

шафте – от глубинной геодинамики до геоботаники. В дальнейшем необходимо устранить некоторую диспропорцию в количестве лекционных и лабораторных часов, расширить иллюстративную часть дисциплины, в первую очередь, за счет белорусского фактического материала, доработать существующий ОМК по ландшафтной индикации, усилив его картографическую составляющую.

Библиографические ссылки

1. Дистанционное зондирование природной среды: теория, практика, образование. Науч. ред. Ю. М. Обуховский. Минск: РИВШ, 2006, с. 190-192.
2. Салищев К. А. Картоведение. М.: МГУ, 1982. С. 290.
3. Обуховский Ю. М. Ландшафтная индикация. Учебное пособие. Минск: БГУ, 2008. 255 с.
4. Обуховский Ю. М., Самсоненко И. П., Жидкова Т. А. Космоландшафтное картографирование и оценка экологического состояния природных комплексов Брестского района. Земля Беларуси. 2013. № 4. С. 35–41.
5. Обуховский Ю. М., Жидкова Т. А., Самсоненко И. П., Шалыт П. Д. Космоландшафтное картографирование и оценка экологического состояния Гомельского района. География. 2015. № 11. С. 36–41.

УДК 528.8+528:378.016

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

А. А. Топаз

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, topaz_antonina@mail.ru

Изложены подходы к внедрению технологий цифровой обработки материалов дистанционного зондирования Земли в университетский образовательный процесс. Приведен опыт использования программных продуктов ERDAS Imagine и ENVI в учебном процессе на факультете географии и геоинформатики.

Ключевые слова: дистанционное зондирование; программное обеспечение; цифровая обработка.

Введение. Современное состояние развития науки предъявляет более высокие требования к качеству образования. Особый интерес представляют области на стыке с информационными технологиями. В связи с этим актуальным становится внедрение в образовательный процесс технологий цифровой обработки материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

В настоящее время в Республике Беларусь создана Белорусская космическая система дистанционного зондирования (БКСДЗ), основная цель которой – обеспечение пользователей требуемыми данными ДЗЗ или результатами их обработки. Необходимым элементом БКСДЗ, обеспечивающим её устойчивое развитие, является создание системы постоянной подготовки кадров в областях науки, связанных с получением, обработкой и практическим

использованием данных космического зондирования. Подготовка таких специалистов осуществляется в Белорусском государственном университете на факультете географии и геоинформатики, где в 2011 г. была открыта специальность «Космоаэрокартография».

Основная часть. Современный уровень подготовки специалистов-картографов подразумевает изучение дисциплин, обеспечивающих формирование знаний и навыков работы с материалами дистанционных съемок. Однако, учитывая, что сегодня работа с данными ДЗЗ — это одна из областей компьютерных технологий, поэтому с возможностями автоматизации процесса тематической интерпретации дистанционной информации студенты знакомятся в рамках дисциплины «Цифровая обработка аэрокосмоснимков». Содержание данного курса охватывает вопросы теории и методов обработки изображений ДЗЗ, позволяющих извлечь из них полезную информацию. Цель изучения дисциплины – формирование у студентов знаний по технологии и методике дешифрирования цифровых снимков, навыков работы с программным обеспечением для обработки данных ДЗЗ, умений использовать на практике приемы цифровой обработки изображений для целей тематического картографирования. Изучение данной дисциплины предусматривает использование современных программных средств при выполнении практических занятий.

Следует отметить, что для работы с дистанционными данными и извлечения из них содержательной информации требуются специальные методы обработки, что обусловлено спецификой материалов ДЗЗ. Все методы обработки изображений ДЗЗ могут быть разделены на две основные группы, предназначенные для частичного или полного компьютерного решения поставленной задачи:

1. *Улучшение изображений* (предварительная обработка изображений, коррекция изображений). Это методы, обеспечивающие преобразования снимков, направленные на облегчение визуального дешифрирования, повышение его объективности и достоверности, а также подготовку снимков к последующему автоматизированному дешифрированию и созданию карты. Выделяют три основных вида коррекции изображений, включающих геометрические, радиометрические и яркостные преобразования. В целом, операции блока предварительной обработки снимков направлены на улучшение визуально-интерпретационных свойств спутниковых изображений, а также на достижение требуемой позиционной точности, за что отвечают геометрическая коррекция и ортотрансформирование.

2. *Тематическая обработка изображений* (извлечение информации из изображений ДЗЗ). Это методы автоматизированного дешифрирования — классификации объектов по снимкам с использованием априорной информации о признаках выделяемых классов или без нее [1]. При автоматизированном дешифрировании широко применяются контролируемая (с обучением), неконтролируемая, экспертная и объектно-ориентированная классификации.

В процессе выполнения практических работ цифровая обработка изображений ДЗЗ выполняется с использованием программного обеспечения

ERDAS Imagine и ENVI и включает полный цикл обработки спутниковых данных – от предварительной обработки до получения необходимой информации и ее интеграции с данными ГИС.

Тематику практических работ условно можно разбить на следующие основные блоки:

1. Геометрические преобразования цифрового снимка.
2. Спектральные преобразования многозональных снимков.
3. Построение классификационных изображений.

С геометрическими преобразованиями цифрового снимка студенты знакомятся в ходе выполнения практического задания по координатной привязке и геометрическому трансформированию снимка.

Задание включает: выбор геометрической модели трансформирования, создание набора опорных точек, оценку их качества, преобразование координат изображения на основе выбранной геометрической модели, трансформирование растрового изображения в соответствии с преобразованными координатами. Конечной целью геометрических преобразований является представление цифрового снимка в определенной проекции и системе координат.

Спектральные преобразования многозональных снимков включают такие операции как улучшение пространственного разрешения изображения, преобразование изображений по методу главных компонент, применение спектральных индексов для анализа изображений.

Целью операции по улучшению пространственного разрешения изображения является слияние панхроматического снимка с многозональным для получения многозонального изображения с высоким пространственным разрешением [2]. В результате слияния этих двух снимков получается изображение с пространственным разрешением панхроматического снимка и спектральными характеристиками многозонального снимка.

Преобразование изображений по методу главных компонент (Principal Components Analysis) – позволяет «уплотнить» избыточные данные в меньшее количество групп. Смысл метода заключается в преобразовании исходного многозонального снимка путем создания новых зон — компонент, корреляция между которыми практически отсутствует. Обработка многозонального снимка на основе метода главных компонент позволяет получить новое изображение, для которого первая зона (компонента) имеет наибольший спектральный контраст и поэтому наиболее информативна. В следующих компонентах содержательная информация убывает, а старшие компоненты содержат только информацию о различных шумах и систематических погрешностях съемочной системы.

Для работы со спектральной информацией часто прибегают к созданию так называемых «индексных» изображений. На основе комбинации значений яркости в определенных каналах, информативных для выделения исследуемого объекта, и расчета по этим значениям «спектрального индекса» объекта строится изображение, соответствующее значению индекса в каждом пикселе, что и позволяет выделить исследуемый объект или оценить его состояние. Среди спектральных индексов выделяют множество вегетационных индексов, т.е. индексов, несущих информацию о состоянии растительного покрова [3]. Для расчета индексов в программных продуктах предназначены отдельные инструменты: в ENVI – Vegetation Index Calculator, NDVI, в Erdas Imagine – модуль Image Interpreter (раздел Spectral Enhancement).

Построение классификационных изображений по многозональным снимкам включает выполнение двух основных видов классификаций – неконтролируемой (без обучения) и контролируемой (с обучением).

В программном обеспечении ERDAS Imagine и ENVI реализованы такие алгоритмы неконтролируемой классификации, как K-means и Isodata, контролируемой – правило параллелепипедов (Parallelepiped decision rule), минимального спектрального расстояния (Minimum distance), расстояния Махаланобиса (Mahalanobis Distance), максимального правдоподобия (Maximum likelihood), метод спектрального угла (Spectral Angle Mapper), двоичное кодирование (Binary Encoding), дерево принятия решений (Decision Tree), нейронная сеть (Neural Network).

Заключение. Широкий инструментарий пакетов Erdas Imagine и ENVI позволяет использовать их для самых различных задач эколого-географического картографирования, включая картографирование растительности, почв, ландшафтов, использования земель и т.п.

Таким образом, освоение методов дистанционного зондирования позволяет студентам овладеть теорией и практикой использования космических снимков, а также современными техническими средствами их обработки и дальнейшей тематической интерпретации. В целом же, использование в учебном процессе методов и приемов компьютерной обработки снимков позволило проводить лабораторные занятия на качественно новом уровне, активизировать познавательную деятельность студентов, повысить интерес к спецкурсам, связанным с интерпретацией и анализом дистанционной информации.

Библиографические ссылки

1. Лурье И. К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник. И. К. Лурье. М.: КДУ, 2010. 424 с
2. Кравцов С. Л. Обработка изображений дистанционного зондирования Земли (анализ методов). Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. 256 с.
3. А. С. Черепанов Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы. Геоматика. 2009. № 3.