

F.İ.İsmayilov, Ç.Ə.Abdurahmanov (MAKA-nın Ekologiya İnstitutu),
N.S.Cəlilov (AMEA-nın Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası)

PEYK TƏSVİRLƏRİ ƏSASINDA GƏNCƏ ŞƏHƏRİ VƏ ƏTRAF ƏRAZİLƏRİN PARLAQLIĞININ TƏYİNİ METODİKASI

Giriş. Müasir dövrümüzdə peyk təsvirləri yerin səth örtüyü, şəhər və şəhəratrafi ərazilər haqqında fasiləsiz olaraq böyük həcmdə adekvat, operativ məlumatların alınmasına imkan verir [1, 2].

Yerin səth örtüyü haqqında kifayət qədər məlumatlar kosmik optik çəkilişlər vasitəsilə əldə olunur. Optik-elektron peyk sistemi optik diapazonda Yer səthindən Günəş şüalanmasının əks olunan hissəsini qeyd edir. Şüalanmanın əks olunan hissəsi peykin sensorunda (kosmik vericilərdə) optik-elektron sistem vasitəsilə elektrik signalına, rəqəmsal peyk təsvirlərinə çevrilir. Sensorun həssaslığı piksellərin ölçüsünü və sıxlığını təyin edir [3, 4, 5].

Peyklərdən alınan geoşəkillər texniki və iqtisadi cəhətdən geniş miqyaslı tədqiqat işlərinin aparılması üçün səmərəli və effektivdir. Kontakt ölçmələr üçün sıx yerləşdirilmiş müşahidə məntəqələri tələb olunduğu halda, geoşəkillər əsasında aparılan tədqiqatlarda belə sıx yerləşdirilmiş məntəqələrə ehtiyac qalmır [2].

Ətraf mühitin tədqiqi zamanı peyk təsvirlərinin emalı çoxmərhləli proses olduğundan, baxılan halda peyk təsvirlərinin alınması, radiometrik korreksiyasının aparılması və yerin döşəmə səthinin parlaqlığının təyini məsələlərinə baxılmışdır.

Atmosfer korreksiyası. Atmosfer korreksiyasının aparılması üçün aşağıda DOS (Dark Object Subtraction - Qaranlıq Obyektin Çıxarılması) empirik metodundan istifadə olunmuşdur. Metodun mahiyyəti qeotəsvirdə 1% -li qaranlıq obyektin parlaqlığının tapılmasından ibarətdir. Hesab edilir ki, belə obyektlər sensorun baxış sahəsində qeydə alınır. Hesablanma üsulu 1%-li qaranlıq obyektin (Dark Object) parlaqlığının (0-dan n -ə qədər, n -piksellərin sayıdır) bütün geoşəkil piksellərinin ümumi parlaqlığının 0,01% -nə uyğun olacağını nəzərdə tutur [1, 3]. Atmosfer korreksiyasının hesablama prosedurları aşağıdakı mərhələlərlə yerinə yetirilir:

1. Peykin sensoruna daxil olan şüalanmanın kalibrənməsi aşağıdakı düstura əsasən aparılır:

$$L_{\lambda} = \frac{L_{\lambda\max} - L_{\lambda\min}}{Q_{cal\max} - Q_{cal\min}} (DN_{cal} - Q_{cal\min}) + L_{\lambda\min} \quad (1)$$

Burada, L_{λ} – peyk sensoruna gələn spektral şüalanma; DN_{cal} – ilkin geoşəkil piksel parlaqlıq qiymətləri; $Q_{cal\min}$ – geoşəkil pikselinin minimum mümkün qiyməti; $Q_{cal\max}$ – geoşəkil pikselinin maksimum mümkün qiyməti; $L_{\lambda\min}$ – müəyyən təsvir və peyk sensoru üçün spektral şüalanmanın minimum qiyməti; $L_{\lambda\max}$ – müəyyən təsvir və peyk sensoru üçün spektral şüalanmanın maksimum qiymətidir.

2. (1) düsturundan 1%-li qaranlıq obyektin DN_{min} piksel parlaqlıq qiymətinə uyğun olaraq $L_{\lambda\min}^*$ şüalanmanın energetik spektral qiyməti hesablanır.

3. 1%-li qaranlıq obyekt üçün günəş işığının düşmə bucağının və əks olunmasının təsir əmsali

$$L_{1\%} = \frac{0,01 \cdot \cos^2 \theta \cdot T_z \cdot E_0}{\pi d^2} \quad (2)$$

kimi hesablanır

Burada, $L_{1\%}$ – 1% -li qaranlıq obyekt üçün günəş şüalarının düşmə bucağının və əks olunmasının təsir əmsali; d – müəyyən ərazidə konkret geoşəkil çəkilişi günü üçün astronomik vahidlərlə Günəşdən yerə qədər olan məsafə; E_0 – Günəşin atmosferdən kənar spektral şüalanma əmsali; θ – Günəş üçün radianla zenit məsafəsi; T_z – radiasiyanın Günəşdən yerə keçməsinin ölçüsüdür (şəffaflıq əmsali).

4. Atmosfer üstüsünün qiyməti

$$L_{\lambda\text{haze}} = L_{\lambda\min}^* - L_{1\%} \quad (3)$$

düsturu ilə hesablanır.

Burada, $L_{\lambda\text{haze}}$ – atmosfer üstüsünün qiyməti; $L_{\lambda\min}^*$ – 1%-li qaranlıq obyekt üçün spektral şüalanma; $L_{1\%}$ – (2) düsturunda olduğu kimidir.

5. Atmosferə görə korreksiya edilmiş əks olunan günəş radiasiyası

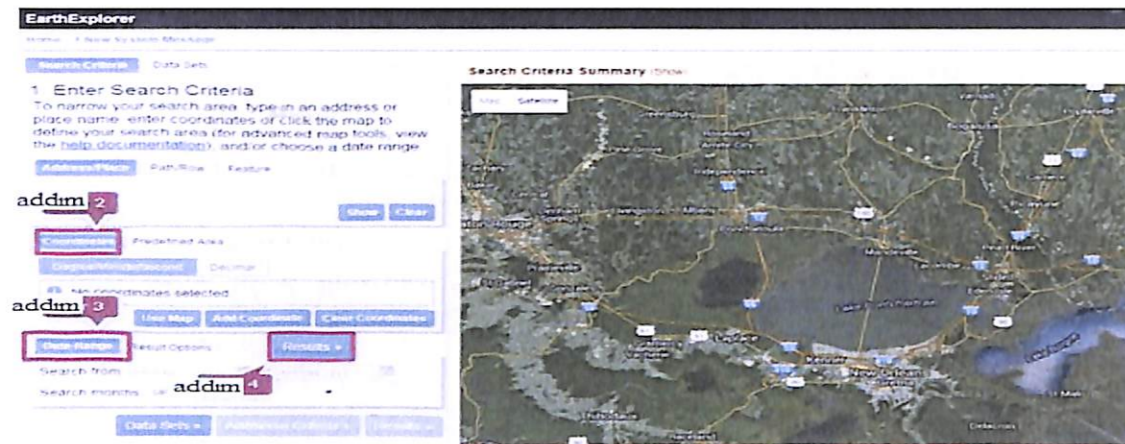
$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi \cdot (L_{\lambda} - L_{\lambda\text{haze}}) d^2}{E_0 \cos \theta \cdot T_z} \quad (4)$$

düsturundan istifadə etməklə hesablanır.

Burada ρ_{λ} – Yer səth örtüyünün spektral parlaqlıq əmsalındır (SPƏ).

Hesablama nəticələri. Peyk təsvirlərinin əldə edilməsi üçün müxtəlif portallar (internet şəbəkəsində çoxşaxəli, mürəkkəb strukturlu saytlar) və proqramlar işlənmişdir. Məsələnin həlli üçün USGS (United States Geological Survey - Amerika Birləşmiş Ştatlarının Geoloji Xidməti) arxivinin Earth Explorer (Yer kəşfiyyatçısı) geoportalından istifadə edilmiş və saytın əsas pəncərəsinin interfeysinin quruluşunda olan elementlər şəkil 1-də göstərilmişdir [3].

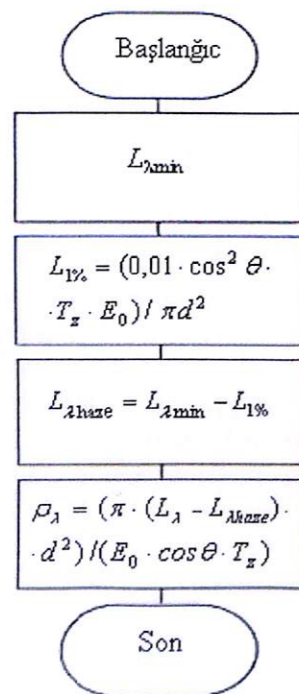
Menyu sətiri (USGS bannerinin altında) müvafiq olaraq istifadəçilərə əsas giriş və qeydiyyat bağlantılarını qeyd etmək üçün icazə verir. Məlumatların axtarılması və yüklənməsi üçün ardıcılıq şəkil 1-də göstərilən bir neçə mərhələdə aparılır. İkinci mərhələ istifadəçilərin icazəsi və ya qeydiyyatına uyğun gəlir (addım 2). Məlumat axtarışı (Search Criteria - axtarış meyarları nişanı) bir ərazinin seçilməsi ilə başlayır (addım 3). Axtarışın bir neçə yolu vardır. Xəritə pəncərəsində xəritəni lazım olan ərazi üçün böyütmək və sonra "Use Map – xəritəni istifadə et" düyməsini basmaqla xəritəni istifadə etmək lazımdır. Sistem axtarılan yerin ünvanlarını daxil etməyə imkan verir; "Address/Place – ünvan/yer" düyməsi obyektin ünvanını (ölkə, şəhər, küçə və ya hər hansı digər təbii obyektin adı) daxil etmək üçün xətti aktivləşdirir, "Show - göstər" düyməsi yerin müvafiq koordinatlarını göstərir. Məlum coğrafi koordinatlar əl ilə daxil edilə bilər. Bunun üçün koordinatların təyin edilmə formatından (dərəcə, dəqiqə və saniyə və ya dərəcə kəsrləri ilə dərəcə) asılı olaraq, "Degree/Minute/Second – dərəcə/dəqiqə/saniyə" və ya "Decimal – onluq" düymələrindən istifadə edilir. Sonra "Add Coordinate – koordinatların əlaqələndirilməsi" düyməsini, görünən pəncərədə "Latitude – enlik və Longitude – uzunluq" düymələrini basmaq lazım gəlir. ABŞ formatında tarix AA/GG/YYYY kimi daxil edilir (addım 3).



Şək.1. USGS Earth Explorer interfeysi (şəkildə seçimin əsas mərhələləri əlavə edilmişdir)

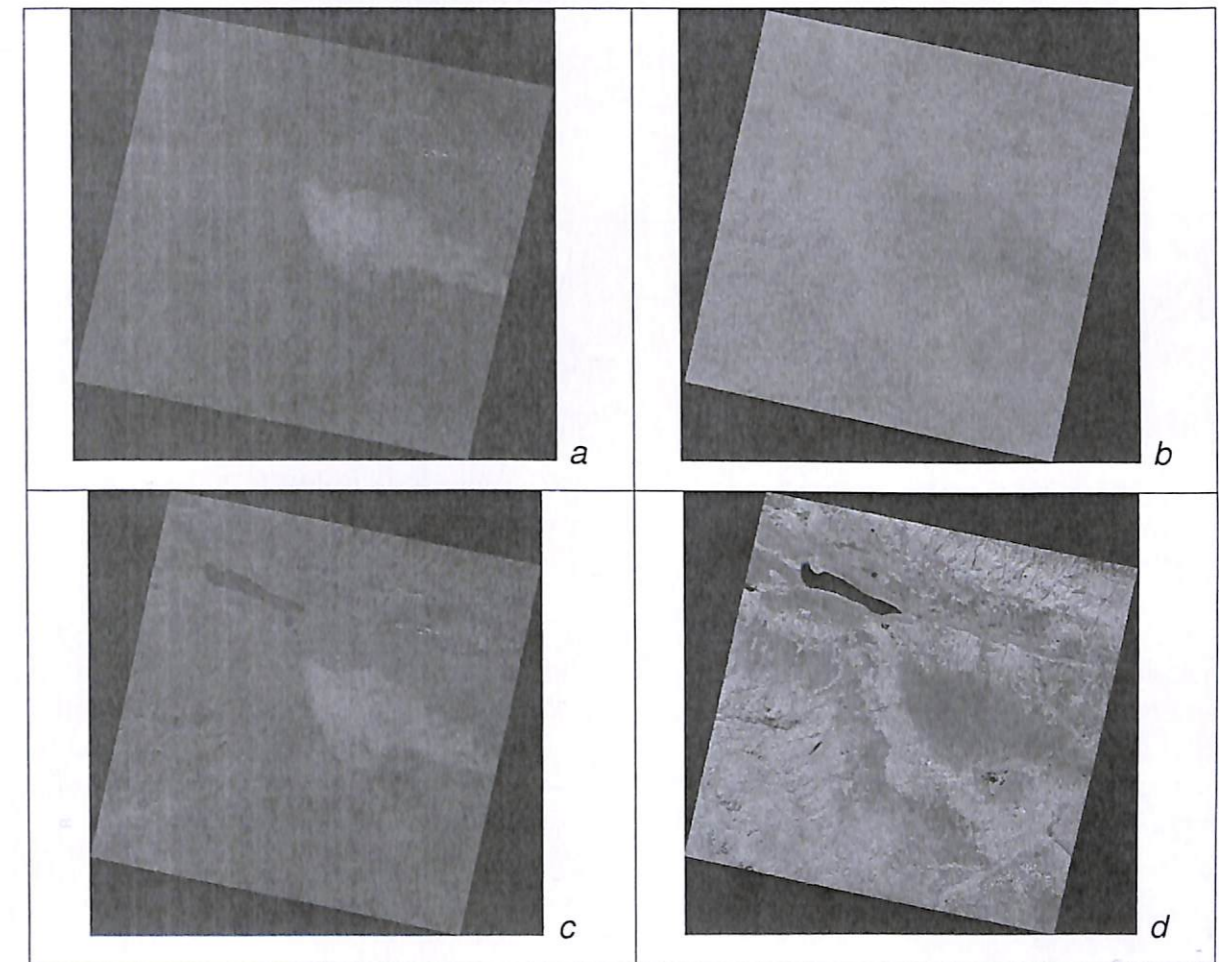
Ən azı bir məlumat mənbəyi seçildikdən sonra “Additional Criteria – əlavə meyarlar” nişanı əlçatan olur. Burada əlavə sorğu meyarları, məsələn “Cloud Cover – bulud örtüyü” yalnız “Data Sets-məlumat setləri” sütununda seçilmiş məlumatlara tətbiq olunur. Arxivdən bir neçə məlumat növü seçilsə, onda hər birinin meyarlarını ardıcıl olaraq təyin etmək lazımdır. Buludsuz şəraiti seçmək üçün 10% -dən az olan (Less than 10%) Cloud Cover limitindən istifadə etmək tövsiyə olunur.

Şəkil 2-də (1) – (4) asılılıqlarına əsasən peyk təsvirinin emalı üçün hesablama alqoritmi verilmişdir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi bu alqoritmin istifadə olunması üçün “əsas fərziyyə” peyk təsvirində bəzi piksellərin tam “kölgədə” olmasıdır.



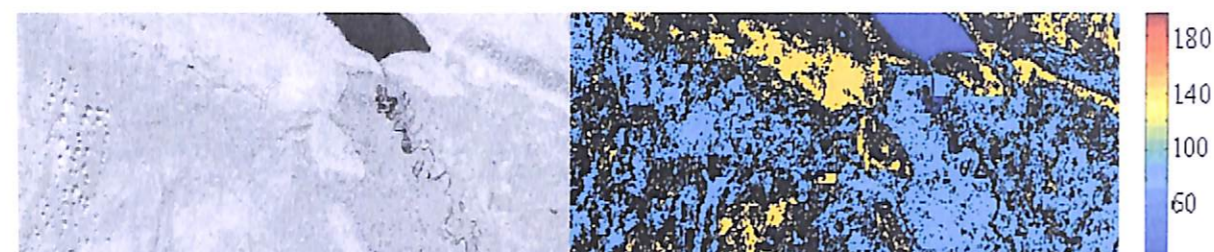
Şək.2. DOS metodunun işləmə alqoritminin blok-sxemi

(1) – (4) düsturlarından və şəkil 2-də verilən hesablama alqoritmindən istifadə etməklə şəkil 3-də Gəncə şəhəri və ətraf ərazilərin, Mingəçevir su anbarı daxil olmaqla, peyk təsvirinin atmosfer korreksiyası aparılmışdır. Bunun üçün Matlab (Math Work) hesablama proqramından istifadə edilmişdir [6]. Qeyd olunan şəkillərdə optik diapazonda ən qısa və ən uzun dalğa uzunluqlarına baxılmışdır. Şəkillərdən görüldüyü kimi nisbətən qısa dalğa uzunluğunda atmosferin təsiri daha güclü olur.

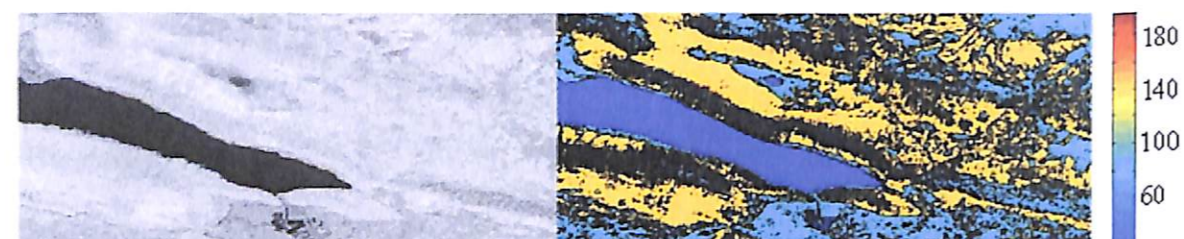


Şək.3. Azərbaycan Respublikasının qərb bölgəsinin normallaşmış kosmik təsvirləri: a, c – piksellərin parlaqlığı, b, d – radiometrik korreksiya edilmiş təsvirlər LC08_L1TP_168032_20210630_20210630_01_RT_2021-06-30_B2; LC08_L1TP_168032_20210630_20210630_01_RT_2021-06-30_B5:

Şəkil 4 və 5 – də Gəncə şəhərinin və Mingəçevir su anbarının ətraf əraziləri ilə birlikdə LIC_T38TPL_A032264_20210826T074200 Sentinel-2 peyk təsvirinin kəsimi və radiasiya xarakteristikalarının paylanması verilmişdir. Şəkillərdən də görüldüyü kimi Azərbaycanın qərb zonası da öz təbii xüsusiyyətləri ilə fərqlənir, xüsusilə Mingəçevir su anbarının ətraf ərazilərində səth örtüyü fərqli optik təzadlar yaradır.



Şək.4. Gəncə şəhərinin və ətraf ərazilərin radiasiya xarakteristikalarının paylanması ($Vt/m^2 \cdot mkm \cdot sr$)



Şək.5. Mingəçevir su anbarı və ətraf ərazilərin radiasiya xarakteristikalarının paylanması ($Vt/m^2 \cdot mkm \cdot sr$)

Nəticə. DOS empirik metodu əsasında peyk təsvirinin atmosfer korreksiyası metodunun alqoritminin blok - sxemi verilmiş və təhlil edilmişdir. Gəncə şəhərinin və ətraf ərazilərin peyk təsvirlərinin atmosfer korreksiyası aparılmış, yerin səth örtüyünün parlaqlığının paylanması təyin edilmişdir. Baxılan ərazilərdə təbii obyektlərin optik təzadının özünü kəskin biruzə verməsi həmin ərazilərin peyk təsvirləri əsasında tədqiq olunmasına və alınmış nəticələrin informativliyinin yüksəlməsinə imkan verir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. А. М. Чандра, С. К. Гош. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Москва, Техносфера, 2008, с. 82-84.
2. Исмаилов Ф.И. Атмосферный аэрозоль. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. - 288с.
3. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gislab.info/qa/ndvi.html>.
4. Геоинформационные системы и Дистанционное зондирование Земли (<http://gislab.info/>). Географическая привязка данных в QGIS (<https://gis-lab.info/qa/georef-qgis.html>). Атмосферная коррекция по методу DOS (<https://wiki.gis-lab.info/w/>).
5. Климат // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона : в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., с.1890 –1907.
6. Дьяконов В. П. Справочник по применению системы PC MATLAB. – М.: «Физматлит», 1993. –112 с.

Ф.И.Исмаилов, Ч.А.Абдурахманов, Н.С.Джалилов

Методика определения яркости города Гянджи и окрестных районов на основе спутниковых снимков

Резюме

Проведена атмосферная коррекция спутниковых снимков города Гянджа и прилегающих территорий, определено распределение яркости земной поверхности. Исследована оптическая контрастность природных объектов на рассматриваемых участках и показано, что предложенная методика использования космических данных может эффективно применяться для мониторинга рассмотренных территорий.

F.I.Ismailov, Ch.A.Abdurahmanov, N.S.Dzhalilov

Method for determining the brightness of the city of Ganja and surrounding areas based on satellite images

Abstract

Atmospheric correction of satellite images of the city of Ganja and adjacent territories was carried out, the distribution of the brightness of the Earth's surface was determined. The optical contrast of natural objects in the areas under consideration has been studied, and it has been shown that the proposed method for using space data can be effectively used to monitor the areas under consideration.