

Some Evaluation Aspects of Atmospheric Aerosol in Industrial Centers on The Basis Ofsatellite Information

B.M. Azizov, Kh.S. Khalilova

National Aviation Academy of Azerbaijan (Mardakan ave, 30, Baku, AZ1045, Azerbaijan)

For correspondence:

Khalilova Khadija / e-mail: x.xalilova@mail.ru

Abstract

The main purpose of the study of atmospheric aerosols is to determine their impact on the Earth's radiation balance and climate change on a regional and global scale. Because aerosols vary in size, shape, composition, and duration in the atmosphere, they are evaluated in the terrestrial atmosphere and at different altitudes via satellite systems. In the article under review, the study of atmospheric aerosols in large industrial centers was carried out on the basis of mutual analysis of surface and satellite data. It has been shown that the correct estimation of aerosol attenuation of the signal depends directly on the choice of spectral wavelength (0.4 μm to 11.3 μm). Surface measurement results, data from Landsat-7.8 and AZERSKY satellites were used in the research. The article focuses on the assessment of NO_2 , SO_2 and large dispersed aerosols, which are typical for industrial centers.

Keywords: aerosol, atmosphere pollution, measurements, synchronous, quasicynchronous observations, spectrum, anthropogenic factor, spectral decomposition.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_02_113_120

For citation:

Azizov B.M., Khalilova Kh.S.

[Some Evaluation Aspects of Atmospheric Aerosol in Industrial Centers on The Basis Ofsatellite Information]
Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2021, vol. 13, № 2. Pp. 113 –120 (in Azerbaijan).

Peyk informasiyası əsasında sənaye mərkəzlərində atmosfer aerosollarının qiymətləndirilməsinin bəzi aspektləri

B.M. Əzizov, X.S. Xəlilova

Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası (Mərdəkan prospekti 30, Bakı, AZ1045, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Xəlilova Xədicə / e-mail: x.xalilova@mail.ru

Annotasiya

Atmosfer aerosollarının tədqiqində əsas məqsəd onların regional və global miqyasda Yer radiasiya balansına və iqlim dəyişmələrinə təsirini müəyyənləşdirməkdir. Aerosolların ölçüləri, forması, tərkibi və atmosferdə müddətləri olduqca fərqli xarakter daşıdığından onların qiymətləndirilməsi yerüstü atmosferdə və peyk sistemləri vasitəsilə müxtəlif hündürlüklərdə həyata keçirilir. Baxılan məqalədə iri sənaye mərkəzlərində atmosfer aerosollarının tədqiqi yerüstü və peyk məlumatlarının qarşılıqlı analizi əsasında aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, signalın aerosol zəifləmələrinin düzgün qiymətləndirilməsi bilavasitə spektral dalğa uzunluğunun (0.4 mkm-dən 11.3 mkm-ə kimi) seçilməsindən asılı olur. Araşdırmalarda yerüstü ölçmə nəticələri, Landsat-7,8 və AZERSKY peykindən alınmış məlumatlardan istifadə olunmuşdur. Məqalədə əsas diqqət sənaye mərkəzləri üçün xarakterik olan NO₂, SO₂ və iri dispersli aerosolların qiymətləndirilməsinə yönəldilmişdir.

Açar sözlər: aerosol, atmosfer çirklənməsi, kvazisinxron müşahidələr, antropogen amil, spektral bölünmə, aerokosmik məlumatlar.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_02_113_120

УДК: 5.52.528.7

Некоторые аспекты оценки атмосферных аэрозолей в промышленных центрах на основе спутниковой информации

Б.М. Азизов, Х.С. Халилова

Национальная академия авиации Азербайджана (Мардакянский проспект, 30, Баку, AZ1045, Азербайджан)

Для переписки:

Халилова Хадиджа / e-mail: x.xalilova@mail.ru

Аннотация

Основная цель исследования атмосферных аэрозолей – определение их влияния на радиационный баланс Земли и изменение климата в региональном и глобальном масштабе. Аэрозоли различаются по размеру, форме, составу и продолжительности пребывания в атмосфере и оцениваются в земной атмосфере и на разных высотах с помощью спутниковых систем. В статье приведены результаты исследования атмосферных аэрозолей в крупных промышленных центрах, которое проводилось на основе взаимного анализа наземных и спутниковых данных. Показано, что правильная оценка аэрозольного ослабления сигнала напрямую зависит от выбора спектральной длины волны (от 0,4 мкм до 11,3 мкм). В исследовании использованы результаты измерений поверхности, данные спутников Landsat-7.8 и AZERSKY. Дана оценка NO₂, SO₂ и крупнодисперсных аэрозолей, характерных для промышленных центров.

Ключевые слова: аэрозоль, загрязнение атмосферы, измерения, синхронный, квазисинхронные наблюдения, спектры, антропогенный фактор, спектральное разделение.

Giriş

Məlumdur ki, aerosol atmosferin sərhəd qatıdır və əsas konsentrasiyası yerdən 1000 m-ə kimi hündürlükdə paylanır. Aerosol yerdə iqlimi formalaşdıran amil olmaqla yanaşı insan sağlamlığına ciddi təsir göstərir [1, 3]. Aerosol atmosfer sərhəddində günəş radiasiyasını udaraq və səpələyərək temperaturun şaquli paylanmasına təsir göstərir və nəticədə atmosferin baxılan sərhəddində onun dinamikasını və istilik rejimini dəyişir. Bu səbəbdən iqlim dəyişmələri və ətraf mühitə aerosolların göstərdiyi təsirin nəzərə alınması müasir atmosfer tədqiqatlarının əsas problemlərindən biridir. Bu problem sənaye mərkəzləri üzərində olan atmosfer üçün daha önəmlidir. Müasir model hesablamaları göstərir ki, atmosfer aerosollarının günəş radiasiyasına və onunla əlaqədar ətraf mühitə təsir göstəricilərinin düzgün nəzərə alınması ətraf mühit və iqlim göstəricilərinin nisbətən düzgün proqnozlaşdırılmasına imkan verir. Düzgün proqnozlaşdırmanın əsas göstəricilərindən biri isə onun optik-mikrofiziki parametrlərinin düzgün təyin olunmasından asılıdır.

Atmosfer sərhəddində atmosferin optik xarakteristikalarının düzgün qiymətləndirilməsi bilavasitə yerüstü ölçmə nəticələri ilə (meteostansiyalarda və səyyar nəzarət ölçü komplekslərində) peyk ölçmə nəticələrinin qarşılıqlı müqayisəsi ilə alınmış nəticələrin analizi əsasında ölçü xətlərinin qiyməti və onları yaradan səbəbləri araşdırmaq imkanı əldə olunur. Bu məqsədlə peyk sistemləri vasitəsilə spektrin müxtəlif dalğa uzunluqlarında atmosferin şəffaflığının qiymətləndirilməsi yuxarıda qeyd olunan bu və ya digər məsələləri həll etmək mümkündür.

Material və metod

Hal-hazırda atmosfer aerosollarının məsafədən qiymətləndirilməsinin müxtəlif üsulları mövcuddur. Bunlardan ən geniş yayılmışları-kombinasiya üsulu, atmosferin şəffaflıq üsulu, temperaturun hündürlüyə görə paylanması üsulu və infraqırmızı ölçmə üsullarıdır. Hər bir üsulun özünəməxsus üstünlükləri və çatışmazlıqları mövcuddur. Baxılan məqalədə atmosferin şəffaflıq üsulundan istifadə olunmuşdur. Bu, ilk növbədə, ölçmə avadanlığı kimi istifadə olunan sistemlə bağlıdır. Bizim araşdırmalarda Ölçü sistemləri kimi AZERSKY və LANDSAT-7,8 materiallarından istifadə olunduğundan atmosferin şəffaflıq metodu daha optimal hesab olunur. Belə ki, baxılan sistemlərdə istifadə olunan radiometrlər günəş radiasiyasının aerosollar tərəfindən udulması və səpələnməsi nəticəsində atmosferin optik sıxlığında baş verən dəyişiklikləri kəmiyyət və keyfiyyətə qiymətləndirmədə ölçmə xətlərinin qiyməti digər metodlara nisbətən daha aşağı olur. Digər tərəfdən baxılan metodla alınan informasiyanın emalı nisbətən sadə olur. İnformasiyanın emalı müasir emal proqramı olan Erdas Imagine-də aparılmışdır.

Təhlil və müzakirə

Məqalə atmosfer çirklənməsinin kosmik məlumatlar əsasında qiymətləndirilməsinin analizi və ölçmə metodları haqqında məlumatların ümumiləşdirilməsinə həsr olunur. Göstərilmişdir ki, atmosferin tərkibində dəyişikliklərin, xüsusən aerosolun konsentrasiyasının dəyişməsi ölçmə nəticələrinə ciddi təsir göstərir. Bu təsir özünü aerosolların ölçülərindən, hündürlük üzrə paylanmasından və növ tərkibindən asılı olaraq dəyişir.

Məsələnin qoyuluşu

Məlum olduğu kimi, sənaye şəhərləri üzərindəki aerosol sahələrinin formalaşma prosesinin mürəkkəbliyi və onların kimyəvi tərkibinin, dispersliyinin müxtəlifliyi ilə bağlı mikrofiziki xüsusiyyətləri, optik diapazonun müxtəlif spektral zonalarında çox sayda ölçülmələrin keçirilməsini tələb edir. Atmosfer aerosolunun optik qalınlığı həm təbii, həm də antropogen amillərdən asılı olaraq sutkalıq, mövsümi və illərarası tərəddüdlərə məruz qalır. Təcrübələr göstərir ki, iri dispersli aerosolların (təbii və sənaye tozlarının) kəmiyyət və keyfiyyətə qiymətləndirilməsində atmosferin şəffaflıq metodu digər metodlara nisbətən daha optimal hesab olunur. Tədqiqatlar aparılarkən atmosferin dinamikliyinə təsir göstərən meteoroloji göstəricilər nəzərə alınmalıdır.

Məsələnin həlli

Son illər atmosfer çirklənmələrinin əsas səciyyələndirici səbəblərindən biri aerosol çirklənmələri hesab olunur. Aerosol çirklənmələri həm təbii, həm də antropogen xarakterli olduğundan, onların bir-birindən fərqləndirilməsi kəmiyyət və keyfiyyətə qiymətləndirmə məsələləri müasir atmosfer tədqiqatlarının əsas problemlərindən biri hesab olunur. Onların peyk üsulu vasitəsilə qiymətləndirilməsi xüsusilə iri sənaye şəhərləri üçün mühüm xüsusiyyətə malikdir.

Baxılan məqalədə müxtəlif mənşəli və müxtəlif ölçülü aerosol çirklənmələrinin qiymətləndirmə üsullarına baxılmış və göstərilmişdir ki, digər atmosfer çirklənmələrindən fərqli olaraq aerosol çirklənmələrinin qeydə alınması fərqli xüsusiyyətlərə malikdir. Xüsusilə spektrin müxtəlif diapazonunda aparılan ölçmələr aerosol çirklənmələrinin digər çirklənmələrdən fərqləndirilməsini təmin edə bilər.

Sənaye şəhəri üzərindəki atmosferin aerosol çirklənməsi təbii qlobal proseslərdən, sənaye tullantılarının həcmindən, həm də qarışıqların yığılmasından, yaxud əksinə atmosferin təmizlənməsinə səbəb olan meteoroloji şəraitdən asılıdır. Meteoroloji və spektrometrik məlumatların müasir interpretasiyası şəhər atmosferinin aerosol optik qalınlığının dəyişkənliyinin qiymətləndirilməsinə imkan verir [1, 2, 3].

Kosmik informasiyalar əsasında atmosfer çirklənməsinin iki növü analiz olunur. Bunlardan biri molekulyar təsirə malik qaz hissəcikləri (Reley və Mi səpələnməsi), digəri isə çoxlu sayda bərk aerosol hissəcikləri hesab olunur. Təbii aerosollar əsasən, meşə, ot yığınlarının, toz burulğanlarının və vulkan püskürməsi nəticəsində yaranır. Antropogen mənşəli aerosollar isə insan fəaliyyəti nəticəsində, əsasən enerji istehsalı proseslərində yaranır.

Atmosferdə aerosol çirklənmələri haqqında informasiya verən üç kosmik informasiya mənbəyini göstərmək olar:

1. Spektrin müxtəlif oblastlarında, Yerin təsvirinin analiz metodu;
2. Trayektoriyanın formasına əsasən Günəşə görə atmosferin şəffaflığının ölçmə metodu;
3. “Yer-Atmosfer” sistemi tərəfindən əks olunan və səpələnən Günəş şüalanmasının ölçmələrinin nəticələrinin şərhinə əsaslanan metod.

Birinci üsul, yalnız aerosolların fəzada paylanması digər iki üsul isə atmosfer aerosollarının optik xüsusiyyətləri baxımından qiymətləndirməyə imkan verir [3, 4].

Qeyd olunan üsulların mahiyyətinin araşdırılması məqsədi ilə atmosferin aşağıdakı optik parametrləri haqqında bəzi məlumatları nəzərdən keçirək:

Atmosferin optik parametrləri. Yer atmosferində işıq selinin atmosferlə qarşılıqlı əlaqəsini müəyyənləşdirən əsas göstəricilər: k -udulma, σ -səpələnmə və χ (σ_{mol}) atmosferin yayım indikatoru (göstəricisi) kimi parametrlərlə müəyyən olunur. Spektrin görünən hissəsində udulma çox az olduğu üçün onu nəzərə almamaq olar. Molekulyar (reley) və aerosol səpələnmələri isə fərqlənilir.

Molekulyar səpələnmə göstəricisi σ_{mol} yaxşı məlumdur. Atmosferin yerətrafi qatlarında $\lambda=0.55$ dalğa uzunluğunda, onun qiyməti $\sigma_{\text{mol}}(\lambda=0.55 \text{ mkm})=0.0119 \text{ km}^{-1}$ -dir.

σ_{mol} göstəricisinin, şüalanmanın dalğa uzunluğundan asılılığı aşağıdakı kimidir.

$$\sigma_{\text{mol}}(H, \lambda) = \sigma_{\text{mol}}(\lambda=0.55 \text{ mkm})$$

Burada $\sigma_{\text{mol}}(H, \lambda)$ - molekulyar səpələnmənin hündürlük və dalğa uzunluğundan asılılıq funksiyasıdır.

Hündürlüyə görə molekulyar səpələnmə göstəricisi eksponensial qanunla dəyişir.

$$\sigma_{\text{mol}}(H, \lambda) = \sigma_{\text{mol}}(0, \lambda) \exp(H/H_{\text{mol}}).$$

Burada $H_{\text{mol}}=8 \text{ km}$ - molekulyar atmosferin effektiv hündürlüyüdür. Molekulyar yayım indikatrısı isə $\chi_{\text{mol}}(\sigma_{\text{mol}}) = 0.75(1+\cos^2 \sigma_{\text{mol}})$ ifadəsi ilə tapılır.

Atmosferin aerosolla çirklənməsinin aerokosmik monitorinqi sistemi. Atmosferin aerosolla çirklənməsinin aerokosmik monitorinqi, spektrin ultrabənövşəyi görünən və yaxın infraqırmızı diapazonlarda aparılır. Spektrin bu diapazonlarında udulma və səpələnmə proseslərinə aerosoldan əlavə, atmosferin digər aktiv optik komponentləri təsir göstərə bilər. Onlara ozon, azot dioksidi və başqaları misal ola bilər. Aerosol komponentlərinin parametrlərinin bərpasına birkanallı ölçülərdən çoxkanallı (çoxspektrallı, çoxbucaqlı və ya spektral-bucaqlı) ölçülərə keçməklə nail olmaq olar. Onların məsələnin

həllinə təsirinin göstəricilərinin müəyyənləşdirilməsi üçün çoxkanallı ölçmə üsullarının nəticələrindən istifadə olunur. Belə ölçmə avadanlıqları Landsat, Spot, Aqua, Sentinel, NOAA və digər müasir peyk sistemlərində tətbiq olunur [3, 5, 6, 7].

Araşdırmalarda biz əsasən AZERSKY (Spot-6) və Landsat-8 peykində quraşdırılmış skaner təsvirlərindən istifadə etmişik. Aşağıda həmin sistemin əsas texniki xarakteristikaları verilmişdir:

AZERSKY (Spot-6)

- a) Spektral diapazonlar, mkm:
Paxromatik: 0.450-0.475 I kanal – göy, 0.450-0.520; II kanal – yaşıl; 0.530-0.590 II kanal – qırmızı; 0.625-0.695 III kanala yaxın infraqırmızı; 0.760-0.890
- b) Müşahidə zonasının eni-60 km
- c) Radiometrik ayırdetməsi - 2^{12} - qradasiya
- d) Fəza ayırdetməsi: Paxromatikdə-1.5 m, multispektral-10 m

Landsat-8

- a) Spektral diapazonlar, mkm:
I kanal – sahilyanı və aerosol; 0,433-0,453 mkm; II kanal – göy; 0,450-0,515 mkm; III kanal – yaşıl; 0,525-0,600 mkm IV kanal – qırmızı; 0,630-0,680 mkm V kanala yaxın infraqırmızı; 0,845-0,885 mkm
- b) Müşahidə zonasının eni-30 km

Akkumulyasiya metodu. Atmosfer tərəfindən zəiflədilmiş Günəş şüalanmasının ölçülməsi qeyd olunmuş çoxkanallı skaner ilə aparılmışdır: dalğa uzunluğunun işçi diapazonu-0,45, 0,89 mkm, spektral kanallarının sayı 5 olmuşdur. Aerosol qalınlığı, spektral sahədə 0.45...0.53 mkm və 0.75...0.83 mkm, ozonun udma zolağından kənarda 0.55...0.73 mkm müəyyən edilmişdir (burada Günəş radiasiyası ozon tərəfindən az miqdarda udulur). Aerosolun zəifləmə göstəricisinin şaquli profilinin

bərpa, ölçülən qalınlığa görə statik tənzimləmə metodu ilə aparılır. Aerosolun zəifləmə göstəricisinin profili $h > 10$ km hündürlük oblastında bərpa olunur. Təcrübələrin nəticələri aerosol qatının əsasən 14...20 km, 25 km və 32 km-də formalaşmasını müəyyənləşdirmişdir.

Bucaq metodu. Bu metodda nadir xəttinə nəzərən simmetrik yerləşmiş iki istiqamətdə buraxılmış şüalanmaların işıqlanmasının ölçülməsi ilə atmosferin optik qalınlığının tapılmasına yönəlmişdir.

Peykin qabaq hissəsində yerləşdirilmiş üçkanallı telefotometr, uçuş istiqamətinə perpendikulyar istiqamətdə skanerləşir və Yerin əks etdirdiyi radiasiyanın işıqlanmasını da spektral intervalda ölçür. Bu interval 0.34; 0.47 və 0.75 mkm-də mərkəzləşmişdir. Bucaq metodunun əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, müxtəlif dispersiyalı aerosolların qiymətləndirilməsi müxtəlif bucaqlar altında daha effektiv olur. Ölçmələr nadirdən $\pm 3 - 10^\circ$ bucaq altında aparılmışdır. Sənaye şəhərlərində temperatur təyin olunmasında da aerosolların təsirinin qiymətləndirilməsi böyük əhəmiyyətə malik olur [6, 7].

Temperaturun tapılmasında əsas məneə, atmosferdə aerosolun və su buxarının olmasıdır. Əgər ikiölçülü kanalları üçün su buxarının udma səviyyəsi fərqlidirsə, onların nisbəti sabitdirsə, onda ikikanallı ölçmə su buxarının hesablanması (qeydiyyatını) kifayət qədər dəqiqliklə təmin edir. Göstərilən şəraitlər mərkəzlər mkm-də olan, 1 mkm spektral intervalları üçün yerinə yetirilir. Belə ikikanallı ölçmələrə görə temperaturun tapılma xətası aerosolların nəzərə alınmaması, dəniz səthinin şüalanma əmsalı və aparat küyü ilə bağlıdır.

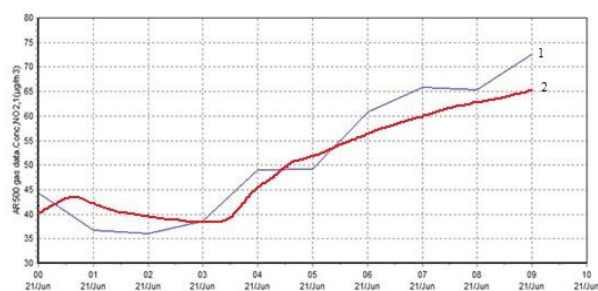
Yuxarıda qeyd olunduğu kimi, iri sənaye şəhərlərində atmosferin aerosol çirklən-

mələrinə müxtəlif təsirlər, o cümlədən avtomobil nəqliyyatı təsir göstərir. Bu təsirin xüsusiyyətini qiymətləndirmək üçün Bakı şəhəri üzərində aerosol çirklənmələrinin paylanma göstəriciləri əsasında, nəqliyyatın intensivliyinin böyük olduğu Heydər Əliyev prospektində çirklənmələrin paylanma xüsusiyyəti nəzərdən keçirilmişdir.

Aşağıdakı şəkillərdə Heydər Əliyev prospektində 2019-cu ilin iyun ayında aparılmış ölçmə nəticələri göstərilmişdir. Şəkil 1-də NO_2 -nin, Şəkil 2-də isə SO_2 -nin sutka ərzində (gecə saat 00⁰⁰-dan gündüz saat 10⁰⁰-a kimi) alınmış yerüstü və peyk məlumatları öz əksini tapmışdır.

Qrafiklərdən görünür ki, hər iki çirkləndirici qaz üçün konsentrasiyanın qiyməti saat 04⁰⁰ və 05⁰⁰-dan etibarən artmağa başlayır. Bu isə bilavasitə nəqliyyatın intensivliyinin artması ilə əlaqədardır. Aparılan tədqiqatların nəticələri göstərir ki, nəqliyyatın intensivliyinin dəyişməsi baxılan qazların konsentrasiyasının kəskin artmasına səbəb oldu.

Məsələn, NO_2 üçün gecə saatlarında konsentrasiyanın qiyməti 35-40 mq/m³ olduğu halda, 08⁰⁰-09⁰⁰ radələrində bu qiymət təqribən iki dəfəyədək artaraq 70-75 mq/m³ təşkil edir [7].



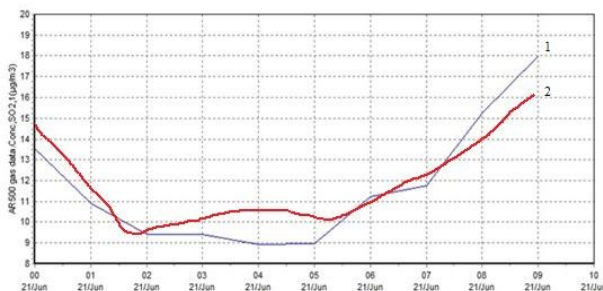
1. Yerüstü ölçmə nəticələri 2. Peyk məlumatları əsasında

Şəkil 1 – 2019-cu ilin iyun ayında sutka ərzində NO_2 -nin konsentrasiyasının dəyişmə qrafiki

Figure 1 – Schedule of changes in the concentration of NO_2 during the day in June 2019

Analoji olaraq SO_2 qazı üçün gecə saatlarında bu qiymət $8\text{--}10 \text{ mq/m}^3$ olduğu halda, saat $08^{00}\text{--}09^{00}$ arasında bu qiymət $2\text{--}2.5$ dəfə artaraq $17\text{--}18 \text{ mq/m}^3$ təşkil edir.

Yuxarıda qeyd etdik ki, H. Əliyev prospektində atmosferi çirkləndirən göstəricilərdən biri də, tozun konsentrasiyasının dəyişməsidir. Ölçmələr iyun ayının 12-dən 21-ə kimi müddətdə aparılmış və müəyyən olunmuşdur ki, tozun konsentrasiyası müxtəlif günlərdə müxtəlif qiymətə malik olmuşdur. Aparılan ölçmələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, baxılan günlərdə ən böyük, ən yüksək konsentrasiya iyunun 14-də qeydə alınmışdır. Bunun əsas səbəbi meteoroloji məlumatlara görə, qum fırtınaları meydana gəlmişdir [6, 7].

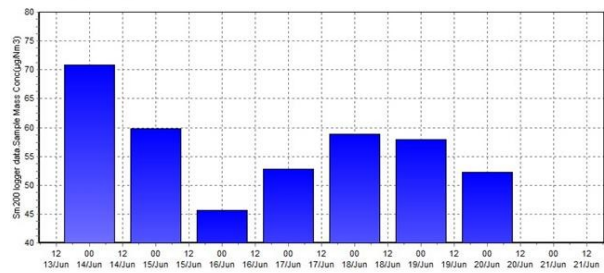


1. Yerüstü ölçmə nəticələri. 2. Peyk məlumatları əsasında

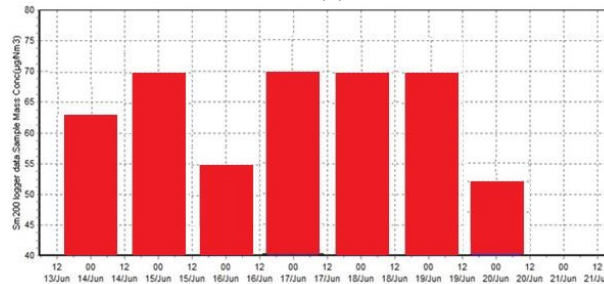
Şəkil 2 – 2019-cu ilin iyun ayında sutka ərzində SO_2 -nin konsentrasiyasının dəyişmə qrafiki

Figure 2 – Schedule of change in SO_2 concentration during the day in June 2019

Şəkil 1, 2 və 3-də yerüstü ölçmə nəticələri və peyk məlumatları əsasında alınmış qiymətlər arasındakı fərq ilk növbədə ölçü məsafəsi arasındakı fərqlər, peyk ölçmələrinə digər amillərin (xüsusən atmosfer səpəlmələrinin peyk ölçü sistemlərinin xəталар və peyk informasiyasının emalı prosesində yaranan xəталар) təsiri nəticəsində yaranır



(1)



(2)

1. Yerüstü ölçmə nəticələri 2. Peyk məlumatları əsasında

Şəkil 3 – İyun ayının 13-dən 21-ə kimi atmosferin tərkibində tozun konsentrasiyasının dəyişmə diaqramı

Figure 3 – Diagram of changes in the concentration of dust in the atmosphere from 13 to 21 June

Cədvəl 1. Atmosfer Havasının çirkləndiricilərinin Yol Verilən Qatılıq Həddləri (YVQH)

Table 1. Permissible Concentrations of Atmospheric Air Pollutants (PC)

Çirkləndiricilər	YVQH-ləri ($\mu\text{g/m}^3$)	Ortalama dövrü
Benzol	5	1 il
Toluol	-	-
Para-Ksilol	-	-
NO_2	200	1 saat
SO_2	350	1 saat
O_3 (Ozon)	120	8 saat
PM_{10}	50	1 gün

Cədvəldə çirklənmə dərəcəsinin səviyəsini təyin etmək məqsədi ilə qiymətləndirilən çirkləndiricilərin yol verilə bilən qatılıq hədlərinin qiymətləri verilmişdir.

Nəticə

-Sənaye mərkəzlərində atmosferdə gedən proseslərin izlənilməsi bilavasitə Peyk məlumatları əsasında həyata keçirilir. Müəyyən olunmuşdur ki, aerosol konsentrasiyasının dəyişməsi atmosferin optik sıxlığına təsir göstərir. Aerosolun konsentrasiyasından asılı olaraq baxılan dövr üçün optik sıxlıq $10\% \div 35\%$ -ə kimi azalmağı müşahidə edilmişdir.

- Müəyyən edilmişdir ki, sənaye şəhərlərinin istehsal strukturundan asılı olaraq atmosfərə atılan çirkləndiricilərin növ tərkibi müxtəlif olur. Bizim tədqiqatlarda əsasən NO₂ və SO₂-nin konsentrasiyalarının dəyiş-

mə xüsusiyyəti analiz olunub və müxtəlif spektral diapazonda onların konsentrasiyası hesablanmışdır.

- Aerosol tədqiqatlarında atmosfərə təsir edən əsas amillərdən biri də aerosolların hündürlük üzrə paylanma xüsusiyyətidir. Müəyyən edilib ki, sənaye mərkəzlərində aerosolların hündürlüyə görə paylanması onun ölçülərindən və çirklənmə mənbəyinin xüsusiyyətindən asılı olaraq formalaşır. Hündürlüyə görə paylanan aerosolun konsentrasiyasının dəyişməsi elektromaqnit dalğalarının aerosol hissəciklərindən udulması və səpələnməsi ilə izah olunur.

REFERENCES

1. Uzhegov V.N., Phalagov Yu.A., Kabanov D.M., Sakerin S.M. Grubodispersnyj aerosol' i ego rol' v formirovanii vysoty odnorodnoj aerosol'noj atmosfery // "Optika atmosfery i okeana", tom 25, №12 (2012). s. 1023-1031. <http://web.iao.ru/content/vol.25-2012/iss> (in Russia)
2. Abakumova G.M., Gorbarenko E.V. Prozhnost' atmosfery v Moskve za poslednie 50 let i ee izmeneniya na territorii Rossii. M., 2008, s.109- 114. <https://urss.ru/cgi-bin/db.pl> (in Russia)
3. Poddubnyj V.A., Luzheskaya A.P. i dr. Ocenka vliyaniya goroda na aerosol'noe zamutnenie atmosfery po dannym dvuhtocheynyh izmerenij «Fon-promyshlennyj gorod». // Optika atmosfery i okeana. 2012. T25, №4. s.319-326. <http://www.anl.az> (in Russia)
4. Timofeev Yu.M., Vasil'ev A.V. Osnovy teoreticheskoy atmosferno optiki. Sankt- Peterburg. 2007. 73-83. <http://www.rrc.phys.spbu.ru> (in Russia)
5. Earth DATA, Giovanni The Bridge Between Data and Science v 4.34 URL: <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/Giovanni> (2020, 25 iyun)
6. AErosol RObotic NETwork project URL: <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>. (2020, 25 iyun)
7. Qlobal ətraf mühit problemləri, ETSN. URL: <http://eco.gov.az/az/ekoloji-siyaset/qlobale-etraf-muhit-problemleri> (2020, 25 iyun)

Redaksiyaya daxil olub:	13.08.2020
Tamamlama işlərindən sonra:	12.06.2021
Nəşrə qəbul edilib:	17.06.2021