а.

Литература

1. Рис У. Г. Основы дистанционного зондирования [Текст] / У. Г. Рис. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.
2. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений [Текст] / Р. А. Шовенгердт. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.
3. Обиралов А. И. Фотограмметрия и дистанционное зондирование [Текст] / А. И. Обиралов, А. Н. Лимонов, Л. А. Гаврилова. – М.: КолосС, 2006. – 334 с.
4. Чадра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы [Текст] / А. М. Чадра, С. К. Гош. – М.: Техносфера, 2008. – 312 с.
5. Пасечник Р. Е. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Комментарии законодательства и правоприменительной практики [Текст] / Р. Е. Пасечник, А. Н. Чеботарева, А. А. Абдураимов, П. Ю. Дмитрюк. – М.: Из-во «Вершина», 2006. – 176 с.
6. Маклаков С.В. BPwin и ERwin. CASE – средства разработки информационных систем. [Текст] / С.В. Маклаков. – М.: ДИАЛОГ–МИФИ, 2000. – 256 с.



-
7. Уэно, Х. Представление и использование знаний [Текст] / Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. – 220 с.
8. E. Niebur. Saliency map. Scholarpedia, volume 2 (8), page 2675. 2007.

ABOUT PROPERTIES OF QUASISUBBAND AND G-SUBBAND MATRICES

E.G. ZHILYAKOV
A.A. CHERNOMORETS
E.V. BOLGOVA
A.N. ZALIVIN

*Belgorod National
Research University*

e-mail: zhilyakov@bsu.edu.ru
e-mail: chernomorets@bsu.edu.ru

The main stages of technology of acquisition and processing of knowledge of an earth surface on the basis of data of remote sensing of Earth are considered in the work. The main requirements to image database and the knowledge base about objects and the phenomena of Earth surface are specified.

Key words: knowledge, knowledge base, databases, image, knowledge processing technology, earth surface, remote sensing of Earth.