

ВАРФОЛОМЕЕВ А. Ф., КИСЛЯКОВА Н. А.

**ОСОБЕННОСТИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ
ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ В ПРОГРАММЕ ERDAS IMAGINE 8.3**

Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования автоматической (кластерной) и контролируемой (с обучением) классификаций, заложенных в программе Erdas Imagine 8.3. На конкретных примерах анализируются результаты дешифрирования пространственных объектов.

Ключевые слова: космический снимок, дешифрирование, кластерная классификация, контролируемая классификация.

VARFOLOMEYEV A. F., KISLYAKOVA N. A.

**DECODING FEATURES OF SPATIAL OBJECTS ON SATELLITE PICTURES
IN ERDAS IMAGINE 8.3 PROGRAM**

Abstract. The article considers the use of unsupervised (automatic) and supervised (controlled) classifications available in Erdas Imagine 8.3 program. The results of decoding of spatial objects are analysed in particular cases.

Keywords: satellite picture, decoding, cluster classification, controlled classification.

В современном мире мы становимся свидетелями непрерывных революционных технологических изменений. XXI век можно смело назвать веком космических цифровых технологий [6; 9]. Значительное место в космических технологиях все больше занимает дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса. Данные ДЗЗ стали важным источником для решения практических задач государственного, регионального и местного управления, мониторинга природных и техногенных объектов и явлений.

В настоящее время на орбите Земли на постоянной основе функционируют множество спутников дистанционного зондирования различного назначения [6–8]. Они оборудованы специальными сенсорными системами, которые способны улавливать отраженный от поверхности Земли свет и другие виды излучений. В данное время все материалы космической съемки с пространственным разрешением 2 метра и более являются открытыми.

Дешифрирование космических снимков – это выявление, распознавание и определение характеристик объектов, изобразившихся на снимке местности. Это один из самых важных и сложных процессов создания тематических карт и от того, насколько технически грамотно он будет выполнен, зависит качество составленной карты. Процесс

дешифрирования географических объектов можно разделить на следующие этапы: выделение; распознавание объектов и интерпретация полученных результатов.

Объективное дешифрирование космической информации позволяет регулярно анализировать и изучать состояние природной среды, а также динамику природных явлений. Эти исследования являются одной из актуальных проблем в освоении природных богатств территории.

В настоящее время наряду с визуальным дешифрированием космических изображений все чаще используются компьютерные методы. Так, в программном продукте по обработке изображений Erdas Imagine 8.3 заложены два алгоритма компьютерной классификации – автономная (Unsupervised Classification) и классификация с обучением (Supervised Classification).

Классификация – это процесс сортировки (распределения по классам) элементов изображения (пикселей) на конечное число классов обычно по спектральным признакам, т.е. на основе различий в значениях спектральной яркости. Если пиксел удовлетворяет некому условию классификации, он относится к определенному классу, который соответствует этому условию.

Основопологающим в классификации является правильный выбор признаков. Для успеха классификации в пространстве спектральных признаков каждому классу должны соответствовать своя область значений яркости, не пересекающаяся с областями других классов. Чтобы проверить, так ли это, строят двумерные графики пространства спектральных признаков и выбирают для классификации те сочетания спектральных зон, в которых изучаемые объекты различаются лучше всего.

Почти всегда используют закон нормального (гауссова) распределения, типичного для яркостей природных объектов. Для него характерны симметричное распределение значений яркости вокруг среднего значения, непрерывность и преобладание малых отклонений от среднего. Графически этому соответствует симметричная колоколообразная кривая (см. рис. 4).

Очень важно, чтобы гистограмма была одномодальной, т.е. имела только один четко выраженный пик по яркости. Если на ней есть несколько пиков, то класс следует разбивать на несколько подклассов по яркости.

По характеру реализации выделяют способы компьютерной классификации с обучением (контролируемой) и без обучения (неконтролируемой). В способах классификации с обучением используются заранее определенные человеком эталонные значения спектральной яркости объектов. В интерактивном задании этих значений и состоит обучение. В процессе классификации значения яркости текущего пиксела сравниваются с

эталонными, и пиксел относится в наиболее подходящий класс объектов. Качество обучения можно оценить по правильности классификации эталонных участков.

Результатом работы алгоритмов с обучением является так называемая карта классификации – изображение, на котором пикселям вместо исходных значений яркости приданы значения классов объектов. Карта классификации имеет заранее определенную легенду. Алгоритмы с обучением используют, когда имеются достоверные наземные данные, не очень много классов объектов (обычно до 30) и они четко различаются на снимке.

В способах классификации без обучения (кластеризации) вначале проводится автоматическое разделение пикселей на группы. Исходная информация, задаваемая дешифровщиком, количество классов, которые необходимо получить. На первом этапе изображение разделяется на массивы сходных по спектральным характеристикам пикселей – кластеры. Затем дешифровщик анализирует характеристики кластеров, сопоставляет их с характеристиками реальных географических объектов и определяет, к каким объектам относится кластер.

Полученная карта классификации более объективно отражает близкие по значениям дешифровочных признаков группы объектов. Однако, одни и те же объекты могут попасть в разные кластеры, например, из-за условий освещения (крыши домов), а разные объекты оказаться в одном кластере из-за близкой спектральной яркости (лесная растительность и гидрография). В таком случае необходимо объединить кластеры в единый класс, а во втором привлечь дополнительные дешифровочные признаки для различения объектов.

Процесс контролируемой классификации можно разделить на четыре основных этапа: планирование классификации; выбор эталонных участков; процесс классификации; оценка качества классификации и оформление ее результатов.

Эталонные участки получают цифрованием границ однородных по яркости фрагментов изображения, типичных для данного класса по значениям яркости и расположению. Высокое качество эталонов в немалой степени способствует успеху классификации.

Ключевой участок площадью 15x13 км в восточной части Старошайговского района Республики Мордовия (РМ) послужил основой для проведения исследований по применению классификаций при дешифрировании природных объектов.

Снимки высокого пространственного разрешения были взяты с сайта компании Google. Google Earth – проект компании, в рамках которого в сети Интернет выложены спутниковые изображения всей земной поверхности.

На начальном этапе снимки были трансформированы в единую систему координат и создана мозаика из трансформированных снимков высокого пространственного разрешения (рис. 1).

Методика трансформирования космических изображений на территорию РМ в СК-42 проекции Гаусса-Крюгера и создание мозаики из трансформированных снимков подробно описана в работах [1–5].



Рис. 1. Мозаика из снимков с пространственным разрешением 2-3 м.

На рис. 2-3 показаны классифицированные карты кластерной мозаика методом ISODATA. Заданные параметры: Number of Classes – 10, Maximum Iterations – 25, Convergence Threshold – 0.95, Initializing Options – Principal Axis (Главные оси), Standard Deviations – 1.00. Самоорганизующийся способ кластеризации ISODATA (от Iterative Self-Organising Data Analysis Technique – интерактивный самоорганизующийся способ анализа данных) использует для более точной, многошаговой обработки снимков [10].

На классифицированных изображениях хорошо выделились следующие объекты: пойменная растительность (древесная и травянистая), луговая растительность, сельскохозяйственные земли, населенные пункты, дороги, пустоши. При увеличении отдельных областей классифицированного снимка (рис. 3) можно увидеть отдельно стоящие группы деревьев, отдельно стоящие дома (несмотря на то, что по спектральным характеристикам пикселей дома и сенокосы отнесены в один класс. По специфическим признакам – линейность застройки, правильные геометрические формы – можно предполо-

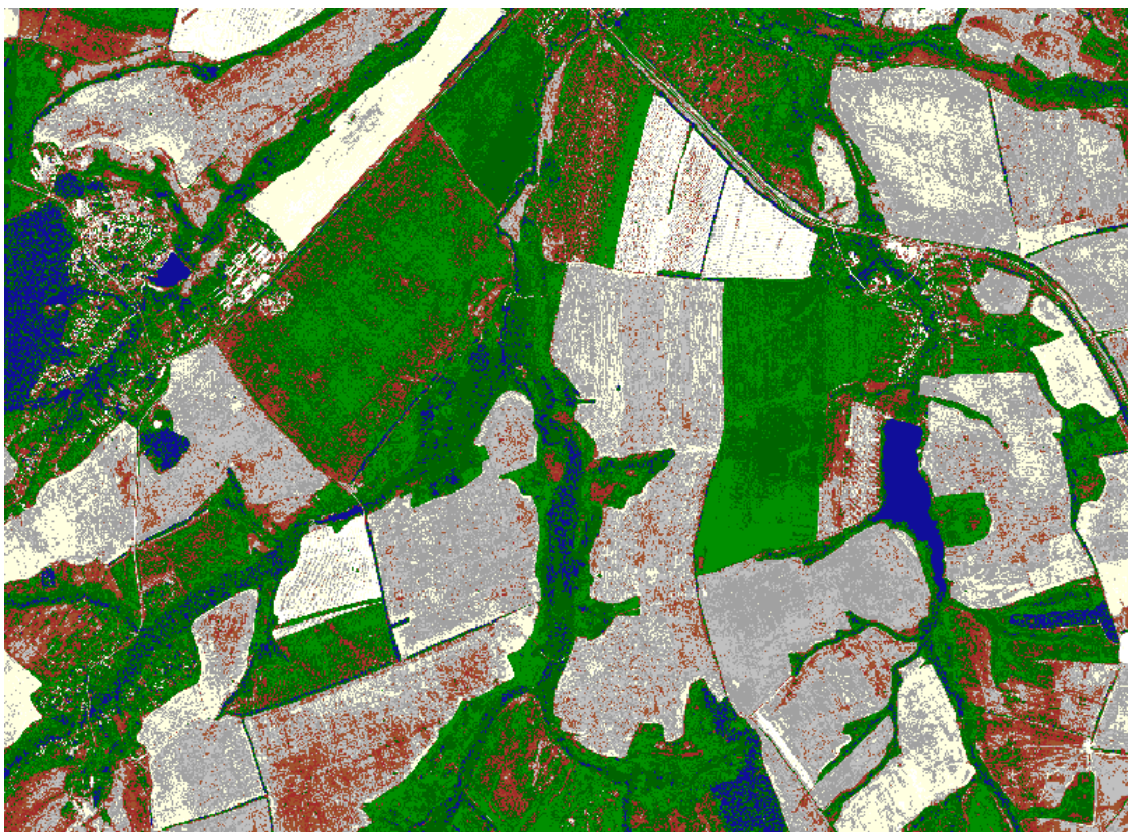


Рис. 2. Мозаика, классифицированная способом ISODATA.

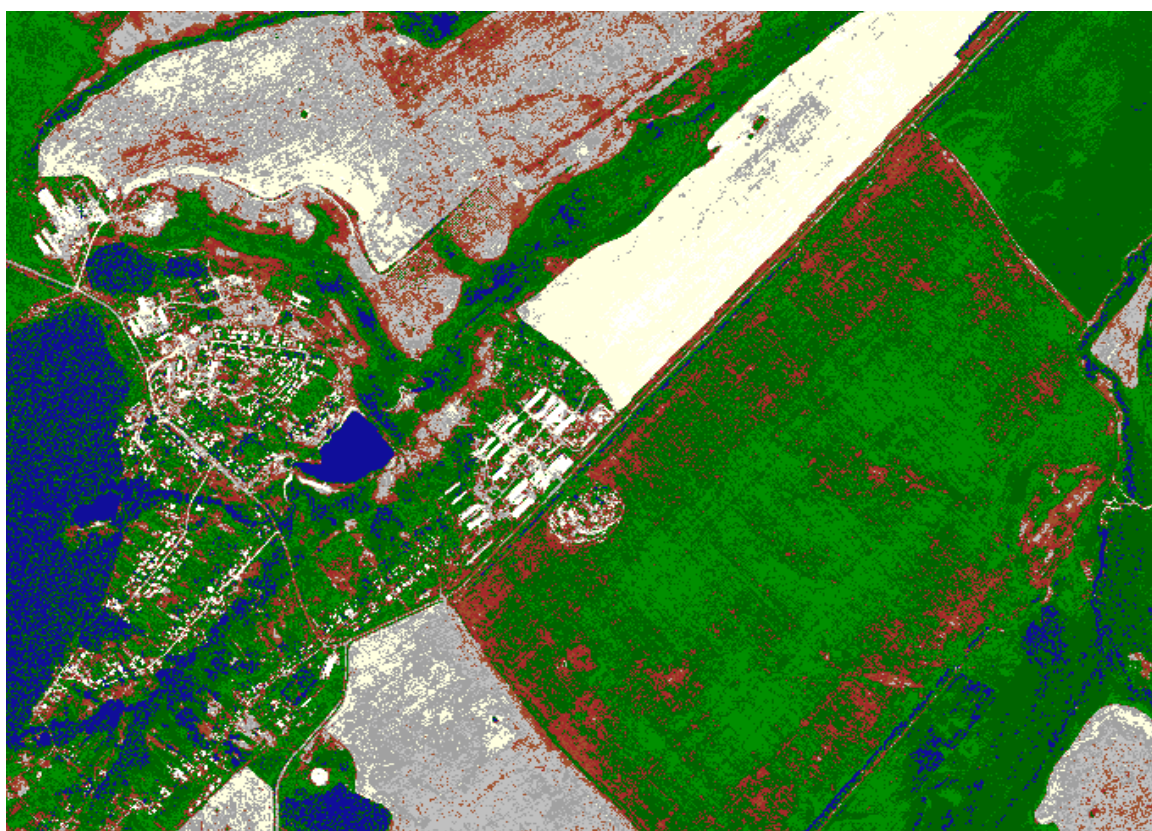


Рис. 3. Увеличенный фрагмент мозаики, позволяющий более достоверно оценить результаты классификации.

жить, что это здания и сооружения). Минусом данного способа явилось то, что водные и лесные объекты были отнесены программой к одному классу – водные объекты. В данной местности леса представлены главным образом сосняками. По спектральным характеристикам хвоя и вода имеют близкие спектральные яркости, поэтому алгоритм и отнес их к одному классу. То же самое произошло с сенокосами и населенными пунктами. На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что алгоритм классификации ISODATA дает лишь общую картину территории, и для дешифрирования в крупном масштабе данный метод не совсем подходит.

Кластерная классификация космического снимка не дала ожидаемых результатов, несмотря на то, что данный снимок обладает высоким пространственным разрешением.

На следующем этапе снимок был обработан по технологии контролируемой классификации, а в качестве параметрического правила были выбраны методы максимального подобия (Maximum Likelihood).

При классификации методом максимального подобия удовлетворяется условие максимальной вероятности отнесения пиксела к данному классу. Эталонные участки в данном случае следует выбирать особенно тщательно. Распределение спектральных яркостей должно быть близким к нормальному (рис. 4).

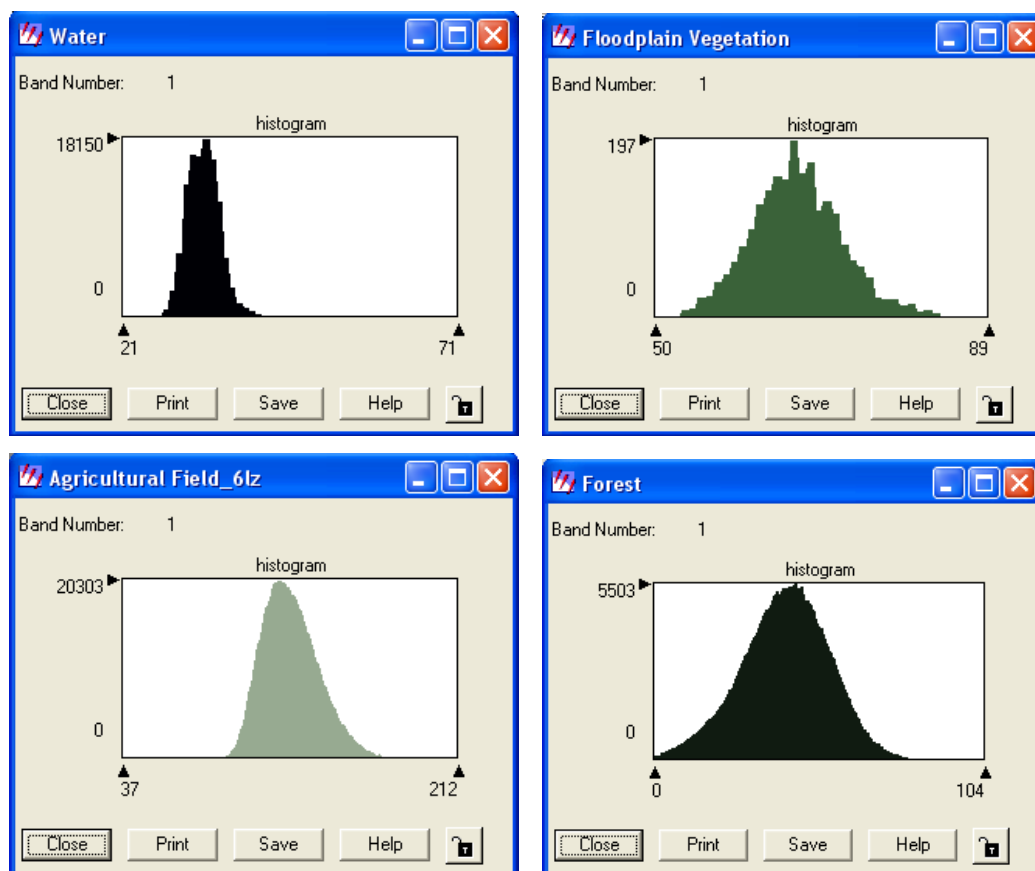


Рис. 4. Оценка качества эталонов при контролируемой классификации.

Как видно из рисунка 4, на котором представлены гистограммы отдельных эталонов, они практически удовлетворяют вышеуказанному условию, что позволило получить классификационное изображение (рис. 5), с более четким распределением классов, чем это было при использовании метода ISODATA неконтролируемой классификации.

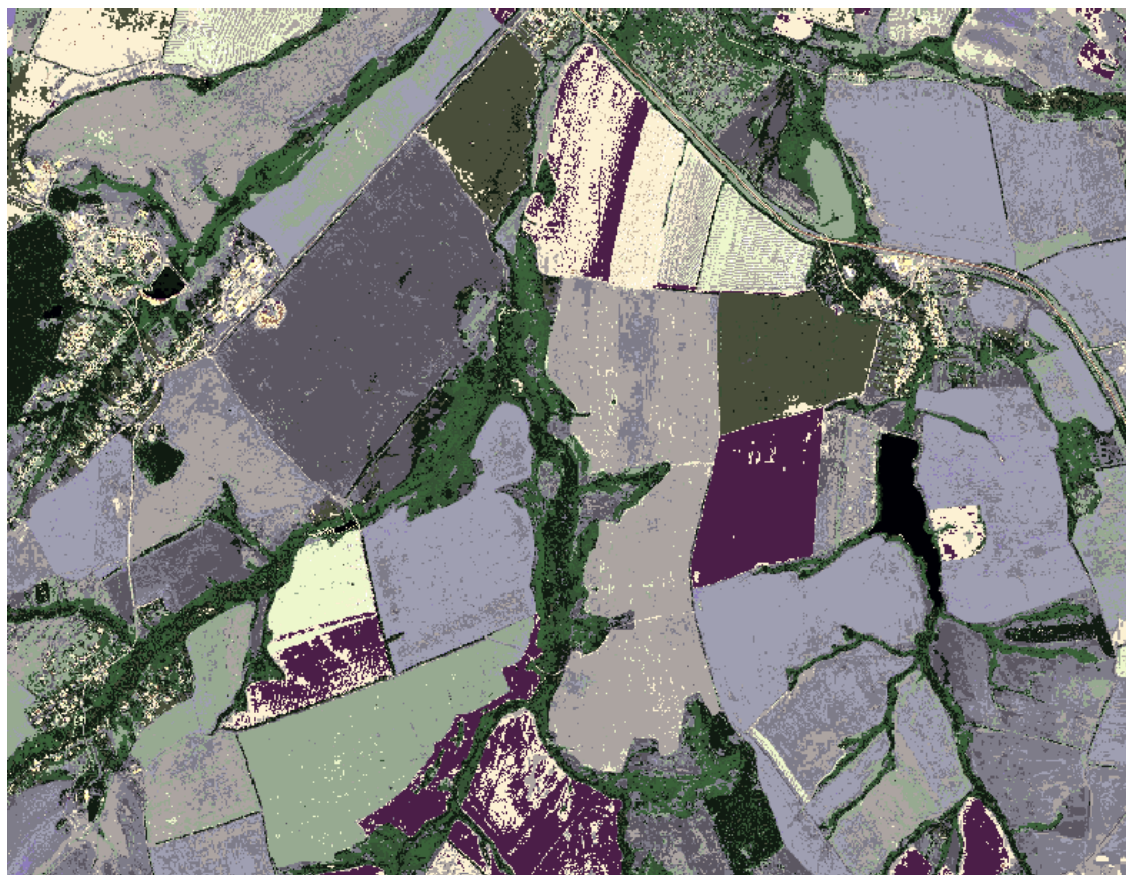


Рис. 5. Результаты обработки космического снимка по технологии контролируемой классификации.

В результате классификации методом максимального правдоподобия на снимке четко выделяются не только классы, но и различия внутри них. В поймах четко выделяется древесная и травянистая растительность, различаются типы дорог (асфальтовые и полевые). Есть различия среди сельскохозяйственных земель – можно выделить сенокосы, пастбища, земли свежевспаханные и залежи. Населенные пункты дешифрируются гораздо лучше, с четко очерченными контурами.

По полученному классифицированному изображению с большой долей достоверности можно изучать пространственные объекты данного участка, а также сделать выводы о динамике использования территории в сельскохозяйственном отношении. При достаточном увеличении полученного изображения его можно использовать для оцифровки объектов с целью создания крупномасштабных тематических карт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варфоломеев А. Ф., Коваленко Е.А., Манухов В. Ф. ГИС-технологии при изучении и оценке взаимосвязи пространственного распространения почвенного покрова и рельефа // Геодезия и картография. – 2013. – № 7. – С. 47–53.
2. Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф., Меркулов П. И. Геоинформационные технологии в исследовании эколого-хозяйственного баланса территорий // Геодезия и картография. – 2010. – № 4. – С. 43–47.
3. Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф., Манухов В. Ф. Методика обработки космической информации // Геоинформационное картографирование в регионах России: мат-лы Всеросс. науч.-практич. конф. Воронеж. – 2009. – № 2. – С. 54–56.
4. Манухов В. Ф., Варфоломеев А.Ф., Манухова В.Ф. О геоинформационной поддержке междисциплинарных исследований // Научные труды КубГТУ: мат-лы XX Междунар. науч.-практ. конф. «Инновационные процессы в высшей школе» [Электронный ресурс]. – 2014. – № 4. – Режим доступа: <http://ntk://kubstu.ru>.
5. Манухов В. Ф., Варфоломеева Н. А., Варфоломеев А. Ф. Использование космической информации в процессе учебно-исследовательской деятельности студентов // Геодезия и картография. – 2009. – № 7. – С. 46–50.
6. Манухов В. Ф., Кислякова Н. А., Варфоломеев А. Ф. Информационные технологии в аэрокосмической подготовке выпускников-картографов // Педагогическая информатика. – 2013. – № 2. – С. 27–33.
7. Манухов В. Ф., Тюряхин А.С. Глоссарий терминов спутниковой геодезии : учеб. пособие. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – 48 с.
8. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Тюряхин А. С. и др. Определение координат геодезических пунктов спутниковыми методами: учеб. пособие. – Саранск, 2006. – 164 с.
9. Манухов В. Ф., Разумов О. С., Спиридонов А. И. и др. Спутниковые методы определения координат пунктов геодезических сетей: учеб. пособие. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Саранск: Изд-во Мордов.ун-та, 2011. – 128 с.
10. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.