

Astronomic Causes of Global Climate Change

Sh.A. Akhmedov, M. Sh. Akhmedova, G.Sh. Guseynova

Azerbaijan Technical University (Hussein Javid pr., 25. Baku, AZ1073, Azerbaijan)

For correspondence:

Akhmedov Shahin / e-mail: shahin.ahmedov.50@mail.ru

Abstract

The article studies the analysis of the study of astronomical factors of modern climate change. Climate is a generalized characteristic of the state of the natural environment around us. The temperature regime is an important component, which determines many features of the life of the population and the state of the natural environment. Therefore, the problem of climate change and, first of all, its temperature characteristics seems to be significant for modern science and practice. At present, there are noticeable trends in the change in the surface air temperature, the temperature of the ocean surface, the level of the World Ocean, the area of sea ice and permafrost, and the ice mass of mountain glaciers. Finding the reasons for the trends observed in the Earth's climate system means finding an explanation for the observed changes in the Earth's climate. Currently, it is widely assumed that the main cause of global climate change is the "greenhouse" effect, associated mainly with the emission of greenhouse gases determined by the anthropogenic factor (combustion of coal and hydrocarbon fuels). At the same time, there is no doubt that solar radiation is of great importance in the genesis of climate.

Keywords: climate, global climate, insolation, Earth temperature, overpowering, climate change.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_13_03_113_122

For citation:

Akhmedov Sh.A., Akhmedova M. Sh., Guseynova G.Sh.
[Astronomic Causes of Global Climate Change]
Herald of the Azerbaijan Engineering Academy
2021, vol. 13, no. 3. Pp. 113-122 (in Azerbaijani)

Yer iqliminin formalaşmasının əsas amilləri

Ş.Ə. Əhmədov, M.Ş. Əhmədova, H.Ş. Hüseynova

Azərbaycan Texniki Universiteti (Hüseyn Cavid pr., 25, Bakı, AZ1073, Azərbaycan)

Yazışma üçün:

Əhmədov Şahin / e-mail: shahin.ahmedov.50@mail.ru

Xülasə

Məqalə müasir iqlim dəyişikliyinə astronomik amillərinin araşdırılmasına həsr edilmişdir. İqlim, ətrafımızdakı təbii mühitin vəziyyətinin ümumiləşdirilmiş xüsusiyyətidir. Əhəmiyyətli komponenti, əhalinin həyatının və təbii mühitin vəziyyətinin bir çox xüsusiyyətlərini təyin edən temperatur rejimidir. Bu səbəbdən, iqlim dəyişikliyi problemi və ilk növbədə, onun temperatur xüsusiyyətləri müasir elm və praktika üçün əhəmiyyətli görünür. Yer iqlim sistemində müşahidə olunan tendensiyaların səbəblərini tapmaq, Yer iqlimində müşahidə olunan dəyişikliklərin izahını tapmaq deməkdir. Hal-hazırda global iqlim dəyişikliyinə əsas səbəbinin antropogen amil (kömür və karbohidrogen yanacaqlarının yanması) ilə təyin olunan, əsasən istixana qazlarının emissiyası ilə əlaqəli "istixana" effekti olduğu geniş yayılmışdır. Eyni zamanda, günəş radiasiyasının iqlimin yaranmasında böyük əhəmiyyətə malik olduğu şübhəsizdir.

Açar sözlər: iqlim, global iqlim, insolyasiya, Yer iqlimi, bərpa, iqlim dəyişikliyi.

DOI: 10.52171/2076-0515_2021_113_03_103_122

УДК: 551.501:551.507.362

Астрономические причины изменения глобального климата

Ш.А. Ахмедов, М.Ш. Ахмедова, Г.Ш. Гусейнова

Азербайджанский технический университет (пр. Гусейн Джавида, 25. Баку, АЗ 1073, Азербайджан)

Для переписки:

Ахмедов Шагин / e-mail: shahin.ahmedov.50@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена анализу исследования астрономических факторов современного изменения климата. Климат – это обобщенная характеристика состояния окружающей нас природной среды. Важной его составляющей является температурный режим, определяющий многие особенности жизни населения и состояния природной среды. Поэтому проблема изменения климата и, прежде всего, его температурных характеристик представляется значимой для современной науки и практики. В настоящее время отмечают заметные тренды в изменении приповерхностной температуры воздуха, температуры поверхности океана, уровня Мирового океана, площади морских льдов и вечной мерзлоты, массы льда горных ледников. Найти причины отмечаемых в климатической системе Земли трендов – значит найти объяснение наблюдаемым изменениям климата Земли. В настоящее время широкое распространение получило предположение о том, что основной причиной изменения глобального климата является “парниковый” эффект, связанный, главным образом, с эмиссией парниковых газов, определяемой антропогенным фактором (сжиганием каменного угля и углеводородного топлива). В то же время не подвергается сомнению и то, что солнечная радиация имеет важнейшее значение в генезисе климата.

Ключевые слова: климат, глобальный климат, инсоляция, температура Земли, осцилляция, изменения климата.

Giriş

Məlumdur ki, Günəş atmosferdə, hidrosferdə, yer səthində baş verən hidrometeoroloji, biokimyəvi və bir çox digər proseslər üçün əsas enerji mənbəyidir. Günəş enerjisi yer üzündə həyatın inkişafında ən vacib amildir, həyat və fotosintez üçün lazımlı temperatur şəraitini təmin edir. Rus meteoroloqu A.İ. Voeikov qeyd edir ki, "Günəş, Yer səthinin və havanın temperaturuna əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərən güclü istilik mənbəyidir".

Qədim dövrlərdə Hipparx (qədim yunan astronomu, coğrafiyaşünas və riyaziyyatçı, e.ə. II əsr) iqlim fəsillərinin illik dəyişməsinə, Yer in orbital hərəkəti və onun fırlanma oxunun meyli ilə təyin olunan günəş şüalarının düşmə meylinə dəyişiklik (Yunan dilindən tərcümədə "iqlim"- "meyiletmə") ilə əlaqələndirən bir açıqlama verdi. Bundan əlavə, səbəbləri hələ də elmi müzakirə mövzusu olan illik və uzunmüddətli iqlim dəyişiklikləri qeyd olunur.

Günəş radiasiyasının atmosferin yuxarı sərhədinə və ya Yer səthinə (atmosfer nəzərə alınmadan) illik daxil olması orta hesabla $5.49 \times 1024 \text{ C}$ (və ya 1367 V/m^2) təşkil edir. Lakin bu qiymət sabit deyil. Zamana (mövsümi, illik və uzunmüddətli dəyişikliklər) və məkana (enliklər üzrə) görə dəyişikliklərə uğrayır. Yerə gələn günəş radiasiyasının dəyişiklikləri, əsasən, fərqli fiziki təbiətə malik iki səbəblə müəyyən edilir: bunlardan biri Günəş aktivliyinin dəyişməsidir; digəri isə Yer orbitinin elementlərində və Yer in fırlanma oxunun meylinə dəyişmələrə səbəb olan səmavi-mexaniki proseslərdən qaynaqlanır [2,5]. Yer in iqlim sistemində (atmosferdə və okeanda) istiliyin paylanması iki əsas mexanizmlə müəyyən edilir: biri – enliklər arası istilik mübadiləsi (V.V. Şuleikinə görə

"birinci növ istilik mühərriki"); o, Yer üzündə istilik mənbəyi ("soba") adlanan bir sahənin (ekvatorial) və istilik mənsəbi deyilən iki hissənin (qütb bölgələri) – "soyuducular" olması ilə bağlıdır. İkinci mexanizm, okean-materik sistemindəki istilik mübadiləsi, soyuq və istilik bölgələrinin mövsümi dəyişməsi ilə əlaqələndirilir ("ikinci növ istilik mühərriki").

Onun fəaliyyəti, daha çox istilik tutumlu okean səthindən fərqli olaraq, qitələrin səthinin daha sürətli qızması və soyuması ilə əlaqədardır. Yer in istilik rejiminin tənzimlənməsində vacib bir amil atmosferin tərkibidir (ilk növbədə, atmosferdəki su buxarının faiz miqdarı). O, atmosferin əks etdirdiyi günəş radiasiyasının miqdarını (albedo), həmçinin planetin istixana effektinin rolunu və dəyişmələrini müəyyənləşdirir.

İstixana effekti nəticəsində planetimizin Günəşdən aldığı istilik saxlanılır. Məlumdur ki, istixana qazının əsasını su buxarı təşkil edir. Onun miqdarı havanın vahid həcmi üçün 4% -ə qədər ola bilər; karbon qazı (CO_2) – yalnız 0.04% (bu tərkibdə 1%-dən az olan karbon qazı, insan fəaliyyəti nəticəsində əmələ gəlmişdir). Beləliklə, atmosferdəki su buxarının həcmi miqdarı karbon qazından (ümumilikdə, təbii və antropogen) təqribən iki tərtib çoxdur. Atmosferdə H_2O antropogen mənsəli CO_2 -dən təxminən dörd tərtib çoxdur.

Həqiqətən, planetimiz "sulu" dur. Dünya okeanı Yer kürəsinin 2/3 hissəsini təşkil edir. Bu, atmosferdəki su buxarının əmələ gəlməsinin əsas mənbəyidir. Planetimizin yüksək dağlıq ərazilərində buzlaqlar inkişaf etmiş, qütb bölgələrində isə okean dəniz buzuyla örtülmüşdür. Yer üzündə iki nəhəng buz qapaqları var:

- Antarktida və Qrenlandiya. Kosmosdan alınan təsvirlərdən görünür ki, planetimiz buludlarla örtülmüşdür və bu, ilk növbədə, su

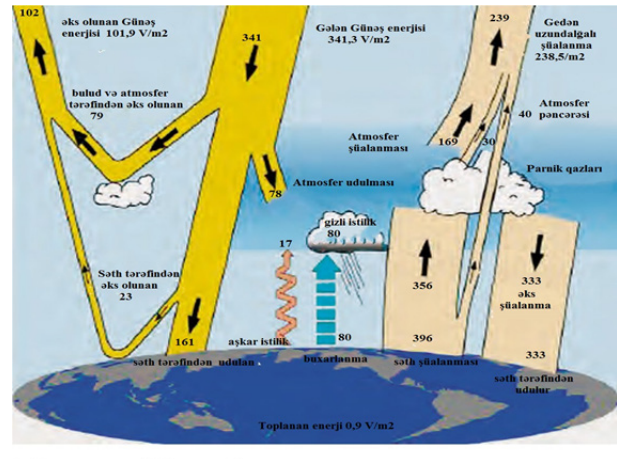
buxarının olduğunu göstərir (lakin, CO₂ deyil). Su Yer üzündə üç faza vəziyyətində mövcuddur. Bir vəziyyətdən digərinə keçid istilik ayrılması (və ya udma) prosesləri ilə müşayiət olunur. Beləliklə, Yerin təbiətindəki suyun, buzun və su buxarının (məlum hidroloji dövrü - təbiətdəki su dövrünü nəzərə alaraq) istilik mübadiləsi və iqlim əmələ gəlməsi proseslərindəki rolu CO₂-nin iştirakı ilə müqayisə oluna bilməz. Atmosferdəki digər istixana qazlarının (metan və s.) miqdarı karbon qazının miqdarından üç tərtib aşağıdır. İqlim təbii mühitin vəziyyətidir. O, təbiətdə təbii mühitin ən vacib komponenti və onun dəyişmə amili olan H₂O-nun olması ilə əlaqədardır [4].

Günəş radiasiyası olmadığı təqdirdə, Yerdəki temperatur onu əhatə edən məkanın temperaturuna yaxın olardı (mütləq sıfıra yaxın və ya – 273°C). Hal-hazırda Yerin orta illik səthə yaxın temperaturu + 15°C-dir. Əgər Yer üzərində atmosfer olmasaydı (mövcud şüa enerji axını ilə), onun temperaturu mövcud temperaturdan 39°C aşağı olub, – 24°C qiymətini alardı (bu Antarktidadan daha isti, lakin Arktikadan daha soyuqdur).

Yerin temperatur rejimi əsasən iki təbii amillə müəyyən edilir: Günəşdən gələn radiasiya və planetin "istixana effekti" (su buxarı əsas "istixana" qazı kimi). Əgər nəzərə alsaq ki, Yeri əhatə edən fəzanın temperaturu - 273°C, Yerin orta illik səthə yaxın temperaturu isə + 15°C-dir, o zaman gələn günəş radiasiyası ilə əlaqəli olan istilik təxminən 86% (249°C), planetin yaratdığı "istixana effekti" ilə əlaqəli yaratdığı istilik isə 14% (39°C) olacaqdır (şək. 1).

Müasir dövrdə müşahidə olunan Yerin iqlim sistemindəki normadan kənaraçıxmaların, ilk növbədə, qeyd olunan iqlim əmələgətirici amilləri (günəş radiasiyası və

planetin "istixana effekti") ilə əlaqəli olduğu güman edilə bilər.



Şəkil 1– Yerin radiasiya balansı və onun komponentləri.
Figure 1– Earth's radiation balance and its components.

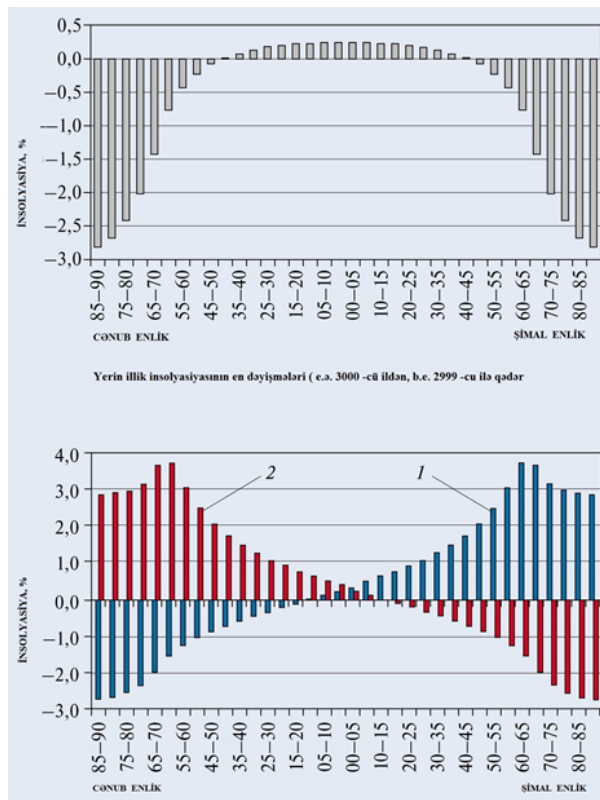
Müasir global iqlim dəyişmələrinin səbəbləri: yerin insolyasiyası

Yerin insolyasiyasının hesablamalarının nəticələri göstərir ki, son 5000 ildə Yerə gələn günəş radiasiyasının (atmosfer xaricində) orta illik axını cəmi 0,005% azalıb [1]. Hər il Yerə gələn günəş radiasiyasında ümumilikdə kiçik bir azalma ilə əlaqədar, hər bir yarımkürənin 45° enliyindən aşağı bölgələrdə radiasiyanın nəzərəcarpacaq dərəcədə artım meyli meydana gəlir, 45°-dən yuxarı isə bu azalma ilə əvəz olunur. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, qış yarımilliklərdə yarımkürələrdə gələn radiasiya artdığı halda, yay yarımilliklərdə azalır.

Yer kürəsinin insolyasiyasında qeyd olunan tendensiya (enlik təzadların artması və mövsümü fərqlərin hamarlanması), planetimizin fırlanma oxunun meyl bucağının azalmasının əsrlik tendensiyaları ilə əlaqəlidir. Serb riyaziyyatçısı M. Milankoviçin əsərlərindən [3] belə məlum olur ki, fırlanma oxunun meyl bucağının artması ilə günəş radiasiyasının qütb bölgələrinə gəlişi artır - yəni, yarımkürələrdə enlik təzadın hamarlanması və mövsümi fərqlərin artması baş

verir. Meyl bucağının azalması ilə əlaqədar ekvator bölgələrinə daxil olan radiasiya artımı, qütb bölgələrinə daxil olan radiasiyada isə azalma baş verir. Enlik təzadlar artır, mövsümi fərqlər hamarlanır.

Günəş radiasiyasının Yer səthində qeyri-bərabər paylanması səbəbindən (atmosfer nəzərə alınmadan) meridional insolyasiya qradienti (MİQ) yaranır.



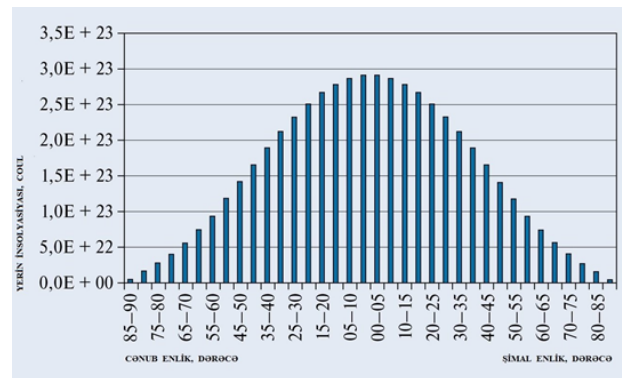
Şəkil 2 – Yerin insolyasiyasının qış (1) və yay (2) yarımilliyində (Şimal yarımkürəsi üçün) enlik dəyişmələri (e.ə. 3000 –cü ildən b.e. 2999 –cu ilə kimi)
Figure 2 – Latitude changes of the Earth's insolation in the winter (1) and summer (2) half-years (for the Northern Hemisphere) (from 3000 BC to 2999 BC)

MİQ-in uzunmüddətli illik dəyişmələrində maraqlı xüsusiyyətlər qeyd olunur: meridional insolyasiya qradienti hər yarımkürədə ekvator dan qütb dairələrinə qədər artır. Artımın maksimumları hər bir yarımkürənin 65-ci paraleli yaxınlığında (qütb dairələri yaxınlığında) lokallaşmışdır. Qütb ətrafı

bölgələrdə qütb dairələrindən qütblərə doğru MİQ-in azalması müşahidə olunur.

Hər yarımkürədə MİQ-in artma bölgələri (ekvator dan qütb dairəsinə) və azalma sahələri (qütb dairəsinə qütbə) ayırd edilə bilər. MİQ-in maksimum artımları (1.25%) hər bir yarımkürənin qütb dairələri (təqribən 65° enlik) yaxınlığında (illik turbulent zonalar) müşahidə olunur; coğrafi qütblərin yaxınlığında maksimum azalma (orta qiymətdən 2.56%) müşahidə olunur (şəkil 2).

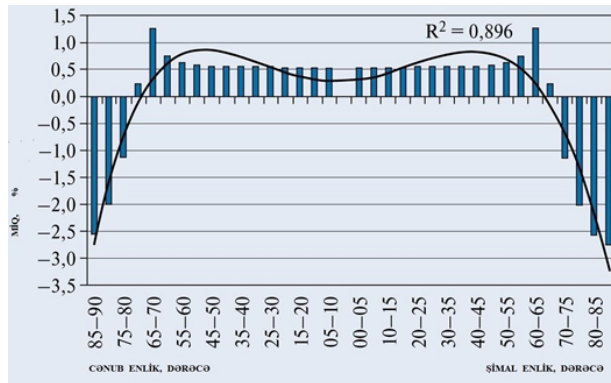
Qeyd olunan turbulentlik zonaları ekstratropik siklonların (siklogenez) maksimum inkişafının bölgələri (60° - 70° enlik) ilə üst-üstə düşür.



Şəkil 3 – Yerin enlik zonalarında orta illik insolyasiya
Figure 3 – Average annual insolation in latitudes of Earth

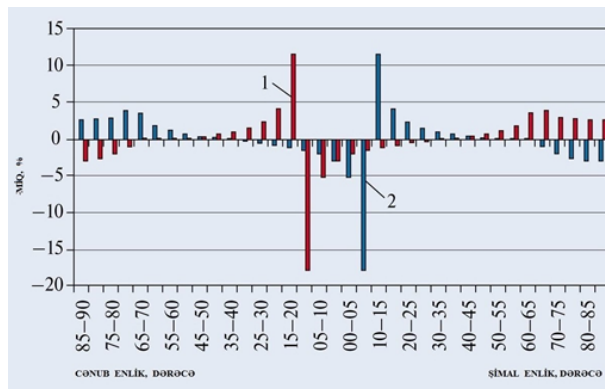
MİQ dəyişmələri yarım il üçün də səciyyəvidir: Şimal Yarımkürəsi üçün ilin qış yarım ilində bu parametrlər 15° c.e. yaxınlığında maksimum dərəcədə artır (18%-ə qədər), 10° c.e. isə mümkün qədər azalır (17,8%). Yaz aylarında (Şimali Yarımkürə üçün) yarım 15 ş.e., meridional insolyasiya qradientində maksimum artım (11,8%) müşahidə olunur. 10 ş.e. maksimum dərəcədə azalır (17,8%). Beləliklə, hər yarımkürənin 10°-15° en dairələrində yerləşən mövsümi turbulent zonalar seçilir. Burada yay yarım illərində yarımkürələrin qonşu zonalardakı MİQ-in kənarçıxmalarında maksimum uyğunsuzluqlar qeyd olunur (15°

enlik yaxınlığında - maksimum artım, 10° enlik yaxınlığında - maksimum azalma) (şəkil 3).



Şəkil 4 – 5998 il üçün insolyasiyanın illik meridional qradiyentinin dəyişməsi

Figure 4 – Change in the annual meridional gradient of insolation for 5998 years



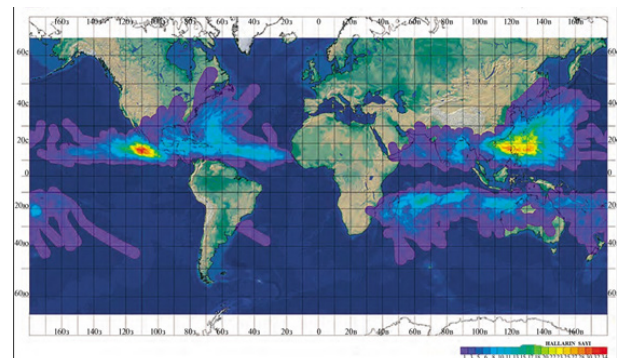
Şəkil 5 – 5998 il ərzində Şimali Yarımkürə üçün qış (1) və yay (2) yarımillərində insolyasiyanın meridional qradiyentinin dəyişməsi (enlik zonası üçün orta qiymət nisbətində - faizlə)

Figure 5 – Changes in the meridional gradient of insolation in the winter (1) and summer (2) half-years for the Northern Hemisphere for 5998 years (as a percentage of the average value for the latitude zone)

Məlumdur ki, tropik siklonların böyük əksəriyyəti ekvatorial qurşaqlarda əmələ gəlir - hər iki yarımkürənin 10° və 30° en dairələri arasında və 20° en dairəsindən yüksək olmayan ərazilərdə təxminən 87%. Tropik siklonların yaranma sahələri MİQ-in dəyişməsindəki mövsümi turbulent zonaları ilə üst-üstə düşür. Bu atmosfer burulğanları təbiətə və insanlığa

çox böyük ziyan vurur. Məsələn, 2005-ci ildə “Katrina” qasırğasından dəyən zərərlər 100 milyard ABŞ dollarından, 2017-ci ildə “Harvey” və “Irma” qasırğalarından dəyən zərərlər isə 290 milyard ABŞ dollarından çox olmuşdur.

Enerjisinin burulğanlı ötürülməsi, əsasən, “birinci növ istilik mühərrikinin” – atmosferdəki enliklərarası istilik ötürmə mexanizminin işləməsi ilə əlaqədardır; burulğanlar (siklonlar) atmosferdəki enerjini istilik mənbəyi bölgəsindən (aşağı enliklərdən) onun axını bölgəsinə (yüksək enliklərə) ötürür. Həm də məlumdur ki, orta ölçülü bir tropik siklon tərəfindən daşınan ümumi enerjinin miqdarı təxminən 1017 C - dur; bu, dünyanın bütün elektrik stansiyalarının 3 saat ərzində istehsal etdiyi ümumi enerji ilə müqayisə edilə bilər (şəkil 6) [6].



Şəkil 6 – Tropik siklonların yaranma mərkəzlərinin xəritəsi

Figure 6 – Map of the centers of formation of tropical cyclones

Okean-atmosfer sistemində orta illik enerji daşınması Yer səthindəki (atmosfer və okean istisna olmaqla) orta illik MİQ ilə təyin olunduğundan, onda MGI-in dəyişməsində qeyd olunan xüsusiyyətlər özünü okean - atmosfer sistemində göstərə bilər. Onda əldə edilən nəticələrdən belə fikrə gəlmək olar ki, atmosferdə enerjinin burulğanlı daşınmasının intensivliyi artır (miqdarın artması və/və ya

tropik və ekstratropik siklonların intensivliyi), yəni “birinci növ istilik mühərriki”nin işi, yəni atmosfer və okeanda zonalararası istilik mübadiləsi güclənir (şəkil 4).

Məlumdur ki, il ərzində Yerdəki iqlim fəsilələrinin dəyişməsi, onun fırlanma oxunun Günəş ətrafındakı fırlanma müstəvisinin (ekliptika) dik perpendikulyarın meyli olması ilə əlaqədardır. Hal-hazırda bu bucaq təxminən 23.5° təşkil edir və müasir dövrdə yavaş-yavaş azalır. İnsolyasiyanın illik dövrünün dəyişməsinin başqa bir astronomik səbəbi də vardır. Yerin elliptik orbitidir (xatırladaq ki, Yerin insolyasiyasının illik gedişatdakı dəyişməsi apogeydən perigriyə kimi təxminən 7%-dir). Lakin, oxun meyl bucağı iqlim fəsilələrinin dəyişməsi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, yay yarımkürələri qış yarımkürələrindən fərqli olaraq, təxminən iki dəfə çox günəş radiasiyası alır (şəkil 5) [7].

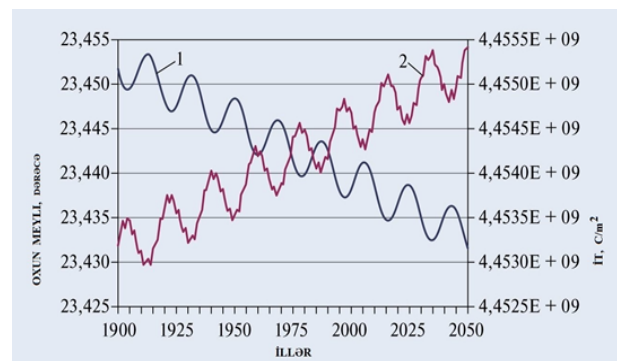
İnsolyasiyadan asılı olaraq yerin qlobal temperaturunun dəyişməsi

Yerdəki iqlim dəyişikliklərini təhlil etmək üçün (istilik mənbələri və lavabolar sahələri olduğu üçün) insolyasiya təzadı (İT) göstəricidən istifadə etmək rahatdır.

Yarımkürələr üçün İT il ərzində enlik bölgəsinə ($0^\circ - 45^\circ$; istilik mənbəyi) və $45^\circ - 90^\circ$ (istilik axını) gələn günəş radiasiyasının arasındakı fərq kimi hesablanır. Bütünlükdə, Yerin İT göstəricisi onun yarım kürələr üçün hesablanmış orta illik qiyməti qəbul edilir. Korrelyasiya təhlili nəticəsində Yerin və yarımkürələrin səthindəki hava temperaturunun (HST) uzunmüddətli dəyişmələri arasında sıx bir əlaqə müəyyən olunmuşdur. Həmçinin, Dünya Okean səthinin temperatur (OST) qiymətləri ilə insolyasiya təzadı (İT) arasında da korrelyasiya tapılmışdır. İT-dakı çoxillik dəyişmələri, ay-günəş və planet press-

esiya və nutasiyası ilə əlaqədar olan, Yerin fırlanma oxunun meyl bucağının dəyişməsi ilə müəyyən olunur. Digər tərəfdən, (İT) dəyişməsi planetimizin fırlanma oxunun meyl bucağının dəyişməsindən xətti asılıdır. 1850-ci ildən 2050-ci ilə kimi korrelyasiya əmsalı – 0,998-dir.

Müasir dövrdə Yerin və yarımkürələrin OST-nin çoxillik dəyişmələri əsasən müəyyən tendensiyalar (trendlər) ilə xarakterizə olunur [8]. Cənub Yarımkürəsində OST-in dəyişikliklərinin 84%-i, Şimal Yarımkürəsində 75%-i, Yer üçün isə 81% -i trendlə nəzərə alınır. Buna görə, qlobal temperatur dəyişmələrinin səbəblərini müəyyən etmək üçün, qeyd olunan tendensiyaların (trendlərin) səbəbini müəyyənləşdirmək lazımdır. Buna OST ilə İT arasında sıx əlaqəsinin olması sübutdur. Korrelyasiya əmsalının qiyməti Şimal yarımkürəsi üçün 0,71; Cənub Yarımkürəsi üçün 0,80 və Yer üçün isə 0,78 təşkil edir (şəkil 7).



Şəkil 7 – Yerin fırlanma oxunun meyl bucağının (1) və insolyasiya təzadının (2) çoxillik dəyişmələri

Figure 7 – Multiplicative changes in the angle of inclination of the earth's axis of rotation (1) and the contrast of insolation (2)

Oxşar nəticələr OST və İT çoxillik dəyişmələr arasındakı əlaqəni izah etmək üçün də alınmışdır. İT və OST arasında korrelyasiya əmsalı Şimal yarımkürəsində 0,69, Cənubi

yarım kürədə 0,83, Dünya Okeanı üçün isə 0,78 qiymətini almışdır.

Regressiya tənliliklərinə əsaslanaraq (insolyasiya verilənlərindən istifadə etməklə) 1900-2016-cı illər üçün İT və OST anomaliyaları hesablanmışdır. HST və OST anomaliyalarının hesablanmış və həqiqi qiymətlərinin müqayisəsi göstərir ki, elə dövrlər mövcuddur ki, hesablanmış qiymətlər həqiqi qiymətləri aşır. Elə dövrlər də var ki, bu qiymətlər həqiqi qiymətlərdən aşağıdır. Beləliklə, Yerin iqlim sistemində tərəddüd müşahidə edilir. Bunun fiziki təbiəti günəş radiasiyası ilə əlaqəli deyil. Onun dövrüluvi təxminən 60 ildir. Bu tərəddüd özünü sinxron şəkildə okeanda və atmosferdə də göstərir.

Yerin HST dəyişmələrinin 68,3%-i, İT-nin 1900-cü ildən 2016-cı ilədək (Şimali yarım kürədə 60,3%, Cənub yarım kürədə 72,3%) çoxillik dəyişmələrlə izah olunur. Həmin dövrdə OST dəyişməsi Dünya okeanı üçün 68,3% (Şimal yarım kürəsində 57,3%, Cənub yarım kürəsində 75,4%) təşkil edir. Hesablanmış qiymətlərdə düzəlişi nəzərə alsaq, 60 illik tərəddüd üçün bu göstəricilər artır. Bu halda göstərilən iki amilin (İT və iqlimin multidekad osilyasiyası (İMO)) təsiri Yerin HST dəyişmələrinin 84,1% -i ilə izah olunur (Şimal yarım kürəsində HST dəyişməsinin 81,3% -i, Cənub yarım kürəsində isə 81,7% -i təşkil edir). Bu halda qeyd etdiyimiz amillərin təsiri Dünya okeanının səth temperaturunun dəyişməsinin 84,2%-i ilə öz əksini tapır (Şimal yarım kürəsində 79,1%, Cənub yarım kürəsində 83,8%).

Beləliklə, HST və OST-nin 1900-2016-cı illər arasındakı dəyişməsinin əsas səbəbləri insolyasiya təzadı və iqlimin çox dekadlı ossilyasiyasıdır. Ümumilikdə, bu amillərlə 84,1% Yerin HST, 84,2% isə Dünya okeanının səth təbəqəsinin temperaturunun dəyişməsi izah

edilir. HST və OST-nin yerdə qalan izahsız hissəsi ehtimal ki, günəş aktivliyi, vulkanik fəaliyyət və digər amillərdəki dəyişiklikləri ilə bağlıdır.

HST anomaliyasının dəyişməsində 60 illik (İMO) tərəddüdünün rolu Yer üçün 15,8%, Şimal yarım kürəsi üçün 21,0%, Cənub yarım kürəsi üçün isə 9,4% təşkil edir. Dünya okeanının OST anomaliyasının 15,9% dəyişikliyi də İMO tərəfindən də izah edilir. Şimal və Cənub yarım kürələrdə bu ossilyasiyanın OST anomaliyasındakı dəyişikliyə olan "təhvəsi" uyğun olaraq 21,8% və 8,4%-dir. Bu münasibətlər zaman etibarı ilə çox ehtimal ki, dəyişə bilər. Əgər nəzərə alsaq ki, HST və OST-nin uyğun olaraq 8% -dən 22% -ə kimi dəyişməsi (İMO) -nın təsiri ilə izah olunur, onda bu ossilyasiyanın mümkün səbəblərini nəzərdən keçirmək lazım gəlir.

Makroaləmdə yalnız iki fundamental fiziki qarşılıqlı təsir – elektromaqnit və cazibə qüvvəsi məlum olduğu üçün, onda, İMO-nun təbiəti, ehtimal ki, cazibə qüvvəsidir (o, insolyasiya ilə əlaqəli deyil). İMO-nun yaranma səbəbi, Yerin günəş sisteminin planetləri ilə cazibə qarşılıqlı təsiri ilə əlaqələndirilə bilər. Bu o deməkdir ki, İMO-nun əsasında təbiətdə (Yer kürəsini əhatə edən kosmik fəzada) mövcud olan cazibə qarşılıqlı təsirlə təxminən 60 illik dövrlə bir tərəddüd olmalıdır. Yerin iqlim sistemi də buna cavab verir.

Göy mexanikasıdan məlumdur ki, nəhəng Yupiter və Saturn planetləri, Günəş ətrafında hərəkət edərkən, təqribən hər 20 ildən bir ardıcıl birləşmələr (eyni geosentrik uzunluqda yerləşən) əmələ gətirirlər. Bu dövrlərdə onların qabarma və Yerə olan həyacanlanmış təsirləri güclənir. Planetlərin birləşməsi ekliptikanın müxtəlif nöqtələrində baş verir. Lakin, hər 60 ildən bir bu onun kifayət qədər dar bir sektorunda baş verir: yəni dövrü olaraq

(hər 60 ildən bir), Yupiter və Saturnun konfiqurasiyasının Yer və Günəşə nəzərən təqribi təkrarı var. Ola bilər ki, bu dövrülük 60 illik cazibə siqnalının yaranması ilə əlaqədardır. Bu da Yer kürəsini əhatə edən fəzaya və onun iqlim sisteminə təsir edir.

Dünya Okeanında təxminən 19 illik bir dövr ilə tərəddüdlərin təzahürü bir çox tədqiqatçı tərəfindən qeyd olunur. Bu, eyni zamanda, okeanda dövrü təxminən 60 il olan zonal tərəddüdün ehtimalını nəzərdə tutur. Ola bilər ki, "isti" fazalardan biri, su kütlələrinin ekvator dan qütblərə doğru hərəkətini əks etdirir. Digər "soyuq" faza su kütlələrinin əks istiqamətdə hərəkəti ilə əlaqədardır.

Ümumiyyətlə, HST ilə Yer in insolyasiyası arasında tapılan əlaqələrin əmələ gəlmə mexanizmini aşağıdakı kimi göstərmək olar: planetimizin insolyasiyası ekvatorial bölgədə artır, qütb bölgələrində isə azalır. Nəticədə, meridional insolyasiya qradienti (və insolyasiya təzadı) və ekvatorial bölgədən qütb bölgələrinə ötürülən istilik artır. Meridional istiqamətdə: ekvator dan - qütblərə qədər hava kütlələri vasitəsi ilə daşınan istilik yarımkürələrdəki müxtəlif xarakterli səth örtüklərinə uyğun gəlir.

Yer in Şimali yarımkürəsində isti hava kütlələrinin hərəkəti HST-nin artmasına gətirib çıxarır (aşkar istilik). Şimal yarımkürəsində istilik axını sahəsində HST-nin artımı atmosfer tərkibinin dəyişməsinə səbəb olur (ilk növbədə, buxarlanmanın artması səbəbindən su buxarının miqdarının artması). Xüsusən, Arktik ərazilərdə. Bu "istixana" effektini artırır və əlavə olaraq HST artımına səbəb olur. İstiliyin şimal bölgəsində artımı, həmçinin kondensasiya səbəbindən baş verir. Bu zaman isti hava kütlələri yerlərini dəyişərək, soyuq yer səthi ilə qarşılıqlı əlaqədə olur (gizli istilik ayrılır).

Qeyd etmək lazımdır ki, planetimizin Şimal yarımkürəsinin 60,7% ərazisi okean ilə əhatə edilmişdir. Ərazinin 39,3%-i qitələrin payına düşür. Cənubi Yarımkürədə bu nisbət uyğun olaraq, 80.9% və 19.1% -dir. Şimali Yarımkürədə HST-də artım müsbət əks əlaqələrlə də müəyyən edilir: məsələn, sahələrinin azalması hesabına dəniz buzlarının əks olma qabiliyyətinin (albedo) azalması (xüsusilə yayda).

Yer in cənub yarımkürəsində gələn isti hava kütlələri soyuyaraq, istiliyi okeana (aşağı temperatur və yüksək istilik tutumuna malik) verir. Bundan başqa, bu yarımkürədəki güclü soyuma təsiri Antarktidanın təsiri ilə əlaqələndirilir. Planetimizin Şimal yarımkürəsində səth örtüyü qeyri-bircins olduğundan, istiliyin burulğanlı meridional daşınması (siklonların təsiri) çox güman ki, Cənubdakından daha intensiv baş verir.

Yer in kriosferində müşahidə olunan hadisələr, MİQ və İT tərəfindən idarə olunan atmosferin (HST) və okeanın (OST) temperatur rejiminin dəyişməsi ilə əlaqədardır: dəniz buzunun və daimi buzlaqların, həmçinin dağ buzlaqlarının kütləsinin azalması; Dünya Okeanının səviyyəsindəki artım OST-nin artması və dağ buzlaqlarının degradasiyası ilə əlaqələndirilir.

Nəticə

Beləliklə, iqlimin mövsümi dəyişmələri Yer in fırlanma oxunun ekliptika müstəvisinə nəzərən meyilli olması ilə bağlıdır. Uzunmüddətli iqlim dəyişmələri, əsasən, Yer in fırlanma oxunun meyil bucağının dəyişməsi ilə əlaqədardır. Proses həmçinin Yer in iqlim sisteminə (atmosfer və okeanda) enerjinin meridional daşınmasını tənzimləyir.

REFERENCES

1. **Fedorov V.M.** Insolyaciya Zemli i sovremennye izmeneniya klimata. M.: *Fizmatlit*, 2018. 232 s. (in Russian).
2. **Ahmedov SH.A.** O teorii klimata. Baku: *Sabah*. 2016. 244 s. (in Russian).
3. **Perevedencev Y.P.** Teoriya klimata. - Kazan: *Izd. KGU*, 2004, -318s. (in Russian).
4. **Sherstyukov B.G.** Dolgosrochnyj prognoz mesyachnoj i sezonnoj temperatury vozduha s uchetom periodicheskoj nestacionarnosti. - *Meteorologiya i gidrologiya*. 2007. №9, s. 14-26. (in Russian).
5. **Əhmədov Ş.Ə., Əhmədova M.Ş.** Qlobal iqlimin çoxillik dəyişmələrinin mövsümi xüsusiyyətləri və onların səbəbləri // *Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının xəbərləri*, 2019, №2, c.11 (in Azerbaijani).
6. **Əhmədov Ş.Ə.** İqlim dəyişməsi haqqında bəzi mülahizələr. "Metalurgiya və materialşünaslığın problemləri" mövzusunda 2-ci Beynəlxalq Elmi-texniki konfransın materialları. Bakı: AzTU, 2017 (in Azerbaijani).
7. **Izmenenie klimata, obobshchayushchij doklad.** Mezhravitelstvennaya gruppa ekspertov po izmeneniyu klimata, 2008. (in Russian).
8. **Kislov A.V.** Klimaticheskaya sistema i izmeneniya klimata. Geografiya, obshchestvo, okruzhayushchaya sreda. Tom 6. Dinamika i vzaimodejstvie atmosfery i gidrosfery - M.: «Gorodec», 2004. -S.21-97 (in Russian).

<i>Daxil olub:</i>	<i>27.10.2020</i>
<i>Tamamlanıb:</i>	<i>14.09.2021</i>
<i>Qəbul edilib:</i>	<i>21.09.2021</i>