

Determining the correspondence of existing deposits in the region to the boundaries and intersection zones of cosmostructural objects, as well as the scientific substantiation of this data, is a pressing problem of today.

KEYWORDS

Cosmogeology, Northern Nuratau, ring structures, lineaments, fluid, gold deposits, mineral, exploration, forecasting, space imagery, cosmostructure,

REFERENCE

1. Ergashev Sh.E., Asadov A.R. Methodological manual on the use of remote sensing (MDS).-T.: GP NIIMR, 2001.-190p.
2. Ergashev Sh.E., Zokirov O.T. Cosmostructural Features of the Structure of the Karatyubinsk-Chakilkalyan Mountains // Journal. Geology and Mineral Resources. Tashkent, 2010.-No5. Pp. 12-15.
3. Gubin V.N., Kovalev A.A. Space Geology of Belarus: -Minsk: Lazurak, 2008. -120s.
4. Dolimov T.N., Troitskiy V.I. Evolutionary Geology Geology (History of Earth's Development) T.: "O'qituvchi" NMIU, 2006, p.386.
5. Zokirov O.T. Cosmostructural objects of Central Asia and their significance in the localization of mineral deposits - Tashkent, 2019.
6. Zokirov O.T. Cosmostructural model of the Ziyaetdin Mountains and its significance in studying the patterns of gold ore deposition (based on digital space exploration data): Dis.cond.geol.-min.sci.-Tashkent:2012. 118p.
7. Ergashev Sh.E., Asadov A.R. Methodological Guide for the Use of Aerospace Images, 2001. - 202 p.
8. Borisov O.M., Glux A.K. Ring structures and lineaments of Central Asia. Tashkent, "Fan" Publishing House, 1982, 122p.
9. Kas Ya.G., Tevelev A.V., Poletaev A.I. Fundamentals of Space Geology. Moscow: Nedr, 1988.
10. S.A. Borisova, A.N. Makarov. Report on the results of geophysical works for 2007-2010. Ongoing specialized exploration work at a scale of 1:10000 on the western submersion of the Northern Nuratau Range.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Zafar Rakhimov	– Director of the Center for Uranium Geology, State Enterprise “Navoiyuran”, Inspektorlar 7, 210100, Navoiy city, Navoiy province, Republic of Uzbekistan. https://orcid.org/0009-0002-3619-6140 e-mail: rakhimov.z@yandex.ru
Mekhroj Zhuraev	– associate professor of the department of geology, exploration and prospecting of mineral deposits, Doctor of philosophy on Geological and Minerological Sciences (PhD). Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, 100095, Tashkent City, Almazar district University Street-2. https://orcid.org/0009-0004-2630-259X e-mail: jorayev.mexroj@tdtu.uz .
Bayramali Muhammadiev	– Junior researcher of the Mineralogy Laboratory of the State Institution “Institute of Geology and Geophysics named after H.M. Abdullaev” 49 Olimlar Street, Mirzo-Ulugbek district, Tashkent, 100041, Republic of Uzbekistan. https://orcid.org/0000-0002-4467-212X e-mail: bmuxammadiyev55@gmail.com
Shokhruh Turaev	– assistant of the department of geology, exploration and prospecting of mineral deposits,, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, 100095, Tashkent City, Almazar district University Street, Republic of Uzbekistan-2. https://ORCID.0009-0003-8619-225X e-mail: torayevshokhruhbek89@gmail.com .
Ithom Salimov	– master of the department of geology, exploration and prospecting of mineral deposits, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, 100095, Tashkent City, Almazar district University Street, Republic of Uzbekistan-2. https://orcid.org/0009-0003-4966-7340 e-mail: e-mail: salimovilhomm2078@gmail.com

ЗНАЧЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО ФОТОТОНОМЕТРА В ПРИМЕНЕНИИ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕОЛОГИИ

Б.Г. Азимов, А.Р. Алмордонов, Ю.Ж. Жавлиев

Ташкентский государственный технический университет

Doi: 10.5281/zenodo.20280207

АННОТАЦИЯ

В статье представлены результаты космического спектрометрического анализа мелкомасштабных многоспектральных космических изображений с использованием

унифицированного фототометра, позволяющий дать научное объяснение независимости и стабильности фототонов. Описаны также ожидаемые результаты космического спектрометрического анализа каналов спутниковых изображений ASTER на базе универсального фототометра с компьютерными возможностями.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Спектр, спектральный анализ, полевые и аэроспектрометры, космический спектрометр, создание, унифицированный, универсальный фототометр, комплекс спектрометрических исследований.

ВВЕДЕНИЕ

Термины «спектр» и «спектральный анализ» были введены в научный оборот физиками.

Из курса физики всем известно, что явление дисперсии используется в науке и технике для определения состава вещества, получившего название спектрального анализа. Этот метод основан на изучении света, излучаемого или поглощаемого веществом.

Однако весьма успешное применение «Спектрального анализа» в практической химии привело к тому, что сегодня большинство ученых-исследователей, и в первую очередь геологов, воспринимают этот метод как чисто химический.

В 1972 году комплект крупномасштабных многоспектральных космических изображений, переданный со спутника Landsat по сути был результатом первой в мире космической спектрометрии.

Московские специалисты В.М.Панин и С.Ф.Скобелев проанализировали относительной геологической информативности этого комплекта и пришли к следующему выводу: изменение фототонов в каналах зависит от атмосферы.

А фототоны на мелкомасштабных многоспектральных космических изображениях, переданные в 1978 года со спутника «Метеор Природа-28» были, по сути, результатами космической спектрометрии, выполненной в Советском Союзе.

Для космического спектрометрического анализа, основанного на ценной информации, содержащейся в этих материалах, сначала было необходимо качественно и количественно оценить фототоны.

Мы создали унифицированный фототометр – 10-балльную шкалу, позволяющую качественно и количественно оценивать фототоны на основе визуально воспринимаемых эталонных единиц.

Сегодня унифицированный фототометр (УнфФ), эталонные единицы которого были приняты визуально, был заменен точными цифровыми стандартными единицами, автоматизированными, и мы стали называть фототометр универсальным (УнвФ).

Целью данной статьи является определение теоретических, практических и поисковых возможностей универсального фототометра при использовании спектрометрических исследований в геологии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В 1976 году сотрудники Академии наук СССР С.Ф.Скобелев и В.М.Панин первыми проанализировали относительную геологическую информативность комплекта многоспектральных сканерных космических снимков, полученных с американского спутника Landsat.

Изменение свойства фототонов в коротких каналах комплекта, т.е. главных дешифровочных признаков, которые являются истинным отражением космической спектрометрии, они объяснили атмосферой [7].

Такая грубая методическая ошибка представителей авторитетных учреждений привела к нулевой значимости фототонов в космических спектрометрических исследованиях не только на территории бывшего Союза, но и в зарубежных странах.

Сначала в зарубежных странах [14-16], затем в России [6] и Узбекистане [8-10] при космических спектрометрических исследованиях соотношение каналов стало решающим методом. В настоящее время в геологии для различных данных дистанционного зондирования разработано более 40 методов, называемых геологическими индексами (минеральными индексами) [9].

В наших исследованиях для отождествления геологических и других природных объектов использован количественный метод, заключающийся в следующем. На основе фотометрических карт, построенных с помощью унифицированного фототометра количественно оценивается оптическая характеристика каждого конкретного объекта, оконтуриваемого на космоматериалах в отдельных спектральных диапазонах. Расположив на графике по вертикали эти оптические величины, а по горизонтали - длин волн спектра, мы построили кривые, характеризующие исследуемые объекты, или, как они названы нами в работе, ландшафтно-фотометрические комплексы [1-5].

Ниже обсуждаются важные задачи и результаты, решенные на основе космического спектрального анализа с использованием УнфФ:

1. Суть первой проблемы – научное объяснение независимости и стабильности фототонов на основе комплекта многоспектральных космических изображений.. Значение этого результата заключается в том, что исследователи дистанционного зондирования считали эту проблему недоказуемой [2].

2. Результатом второй задачи является то, что фотоаномалии, обнаруженные на крупных и средних месторождениях нефти и газа в

Ферганской долине, позволили создать классификатор, непосредственно помогающий идентифицировать скопления углеводородов, и это побудило к разработке первого классификатора, непосредственно помогающего идентифицировать рудные месторождения [1].

3. В третьем вопросе обсуждаются ожидаемые результаты космического спектрометрического анализа каналов спутниковых изображений ASTER на базе усовершенствованного компьютера универсального фототонетра [3-5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

1. Значение УнфФ в решении сложных теоретических задач при применении спектрометрических исследований в геологии. В 1980-1983 годах один из авторов был аспирантом Института геологии АН СССР и неоднократно обсуждал значение фототонов в науке изучения Земли из космоса.

Услышав, что одна из целей диссертации – доказать независимость и устойчивость фототонов в космических изображениях, С.Ф.Скобелов отметил следующее.

Четыре основных природных фактора напрямую влияют на формирование фототонов на космических снимках. Сегодняшние научные достижения позволяют практически определить спектральные свойства трёх факторов (1-Солнце, 2-атмосфера, 3-земной ландшафт).

Однако практические средства изучения спектральных свойств четвертого фактора – подземных геофизических и геохимических аномалий – в науке не существуют и вряд ли появятся в ближайшее столетие.

Чтобы подчеркнуть, что эта идея является аксиомой, не требующей доказательств, он саркастически добавил: "В Америке есть великий писатель-фантаст - Айзек Азимов, а в СССР - "великий учёный-фантаст" - Батыр Азимов".

Для решения этой проблемы анализировались более сорока комплектов многозональных мелкомастабных (1:7500000-8000000) космических изображений, полученных за 1974-1983 гг, с автоматов-спутников "Метеор-Природа" №16,25,28,29,30,31 32 в спектральных диапазонах (0,5-0,6, 0,6-0,7, 0,7-0,8 и 0,8-1,1 мкм).

По результатам статистического анализа были сделаны следующие два важных вывода [2]:

Во-первых, поскольку электромагнитные волны, регистрируемые в коротких диапазонах любого многоспектрального комплекта, реализуются синхронно, то воздействие всех природных факторов на фототоны одинаково, т.е. постоянный.

Во-вторых, на комплектах многозональных космических изображений, выполненных в разные годы, разные сезоны года и разное время суток количественное значение фототонов различно, но конфигурация кривых, характеризующих каждый

геологический образ или природный объект, неизменна и стабильна.

Таким образом, посредством статистического анализа мы научно установили независимость и стабильность фототонов на космических снимках, что ученые считали недоказуемым вопросом.

2. Значение УнфФ в решении прямых поисковых задач с использованием спектрометрических исследований в геологии.

Наши исследования показали, что спектры отражения в видимом и инфракрасном диапазонах могут характеризовать физические свойства и химический состав горных пород и природных объектов (рис. 1).

Кривая 3-3, разделенная на графике на кривые 3-3а и 3-3б, имеет особое значение при решении задач прямой разведки с использованием спектрометрических исследований в геологии.

Кривая 3-3а на графике показывает спектральные характеристики плиоценовых желтовато-серых конгломератов, гравелитов, песчаников и красно-коричневых суглинков, аппроксимированные с помощью унифицированного фототонетра по крупномасштабным многозональным сканерным космическим снимкам "Ландсат".

Учитывая, что кривые 3-3б установлены в основном на поверхности крупных и средних месторождений нефти и газа в Фергане (Южный Аламышик, Ходжаабат, Палвантош и др.), их появление в космических материалах можно объяснить только следующими двумя факторами:

1. Способность УВ мигрировать из газонефтяной залежи через перекрывающую толщу пород, изменяя при этом их физико-химические характеристики и формируя зоны аномальных содержаний микроэлементов

2. Способность УВ мигрирующих из газонефтяной залежи создавать на поверхности аномальных температур.

Таким образом, кривая 3-3а на графике является спектральным образом плиоценовых отложений, а кривые 3-3б фотоаномалиям, прямым классификатором скоплений нефти и газа.

Таким образом, кривая 3-3а на графике представляет собой спектральный образ плиоценовых отложений, а кривые 3-3б - фотоаномалии, прямой классификатор нефтегазоскопления.

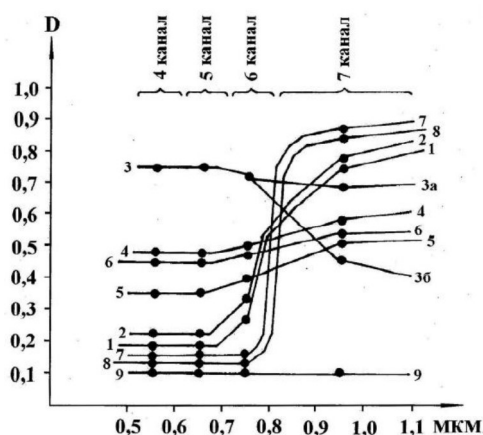
Итак, мы рассмотрели спектральный классификатор, который важен для прогнозирования скоплений углеводородов.

Полученные результаты послужили толчком к разработке первого классификатора, позволяющего непосредственно идентифицировать месторождения руд.

Основой инновационной идеи является разработанный нами спектральный классификатор прямого поиска неглубоких погруженных золотоносных кварцевых жил в Западном Узбекистане (рис. 2).

Решение этой новаторской идеи планировалось следующим образом. На территории Западного Узбекистана выделены экспериментальные участки с неглубокими золотоносными кварцевыми жилами, на основе полевого

спектрометра подтверждены спектральные изображения палеозойских отложений (в частности, слоев тасказганской свиты) и конфигурация резких изменений спектрального классификатора кварцевых жил.



Кривые на графиках характеризует: 1-голоценовые рыхлые образования-галечники, брекчии, пески; 2-верхнеплейстоценовые серые галечники, брекчии, желтовато-серые суглинки; 3-плиоценовые желтовато-серые конгломераты, гравелиты, песчаники и красновато-коричневые суглинки; 4-палеогеновые пестроцветные глины, мергели, известняки; 5-меловые комковатые пятнисто-пестроокрашенные глины, розовато-серые песчаники; 6-юрские красновато-коричневые, лиловые, зеленовато-бурые глины и темно-серые пласты углей; 7-9 - антропогенные объекты: 7-сады; 8-хлопковые поля и 9-водная поверхность водохранилищ (Кувасайское и Найманское).

Рис. 1. График изменения плотности фототонов мезокайнозойских отложений в зависимости от спектрального диапазона крупномасштабных мезозональных сканерных космических снимков "Ландсат".

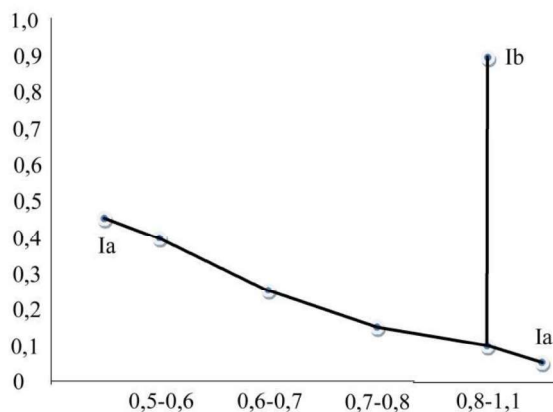


Рис. 2. Спектральный классификатор прямого поиска неглубоко погруженных золотоносных кварцевых жил в Западном Узбекистане: Ia – Ia – спектральный образ Тасказганской свиты; Ia-Ib спектральный классификатор кварцевых жил, контролирующий золотое оруденение.

К сожалению, отсутствие полевых спектрометров и комплектов крупномасштабных многоспектральных космических снимков не позволило нам изучить спектральный классификатор кварцевых жил, контролирующих золотоносную минерализацию в конкретных полевых условиях Западного Узбекистана.

3.Значение УнвФ при решении задач бурения с использованием спектрометрических исследований в геологии.

Сегодня при построении унифицированного фототонометра визуально принятые эталонные единицы были заменены точными цифровыми стандартными единицами с помощью компьютера, и фототонометр мы стали называть универсальным.

Космический спектрометрический анализ крупномасштабных комплектов мульти- и гиперспектральных изображений со всех спутников теперь возможен с помощью

универсального фототонметра. Также появилась возможность протестировать выявленные классификаторы прямого поиска в реальных полевых условиях и установить координаты поисковых скважин с точностью до 1 пикселя.

В 2022 году в Узбекистане вышла важная статья о применении спектрометрических исследований в геологии. В статье А.Р.Асадова и его соавторов представлены результаты спектрометрических исследований, позволивших

создать базу данных электронной спектральной библиотеки горных пород и минералов на территории центральной части гор Букантау (Центральные Кызылкумы) [8].

На основе базы данных электронной спектральной библиотеки горных пород и минералов эти авторы создали карту минеральных изменений Букантовых гор (рис. 3).

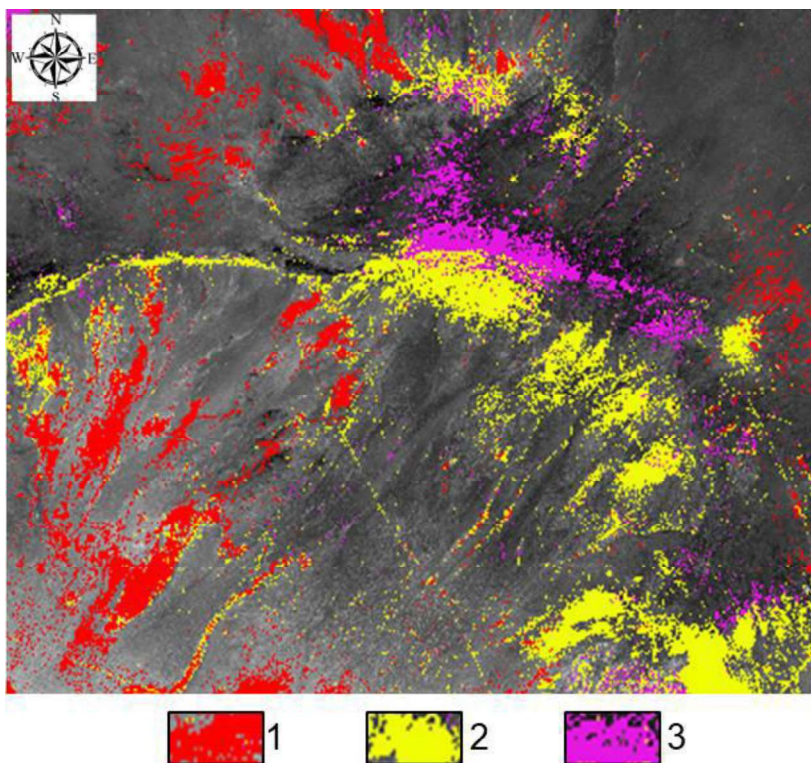


Рис. 3. Карта минеральных изменений (по данным [8])

1-оксид железа; 2-зоны каолинизации; 3-железосодержащие породы.

Хотя эти результаты являются прорывом мирового уровня в развитии спектральных методов прогнозирования и поиска месторождений, они не позволяют проводить прямой космический спектрометрический анализ.

Для выяснения причины этого рассмотрим источники, использованные авторами при создании базы данных электронной спектральной библиотеки, используемые спектрометры, форму представления данных в них, а также проблемы, возникающие при непосредственном анализе этих данных методом космического спектрометрического анализа.

1.Библиотека цифровых спектральных данных USGS. Библиотека создана в лаборатории спектроскопии USGS (текущая версия splib07a - март 2018 г.). Она содержит данные о спектральной отражательной способности минералов, горных пород и почв в диапазоне от 0,2

до 150 микрометров. Всего более 1300 спектральных кривых [17].

Использованный спектрометры. Для измерения спектров в библиотеке использовались четыре различных типа спектрометров: (1) Beckman™ 5270, охватывающий спектральный диапазон от 0,2 до 3 мкм, (2) стандартные, высокого разрешения (hi-res) и высокого разрешения следующего поколения (hi-resNG) модели полевых портативных спектрометров ASD, охватывающие диапазон от 0,35 до 2,5 мкм, (3) интерферометрические спектрометры с преобразованием Фурье в инфракрасной области спектра (FTIR) Nicolet™, охватывающие диапазон примерно от 1,12 до 216 мкм, и (4) бортовой спектрометр видимого/инфракрасного изображения NASA AVIRIS, охватывающий диапазон от 0,37 до 2,5 мкм (примеры спектров отражения из библиотеки показаны на рис 4).

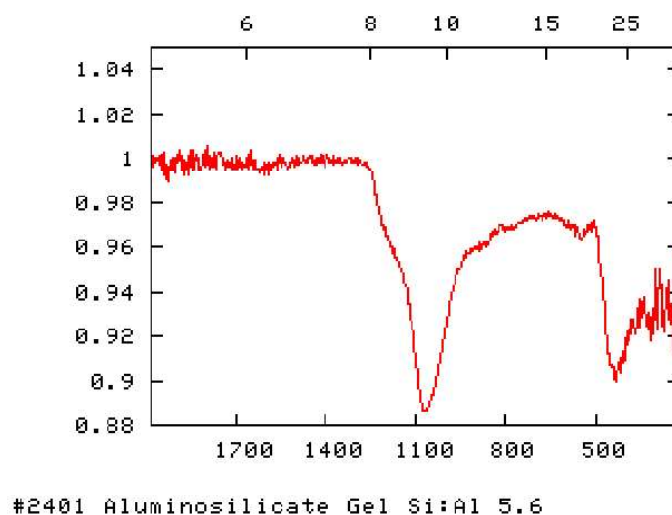


Рис. 4. Алюмосиликатный гель Si:Al 5.6

Проблема: Для измерения спектров в библиотеке использовались четыре различных типа спектрометров. Эти четыре типа спектрометров необходимы для подтверждения надежности кривых при прямом космическом спектрометрическом анализе в конкретных полевых условиях в Узбекистане.

2. Спектральная библиотека JPL (Jet Propulsion Lab). Библиотека включает спектральные кривые отражения для 160 минералов в диапазоне от 0,4 до 2,5 микрометров. Основная цель библиотеки – показать влияние размера зерна на спектральную отражательную способность минералов [12,13].

Использованный спектрометры. Измерения полусферической отражательной способности в видимой и коротковолновой области электромагнитного спектра (от 0,4 до 2,5 мкм) проводились с использованием спектрофотометра Beckman UV5240 (примеры спектров отражения из библиотеки горных пород JPL показаны на рис 5).

Проблема: Для измерения спектров в библиотеке проводились с использованием спектрофотометра Beckman UV5240. Этот спектрофотометр Beckman UV5240 необходим для подтверждения надежности кривых при прямом космическом спектрометрическом анализе в конкретных полевых условиях в Узбекистане.

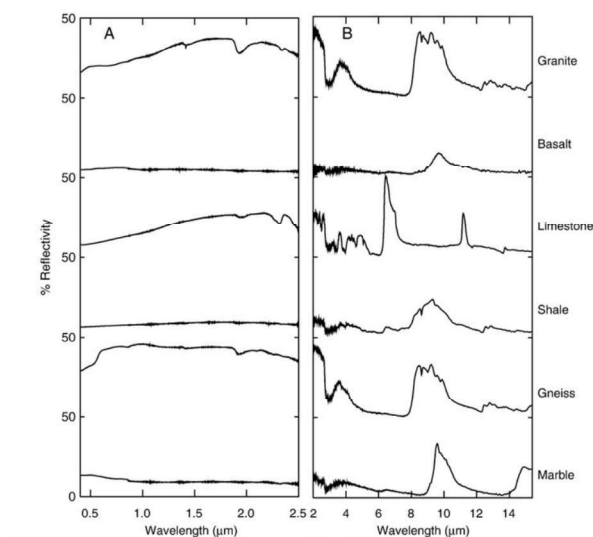


Рис 5. Примеры спектров отражения из библиотеки горных пород JPL для магматических, осадочных и метаморфических пород, показывающие изменение спектральных форм в видимом и коротковолновом инфракрасном (0,4–2,5 мкм) (A) и инфракрасном (2,0–15,4 мкм) диапазонах длин волн (Bs). Спектры смещены для наглядности.

3. Спектральная библиотека ASTER. Спектральная библиотека ASTER (текущая версия 2.0 - декабрь 2008 г.) создана для поддержки

использования изображений Terra/ASTER и содержит данные из спектральных библиотек, перечисленных выше. Всего она содержит более 2400 спектральных кривых природных и

искусственных материалов в диапазоне от 0,4 до 15,4 мкм [11]

Гиперспектральные данные, полученные с помощью космических снимков ASTER, полученные 14 различными диапазонами электромагнитного спектра и разрешения. 4 диапазона с помощью видимого и ближнего инфракрасного (VNIR) с разрешением 15 м., 6 диапазонов с помощью коротковолнового инфракрасного (SWIR) с разрешением 30 м. и 5 каналов с помощью теплового инфракрасного (TIR) с разрешением 90 м. Ширина полосы захвата для всех сенсоров 60 км.

Ценность этой пространственной спектральной информации заключается в том, что при наведении курсора на любой пиксель в каждом канале, во-первых, координаты x и y этого пикселя появляются под экраном, а во-вторых, 14-канальные единицы спектрального разрешения этого пикселя появляются полностью над пикселем.

Как видно, мульти- и гиперспектральные минералогические данные изображены графический, а гиперспектральные данные, полученные с помощью космических снимков ASTER в виде карт фототонов.

Универсальный фототонometr способен преобразовать любые данные космической спектрометрии в 10-балльные космические фотометрические карты, а такие карты являются наиболее оптимальным вариантом для космического спектрометрического анализа.

Но для эффективного их использования необходимо учитывать особенности дешифровочных признаков палеозойских отложений Узбекистана в видимом и инфракрасном диапазонах спектра в конкретных полевых условиях.

Определение координат дорогостоящей разведочной скважины осуществляется путем решения следующих трех задач на точках спектрометрических наблюдений.

1. Независимость и устойчивость критериев спектрального прогноза полей минерализации, разработанных на основе лабораторного и космического спектрометрического анализа в конкретных полевых условиях Узбекистана, проверяются и определяются с помощью полевых гиперспектральных приборов.

2. На точках спектрометрических наблюдений также решаются:

Во-первых, закономерность изменения и генерализации особенностей самостоятельности и устойчивости критериев спектрального прогноза полей минерализации в зависимости от масштаба и во-вторых, те же идентичные закономерности будут определены в зависимости от спектрального диапазона.

Эти две важные проблемы исследуются и решаются с помощью гиперспектральных приборов, установленных на дронах. Для поиска полного ответа на этот вопрос оптимальными являются гиперспектральные данные, полученные с вертикальных высот 5, 10, 25, 50 и 100 м.

3. А координаты дорогостоящей разведочной скважины будут определены современными оптико электронными аппаратами, установленных точках спектрометрических наблюдений.

Таким образом, при разработке надежных критериев космогеологического спектрального прогноза полей минерализации необходимым универсальный фототонometr, а для определения координат поисковых скважин требуется современные оптико электронные приборы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сегодня мультиспектральные изображения ASTER эффективно используются для обнаружения и картографирования железистых, глинистых, карбонатных и кварцевых минералов. Новейшие картографические материалы существенно сокращают площадь поиска. Но в любых материалах, основанных на соотношениях каналов, точный спектральный диапазон каждого канала становится безразмерной единицей. И теряется возможность проверить их результаты в реальных полевых условиях.

Сегодняшнее развитие комплекса спектрометрических исследований в науке и технике и возможность считывания их уникальных результатов с помощью универсального фототонометра позволяют разрабатывать прямые поисковые дешифровочные признаки рудных месторождений, тестировать их в полевых условиях, а также определять координаты (x и y) проектируемых скважин с точностью до одного пикселя.

THE IMPORTANCE OF A UNIVERSAL PHOTOTONOMETER IN APPLYING SPECTROMETRIC STUDIES IN GEOLOGY

B.G. Azimov, A.R. Almordonov, Y.J.Javliyev

Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan

ABSTRACT

The article presents the results of space-based spectrometric analysis of small-scale multispectral space images using a unified phototonometer, which provides a scientific explanation for the independence and stability of phototons. The expected results of spectrometric analysis of

ASTER satellite imagery channels based on a universal phototonometer with computational capabilities are also described.

KEYWORDS Spectrum, spectral analysis, field and aerial spectrometers, space spectrometer, development, unified universal photometer, complex of spectrometric studies.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1.Азимов Б.Г. Относительная геологическая информативность мелкомасштабных многозональных космических изображений (на примере Ферганской впадины и ее горного обрамления) // "Исследование Земли из космоса" 1984, №3, —44-49 с.
- 2.Азимов Б.Г. Применение аэрокосмических изображений в структурно-геологических исследованиях // Автор, дисс. на соис. уч. степ. канд. геол.-мин. наук. М., 1988. —21 С.
- 3.Азимов Б.Г., Абидханов А., Ботирова Н.У., Тургунбаев А. Унифицированный фототометр как основа при составлении спектральных геологических образов и классификаторов площадей полезных ископаемых // Международная научно-практическая Конференция «ИННОВАЦИЯ-2017». Сборник статей / — Т. Изд. «Наврӯз». с. 204-205.
- 4.Азимов Б. Г., Бобохонов Ж.У., Алимухамедова М.Р., Даминова М.К., Мадибрагимов М.М. Унифицированный фототометр // Advances in Science and Technology Часть I Сборник статей XVIII международной научно-практической конференции ISBN 978-5-6042299-2-7 Научно-издательский центр «Актуальность.РФ» —М.: 2019. с.58
- 5.Азимов Б.Г., Жавлиев Ю.Ж., Расулов А.Х. Унифицированный фототометр как основа для разработки поисковых спектральных классификаторов рудных и нерудных месторождений. CENTRAL ASIAN ACADEMIC JOURNAL OF SCIENTIFIC RESEARCH. ISSN: 2181-2489 VOLUME 2 | ISSUE 5 | 2022. p.356-364.
- 6.Кирсанов А. А. Новый метод выявления околорудных гидротермально измененных пород по космическим гиперспектральным данным на примере Ломамского потенциально золоторудного района, Республика Саха (Якутия) // Региональная геология и металлогения. — 2021. — № 86. — С. 97–106. DOI: 10.52349/0869-7892_2021_86_97-106
- 7.Панин В.М., Скобелов С.Ф. Опыт проведения многозональных сканерных космических снимков для изучения геологической структуры (на примере восточных районов Ферганы и Таджикской депрессии) —В кн: Исследование природной среды космическими средствами. Геология и геоморфология, т.5, М.:ТВИНИТИ, 1976, с.61-71.
- 8.A.R. Asadov, SH.I. Akhmadov, A.B. Goipov, Z.M. Musakhonov, A.R. Almordonov. Creation of a spectral library of rocks and minerals of the Bukantau mountains (Central Kyzilkum). DOI 10.5281/zenodo.7271174. The Seybold Report Journal (TSRJ). 17 (№10(2022).), P.1856-1864.
- 9.A.R.Asadov, A.R. Almordonov. Spectral analysis of the Landsat 8 image of the Nurata Mountains by the PCA method. International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences. Vol. 11. 2021 p.227-232
- 10.A.R.Asadov, A.R.Almordonov, S.A.Rabbimkulov, A.I.Tangirov. Identification of intrusive massifs in the Nurata mineralized zones based on satellite images. Technical science and innovation. №1(11). 2022 p. 78-83.
- 11.Baldrige, A. M., S.J. Hook, C.I. Grove and G. Rivera, 2009... The ASTER Spectral Library Version 2.0. Remote Sensing of Environment, vol 113, pp. 711-715.
- 12.Clark, R. N., T. V. V. King, M. Klejwa, G. A. Swayze, and N. Vergo (1990), High spectral resolution reflectance spectroscopy of minerals, J. Geophys. Res., 95, No. B-8, 12653-12680.
- 13.Hunt, G. R. (1977), Spectral signatures of particulate minerals in the visible and near- infrared, Geophysics, 42, No 3, 501-513.
- 14.Henrich, V., Jung, A., Götze, C., Sandow, C., Thürkow, D., Gläßer, C. (2009): Development of an online indices database: Motivation, concept and implementation. 6th EARSeL Imaging Spectroscopy SIG Workshop Innovative Tool for Scientific and Commercial Environment Applications Tel Aviv, Israel, March 16-18, 2009
- 15.F. Feizi and E. Mansuri, "Separation of Alteration Zones on ASTER Data and Integration with Drainage Geochemical Maps in Soltanieh, Northern Iran," Open Journal of Geology, Vol. 3 No. 2, 2013, pp. 134-142. doi: 10.4236/ojg.2013.32017
- 16.Kanlinowski, A. and Oliver, S. (2004) ASTER Mineral Index Processing, Remote Sensing Application, Geo-Science Australia, Internal Report, 39 p. http://www.ga.gov.au/image_cache/GA7833.pdf
- 17.Kokaly, R.F., Clark, R.N., Swayze, G.A., Livo, K.E., Hoefen, T.M., Pearson, N.C., Wise, R.A., Benzal, W.M., Lowers, H.A., Driscoll, R.L., and Klein, A.J., 2017, USGS Spectral Library Version 7 Data: U.S. Geological Survey data release, <https://dx.doi.org/10.5066/F7RR1WDJ>
18. Azimov B.G., Erkinova K., Almordonov A.R. Оценка геологической информативности многоспектральных космических изображений на основе инструментального оптического фототометра // European Journal of Interdisciplinary Research and Development [2025] 118-125 b.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Azimov Botir Ganiyevich	– Associate professor of the department, PhD; at Tashkent State Technical University named after I. Karimov, 100095, Uzbekistan, Tashkent, Almazar district, University str. 2, ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7687-7827 , g-mail: g.batir@yandex.ru .
Almordonov Abdulla Rovilovich	– Senior Lecturer at Tashkent State Technical University named after I. Karimov, 100095, Uzbekistan, Tashkent, Almazar district, University str. 2, ORCID: https://orcid.org/0009-0007-8527-6311 , g-mail: AlmordonovA@gmail.com :
Zhavliyev Yusufjon Zhavli o'g'li	– base doctoral student, at Tashkent State Technical University named after I. Karimov, 100095, Uzbekistan, Tashkent, Almazar district, University str. 2, ORCID: https://orcid.org/0009-0003-5663-5849 , g-mail: yusufjonjavliyev@gmail.com ,
