

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ДЕШИФРИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПО МАТЕРИАЛАМ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ СЪЁМКИ

А. А. Топаз, В. В. Конах

Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

E-mail: Konakh@bsu.by

В докладе рассматриваются методы автоматизированного дешифрирования структуры почвенного покрова по материалам многозональной съемки. Приведены результаты исследований индикации почвенного покрова для ключевого участка с однородными песчаными почвообразующими породами.

Ключевые слова: дешифрирование, классификация, многозональные снимки, автоматизированная система.

Среди задач дешифрирования почвенного покрова важное место занимают задачи построения тематических карт по материалам аэрокосмических снимков. В [1] была описана структура автоматизированной системы построения почвенных карт и ее функциональное наполнение. Целью нынешних исследований было применение построенной системы для обработки материалов многозональной съемки для повышения достоверности индикации и распознавания почв и их свойств.

Использование многозональных снимков для распознавания объектов основано на различиях в их спектральной отражательной способности, следствием которых являются не одинаковые яркостные характеристики на зональных снимках.

Совокупность значений яркости многозонального снимка может быть представлена как *пространство спектральных признаков*, размерность которого определяется числом съемочных зон. Каждый пиксель в этом пространстве представлен точкой с координатами, равными значениям уровней яркости в зонах. Спектральная яркость природных объектов определяет уровень яркости их изображения на зональных снимках и, следовательно, положение в пространстве признаков.

Классификация объектов предполагает разделение пространства признаков на замкнутые области (классы) с определенными значениями признаков. Область в пространстве спектральных признаков может быть компактной, когда характеристики пикселей данного класса мало различаются. Однако на практике чаще встречаются случаи, когда области признаков, относящиеся к разным классам, соприкасаются или частично перекрываются. Причина этого заключается в неоднородности объектов земной поверхности и их освещенности и усугубляется пиксельной структурой цифрового снимка. В каждом пикселе неоднородной поверхности яркости соседствующих объектов интегрируются в разных

соотношениях, из-за чего и возникает большой разброс спектральных характеристик внутри одного класса.

Отнесение пикселей к классам зависит от принятого *правила классификации*. Возможны *два подхода*.

В первом из них классификация основана на признаках объектов, принадлежность которых к определенному классу на местности известна (например, признаки объектов на эталонных участках). В этом случае выполняется *контролируемая классификация*, иногда называемая классификацией с обучением.

Другой подход заключается в группировке пикселей со сходными уровнями яркости в зонах без предварительного знания числа и характеристик классов объектов на местности. Это *неконтролируемая классификация*, или классификация без обучения.

Для индикации почвенного покрова по материалам многозональной съёмки был выбран ключевой участок с однородными песчаными почвообразующими породами, расположенный в Ельском районе Гомельской области. В исследованиях использованы материалы многозональной аэросъёмки в 5 спектральных зонах: 1 – синей (0,48 мкм), 2 – зеленой (0,54 мкм), 3 – оранжевой (0,60 мкм), 4 – красной (0,66 мкм) и 5 – ближней инфракрасной (0,72 мкм).

Анализ результатов цифровой обработки зональных снимков показал, что почвы, сформированные на песчаных почвообразующих породах, в зависимости от зоны электромагнитного спектра хорошо дифференцируются по степени увлажнения. Дерново-подзолистые оглеенные внизу и временно избыточно увлажнённые почвы чётко отображаются в диапазонах 0,48 мкм (синяя зона) и 0,66 мкм (красная зона), где они распознаются по близкому к белому и светлому тону фотоизображения. Снимок в красной зоне спектра и отображение кластера, соответствующего дерново-подзолистым оглееным внизу и временно избыточно увлажненным почвам, представлены на рисунке 1. Дерново-глеевые и торфяно-болотные почвы низинного типа наиболее контрастно выражены на снимке инфракрасной зоны (0,72 мкм), где они распознаются по тёмному тону фотоизображения. Снимок в инфракрасной зоне спектра и отображение кластеров, соответствующих данным почвам, представлены на рисунке 2.

Для получения приемлемых результатов дешифрирования были исследованы различные алгоритмы предварительной обработки изображений в каждой зоне, подобраны соответствующие фильтры и параметры. В итоге получены результаты достаточной степени достоверности.

Однако, наиболее эффективной формой одновременной передачи информации, содержащейся на отдельных зональных чёрно-белых снимках одной и той же территории, является синтез материалов многозональной съёмки, т.е. наложение изображения одной зоны, предварительно окрашенной в определённый цвет, на изображение другой, в результате чего получается синтезированное цветное изображение территории. Таким образом, небольшие спектральные различия в яркости объектов могут быть переведены в более отчётливо видимые цветовые различия.

Для получения синтезированного изображения была использована программа «MultiSpec» (разработка университета Пердью, США).

Изображение в цветном синтезе RGB (Red-Green-Blue) получается в результате смешения цветов при сочетании зон снимка в порядке 1,2,3, т.е. первый по счету

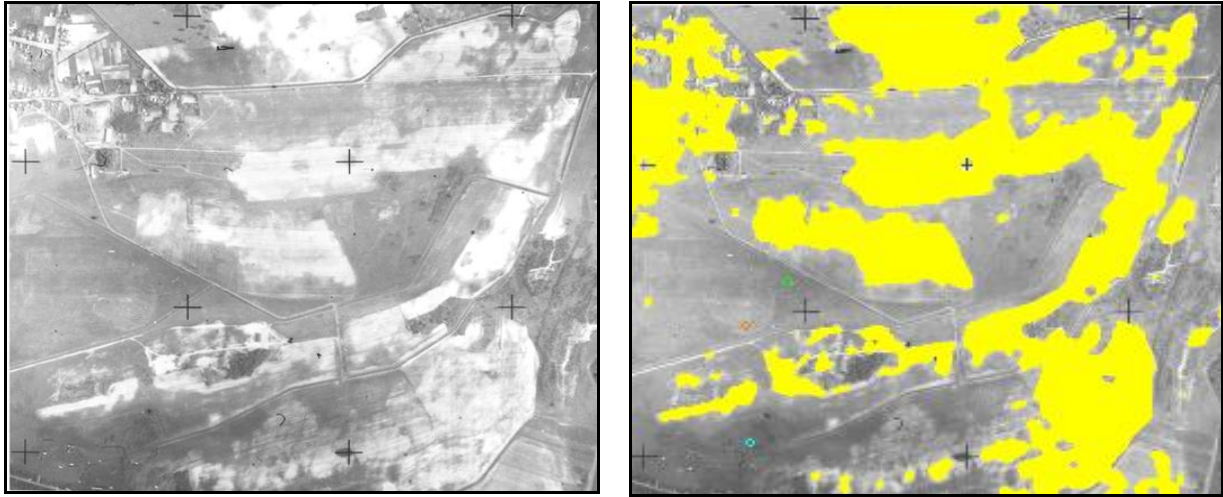


Рис. 1. Снимок в красной зоне спектра (слева) и отображение кластера дерново-подзолистых оглеенных внизу и временно избыточно увлажняемых почв (справа)

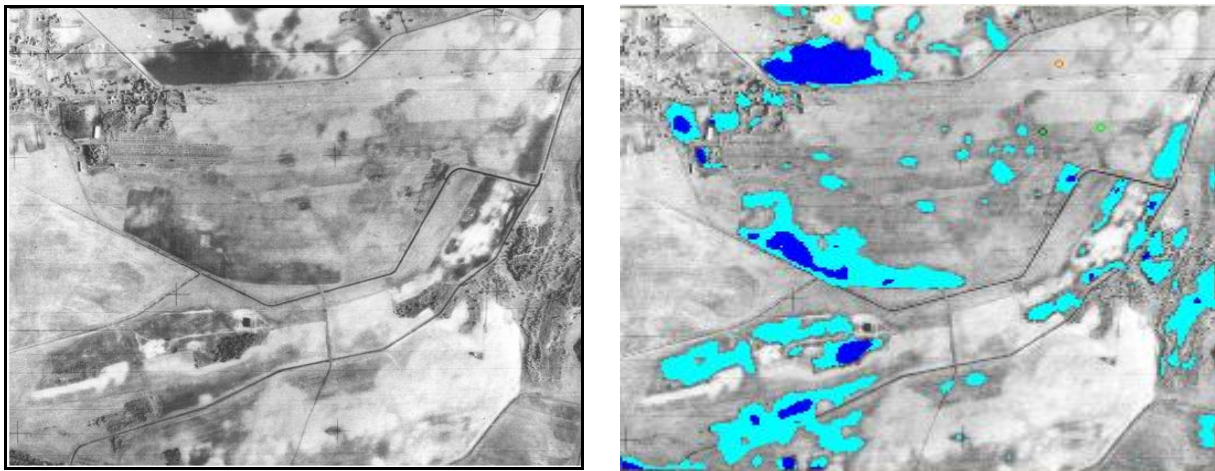


Рис. 2. Снимок в инфракрасной зоне спектра (слева) и отображение кластеров дерново-глеевых и торфяно-болотных почв (справа)

зональный снимок отображается красным цветом, второй – зелёным, третий – синим. Таким образом были получены синтезированные изображения. Следует заметить, что изображение на синтезированных снимках получается в «ложных» цветах, однако это изображение более выразительно и контрастно.

Анализ различных вариантов синтеза показал, что наиболее оптимальным для целей дешифрирования почв оказалось сочетание первого (0,48 мкм), третьего (0,60 мкм) и пятого (0,72 мкм) каналов МКФ-6. При данном сочетании каналов синтезированное изображение позволяет различить и выделить границы не только наиболее контрастных почв, но и почв, скрытых луговой растительностью, таких как дерново-подзолистые глееватые и дерново-глеевые.

Полученный оптимальный вариант синтеза (1-3-5) был использован для дальнейшей обработки и проведения классификации.

При проведении *классификации без обучения* использовались алгоритм быстрого выделения кластеров и итеративный алгоритм ISODATA.

Однако использование алгоритма быстрого выделения кластеров дало в результате мозаичное изображение, которое неудобно анализировать, так как оно перегружено и практически не читаемо из-за большого числа кластеров.

Более корректные результаты были получены при использовании итеративного алгоритма ISODATA со следующими параметрами: порог сходимости, минимальный размер кластера в пикселях, спектральное расстояние в значениях яркости для первой строки пикселей эталонных участков при быстром выделении кластеров, спектральное расстояние для остальных строк.

Установка данных параметров приводит к созданию меньшего количества кластеров, характеризующихся математической и статистической обусловленностью границ. Но, к сожалению, эта обусловленность не всегда означает почвенно-географическую реальность получаемых границ. К тому же определить оптимальные параметры для классификации можно только экспериментальным путём, постоянно контролируя результаты по имеющимся материалам наземного обследования.

Проведенные исследования показали, что при наличии наземной информации для классификации наиболее эффективно использовать алгоритмы с обучением.

Для проведения *классификации с обучением* для многозонального изображения, соответствующего оптимальному варианту синтеза (1-3-5), были определены эталонные участки (классы 1-5): дерново-подзолистые оглеенные внизу связнопесчаные почвы пахотных угодий; дерново-подзолистые временно избыточно увлажнённые почвы пахотных угодий; дерново-подзолистые глееватые связнопесчаные почвы пахотных угодий; дерново-глеевые почвы пахотных угодий; торфянисто-глеевые и торфяно-глеевые почвы луговых угодий.

Качество эталонных участков оценивалось по осреднённым кривым спектрального образа.

Классификация с обучением была выполнена с использованием метода максимального правдоподобия.

Анализ соотношения площадей почв и рисунка почвенного покрова позволил сделать заключение, что на снимке изображена плоская низинная водораздельная поверхность с пятнистым сочетанием почв, в котором преобладают дерново-подзолистые глееватые и дерново-глеевые почвы, присутствуют дерново-подзолистые оглеенные внизу и временно избыточно увлажнённые на изолированных плоских повышениях и торфянисто- и торфяно-глеевые в замкнутых западинах. Выполненные экспериментальные работы по компьютерной обработке многозональных снимков показали, что для индикации песчаных почв различной степени увлажнения наиболее эффективно использовать снимки отдельных зон спектра, а для выявления особенностей структуры почвенного покрова – синтезированные изображения, отражающие особенности пространственной организации почвенных комбинаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Konakh V., Topaz A. Automating the Process of Soil Maps Construction // Proceedings of 6th International Conferences "Pattern Recognition and Information Processing" (PRIP-2001), Minsk, 2001, - p. 197-202.

2. Шалькевич Ф.Е., Жмойдяк Р.А., Топаз А.А. Использование многозональных аэрокосмических снимков для геоэкологических исследований – Минск: Изд. центр БГУ, 1999. - 22 с.