

УДК 634.0:674.8

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ  
ЛЕСНЫХ МАССИВОВ И РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ КАРТЫ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАСА ДРЕВЕСИНЫ**Б.Бекмухамедов  
С.Нарынов

*В работе проведен анализ и разработана рабочая карта с применением аэрофотографий, позволяющая лесокадастровым и лесоохранным организациям определить запасы древесины.*

Задачи классификации лесных массивов с использованием аэрофотографий - это весьма актуальная проблема, так как разделение леса по плотности, по типу, по возрасту, по качеству, по степени вырубки и пожара и т.д. позволяет лесокадастровым и лесоохранным организациям проводить качественные оценки не по всей территории леса, а по выборочным однородным участкам, это позволяет определять запасы древесины и экологические характеристики леса, экономит средства на экспедиции, тем более, что некоторые лесные массивы находятся в труднодоступных местах. До сих пор таксация (разделение на классы) специалистами лесокадастра проводилась вручную, и так как специалисты в данной области имеют значительный опыт, то данная работа выполняется ими достаточно качественно. Но к преимуществам наших методов обработки изображений относятся такие: 1) сшивка аэроснимков в формате ERDAS 8.3 по данным GPS или по данным космической съемки с присвоением географических координат; 2) объективная текстурная классификация в среде C Builder, которая не зависит ни от времени съемки, ни от ее качества, а только лишь от качества текстуры, что позволяет включать в один и тот же класс различные, казалось бы участки леса; 3) объективная яркостная классификация в среде C Builder позволяет классифицировать участки леса по яркостным и спектральным характеристикам, независимо от качества снимка и независимо от текстуры, он позволяет «сшивать» несколько соседних снимков и приводить их спектральные характеристики к спектральным ха-

рактикам одного (но это имеет смысл лишь в том случае, когда снимки сделаны примерно в одно и то же время), но в данной работе данный алгоритм рассмотрен не будет; 4) совместная вторичная классификация, использующая результаты текстурной и яркостной классификации, что позволяет подразделять лесные массивы как по текстурным признакам, так и по спектральным; 5) автоматическая векторизация полученных результатов классификации проводится в формате ERDAS 8.3. 6) построение географической информационной системы в среде ArcInfo 7.

Использование этих методов автоматической и объективной оценки состояния Казахских лесов позволяет нам проводить сравнительный анализ качества леса за промежуток времени - больше всего обращается внимание на пожары, вырубки и болезни леса.

Нами проведена текстурная обработка аэрофотографий лесных массивов района Семипалатинска методами нейронных сетей (рис.1).

Текстурный анализ представляет алгоритм распознавания образов основанный на нейронных технологиях. Развитие вычислительной техники, а также нейрофизиологии позволяет в настоящее время моделировать и использовать на практике нейронные сети, ориентированные на обработку изображений. Уже исследованы принципы первичной обработки изображений производимых нейронными сетями на сетчатке так и в задних отделах головного мозга. Многие исследования доказывают, что текстурный анализ производится на первых этапах обработки зрительной информации. Для понимания разработанного нами алгоритма текстурного анализа надо, прежде всего, дать определение понятию текстура. Область на плоскости наполненной комбинаций гранул обладающих некой атрибутивной информацией с определенной пространственно-частотным распределением называется текстурой. Сложность текстурного анализа реальных изображений заключается в неявной атрибутике гранул и сложными пространственными отношениями между гранулами. Дело усложняется тем, что гранулы представляющие текстуру зачастую сами состоят из более элементарных гранул и так далее. На самом нижнем уровне мы уже имеем дело с значениями интенсивности отдельных пикселей. По отдельным значениям этих пикселей определить принадлежность к определенной текстуре не представляется возможным.

Итак, для текстурного анализа необходимо восстановить иерархию грануляции и выяснить их пространственно-комбинаторные отношения. Нейронные сети позволяют производить абстрагирование информации, выявлять сложные пространственно-комбинаторные отношения и по набору частных признаков выявлять общие признаки. Для решения практических задач необходимо определить механизм такого преобразования. Для задачи классификации леса с помощью текстурного анализа, необходимо знать природу гранул в общей сложности

представляющих текстуру. Гранулами в данном случае выступают деревья. Атрибутивной информацией гранулы является диаметр дерева его яркость или цвет. Основные задачи данного текстурного анализа это выявление комбинаторных отношений и определение пространственной плотности распределения. Созданная нами нейронная сеть относится к классу обучаемых многоуровневых сетей прямого распространения. Первый слой производит выявление деревьев разного диаметра и цвета, второй анализирует их пространственные отношения с учетом выявленной в первом слое атрибутивной информации, третий слой классифицирует текстуры отправляя на выход многослойную векторную карту, где каждый слой соответствует лесопосадкам определенного класса.

Для проведения предварительной текстурной обработки изображения мы выбрали следующие пары сглаживающих фильтров- пиксел- $3 \times 3$ ,  $3 \times 3$ -  $7 \times 7$ ,  $7 \times 7$ -  $11 \times 11$ . Каждый из этих фильтров сглаживает текстуру в соответствии с окном обработки, так фильтр  $7 \times 7$  берет среднее арифметическое 49 значений яркости и присваивает это значение центральному пикселу, затем окно передвигается на одну позицию, операция с 49 пикселями повторяется, таким образом сканируется все изображение. После фильтрации изображения окном  $3 \times 3$  и  $7 \times 7$ , полученные изображения вычитаются по модулю друг из друга, затем результат радиометрически корректируется до значений 0-255 значений яркости. Аналогично обрабатываются остальные пары фильтров, в результате получены 3 изображения, каждое из которых «ответственно» за свою плотность текстуры. При «смешивании» этих изображений по цветным каналам RGB получена радужная картина- результат обработки текстуры леса (рис.2).

Для дальнейшей классификации оператор задает количество классов, в результате каждый нейрон (вектор, в данном случае, состоящий из трех значений) модифицирует свои коэффициенты в зависимости от количества классов. Для операции фокализации применяется стандартный метод фокального анализа ERDAS8.3, в результате чего мелкие фракции (либо классы, либо дыры) игнорируются (рис.3). После применения операции векторизации и занесения атрибутивных данных в формате ArcInfo7 получена рабочая карта лесных массивов, которая позволяет подсчитывать площади, поводить сравнительный анализ с предыдущими картами, прогнозировать степень восстановления леса, планировать хозяйственную деятельность.

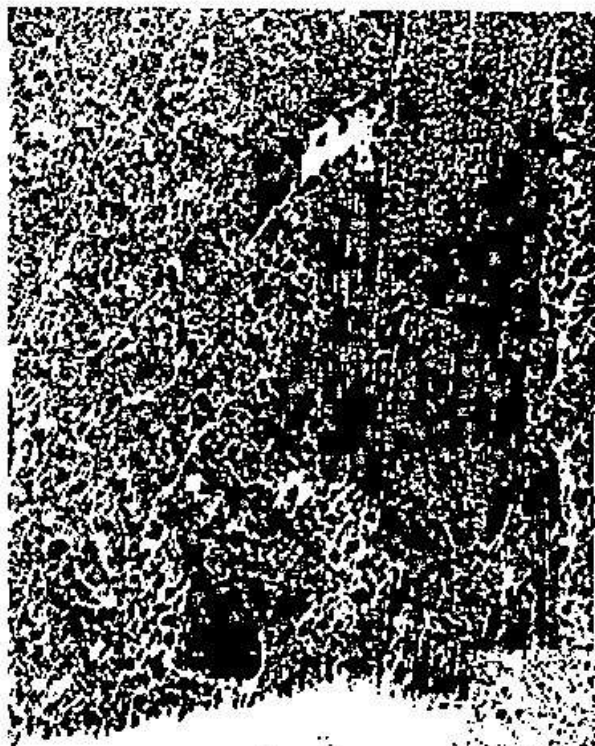


Рис.1. Аэроснимок участка леса,  
район Семипалатинска

Рис.2. Результат текстурной  
классификации

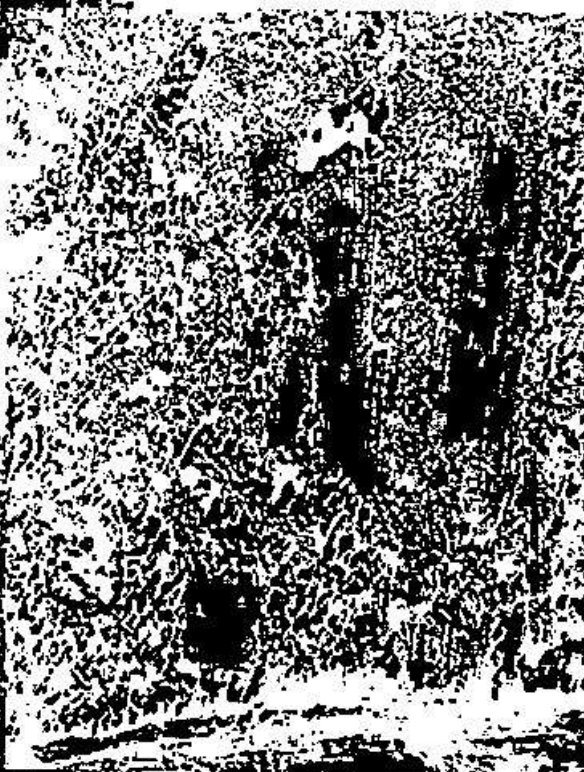


Рис.3. Векторизация результатов  
текстурной классификации



### Литература

1. Albert M.G. (1998): Assessing Biodiversity with New Neighbour-Based Parameters. International Conference on data Management and Modelling Using Remote Sensing and GIS for Tropical Forest Land Inventory, Jarkarta, Indonesia, October 26-29, 1998.
2. Hudak A.& Wessman C. (1996): Textural Analysis of Aerial Photography to Characterize Large Scale Land Cover Change/ Internet- Recherche 1999, <http://www.esri.com/library/userconf/proc97/TO650/PAP643.HTML>.
3. Wellens J., Archbold B., Millington A. (1998): Analysis of Forest Island Dynamics in the Estacion Biologica del Beni, Bolivia Between 1972 and 1989, Using Earth Observation data. International Conference on data Management and Modelling Using Remote Sensing and GIS for Tropical Forest Land Inventory, Jarkarta, Indonesia, October, 26-29, 1998.

Национальный центр по радиоэлектронике и связи РК

### ОРМАНДАРДЫҢ ТОПТАСТЫРУ ТӘСІЛДЕРІНЕ ТАЛДАУ ЖАСАУ ЖӘНЕ АҒАШТАРДЫ ТИІМДІ ПАЙДАЛАНУ КАРТАСЫН ЖАСАУ

Б.Бекмухамедов  
С.Нарынов

Бұл жұмыста ормандарды топтастыру тәсілдеріне талдау жасалынған, аэрофотографиясы тәсілін пайдаланып ағаштарды тиімді пайдалануға толық картасы жасалынған. Мұндай тәсілдердің негізінде, ағаштардың қорын, ормандардың экологиялық сипаттамасы туралы мағлұматтар алуға, оларды тиімді пайдалануға мүмкіншілік болады.