

GEOLOJİ XƏRİTƏLƏRİN YARADILMASINDA VƏ FAYDALI QAZINTILARIN KƏŞFİYYATINDA HİPERSPEKTRAL MƏSAFƏDƏN ZONDLAMANIN TƏTBİQİ

C.I. İsmayilov

Bakı Dövlət Universiteti
jamal.ismayilov@datum.az

A.Ə. Paşayeva

Bakı Dövlət Universiteti
pashayeva.asiman@gmail.com

Xülasə: Məqalədə Minerallarla zəngin olan Azərbaycan ərazisi üç hip təsvirlərin köməyi ilə geoloji xəritələrinin yaradılması məsələsinə baxılmışdır. Qoyulmuş Məsələni həll etmək üçün təsvirlərin Hiperspektral emalına həyata keçirə biləcək Envi proqram təminatından istifadə edilmişdir. Geoloji xəritələrin tərtibi üçün mineralların müəyyənləşdirilməsi prosesində USGS spektral kitabxanasından istifadə olunmuşdur. Dəmir oksid üçün alınmış nəticələr mövcud geoloji xəritələrlə yoxlanılmışdır. Alınmış peyk şəkilləri əsasında Azərbaycanın hazırkı mövcud olan geoloji xəritəsi ilə müqayisə olunmuş və uyğunluluqlar aşkar edilmişdir

Açar sözlər: məsafədən zondlama, hiperspektral, multispektral, aster, geoloji, spectral, panxromatik, pansharp, santinel-2, hematit, litoloji və mineraloji xəritəçəkmə

Hiperspektral görüntülmə 1970-ci illərdə ortaya çıxdıqdan sonra müxtəlif geoloji tətbiqlərdə istifadə edilmişdir. Son bir neçə onillikdə geoloqlar tərəfindən yüksək spektral ayırdetmə qabiliyyətinə malik PEYK təsvirlərindən geoloji məlumatların əldə edilməsinə kömək məqsədi ilə hiperspektral məlumatları təhlil etmək üçün müxtəlif üsullar hazırlanmışdır. Hazırda litoloji və mineraloji xəritəçəkmə, faydalı qazıntıların kəşfiyyatı və ətraf mühitin geologiyası kimi geoloji məlumatların çıxarılmasında istifadə olunan üsulların müxtəlif mərhələlərini nəzərdən keçirməyə və yeniləməyə çalışılır. Minerallar və süxurlar da daxil olmaqla müxtəlif səth materiallarının geoloji xəritələrinin hazırlanması ən vacib geoloji tətbiqlərdən biridir. Hiperspektral təsvirlərin təsnifatı üsulları mədən sənayesində və ətraf mühitin geologiyasında əsas alət kimi istifadə olunma potensialına malikdir.

Dünyada gedən texnoloji proseslər Kosmik texnoloji proseslərə də təsir edir. Hazırkı dövrdə artıq məsafədən zondlamada bir çox yeniliklər tətbiq edilir, bunun nəticəsində də daha yüksək dəqiqlikli yeni kosmik təsvirlərdən istifadə edilərək daha geniş məzmunlu tədqiqatlar

aparıla bilər. Belə ki həm də bu yeniliklərə kosmik təsvirlərin həm spectral həm də məkan(spatial) xarakteristikalarında dəyişikliklər olmasını aid etmək olar. Hal hazırda bir çox peyk operatorları spectral diapazonların sayını 8(10) a çatdırmışdır. Maxar şirkətinə məxsus Worldview peykinin spectral xarakteristikaları aşağıdakı kimidir.

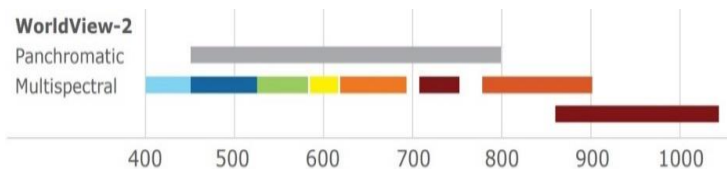
Alınmış şəkillərin keyfiyyəti və spectral xarakteristikaları:

Peykin adı - WorldView 2/3

Spektral diapazonların sayı - 8

WorldView-2 peyki 8 oktyabr 2009-cu ildə orbitə buraxılmış və hələ də işlək vəziyyətdə olan ABŞ-ın Maxar şirkətinin təsvir və ətraf mühitə nəzarət peykidir. İlk yüksək ayırdetmə qabiliyyətinə malik, görünən diapazaondan infraqırmızı diapazona qədər məlumat toplaya bilən səkkiz spectral sensoru özündə ehtiva edən kommersiya peykidir. Hər bir sensor dar bir şəkildə yerin müəyyən bir xüsusiyyətinə və ya atmosferin bir xüsusiyyətinə həssas olan elektromaqnit spektrinin müəyyən bir diapazonuna yönəldilmişdir. Onlar birlikdə hər hansı digər fəza əsaslı məsafədən zondlama platformasından kənarda torpaq və su obyektlərinin seqmentasiyasını və təsnifatını təkmilləşdirmək üçün nəzərdə tutulub (şəkil 1) .

WorldView-3 13 avqust 2014-cü ildə orbitə buraxılan və hələ də fəaliyyətdə olan ABŞ-ın Maxar şirkətinin təsvir və ətraf mühitə nəzarət peykidir. O, WorldView-2-yə çox bənzəyir, lakin daha aşağı orbitdə yerləşir. Peyk sensorları standart panxromatik və multispektral diapazonlardan başqa, səkkiz diapazonlu qısdaldılmış infraqırmızı (SWIR) məlumatları toplamaq imkanına malikdir.(4)



Şəkil 1. WorldView-2 peykinin 8 spektral diapazonu

WorldView-2 peykinin 8 spektral diapazonunun xarakterik xüsusiyyətləri aşağıdakı kimi göstərilmişdir.

Coastal Blue - Sahil Mavisi (400-450 nm) Yeni diapazon Sağlam bitkilərdə xlorofil tərəfindən udulur və vegetativ analizin aparılmasına kömək edir. Su ilə ən az sorulur və batimetrik tədqiqatlarda çox faydalı olacaq. Atmosferik səpələnmədən əhəmiyyətli dərəcədə təsirlənir və atmosferin korreksiyası üsullarını təkmilləşdirmək potensialına malikdir. (7)

Blue - Mavi (450-510 nm) Bitkilərdə xlorofil tərəfindən asanlıqla mənimsənilir. Suyun yaxşı nüfuz etməsini təmin edir. Sahil Mavisi zolağı ilə müqayisədə atmosferik səpələnmədən və udulmadan daha az təsirlənir.

Green - Yaşıl (510-580 nm) Sağlam bitki örtüyünün pik əks etdirməsinə daha dəqiq foksllana bilir. Bitki canlılığının hesablanması üçün idealdır. Sarı diapazonla birlikdə istifadə edildikdə, bitki materialının növlərini fərqləndirmək üçün çox faydalıdır.

Yellow - Sarı (585-625 nm) Yeni diapazon Xüsusiyyətlərin təsnifatı üçün çox vacibdir. Həm quruda, həm də suda xüsusi bitki örtüyünün "sarılığı" aşkar edir.

Red - Qırmızı (630-690 nm) Qırmızı diapazondan daha dar və daha uzun dalğa uzunluqlarına keçir. Sağlam bitki materiallarında qırmızı işıq xlorofil tərəfindən udulmasına daha yaxşı diqqət yetirilir. Bitki örtüyünün fərqləndirilməsi üçün ən mühüm zolaqlardan biri dir. Örtüksüz torpaqların, yolların və geoloji xüsusiyyətlərin təsnifatında çox faydalıdır.

Red-Edge - Qırmızı kənar (705-745 nm) Yeni diapazon. Bitki örtüyünün reaksiyasının yüksək əksətmə hissəsinin başlanğıcında strateji olaraq mərkəzləşmişdir. Bitki sağlamlığını ölçmək və bitki örtüyünün təsnifatına kömək etmək üçün çox dəyərlidir.

NIR1 - Yaxın İnfraqırmızı 1 (770-895 nm) Nəmliliyin miqdarının və bitki biokütləsinin qiymətləndirilməsi üçün çox effektivdir. Su obyektlərini bitki örtüyündən effektiv şəkildə ayırır, bitki örtüyünün növlərini müəyyən edir və həmçinin torpaq növləri arasında fərqləndirmə edir.

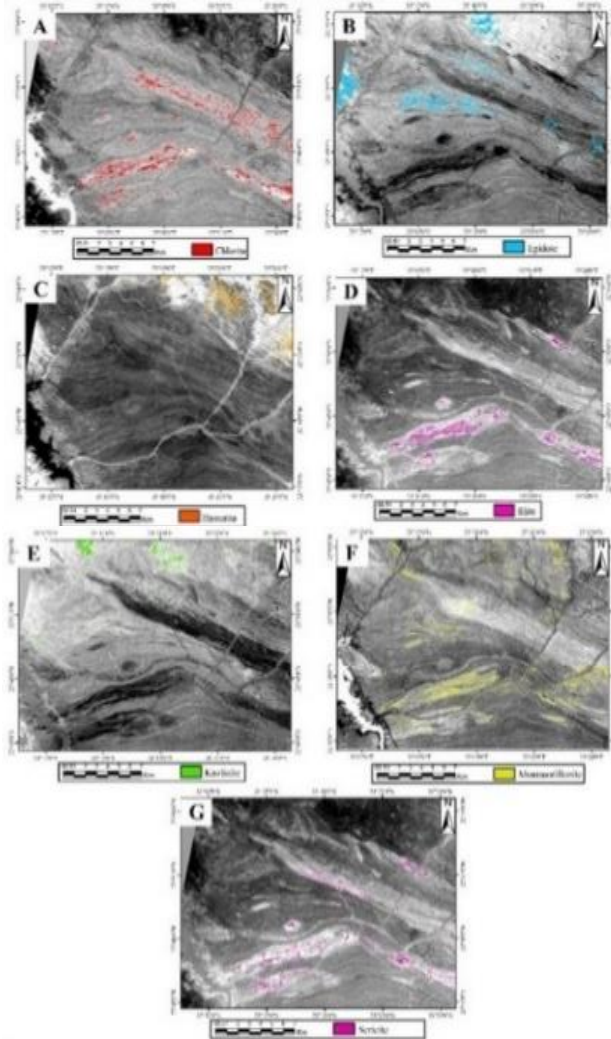
NIR2 - Yaxın İnfraqırmızı 2 (860-1040 nm) Yeni diapazon Yaxın İnfraqırmızı 1 diapazonu ilə üst-üstə düşür, lakin atmosfer təsirindən daha az təsirlənir. Bitki örtüyünün daha geniş təhlili və biokütlə tədqiqatlarına imkan verir.

ASTER peyk sensoru 18 dekabr 1999-cu ildə Vandenberg Hərbi Hava Qüvvələri bazasında Kaliforniya, ABŞ-da buraxılmış Terra peykinin göyərtəsində olan beş ən müasir alət sensoru sistemindən biridir. (10) ASTER peyk təsviri məlumatlarının bitki örtüyü və ekosistem dinamikası, təhlükə monitorinqi, geoloji xəritələr, yer səthinin iqlimi, hidrologiyası və rəqəmsal yüksəklik modellərinin (DEM) yaradılması daxil olmaqla, global dəyişikliklərlə əlaqəli geniş tətbiq olunur. Təəssüfki 2008-ci ilin aprel ayından SWIR spektrlərinin sensorlarında baş verən problem səbəbindən hazırda yalnız çəkiliş arxivindən istifadə

etmək mümkündür. Peyk SWIR, VNIR, TIR spektrlərində toplam on dörd diapazonu qəbul edir.

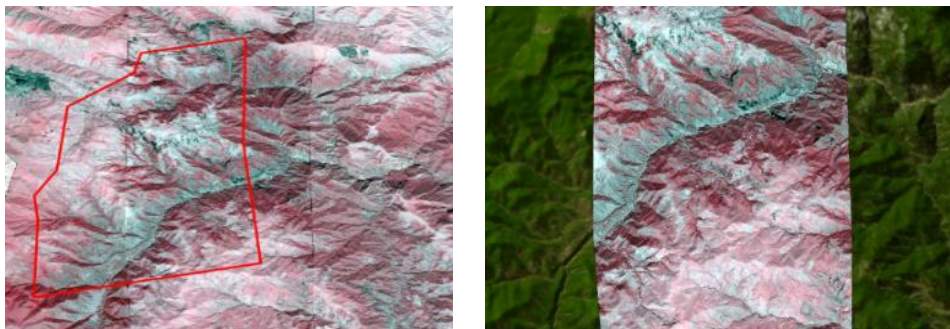
Sentinel-2 peyki 2015-ci ildə (2017-ci ildə isə Sentinel-2B peyki) orbitə buraxılıb. Peyk sensorları SWIR, NIR və görünən spektr olmaqla 13 diapazonu qəbul. Peyk məlumatları mütəmadi olaraq yeniləndiyindən tədqiqat ərazisini əhatə edən görüntülər mövcuddur.(8)

Yuxarıda qeyd olunanlara əsasən biz artıq işin ilkin görülməsi ilə bağlı metodologiya ilə və Hiperspektral peyk görüntülərinin əldə olunma mənbələri ilə tanış olduq. Növbəti mərhələdə isə artıq tədqiq olunan yer müəyyənləşdirilir, peyk görüntüləri əldə edilir və tədqiqat işinə başlanılır.



Şəkil 2. ASTER peyk məlumatlarına əsasən əldə edilən xəritələr (A-Xlorit, B-Epidot, C-Hematit, D-İllit, E-kaolinit, F-Montmorillonit, G-Sericit)

Tədqiqat işimiz Azərbaycanın Mineral (qızıl,mis) ehtiyatları ilə zəngin ərazisində aparılmışdır. İlk olaraq müəyyən olunmuş ərazinin 8 diapazonda multispektral təsvirləri əldə edilmişdir. Mürəkkəb hava şəraitinn nəhayətki imkan verdiyi günlərdə həmin ərazinin yuxarıdakı xarakteristikalara SWIR diapozonlu şəkilləri alınmışdır (şəkil 3).



Şəkil 3. Səkkiz diapazonlu və qısdalğalı infraqırmızı (SWIR) təsvir

VNIR, SWIR və LWIR diapazonlarında spektral analizlər aparılıb xəritələr tərtib edilən zaman müxtəlif mineralların spektral xassələrini də nəzərə almaq lazımdır. Fərqli spektral udma xüsusiyyətinə görə bir çox minerallar və süxurlar spektrlərinə görə fərqləndirilir Aşağıdakı cədvəldə müxtəlif dalğa uzunluqlarında müxtəlif mineralların keyfiyyət dəqiqliyi göstərilmişdir (cədvəl 1)

Bundan başqa Azərbaycan ərazisi üçün yüksək dəqiqlikli pansharp, multisppektral və panxromatik təsvirlərin də əldə edilməsi mümkün olmuşdur. Pansharp yüksək ayırdetməyə malik panxromatik və daha aşağı ayırdetməyə malik multispektral təsvirləri birləşdirərək vahid yüksək ayırdetməli rəngli təsvir yaratma prosesidir. Hazırda hər bir xəritə yaradan şirkət təsvirin keyfiyyətini artırmaq üçün bu texnikadan istifadə edir. Pansharp üç, dörd və ya daha çox aşağı ayıtdrtməyə malik multispektral peyk zolaqlarından və müvafiq yüksək ayırdetməyə malik panxromatik zolaqdan yüksək keyfiyyətli rəngli təsvir yaradır: Aşağı rezonanslı rəngli zolaqlar (multisppektral) + Yüksək dəqiqlikli boz miqyaslı zolaq (panxromatik) = Yüksək keyfiyyətli rəngli şəkil

Cədvəl 1.VNIR, SWIR və LWIR diapazonlarında spektral analizlərin keyfiyyət dəqiqliyi

Tipi	Silikatın quruluşu	Mineral qrupu	Nümunə	VNIR-in reaksiyası	SWIR-in reaksiyası	LWIR-in reaksiyası
Silikatlar	inosilikatlar	amfibol	aktinolit	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
		piroksen	diopsid	Yaxşı	Orta	Yaxşı
	silikasilikatlar	turmalin	elbit	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
	nesosilikatlar	qranat	grossular	Orta	qeyri-diagnostik	Yaxşı
		olivin	forsterit	Yaxşı	qeyri-diagnostik	Yaxşı
	serosilikatlar	epidot	epidot	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
	filosilikatlar	mika	muskovit	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
		xlorit	klinoxlor	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
		gil mineraları	illit	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
			kaolinit	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
	tektosilikatlar	feldispat	ortoklas	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik	Yaxşı
			albit	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik	Yaxşı
		silisium	kvars	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik	Yaxşı
Qeyri-silikatlar	karbonatlar	kalsit	kalsit	qeyri-diagnostik	Orta	Yaxşı
		dolomit	dolomit	qeyri-diagnostik	Orta	Yaxşı
	hidroksidlər		gibbsit	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Orta
	sulfatlar	alunit	alunit	Orta	Yaxşı	Orta
			gips	qeyri-diagnostik	Yaxşı	Yaxşı
	boratlar		borax	qeyri-diagnostik	Orta	qeyri-müəyyən
	halidlər	xloridlər	halit	qeyri-diagnostik	qeyri-müəyyən	qeyri-müəyyən
	fosfatlar	apatit	apatit	Orta	qeyri-diagnostik	Yaxşı
	karbohidrogenlər		bitum	qeyri-müəyyən	Orta	qeyri-müəyyən
	oksidlər	hematit	hematit	Yaxşı	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik
		spinel	xromit	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik
	sulfidlar		pirit	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik	qeyri-diagnostik

Mənbə: <https://www.spiedigitallibrary.org>



Şəkil 4. Multispektral



Şəkil 5. Panxromat

Alınmış nəticələrin Hiperspektral məsafədən zondlama üsulu ilə tətbiqi və istifadə edilən peyk şəkillərinin emali prosesi aşağıdakı ardıcılıqla göstərilmişdir.

Sentinel-2A Şəkil Emalı prosesi

Şəkillərin idxalı - Sentinel-2A şəkilləri <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> saytıdan S2MSI2A emal səviyyəsində endirilib. SNAP Tətbiqi şəkilləri idxal etmək üçün istifadə olunur və bəndlər ENVI Tətbiq formatı kimi saxlanılır. Əlavə emal addımları ENVI proqram təminatından istifadə etməklə həyata keçirilib.

Şəkillərin ilkin emalı - Diopozonlar yığılır və hər bir bənd üçün dalğa uzunluqları düzəldilir. NIR bəndlərindən istifadə etməklə yaradılan Torpağa uyğunlaşdırılmış Bitki Örtüyü İndeksi (SAVI) və Bitki örtüyünün normallaşdırılmış fərq indeksi (NDVI). Əvvəlki addımda əldə edilmiş göstəricilərdən istifadə etməklə bitki örtüyü üçün kamuflaylar yaradılmış və bütün xlorofilli piksellərə örtülmüş və sonrakı proseslərə daxil edilməmişdir.

Şəkillərin tam emalı - Kamuflaylı təsvir üzərində təsnifat üsulları həyata keçirilib. USGS spektral kitabxanası Sentinel-2A dalğa uzunluqlarına və Goethite və Hematite əksətmə dəyərlərini əldə etmək üçün təsvirə tətbiq olunan Spektral Xüsusiyyət Uyğunluğuna (SFF) uyğun olaraq yenidən nümunələşdirildi. Bu sahələr dəyişdirilmiş son məhsul kimi xəritələnmişdir.

ASTER Şəkil Emalı prosesi

Şəkillərin idxalı - ASTER şəkilləri Earthdata Search | Earthdata Search ([nasa.gov](https://earthdata.nasa.gov)) mənbəsindən endirilmişdir. Bütün şəkillərin ilkin emalı və emal edilməsi üçün bütün addımlar ENVI proqram təminatından istifadə etməklə həyata keçirilib.

Şəkillərin ilkin emalı - ASTER şəkilləri əvvəlcə radiometrik və atmosferik olaraq düzəldilmişdir. Diapozonlar yığılır və hər bir diapozon

üçün dalğa uzunluqları düzəldilir. NIR bəndlərindən istifadə etməklə yaradılan Torpağa uyğunlaşdırılmış Bitki Örtüyü İndeksi (SAVI) və Bitki örtüyünün normallaşdırılmış fərq indeksi (NDVI). Əvvəlki addımda əldə edilmiş göstəricilərdən istifadə etməklə bitki örtüyü üçün kamuflayajlar yaradılmış və bütün xlorofilli piksellər örtülmüş və sonrakı proseslərə daxil edilməmişdir.

Şəkillərin tam emalı - Kamuflayajlı təsvir üzərində təsnifat üsulları həyata keçirilib. Şəklin keyfiyyətinə görə Argillic və Advance Argillic dəyişikliyi daşıyan şəkilləri əldə etmək üçün təsvirə ya Spektral Xüsusiyyət Uydurma (SFF) və ya Band Nisbətləri tətbiq edilir. Bu sahələr dəyişdirilmiş son məhsul kimi xəritələnmişdir.

Worldview-3 Şəkil Emalı prosesi

Şəkillərin idxalı - Yeni Tapşırıq şəkilləri Maxar Technologies Company-dən LV2A emal səviyyəsində əldə edilmişdir. ENVI proqram təminatı bütün ilkin emal və emal addımları üçün istifadə edilmişdir. Worldview-3 şəkilləri mozaikaya çevrilmişdir. Kamuflayajlı təsvirdə spektral kitabxanalardan istifadə etməklə təsnifat üsulları həyata keçirilmişdir. Sonra VNIR və SWIR bəndləri bir məlumat dəstini əldə etmək üçün yığılmışdır.

Şəkillərin işlənməsi - USGS Spektral kitabxanaya əsasən həyata keçirilmişdir. USGS Spektral kitabxana - mineralların, qayaların, torpaqların, fiziki olaraq qurulmuş, eləcə də riyazi hesablanmış qarışıqların, bitkilərin, bitki birliklərinin, mikroorqanizmlərin və süni materialların nümunələrini özündə cəmləşdirir. Toplanmış nümunələr və spektrlər bu və oxşar materialların uzaqdan aşkarlanması üçün spektral xüsusiyyətlərdən istifadə etmək məqsədilə yığılmışdır. Spektroskopiya dalğa uzunluğundan asılı olaraq işığın udulmasını və ya yayılmasını aşkar edən bir vasitədir. Həmin Spektral kitabxana Worldview dalğa uzunluqlarına uyğunlaşdırıldı. Maskalı təsvirdə spektral kitabxanalardan istifadə etməklə təsnifat üsulları həyata keçirilmişdir. Şəklin keyfiyyətinə görə Argillic və Advance Argillic dəyişikliyi daşıyan şəkilləri əldə etmək üçün təsvirə ya Spektral Xüsusiyyət Uyğunluğu (SFF), ya da Bənd Nisbətləri tətbiq olunmuşdur. Bu sahələr dəyişdirilmiş son məhsul kimi xəritələnmişdir.

Nəticədə Santinel-2 peyki ilə əldə olunan görüntülər əsasında yuxarıda göstərilən ardıcılığa əsasən işlər aparılmışdır. Bunun nəticəsində dəmir oksidin və geotitin paylanma arealı göstərilmişdir (şəkil 6).



Şəkil 6. Kəlbəcər rayonu ərazisində dəmir oksid və geotitin paylanma arealları

Sahə üzrə mövcud geoloji xəritələrdən istifadə edərək, korelyasiyalar aparılır. Həmçinin məlumatların dəqiqliyinin yoxlanılmasında ərazinin geomorfoloji xüsusiyyətlərini nəzərə alınır. Emal edilmiş xəritə ilə ərazinin geomorfoloji xüsusiyyətləri arasında ziddiyyətli məqamlar olduğu təqdirdə kəmkret sahələr üzrə təkrar yoxlamalar və məsləhətləşmələr icra edilir. Alınmış peyk şəkilləri əsasında Azərbaycanın hazırkı mövcud olan geoloji xəritəsi ilə müsayisə olunmuş və uyğunluluqlar aşkar edilmişdir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. T.Süleymanov, A.Qəmbərov- Landsat-Tm kosmik şəkilləri əsasında şimal-şərqi Azərbaycanın təbii və antropogen obyektlərinin təsnifatı- Jurnal, Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Xəbərləri No4, 2003
2. The using geoinformational system (gis) and data of Remote Sensing (rs) to estimation of rising of level of caspian sea, ISPRS 2000, Amsterdam, Netherlands 2000
3. Mehdiyev A.Ş, Əzizov B.M, Bədəlova A.N. Məsafədən Zondlamanın Fiziki Əsasları. Bakı-2014, 306 s
4. <https://earth.esa.int/eogateway/missions/worldview-3>
5. <https://www.spiedigitallibrary.org/journals/journal-of-applied-remote-sensing>
6. <https://www.mdpi.com/journal/remotesensing>
7. <https://resources.maxar.com/data-sheets/worldview-3>
8. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
9. <https://gisresources.com/why-swir-band-in-remote-sensing/>
10. <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/aster/>

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КАРТИРОВАНИИ И РАЗВЕДКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Д.И.Исмаилов, А.А.Пашайева

Резюме. В статье рассмотрено создание геологических карт территории Азербайджана, богатой полезными ископаемыми, с помощью трех шатровых изображений. Для решения проблемы использовалось программное обеспечение Envi, которое может выполнять гиперспектральную обработку изображений. Спектральная библиотека USGS использовалась в процессе идентификации полезных ископаемых для составления геологических карт. Результаты, полученные для оксида железа, были сверены с существующими геологическими картами. Корреляции были сделаны с использованием существующих геологических карт местности. Также при проверке достоверности данные обрабатывались с учетом геоморфологических особенностей местности, а при наличии противоречащих моментов между картой и геоморфологическими характеристиками местности проводятся повторные проверки и консультации по конкретным участкам. .

На основе полученных спутниковых снимков была проведена сравнительная оценка существующей геологической карты Азербайджана и признана ее совместимой.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, гиперспектральное, мультиспектральное, астральное, геологическое, спектральное, панхроматическое, паншарп, сентинел-2, гематит, литолого-минералогическое картирование.

APPLICATION OF HYPERSPECTRAL REMOTE SENSING IN GEOLOGICAL MAPPING AND EXPLORATION OF PROPERTIES

C.I.Ismayilov, A.A.Pashayeva

Summary. In the article, the creation of geological maps of the territory of Azerbaijan, rich in minerals, with the help of three hip images, was considered. Envi software, which can perform hyperspectral image processing, was used to solve the problem. The USGS spectral library was used in the process of identifying minerals for the preparation of geological maps. The results obtained for iron oxide were verified with existing geological maps. Correlations were made using existing geological maps of the area. Also, in checking the accuracy of the data, it was processed taking into account the geomorphological characteristics of the area, and if there are conflicting moments between the map and the geomorphological characteristics of the area, repeated checks and consultations are carried out on concrete areas.

Based on the received satellite images, the existing geological map of Azerbaijan was compared and found to be compatible.

Keywords: remote sensing, hyperspectral, multispectral, aster, geological, spectral, panchromatic, pansharp, sentinel-2, hematite, lithological and mineralogical mappin.