

## ДЗЗ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Тультемирова Гульназ Усенбековна  
КГТУ им. И. Раззакова,  
gulya-t@mail.ru

*В данной работе рассматривается исследование минеральных ресурсов Кыргызстана, используя спутниковые данные. В настоящее время благодаря современным аэросъемкам и зондированию Земли из космоса стало реальным комплексное познание земной поверхности и недр, прогнозирование природных ресурсов, изучение состояния и изменений окружающей среды. Методы дистанционного зондирования открыли широкие перспективы для географических, геолого-геофизических, гидрологических, почвенных и ландшафтных исследований, во многом преопределили пути развития тематической картографии. Приводится результат геологического исследования восточного Иссык-Куля.*

Дистанционное зондирование это наука о сборе, обработке и интерпретации изображений и соответствующих данных, полученные со спутников и самолетов, которые записывают взаимодействие между материей и электромагнитной энергией. Изображения дистанционного зондирования используются для исследования полезных ископаемых в двух направлениях: 1) создание геологической карты и карты разломов и трещин, которые локализуют рудные месторождения; 2) распознавание гидротермально измененных пород по их спектральным характеристикам.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) — наблюдение поверхности Земли авиационными и космическими средствами, оснащёнными различными видами съёмочной аппаратуры. Рабочий диапазон длин волн, принимаемых съёмочной аппаратурой, составляет от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны). Методы зондирования могут быть пассивные, то есть использовать естественное отраженное или вторичное тепловое излучение объектов на поверхности Земли, обусловленное солнечной активностью, и активные — использующие вынужденное излучение объектов, инициированное искусственным источником направленного действия. Данные ДЗЗ, полученные с космического аппарата (КА), характеризуются большой степенью зависимости от прозрачности атмосферы. Поэтому на КА используется многоканальное оборудование пассивного и активного типов, регистрирующие электромагнитное излучение в различных диапазонах.

Космическая диагностика исторически осуществляется в основном по спектральным признакам. Это обстоятельство связано с тем, что космические изображения имели малую разрешающую способность. Мультиспектральная съёмка местности позволила решить не только проблемы дешифровки снимков с малой разрешающей способностью, но и автоматизировать этот процесс, что исключительно важно при тех объемах информации, которые поступают по каналам связи с орбиты. Классификация по спектральным признакам приобрела в настоящее время индустриальный характер. Предлагаемые

технологии обработки данных входят в стандартные модули программных средств (геоинформационные системы). Особенностью этих средств является то, что они должны подстраиваться под характерные особенности природной среды исследуемого региона.

Известно, что для экологического мониторинга природной среды характерен широкий набор целевых классов, предъявляемых для распознавания в ходе интерпретации оптико-спектральной информации. Ограниченность же числа спектральных каналов при съёмке, связанная с техническими параметрами приемной аппаратуры, ставит задачу оптимизации размерности пространства признаков для выделения указанных классов.

Для ее корректного решения необходимы представительные выборки спектральных характеристик объектов. Далее следует стадия разработки алгоритмов обработки данных, структуризации информации, организация ее хранения и представления.

Гиперспектральное изображение является частью класса методов обычно называемых спектральными или спектральным анализом. Гиперспектральное изображение относится к мультиспектральным изображениям. Различие между гипер- и мульти-спектральными иногда основывается на произвольном "числе полос" или от типа измерения, в зависимости от того, что подходит для этой цели. Мультиспектральные изображения разделяются с несколькими изображениями в дискретные и несколько узкие полосы. Будучи "дискретным и несколько узким" и является тем, что отличает мультиспектральный в видимом от цветной фотографии. Многоспектральный датчик может иметь много групп, охватывающих спектр от видимого до длинноволновой инфракрасной области спектра. Мультиспектральные изображения не производят «спектр» объекта. Снимок Landsat является отличным примером мультиспектральных изображений.

Гиперспектральные изображения разделяет узкие спектральные полосы в непрерывном спектральном диапазоне, и производит спектры

всех пикселей в снимке. Так датчик только с 20 полосами может быть также гиперспектральным, когда она охватывает диапазон от 500 до 700 нм с 20 полосами каждый 10 нм в ширину. (В то время

как датчик с 20 дискретными полосами покрытия VIS, NIR, SWIR, MWIR и LWIR будет рассматриваться как мультиспектральный).

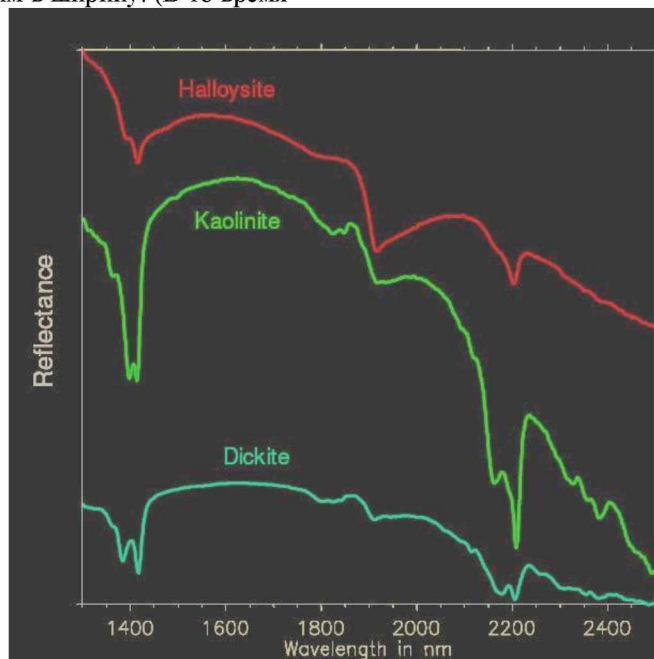


Рис. 1. Спектральные графики разных минералов (зависимость коэф. отражения (вертикальная ось) от длины волны (горизонтальная ось)).

Дистанционное зондирование в основном используется для разведки полезных ископаемых, особенно для отображения региональных очертаний, отображения локального разрушения модели, которые могут управлять отдельными рудными участками, обнаружения гидротермически измененных пород, связанные с рудными месторождениями, и предоставления основных геологических данных. Для исследования минеральных ресурсов восточной части Иссык-Куля были применены различные цифровые процедуры обработки изображения, такие как анализ ratioing, РС. Отношение ETM + спектра 3 (Band 3) к спектру 1 (Band 1) (3/1) приводит большую часть области в темно-серый или светло-серый, что соответствует зонам сильного гематитного (красный железняк) изменения. Спектральный диапазон от выветренных минералов железа имеет слабые отражения в синей области (Band1) и сильную отражательную способность в красной области (группы 3), так что отношение 3/1, который имеет высокие значения, может быть использован для оксида железа. Коэффициент 4/2 аналогичен 3/1, но светлые области появляются смещенно. Это можно объяснить наличием растительности или органических материалов.

Поглощение обусловлено тем, что каолинит, монтмориллонит и глинистые минералы приводят к низкому отражению в диапазоне 7 и высокому отражательному в диапазоне 5. Так, соотношение спектров 5/7 будет иметь яркие подписи для глинистых минералов. Неизменные породы в полосах 5 и 7 идентичны по яркости. Это яркость равна в одном случае соотношению изображения для черных минералов; лучшее соотношение спектра 5/4.

Для составления карт литологического и гидротермальных изменений в данном исследовании были использованы соотношения полос изображений. Они были получены путем деления цифрового номера (DN) в одной группе на соответствующий DN в другой группе для каждого пикселя, растягивая результирующее значение для построения новых значений в виде изображения. Этот метод используется, чтобы извлечь спектральную информацию из многоспектральных образов. Цветовая композиция соотношения спектров 3/1, 5/7, 3/5 (RGB) более выражает геологическую информацию и обеспечивает более высокую контрастность между блоками, чем обычные цветные изображения (рис. 2).

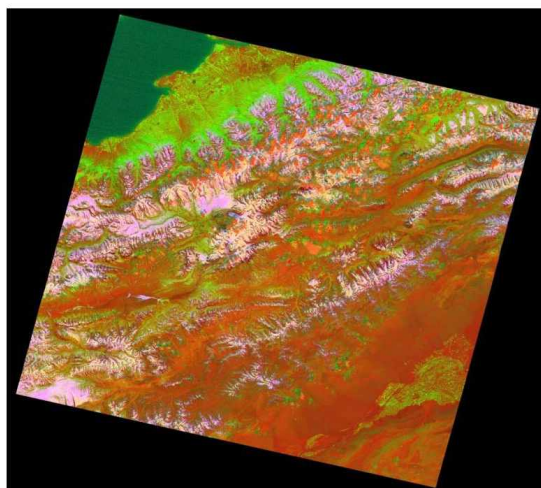


Рис 2. Цветовая композиция соотношений спектров 3/1, 5/7 и 3/5, полученных из Landsat ETM+, выражающая основные геологические формации.

Красный цвет на рисунке 2 представляет туф (легкая, сцементированная, пористая горная порода.), в то время как розовый цвет представляет Madhala базальт. Известняк появляется в зеленоватом цвете.

**Таблица возможных комбинаций соотношений спектров для проведения геологического анализа**

Соотношение	Описание
5/7	Усиливает породы, которые богаты Al-OH
3/1	Усиливает гидротермальные и красные оксиды железа
1/2, 2/1	Усиливает взвешенные отложения, и камни, которые богаты железными оксидами
3/1, 3/2	Усиливает растительности и водные объекты
4/1, 4/2	Усиливает растительности и водные объекты
3/4	Усиливает бесплодные земли и городские местности
7/5	Усиливает глиняные богатые породы
5/7	Усиливает железные-оксиды

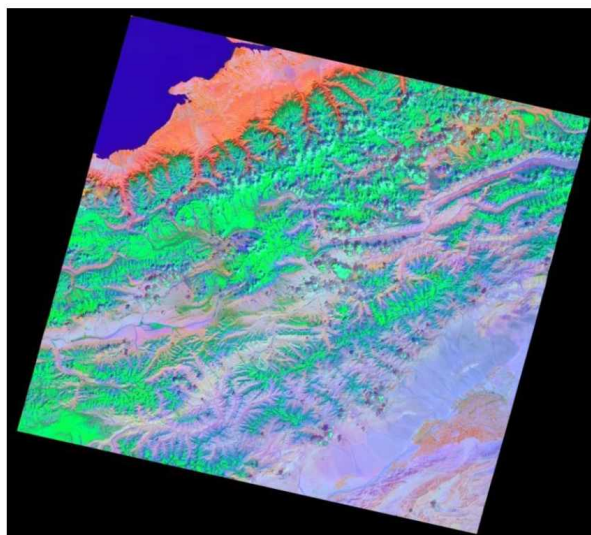


Рис 3. Соотношение спектров 5/3, 3/1 и 7/5 для получения общей литологической информации. После получения преобразованных снимков производится наложение его на электронную геологическую карту для дальнейшего анализа.

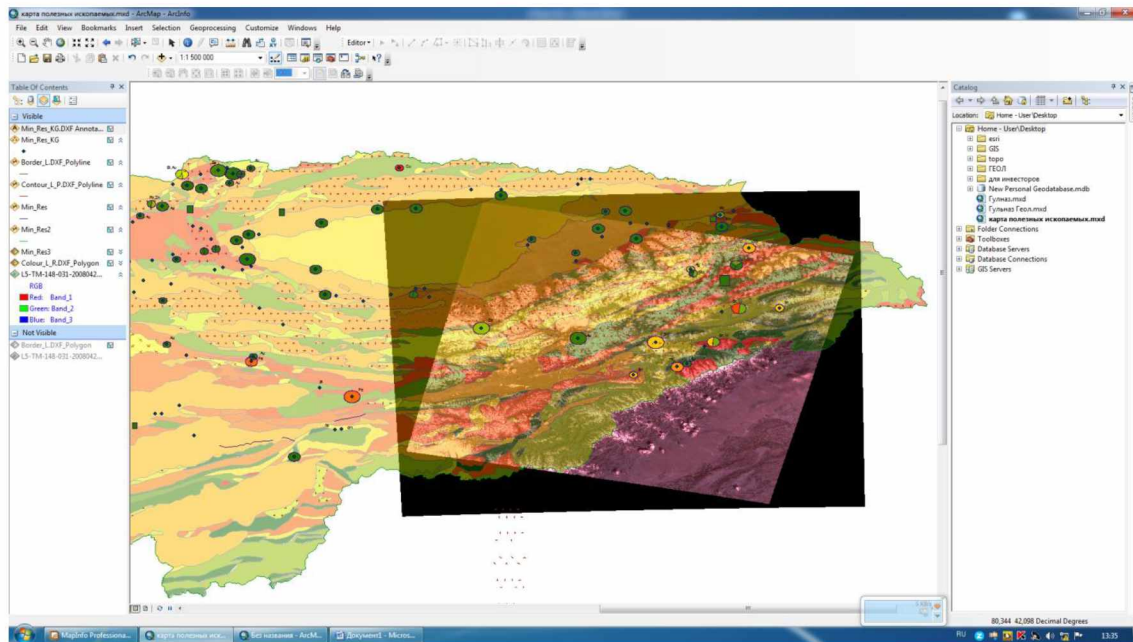


Рисунок 4. Наложение на геологическую карту спектрального снимка.

### Литература

1. Floyd F. Sabins, Remote sensing for mineral exploration, Ore Geology Reviews 14 1999 157–183.
2. Uwe Stilla, Ludwig Hognerl “Introduction to Remote Sensing and Image Processing”.
3. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. Основы и методы дистанционных исследований в геологии.- М: Мир, 1988. -343 стр.
4. Introduction to hyperspectral imaging.