

ДЕШИФРИРОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АЛГОРИТМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Анвархужа Аваз угли Орифов

Университет геологических наук (магистр)

Сарвар Кудрат угли Кудратов

Университет геологических наук (магистр)

АННОТАЦИЯ

В данной статье особое внимание уделяется дешифрирование космоснимков для создания алгоритма определения зон добычи полезных ископаемых. Рассмотрены особенности и методологические вопросы геологического декодирования и интерпретации аэрокосмической информации, методы предварительной и тематической обработки данных дистанционного зондирования.

Ключевые слова: Дешифрирование, Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), геоинформационные системы (ГИС), информационно-коммуникационных технологий, космоснимок.

ABSTRACT

In this article, special attention is paid to the description of satellite images to create an algorithm for determining mining zones. The features and methodological issues of geological decoding and interpretation of aerospace information, methods of preliminary and thematic processing of remote sensing data are considered.

Keywords: Decryption, Remote sensing of the Earth (Remote sensing), geoinformation systems (GIS), information and communication technologies, satellite image.

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в Узбекистане реализуется широкий комплекс мер по активному развитию современных информационно-коммуникационных технологий. Горнодобывающая промышленность все больше требует внимания к использованию цифровых технологий дистанционного зондирования и геоинформационных систем

(ГИС) для решения задач добычи и добычи полезных ископаемых, стратегически необходимых для экономики Республики.

Незаменима роль космических исследований и технологий в развитии сфер и отраслей социально-экономической жизни с точными данными, цифрами и научными исследованиями.

В Узбекистане идёт процесс воссоздания космической отрасли. В этой работе, по организации космической деятельности, Узбекистан опирается на международный опыт, и стремится установить конструктивные и взаимовыгодные отношения и практические связи со странами с развитой космической деятельностью. Принимая во внимание стратегически важный аспект, 30 августа 2019 года глава государства подписал Указ «О развитии космической деятельности в Республике Узбекистан».

В настоящее время при геологических исследованиях использование материалов аэрокосмических съёмок является обязательным. Они помогают изучать геологическое строение, приповерхностные и глубинные структуры земной коры, целенаправленно вести поиски месторождений полезных ископаемых, решать другие природоресурсные и природоохранные задачи. [1].

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ И МЕТОДОЛОГИЯ

Многие зарубежные учёные занимались научными исследованиями по дешифрированию космических снимков: Н. И. Корчуганова, А.К. Корсаков, А.А. Бакиров, Д.А., А. Роберт, Хабаров, Ю.В. Колковский, А.В. Криштопов, В.В. Груздов, М.В. Бордовская, А.Н. Дмитриевский, И.В. Данилова, В.А. Рыжкова, М.А. Корец и др.

В Узбекистане одними из первых, применивших материалы ДЗЗ, получаемых с космических аппаратов для изучения геолого-тектонического строения стали Борисов О.М., Глух А.К., Эргашев Ш.Э. и др.

Нурходжаев А. К., Тагаев И. С., Шамсиев Р. З. написали в «Методическом пособии по составлению космогеологической карты Республики Узбекистан на основе цифровых спутниковых снимков», что были составлены космогеологические карты Республики Узбекистан и рассмотрены принципы визуального и автоматизированного декодирования материалов космических исследований. Впервые была создана единая космогеологическая основа по всей территории Республики Узбекистан [5].

Дешифрирование визуальным способом является важнейшей составной частью геологических исследований с



использованием дистанционных методов, поскольку человеческий глаз и мозг способен зафиксировать и анализировать такие тонкие черты в окраске и рисунке отдельных аномалий участков, которые пока не доступны имеющимся техническим средствам дистанционного зондирования.

Дешифрирование - это процесс истолкования, трактования, распознавания, интерпретирования и обнаружения очевидного явления или объекта, отражённых на аэрокосмоснимке [2].

Методы дистанционного зондирования Земли позволяют с минимальными временными и материальными затратами получать актуальные данные о состоянии земной поверхности, что значительно ускоряет процессы обновления или создания карт различных масштабов и облегчает изучение территории.

Методы дистанционного зондирования различаются в зависимости от аппаратуры и носителей, используемых при съёмках Земли. Выделяют две основные группы дистанционных методов – фотографические и нефотграфические, или оптико-электронные.

В целях получения достоверных результатов по материалам дешифрирования космических снимков целесообразно изучить основные геологические комплексы района исследования.

Различают прямой, контрастно-аналоговый и ландшафтно-индикационный методы, возможности которых зависят от геологического строения районов.

Прямой метод дешифрирования применяют только в геологически открытых районах, где коренные горные породы выведены на поверхность. Этот метод дешифрирования позволяет устанавливать поля развития горных пород различного состава и генезиса, границы стратиграфических подразделений осадочных и вулканогенных пород, характер их залегания, тектонические нарушения.

Контрастно-аналоговый метод дешифрирования используют как в геологически открытых, так и в геологически закрытых районах при работе с аэрофотоматериалами и космическими снимками всех уровней генерализации [1,6].

Данные дистанционного зондирования Земли совместно с традиционной картографической информацией составляют информационную основу ГИС-технологий. Создание дистанционных основ на базе ГИС-технологий - это наиболее эффективный

способ хранения, представления и передачи информации. ГИС-технологии - не инструмент выдачи решений, а средство, способствующее ускорению и повышению процедуры принятия решений.

В настоящее время крупномасштабные космогеологические исследования ведутся на основе космических снимков Landsat 7, Aster (TERRA), Quick Bird и радарных космоснимков SRTM на базе программных средств - ERDAS Imagine и ENVI.

Изучение территории Узбекистана, имеющего сложный рельеф, требует привлечения значительного числа спутниковых снимков в различных спектральных диапазонах. При этом для решения очень задач мониторинга природных ресурсов оптимальным является сочетание спутниковых снимков в средних и крупных масштабах. Поэтому одним из важных источников данных дистанционного зондирования Земли могут быть космоснимки с разрешением 30 м со спутников серии Landsat, которые имеются в открытом доступе. Важнейшей стадией формирования данных дистанционного зондирования является предварительная обработка: геометрическая коррекция, приведение снимков к принятой системе координат, их взаимное пространственное согласование и создание базового слоя данных дистанционного зондирования. Выбор спутникового изображения для использования в качестве базового зависит от назначения ГИС и природных особенностей территории. В случае равнинного рельефа предпочтительнее многозональные космические снимки с высоким пространственным разрешением. Для горных территорий целесообразнее использовать спутниковое изображение в ортогональной проекции, совмещенное с цифровой моделью рельефа. Снимки сенсора Landsat 7 являются оптимальными для создания серии тематических карт и информационной базой ГИС-проектов для различных объектов: населенных пунктов, сельхозугодий, транспортной сети, водных объектов, ирригационных систем и др. [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Материалами дешифрирования являются космоснимки ASTER (спутник Terra). Количество спектральных каналов 14 единиц. Существуют различные методы дешифрирования, среди них - методы соотношения и комбинации каналов. Количество комбинации каналов по космоснимку ASTER намного меньше, чем у космоснимка Landsat TM. По методу соотношения (деления, вычитания, сложения)



спектральных каналов ASTER превосходит другие снимки, особенно по части выявления минералов.

Применение космоснимка ASTER позволяет выявлять больше минералов благодаря возможности применения комбинации каналов, высокой эффективности при интеграции методов MNF PCI и др. Также предлагаемый метод намного приблизил данные сигнатур с сигнатурами, полученными с космоснимка, и при их сравнении наблюдается большая идентичность. Другое отличительное свойство - данный метод может интегрировать с другими методами.

Отметим, что применение КС ASTER позволяет выявлять больше минералов из-за возможности применения комбинации каналов, высокой эффективности при интеграции методов MNF, PCA и др. Предлагаемый метод намного приблизил данные сигнатур с сигнатурами, полученными с КС и при сравнении их наблюдается большая идентичность. Другим отличительным свойством является возможность расширения другими методами при интеграции.

Алгоритм дешифрирования космоснимка ASTER позволил использовать несколько видов алгоритмов и определять различные типы объектов и их сигнатуры. Анализ и сравнительная оценка космоснимков по выявлению минералов отражена в *табл. 1*.

Для выявления рудных полей дешифрирование КС ASTER дополняет и уточняет результаты с применением алгоритма выявления по минералогическим индексам. Как было выше изложено, материалами дешифрирования являются КС ASTER (спутник Terra). Количество спектральных каналов 14 единиц. До настоящего времени существуют различные методы дешифрирования - соотношения и комбинации каналов, количество комбинации каналов по КС ASTER намного меньше, чем у КС Landsat TM. По методу соотношения (деления, вычитания, сложения и др.) спектральных каналов ASTER превосходит другие снимки, особенно по части выявления минералов. В настоящее время существуют до сотни методов, определяющих минералы по КС.

Многие методы направлены на выявление одного вида минералов. Существуют несколько видов соотношения каналов на один и тот же минерал. Рассмотрим один из методов деления: Силикат « 11 b (спектр.канал) / 10 b (спектр.канал) = silica». Алгоритм

выполняется в программном обеспечении ErdasImagine. Здесь пиксель одного канала делится на пиксель другого канала.

табл. 1

Виды минералов	Формула	Ссылки
Ferric iron, Fe ³⁺ *	2/1	Rowan
Ferrous iron, Fe ²⁺ *	5/3 + 1/2	Rowan
Laterite	4/5	Bierwith
Gossan	4/2	Volesky
Ferrous Silicates (biot, chi, amph)	5/4	CSIRO
Carbonate / Chlorite / Epidote	(7+9)/8	Rowan
Epiote / chlorite / Amphibole	(6+9)/(7+8)	CSIRO
Amphibole / MgOH	(6+9)/8	Hewson
Amphibole	6/8	Bierwith
Dolomite	(6+8)/7	Rowan, USGS
Carbonate	13/14	Biefwith, Nimoyima,
Sericite / Muscovite / Illite / Smectite	(5+7)/6	Rowan (USGS) Hewson (CSIRO)
Alunite / Kaolinite /Pyrophyllite	(4+6)/5	Hewson (CSIRO)
Phengitic	5/6	Rowan (USGS)
Muscovite	7/6	Hewson
Kaolinite	7/5	
Clay	(5x7)/(6x6)	Bierwith
Alteration	4/5	Volesky
Host rock	5/6	Rowan
Quartz Rich Rocks	14/12	
Silica	(11*11)/10/12	Bierwith
Basic Degree Index (gnt, cpx, epi, chi)	12/13	Bierwith, CSIRO
SiO ₂	13/12	Palomera
SiO ₂	12/13	Nimoyima
Kaolinite index (KLI)	[4/5] [8/6]	Other
Alunite Index	[7/5] [7/8]	
Calcite index	[6/8] [9/8]	
Quarts index	(11*11)/(10*12)	
Serpentine and talc carbonate	5\7 and 4\7	
Granitoid rocks	2/4	Copper mineralization
Gabbro-diorite	4/5	
Copper mineralization	7/6	

Каждый алгоритм можно отнести к тематическим снимкам, т. е. на определённый вид минерала. Если данные алгоритмы назовём тематическими, то группу алгоритмов — комплексной. Каждый алгоритм решает часть общей задачи, без выполнения одного вида задач понижается качество оценки при потере одного из факторов анализа результатов.

Преимуществом данного алгоритма является выявление минералов в более сконцентрированном виде, т. е. здесь КС проходит обработку с удалением различных шумов. Важно отметить, что разрешимость спектральных каналов ASTER от 15 до 60 м, от 1-3 (VNIR) каналы — 15 м, 4-9 (SWIR) - 30 м, 10- 14 (TIR) — 90 м. Комплексный функциональный алгоритм разделится на 3 группы по спектральной



разрешимости, после проведения операции результаты 3-х групп будут объединены.

ОБСУЖДЕНИЕ

Разработанный комплексный алгоритм дешифрирования КС ASTER и Landsat позволил использовать несколько видов алгоритмов и определить различные типы объектов и их сигнатуры. При просмотре комплексного алгоритма и получения итогового результата все зависит от опыта и знаний специалиста геолога. Анализ и оценка производятся также с помощью картографических данных и полевых заверочных работ.

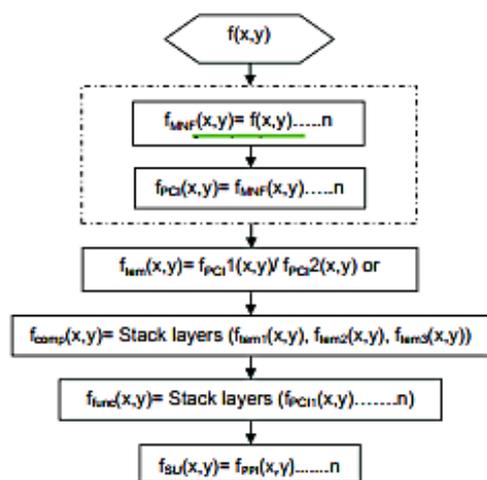


Рис.1. Блок-схема комплексного функционального алгоритма.

Предварительная обработка по вышеназванным методам дала существенные результаты: их можно применять к другим методам соотношения спектральных каналов. Выявленные карбонаты и кварциты не концентрированы ячейками (пикселями) - минимальными и максимальными значениями по всему снимку. Результаты сравнительного анализа показали полную идентичность двух сигнатур, полученных с разных регионов Земли, что позволяет применять другие сигнатуры для поиска других минералов [3,4,5].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время дистанционное зондирование Земли стремительно развивается, предоставляя исследователям изображения с высоким разрешением во многих спектральных диапазонах. Компьютерные технологии обработки дистанционного зондирования также неуклонно развиваются в местных геологических исследованиях. Все это открывает новые возможности для изучения геологического строения и поиска новых месторождений полезных ископаемых Республики Узбекистан.

В настоящее время геология является одним из приоритетных направлений промышленности, и для устойчивого экономического развития страны важно

наращивать минерально-сырьевую базу Республики. Поэтому подготовка высококвалифицированных кадров в области геологии и цифровых технологий является одним из важнейших направлений.

REFERENCES

1. Губин Б.Я. Дистанционные методы в геологии: Учеб. пособие для студентов. - Минск, БГУ, 2003.
2. О.Т. Зокиров, Проблема дешифрирования космоснимков, Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. 19 августа 2016 г. -Т.: ГП «НИИМР», 2016
3. Шамсиев Д.З. Алгоритмы выявления минералов по спектральным характеристикам космоснимка Aster, Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли Республики Узбекистан // Мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. 19 августа 2016 г. -Т.: ГП «НИИМР», 2016
4. Токарева О.С., Обработка интерпретация данных дистанционного зондирования земли, учебное пособие, -Томск: Томский политехнический университета, 2010
5. Нурходжаев А.К., Тогаев И.С., Шамсиев Р.З, Методическое руководство по составлению космогеологической карты Республики Узбекистан на основе цифровых космоснимков © SE “RS and GIS-technologies”, 2017 © SE “IMR”, 2017
6. Корчуганова Н. И., Корсаков А. К., Дистанционные методы геологического картирования: учебник, - М.: КДУ, 2009

