

F.İ.İsmayilov, Ç.Ə.Abdurahmanov (MAKA-nın Ekologiya İnstitutu)

PEYK TƏSVİRLƏRİ ƏSASINDA ATMOSFERİN MONİTORİNQİNİN APARILMASI ÜÇÜN OPTİK GÖSTƏRİCİLƏRİN TƏYİNİ

Giriş. Atmosferin monitorinqi ətraf mühitin mühafizəsi və onun dəyişməsinin proqnozlaşdırılması məsələsinin ən vacib elementlərindən biri kimi ətraf mühitin monitorinq sisteminin, monitorinq sisteminin özü isə milli informasiya infrastrukturunun tərkib hissəsidir. Atmosferin monitorinqi sistemi atmosferin cari vəziyyətini, orada baş verən təbii və antropogen hadisələri müşahidə etmək, habelə atmosfer havasının vəziyyətini, çirklənməsini qiymətləndirmək və proqnozlaşdırmaq üçün nəzərdə tutulan bir sistemdir. Ümumilikdə monitorinq sistemi çoxməqsədli müşahidə, qiymətləndirmə və proqnoz haqqında məlumat sistemidir [1,2,3].

Monitorinq sistemi üç əsas fəaliyyət sahəsini əhatə edir:

- ətraf mühitin vəziyyətinin və təsiredici amillərin müşahidəsi,
- ətraf mühitin həqiqi vəziyyətinin qiymətləndirilməsi;
- ətraf mühitin proqnozu və proqnozlaşdırılan vəziyyətinin qiymətləndirilməsi.

Qeyd etmək lazımdır ki, monitorinq sistemi ətraf mühitin idarəetmə fəaliyyətlərini keyfiyyətcə əhatə etmir, lakin əhəmiyyətli qərarlar qəbul etmək üçün zəruri olan bir məlumat mənbəyi kimi istifadə olunur.

Təbiətdə və insan həyatında atmosferin əsas funksiyaları aşağıdakılardır:

- yerin istilik və radiasiya rejimini təyin edir;
- atmosferdəki oksigen bütün canlı orqanizmlərin nəfəs alması üçün lazımdır;
- səsin yayılması üçün mühitdir;
- ozon ekranı cəmiyyəti həddən artıq ultrabənövşəyi radiasiyadan qoruyur;
- atmosfer dünyanı meteoritlərdən qoruyur, bunların çoxu planetin səthinə çatmadan yanır.

Atmosferin monitorinqinin miqyasını onun strukturu, təşkili, fəaliyyəti, məqsədi, həll edilən məsələlərin xüsusiyyətləri və maddi dəstək imkanları ilə əlaqələndirmək olar. Bu amillər nəzərə alınmaqla atmosferin monitorinqi problemi müxtəlif miqyasa bölünə bilər:

- qlobal monitorinq – biosferdəki qlobal proseslərin və hadisələrin izlənilməsinə və mümkün qlobal dəyişikliklərin proqnozlaşdırılmasını təmin edir;
- milli monitorinq – ayrı-ayrı dövlətlər daxilində həyata keçirilir;
- regional monitorinq – təbii şəraitinə və ya ümumi fon şəraitinə uyğun olaraq, xüsusilə də antropogen təsirlər nəticəsində baş verən proseslərin və hadisələrin fərqli olduğu bölgələri əhatə edir;
- lokal (nöqtəvi) monitorinq – xüsusilə təhlükəli zonalarda və yerlərdə müşahidələrin həyata keçirilməsini təmin edir.

Bu miqyaslarda atmosferin monitorinqi aparıldıqda, atmosfer proseslərinin fiziki əsasları – meteoroloji qanunauyğunluqlar (atmosferin strukturu, tərkibi, sinoptik şərait və s.) nəzərə alınır. Meteoroloji proseslərin öyrənilməsinin əsas mahiyyəti ondan ibarətdir ki, əvvəlcə bu proseslər üzərində müşahidələr aparılır və sonra alınmış nəticələr təhlil edilir.

Monitorinq sisteminin təsnifatı kifayət qədər sərbəst xarakter daşıyır. Bu problemin həllində monitorinq sisteminin və altsisteminin təsnifatı mühüm məsələ

hesab edilir. Monitorinqin bu sistemləri müxtəlif əlamətlərə görə bölünə bilərlər:

- məkan əhatə dairəsinə görə;
- müşahidə obyektinə görə (abiotik komponent: atmosfer havası, quru su mühiti; biotik komponent: insan, flora və fauna; fiziki təsir amilləri: elektromaqnit şüalanması, istilik şüalanması, ionlaşdırıcı şüalanma);
- tədqiqat metodlarına görə (kontakt və məsafədən ölçmə);
- öyrənilən proseslərin növünə görə (geofiziki, bioloji və s.);
- məqsədlərinə görə (ətraf mühitin mövcud vəziyyətinin təyini, proseslərin və hadisələrin tədqiqi, ətraf mühit modellərinin qiymətləndirilməsi və dərəcələrə bölünməsi, qısamüddətli proqnoz, uzunmüddətli nəticələr, optimallaşdırma və proqnozlar, mühitə təsirə görə nəzarət və s.).

Atmosferin monitorinqinin metod və vasitələri. Ətraf mühitin vəziyyəti barədə obyektiv məlumat əldə etmək üçün etibarlı bir tədqiqat sisteminin metod və vasitələrinə sahib olmaq lazım gəlir. Tədqiqat vasitələri distansion (məsafədən) və kontakt ola bilər.

Atmosferin vəziyyətini müşahidə etmək üçün istənilən metodun effektivliyi aşağıdakı göstəricilərlə qiymətləndirilir:

- selektivliyi və dəqiqliyi;
- əldə edilmiş nəticələrin təkrarlanması;
- təyin olunmanın həssaslığı;
- elementin (maddənin) aşkarlanması hədləri.

Atmosferin monitorinqinin kontakt metodları meteoroloji, klassik fiziki və kimyəvi analiz üsulları və müasir instrumental analiz metodları ilə təmsil olunur [1,3]. Bu metodlar bir sıra mərhələlərdən – nümunənin götürülməsi və işlənməsi, analiz üçün nümunənin hazırlanması, nəzarət olunan parametrlərin ölçülməsi, nəticələrin işlənilməsi və saxlanılmasından ibarətdir. Burada parametrlərdən bəziləri tez dəyişir, bəziləri isə uzun müddət dəyişməz qalır. Ona görə də müəyyən bir nümunədə ölçülmüş parametrdəki dəyişikliklərin kinetikası barədə məlumatlı olmaq lazım gəlir.

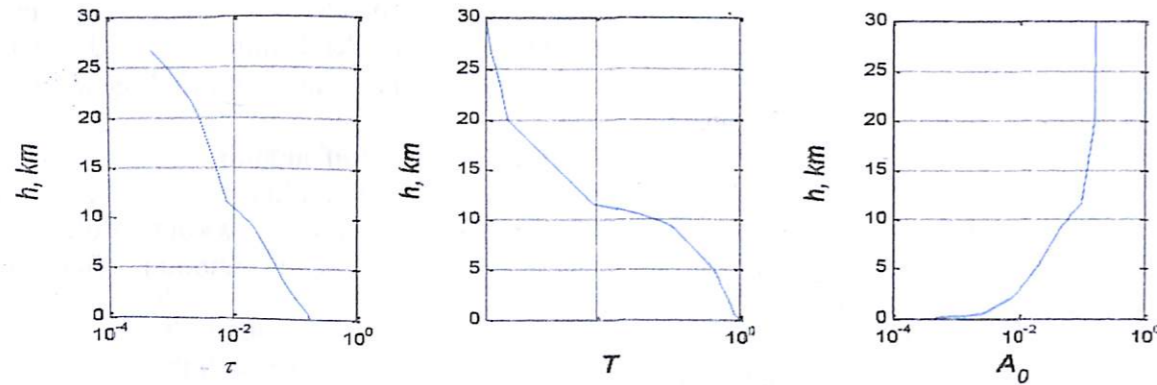
Atmosferin vəziyyəti üzərində müşahidə və nəzarət aparıldıqda kontakt və məsafədən zondlama (MZ) metodundan geniş istifadə olunur. MZ metodu tədqiq olunan obyektin öyrənilməsində geniş məlumat spektrinə və imkanlarına malikdir. MZ metodu vasitəsilə təhlükəli və çətin keçilən yerlərdən həqiqi təcrübə məlumatları toplamaq mümkün olur. Bütün bunlar tədqiqat obyektlərinin müəyyən edilməsi və təsnifləşdirilməsi üçün sensor texnologiyalarından istifadəni nəzərdə tutur.

Məsafədən nəzarət vasitələri passiv və aktiv ola bilər. Obyektdən əks olunan radiasiyanı qeyd edən sensorlara passiv sensorlar deyilir. Günəş şüaları passiv sensorlarla ölçülür. Aktiv sensorlar isə əksinə, buraxılan şüalanmanı obyektin öyrənilməsi üçün istifadə edir. Məsələn radar obyektini aşkar edir və onun yerini, sürətini və istiqamətini müəyyən edir. Peyk təsvirləri optik diapazonda “atmosfer – Yer” sistemindən qayıdan şüalanmanın ölçülməsinə əsaslanır. Bu təsvirlərin alınması və emalı optik diapazonda Yer məsafədən zondlanması (YMZ) metodunun əsasını təşkil edir. Burada əsasən çoxzonal spektral görüntülərdən istifadə edilir [3,4].

Atmosferin kosmik monitorinqi. Kosmik monitorinq sistemi peyklərdən və kosmik aparatlardan istifadə edərək ətraf mühitin vəziyyətinin müntəzəm müşahidələri, təhlili və proqnozlaşdırılması sistemidir. Hazırda kosmik monitorinqin aparılmasında mövcud olan YMZ metodlarından istifadə edilir. Bu metodlar biosferdəki digər metodlarla aşkarlanmayan fərdi dəyişikliklər haqqında fikir formalaşdırmağa imkan verir. Kosmik monitorinq həm regional, həm də qlobal səviyyədə ekosistemlərin

fəaliyyəti barədə unikal məlumat verir [4, 5, 6].

Kosmik monitoring aparıldıqda, atmosferin hündürlüyə görə laylı strukturunun nəzərə alınması aktual məsələ olaraq qalır. Şəkil 1-də atmosferin daxili strukturunu xarakterizə edən əsas optik parametrlərin şaquli profilləri verilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi atmosfer şaquli istiqamətdə laylı struktura malikdir. Atmosferin hündürlüyə görə belə qeyri-bircinsliyi günəş şüalanmasının diffuz köçürülməsinə, yer səthindən qayıdan şüalanmaya güclü təsir göstərir.



Şəkil 1. Günəş şüalanmasının $\lambda = 0,55 \text{ mkm}$ effektiv dalğa uzunluğunda optik qalınlığın (τ), optik xarakteristikaların şaquli profilləri (T, A_0) [3]

Kosmik monitoringin əsas məhsulu kosmik vasitələrlə Yerın özünün və ya əks olunan radiasiyasının qeydiyyatı nəticəsində əldə edilən ikiölçülü çoxzonal kosmik görüntülərdir. Çoxzonal (multispektral) peyk görüntüləri ərazinin eyni vaxtda, fərqli spektral kanallarda əldə edilmiş monospektral görüntülərinin məcmusudur. Spektral kanalların ardıcıl sintezi çoxsaylı tematik problemlərin həllinə imkan yaradır və peyk şəkillərinin dekodlaşdırılmasına kömək edir. Bu şəkillər tədqiq olunan obyektlərin spektral görüntülərini daha etibarlı tanımağa və onların rəngli sintez olunmuş şəkillərini əldə etməyə imkan verir.

Çoxzonal çəkilişlərin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, alınmış təsvirlər tədqiq olunan yerüstü obyektlərin müxtəlif spektral təsvirlərini verir. Yerüstü obyektlər dalğa uzunluğundan asılı olaraq günəş radiasiyasını fərqli şəkildə əks etdirir. Bu təsvirlər tədqiq olunan obyektlərin əksətmə xüsusiyyətlərinin qarşılıqlı müqayisəsi əsasında onların mühüm parametrləri arasında keyfiyyət və kəmiyyət göstəricilərini qiymətləndirməyə imkan verir [5].

Çoxkanal kosmik çəkiliş məlumatları aşağıdakı vektor şəklində verilir:

$$P = [P_1(i, j), P_2(i, j), \dots, P_k(i, j)]^T. \quad (1)$$

Burada $P_k(i, j)$ – qəfəs funksiyası; i - sıra nömrəsi, j - sütun nömrəsi, k - kanal nömrəsidir.

Ölçülən şüalanmanın parlaqlığı çəkiliş şərtləri ilə müəyyən edilmiş parametrlərdən - cihazın xarakteristikalarından, təsvirin fiziki və həndəsi xüsusiyyətlərindən asılıdır. Çəkilişin nəticəsi həmişə atmosfer təsirinə məruz qalır.

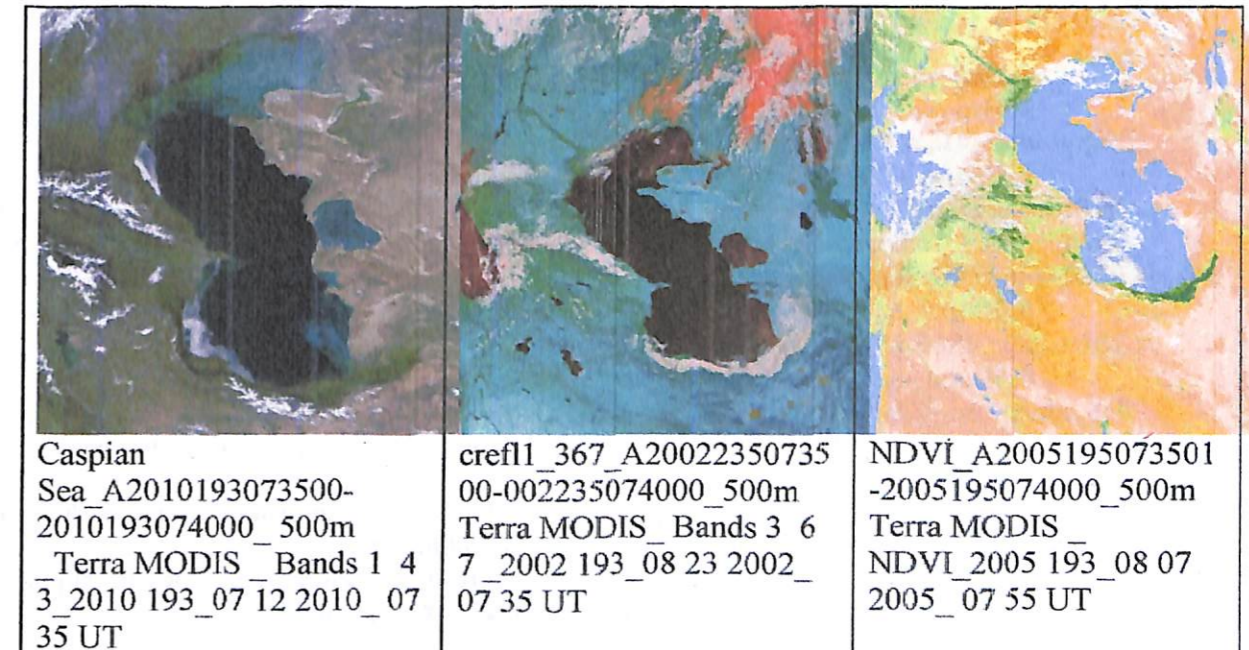
Kosmik sistemlərdə əldə edilən təsvirin xüsusiyyətləri aşağıdakı amillərlə müəyyən edilir:

- sensorun növü;
- sistem tərəfindən təyin olunan spektral aralıqlar (nömrə və dərəcələr);
- radiometrik (spektral) ayırdetmə (parlaqlıq dərəcələrinin sayı);
- həndəsi ayırdetmə;
- zaman ayırdetməsi (anketin təkrarlanması mümkün olan minimum müddət);
- görüntünün işlənmə səviyyəsi: ilkin – düzəltmə və son görüntünün formalaşması, ikinci – şəklin yaxşılaşdırılması, obyektlərin və proseslərin xüsusiyyətlərinin formalaşması, kompleks – tematik görüntünün işlənməsi.

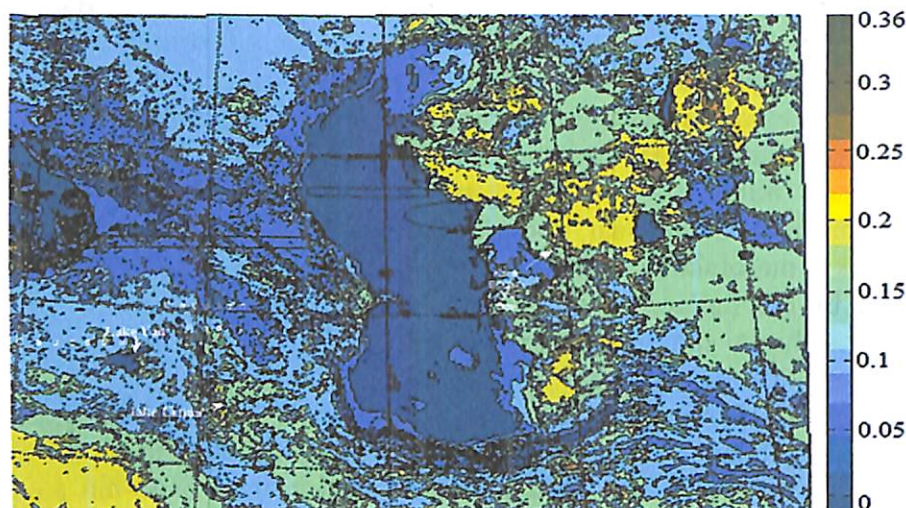
Praktiki məsələlərin həllində peyk təsvirləri vasitəsilə kosmik monitoring aparıldıqda, bir çox hallarda təyin edilən parametrlər aşağıdakılardır [3, 5]:

- yer səthinin spektral əksətmə əmsalı ($S\Theta\Theta$);
- vegetasiya indeksi ($Vİ$).

Şəkil 2-də NASA-nın Terra peykinin arxiv verilənləri əsasında müxtəlif diapazonlarda Qafqaz – Xəzər regionunun rəngli kosmik təsvirləri, $Vİ$ kəmiyyətlərinin paylanması verilmişdir. Şəkil 3-də isə həmin region üzrə $S\Theta\Theta$ -nin paylanma xəritəsi təqdim olunmuşdur. Hesablamalarda MatLAB/Simulink paketindən istifadə edilmişdir. Şəkildə Qafqazın şərq bölgəsi, Abşeron yarımadası, Xəzər dənizi və sahil ərazilərinin $S\Theta\Theta$ və $Vİ$ -nin qiymətləri kosmik təsvirlərə əsasən təyin olunmuşdur. $S\Theta\Theta$ və $Vİ$ -nin paylanmasından görüldüyü kimi bu ərazilər iqlim şəraitinə görə çox fərqlənir. $Vİ$ -nin qiymətləri dağlıq ərazilərdə (yaşıl-palıdı rənglər) ən yüksək olur, səhra və yarımsəhra ərazilərdə (sarı, boz rənglər) isə ən aşağı olur. Səhra və yarımsəhra ərazilər üçün $S\Theta\Theta$ ən yüksək qiymətlərini ($S\Theta\Theta > 0,3$), Xəzərin su akvatoriyası və dağlıq ərazilərin meşə zolaqları üçün isə ən kiçik qiymətlərini ($S\Theta\Theta < 0,1$) alır. Digər ərazilər üçün $0,1 < S\Theta\Theta < 0,3$ orta qiymətlər alır. Yüksək dağlıq şəraitində və buludların üzərində $S\Theta\Theta$ -nin qiymətləri kəskin artır və $S\Theta\Theta > 0,3$ olur.



Şəkil 2. Terra peykinin arxiv verilənləri əsasında Qafqaz – Xəzər regionunun rəngli kosmik təsvirləri və vegetasiya indeksinin paylanması



Şək.3. Peyk şəkilləri əsasında Qafqaz – Xəzər regionu üçün SƏƏ-nin paylanması
Caspian Sea. A2005162.1010.250m

Nəticə. Göstərilmişdir ki, atmosferin monitorinqi sisteminin əsasını məsafədən zondlamanın metod və vasitələri təşkil edir. Kosmik monitorinq aparıldıqda atmosferin hündürlüyə görə laylı strukturu nəzərə alınmalı, kosmik təsvirlər əsasında yer səthinin spektral əksətmə əmsalı və vegetasiya indeksi əsas parametrlər kimi təyin edilməlidir. Bunlar nəzərə alınmaqla kosmik təsvirlər əsasında Qafqaz-Xəzər regionu üçün SƏƏ və Vİ-nin qiymətləri təyin edilmiş və onların paylanmasının xəritə-sxemi verilmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 376 с.
2. Forbes, P.B.C. (2015). "Chapter 1: Perspectives on the Monitoring of Air Pollutants". In Barcelo, D. (ed.). *Monitoring of Air Pollutants: Sampling, Sample Preparation and Analytical Techniques*. Comprehensive Analytical Chemistry. 70. Elsevier. pp. 3 – 9. ISBN 9780444635532. Retrieved 31 May 2018.
3. Исмаилов Ф. И. Атмосферный аэрозоль. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019, 288с. ISBN: 978-613-9-45431-0.
4. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование Земли (<http://gis-lab.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/>). Vegetационные индексы (<https://gis-lab.info/qa/vi.html>).
5. А. М. Чандра, С. К. Гош. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. Москва, Техносфера, 2008, с. 82-84.
6. Географические информационные системы и дистанционное зондирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://gislab.info/qa/ndvi.html>.

Ф.И.Исмаилов, Ч.А.Абдурахманов

Определение оптических показателей для мониторинга атмосферы на основе спутниковых изображений

Резюме

Показано, что методы и средства дистанционного зондирования занимают особое место в системе мониторинга атмосферы и для проведения космического мониторинга необходимо учитывать слоистое строение атмосферы по высоте. В данном случае на основе космических снимков восстановлено поле значений спектральных коэффициентов яркостей и вегетационных индексов для Кавказско-Каспийского региона и представлена карта-схема их пространственного распространения.

F.I.Ismailov, Ch.A.Abdurahmanov

Evaluation of optical parameters for monitoring atmosphere on the basis of satellite image

Abstract

It is shown that methods and means of remote sensing occupy a special place in the system of monitoring the atmosphere, and for space monitoring it is necessary to take into account the layered structure of the atmosphere in height. In this case, on the basis of space images, the field of values of spectral brightness coefficients and vegetation indices for the Caucasian-Caspian region is restored and a map-scheme of their spatial distribution is presented.