

3. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЗЗ

3.1. Основные понятия

В компьютерных технологиях дешифрирования материалов ДЗЗ используются следующие понятия:

Одномерные данные – изображение, состоящее из одного слоя растровых данных:

- изображение панхроматического снимка;
- изображение радиолокационного снимка;
- изображение одного спектрального диапазона (канала) спектрального снимка;
- изображение, полученное в результате растеризации векторных тематических данных;
- калиброванные изображения, у которых яркость соответствует абсолютным значениям каких-либо измеренных величин (ЦМР, NDVI, EVI, температура, магнитное, гравитационное поле и др.);
- производные изображения, полученные по результатам обработки перечисленных выше.

многомерные данные – набор растровых слоев одномерных данных на одну территорию в единой системе координат (например, набор изображений, сделанных в различных зонах спектра; набор слоев, содержащих различные геофизические параметры и др.), включая данные, полученные недистанционными методами, а также тематические карты, схемы и др.

3.2. Этапы компьютерной технологии дешифрирования

Любая компьютерная технология, используемая в дешифрировании обычно включает следующие этапы:

- формализованные преобразования одномерных данных;
- комплексный анализ многомерных данных с привлечением дополнительной информации;
- экспертная оценка полученных вариантов дешифрирования;
- повторение этапов формализованных преобразований и комплексного анализа до получения приемлемого результата;
- создание окончательного варианта дешифрирования и перевод изображений обнаруженных объектов в векторный формат ГИС;

3.3. Математические методы компьютерного дешифрирования

В технологии компьютерного дешифрирования используются различные математические методы, которые можно подразделить на 2 группы: 1) методы формализованных преобразований одномерных данных ; 2) методы комплексной обработки многомерных данных.

Для формализованных преобразований одномерных данных могут использоваться методы анализа пространственного распределения характеристик изображения:

- *фильтрация данных* – 1) для генерализации изображения и подавления шума (усредняющие, медианные и мажоритарные фильтры), 2) для построения производных изображений (конволюционные фильтры для вычисления пороговых градиентов, лапласианов и других математических функций, выделения границ), 3) специализированные методы для построения дешифровочных признаков и выделения линейных объектов ортогональное и полное вейвлет-преобразование (overcomplete wavelets, вейвлеты Габора, параметрическое преобразование Хафа, метод морфологического анализа рельефа, используемый при обработке ЦМР 4) для разделения признаков по пространственным масштабам и разделения на этой основе признаков различных геологических объектов (прямое и обратное вейвлет-преобразования с управлением «весом» коэффициентов при обратном преобразовании);
- *определение статистических характеристик в локальном окне* - для анализа текстурных дешифровочных признаков (Харалик);

- *параметрическое преобразование Хафа*, методы типа SUSAN, SNAKE - для поиска и выделения на изображении заданных форм;

- *применение локального классификатора «ярких форм»*, основанного на методах морфологического анализа рельефа, используемого при обработке ЦМР (с обработкой собственных яркостей изображения вместо высот).

Для комплексного анализа многомерных данных могут использоваться методы, анализирующие распределение признаков как «по вертикали» (анализ характеристик многомерных данных в одной точке), так и «по горизонтали» (анализ пространственного распределения характеристик многомерных данных). Для этого могут использоваться алгоритмы, реализующие факторный анализ, корреляционно-регрессионный анализ, тренд анализ. Для тематического дешифрирования наиболее перспективно использование нейросетевых технологий комплексного анализа. В первую очередь, такие технологии отличает адаптивность к незначительным изменениям условий съемки в пределах анализируемого изображения (например, неравномерное распределение дымки), а также возможность вовлечения в анализ большого массива разнородных данных (например, данных мультисезонной съемки), что дает более устойчивый результат при экстраполяции зафиксированного экспертного решения при дешифрировании. Нейросетевые технологии позволяют выполнить:

- точечную (попиксельную) классификацию многозональных изображений на основе спектральных и других точечных характеристик снимка;

- контекстуальную классификацию (с использованием ранее построенной попиксельной классификации);

- классификацию параметрических полей преобразования Хафа - для выявления характерных сочетаний прямых линий в окрестностях каждой точки снимка и построения классификации на их основе;

- классификацию роз-диаграмм (в каждой точке снимка строится оценка роз-диаграммы линеаментов, проходящих через данную точку, которая и используется как исходные данные для обучения нейронной сети и классификации изображения).

Для комплексного анализа многомерных данных возможно также применение традиционного статистического метода обработки – вычисление главных компонент.

3.4. Программные средства

В технологии компьютерного дешифрирования данных ДЗЗ используются специализированные программные средства (ПС). Наиболее распространенными зарубежными ПС обработки материалов ДЗЗ являются:

- ERDAS IMAGINE® (ERDAS Inc., USA);
- TNT mips (Micro Image Inc. USA);
- ER Mapper (Earth Resource Mapping Pty. Ltd. , Australia);
- ENVI (Research Systems Inc., USA);
- GRASS (U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories);
- INTERGRAPH (Intergraph Corporation).

Из отечественных разработок лучшей является технологическая линия ИТЦ «СканЭкс» (г.Москва) - ScanViewer, IMAGE Transformer, MODIS Processor, IRS Processor, ScanMagic, ScanEX NeRIS. Также получило распространение специализированное ПС для линеаментного анализа – LESSA (Автор Златопольский А.А., МГУ)