

UOT: 551.509.324

DOI: 10.34826/NAA.2022.24.2.006

KOSMİK HAVA ŞƏRAİTİ VƏ ONUN AVİASIYA UÇUŞLARINA TƏSİRİ

Hüseynov N.Ş., Hacıyev A.X., Məmmədova H.V.

Milli Aviasiya Akademiyası

Günəş sistemində baş verən aktivlik, partlayışlar nəticəsində Yer maqnitosferində baş verən dəyişikliklər, Günəşin radiasiya şüalanmasının təzahürləri, radiasiya dozaları, kosmik hava və kosmik hava hadisələrinin aviasiya uçuşlarına, hava gəmisinin uçuş heyətinə və sərnişinlərə göstərdiyi neqativ təsirlər məqalədə təhlil edilmişdir. Qeyd edilən neqativ halların, təsirlərin müəyyən edilməsi və onların uçuş heyətinə vaxtında ötürülməsi praktiki baxımdan əhəmiyyətlidir. Uçuş heyətinə kosmik hava təzahürləri haqqında məlumatlar xüsusi blanklar şəklində dərhal ötürülməlidir. Məqalədə o cümlədən, kosmik hava, kosmik hava ilə əlaqədar Yer kürəsində fəaliyyət mərkəzlərinin işindən, kosmik hava hadisələrinin yaranmasının səbəbləri və təsirlərinin təhlilindən bəhs edilir.

Açar sözlər: kosmik hava şəraiti, kosmik şüalanma, radiasiya dozası, Günəş küləyi, Günəş aktivliyi, maqnit burulğanları, ionosfer, qütb parıltıları, hava gəmisi, uçuş heyəti.

Giriş. Mülki aviasiya uçuşlarının qütb enlikləri üzərindən uçuşu zamanı uçuş heyəti və sərnişinlər radiasiya şüalanmasının müxtəlif dozalarına məruz qalırlar. Bu baxımdan şüalanmaların təsirlərinin yumşaldılması, aradan qaldırılması və mənfi təsirlərinin tədqiq edilməsi kosmik havanın öyrənilməsinin əsas tərkib hissələrindən biridir.

Tədqiqat işinin məqsədi kosmik şüalanmaların aviasiya uçuşlarına neqativ təsirlərinin qiymətləndirilməsinə və əldə edilən nəticələrdən kosmik hava haqqında konsultativ məlumatların tərtib edilməsində istifadəni nəzərdə tutur. Kosmik hava və onun təzahürlərinin neqativ təsirlərinin azaldılması İCAO-nun son zamanlar ən çox diqqət göstərdiyi məsələlərdən biri kimi prioritet hesab edilir.

Kosmik hava Günəş sistemində baş verən radiasiya proseslərini, Yer-Günəş arasında radiasiya əlaqələrini, radiasiya selinin yuxarı atmosferdə, ionosferdə təsirlərini və onun yaratdığı təzahürləri (maqnit burulğanlarını, qütb şəfəqlərini və s.) öyrənir.

Kosmik fəzanı dolduran yüksək enerjili zərrəciklər seli və həmin zərrəciklərin Yer atmosferində yaratdığı ikinci şüalanma kosmik şüalar və ya kosmik şüalanma adlanır. Hal-hazırkı dövrdə kosmik şüaların fiziki xüsusiyyətləri, onların energetik spektrləri, bucaq paylanmaları, yaratdığı şüalanma dozaları haqqında geniş məlumatlar toplanmışdır.

Yerin səthində kosmik şüaların təsirinə məruz qalmayan sahə və ya nöqtə mövcud deyildir. Lakin, kosmik şüaların təsirləri müxtəlif yerlərdə, coğrafi en dairələrində fərqli xüsusiyyətlərə malik olur. Yerin yüklü zərrəcikləri meyl etdirə bilən maqnit sahəsinə malik olması onun şimal və cənub qütblərinin, ekvatorial en dairələri ilə müqayisədə, daha çox radioaktiv şüalar qəbul etməsinə səbəb olur.

Günəş tacı plazmasının planetlərarası fəzaya daimi axını Günəş küləyi adlanır. Tac fotosferdən gələn dalğavari hərəkətlərin enerjisi hesabına daim qızır. Tacın enerjisinin bir hissəsini Günəş küləyinin hissəcikləri daşıyır. Günəş küləyi əslində tacın daim genişlənməsidir. Genişlənmə sürəti Günəşdən uzaqlaşdıqca saniyədə bir neçə km-dən 300–400 km-ə çatır və kimyəvi tərkibi Günəş tacında olduğu kimidir. Günəş küləyinin maqnit sahəsinin təsiri ilə Yer maqnitosferi Günəş istiqamətində 10 Yer radiusu qədər sıxılır, əks istiqamətdə isə on dəfələrlə Yer radiusu qədər uzanır. Külək hissəciklərinin bir hissəsini Yerin maqnit sahəsi saxlayır və nəticədə Yerin radiasiya qurşaqları yaranır. Günəş küləyinin atmosferdə intensivliyinin artması maqnit

burulğanlarına, qütb parıltılarının yaranmasına səbəb olur. Maqnit burulğanlarının maksimumu Günəş aktivliyinin (Günəşdə olan ləkələr) 11 illik tsikli ilə müsbət korrelyasiya edir. Yəni, ən güclü maqnit burulğanları məhz Günəş aktivliyi müşahidə edilən illərdə müşahidə edilmişdir [1, 2].

Yuxarı tropopauzada və aşağı stratosferdə kosmik şüalanmaların qiymətləndirilməsi üçün bir çox dozalardan istifadə edilir. Bu vahidlərdən biri də Zivert (Zv) kimi qəbul edilmişdir ($1 \text{Zv}=1\text{C/kq}$). Radiasiya şüalanmasının intensivliyi, coğrafi en dairəsindən və dəniz səviyyəsindən olan hündürlükdən, uçuş hündürlüyündən asılı olaraq, müxtəlif olur. Coğrafi en dairəsindən asılılıq Yer in güclü maqnit sahəsinə malik olması ilə əlaqədardır. Bu səbəbdən də, kosmik şüalar, yüklü zərrəciklər seli olaraq, Yer in maqnit sahəsinin təsiri altında ekvator dan qütblərə tərəf meyl edirlər. Həqiqətən də, ekvatorun dəniz səviyyəsində olan hissələrində kosmik şüalanma dozası minimal ($\sim 0.35 \text{ mZv/il}$ qədər) olduğu halda, dəniz səviyyəsində, lakin ekvator dan kənarda (məsələn, 50° en dairəsində) yerləşən coğrafi ərazilərdə təqribən 0.5 mZv/il qədər olur [3, 4].

Atmosferin ayrı-ayrı təbəqələrində radiasiya şüalarının udulma dozasının gücü müxtəlifdir. Belə ki, müqayisə üçün qeyd etmək olar ki, 4 km hündürlükdə udulma dozasının gücü 0.14 mkQr/saat təşkil etdiyi halda, 10 km hündürlükdə isə 1.75 mkQr/saat -a qədər artmış olur. Müvafiq olaraq, 12 km hündürlükdə isə udulma dozasının gücü 3.01 mkQr/saat təşkil edir [4].

Nəticə etibarilə qeyd etmək olar ki, atmosferdə hündürlük artdıqca doza gücü və onun qiymətləri kəskin şəkildə artmış olur. Ekvivalent doza da udulma dozasına müvafiq olaraq, hündürlük üzrə artır və 12 km hündürlükdə dozanın gücü 25 dəfə çox olur. Hava gəmilərinin $8\text{-}10 \text{ km}$ -lik hündürlükdə udulma dozasının gücü 3.01 mkQr/saat olmaqla, yer in səthi ilə müqayisədə 100 dəfəyə qədər çox olur. Təhlilin nəticələri göstərir ki, kosmik şüalanma və onun yuxarı dozaları uçuşların idarə edilməsində mütləq nəzərə alınmalıdır.

Müntəzəm uçuşlar zamanı hava gəmisinin uçuş heyəti və onun sərnışinləri qısa müddətə malik, lakin daha intensiv şüalanmaya məruz qalırlar. Reaktiv mühərrikli təyyarələrin uçuşları 20 km -ə qədər yüksəkliklərdə təqribən 13 mkZv/saat - a qədər çatır. Uçuşların əhatə etdiyi zaman, vaxt intervalı radiasiya təsirlərinə məruz qalma riskinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Nümunə kimi qeyd etmək olar ki, Los-Anceles-Pekin marşrutu üzrə uçan adi turboreaktiv təyyarənin sərnışinini $50\text{-}60 \text{ mkZv/saat}$ - a bərabər radiasiya dozası qəbul edirsə, səsdən sürətli reaktiv təyyarənin uçuş heyəti və sərnışinləri ondan təxminən 20% daha az şüalanma dozası qəbul etmiş olacaqdır [3, 4].

Aviasiya uçuşlarını təşkil edən zaman, iki fərqli radiasiya səviyyəsi müntəzəm olaraq nəzarətdə saxlanılmalıdır. Qeyd edilən radiasiya səviyyələrindən biri 100 mkZv/saat -dək nəzarət səviyyəsi hesab edilir ki, bu radiasiya səviyyəsi həmin həddə çatan kimi uçuş heyəti uçuş yüksəkliyini azaltmaq üçün müvafiq tədbirlər həyata keçirməlidir. Radiasiya səviyyəsinin ikinci səviyyəsi isə 500 mkZv/saat -a bərabər səviyyə hesab edilir ki, bu halda uçuş heyəti konkret olaraq, mühafizə tədbirlərini gücləndirməlidirlər [4].

Cədvəl 1-də Rusiya Federasiyasının bir neçə intensiv aviamarşrutları üzrə ekvivalent dozaya uyğun qiymətlər göstərilmişdir.

Cədvəl 1

Günəş aktivliyinin minimal periodu dövründə bəzi marşrutlar üzrə ekvivalent doza göstəriciləri [3,4].

Uçuşun kreyser yüksəkliyi, km	Uçuş marşrutu	Təyyarənin uçuş müddəti, saat		Uçuşa görə ekvivalent doza, mkZv	
		Səs sürətin-dən kiçik	Səs sürətin-dən böyük	Səs sürətin-dən kiçik	Səs sürətin-dən böyük
10.6	Moskva-Soçi	2.25	-	16.2	-
	Moskva-Ufa	2.00	-	16.9	-
	Moskva-Murmansk	2.25	-	24.2	-
	Moskva-Alma-Ata	4.25	2.0	42.0	32.0
	Moskva-Krasnoyarsk	4.40	2.1	60.8	42.8
12.0	Moskva-Yakutsk	6.30	3.10	112.0	82.5
17.0	Moskva-Xabarovsk	8.00	3.40	96.0	62.7

Verilmiş h hündürlüyü və konkret φ coğrafi en dairəsi üçün atmosfer zondunun verdiyi nəticələrə əsasən kosmik şüalanmanın ekvivalent doza gücünü – $P(h, \varphi)$ -ni təyin etməklə, təyyarədə uçarkən səfərlərinin t uçuş müddəti ərzində aldıkları yekun ekvivalent dozaları (D) aşağıdakı düsturun köməyi ilə müəyyənləşdirmək olar:

$$D = \int P[h(t) \cdot \varphi(t)] \cdot dt \quad [1]$$

Burada, $h(t)$ və $\varphi(t)$ təyyarə uçuşları marşrutlarının, uyğun olaraq, yüksəklik və en profilləridir.

Bu üsulla həmçinin uçuş marşrutları üzrə radiasiya vəziyyətinin uzun müddətli proqnozunu vermək, kosmik şüalanmanın hava gəmisinin heyət üzvlərinə və səfərlərə mümkün təsirini qiymətləndirmək mümkündür. Məlumdur ki, bu cür hesablamalarda Günəş aktivliyinin yüksəlməsi nəticəsində zərrəciklər selinin atmosfərə daxil olmasının yaratdığı əlavə şüalanma dozası da nəzərə alınmalıdır. Nəzərə alsaq ki, Günəş partlayışları tamamilə təsadüfi xarakter daşıyır və bu prosesdə zamandan asılı qanunauyğunluq mövcud deyildir, onda uçuş zamanı yarana bilən şüalanmanı yalnız təxmini qiymətləndirməklə, proqnozlaşdırmaq olar. Bu zaman Günəşi fasiləsiz müşahidə edən stansiyalar şəbəkəsinin partlayışlar barədə verdiyi məlumatlar xüsusi peyklərdən alınan radiometrik qiymətlərin verilməsinə imkan verir.

Kosmik hava və onun təzahürləri, radiasiya dozasının təsirləri coğrafi en dairəsindən və uçuş yüksəkliyindən asılı olaraq xeyli fərqlənir (Cədvəl 2).

Cədvəl 2

Müxtəlif uçuş yüksəkliklərində uçuş heyətinin və səfərlərinin məruz qaldığı effektiv radiasiya dozası

5000 m uçuş səviyyəsi üçün, (mZv/saat)								
Coğrafi enlik	90°C-60°C	60°C-40°C	40°C-20°C	20°C-0°C	0°-20°Şm	20°Şm-40°Şm	40°Şm-60°Şm	60°Şm-90°Şm
Orta doza	2.87	2.32	1.39	0.70	0.64	1.12	2.29	2.84
Maks. doza	3.05	3.03	2.37	1.28	1.54	2.51	3.05	3.10
11000 m uçuş səviyyəsi üçün, (mZv/saat)								
Orta	10.40	8.16	4.11	1.6	1.42	3.01	7.95	10.66
Maksimum	10.83	10.57	8.88	3.43	4.46	9.02	10.83	11.08
15000 m uçuş səviyyəsi üçün, (mZv/saat)								
Orta	14.61	11.31	5.17	1.82	1.60	3.62	10.69	15.21
Maksimum	15.12	14.88	1305	4.13	5.52	12.46	15.22	15.77

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, uçuş yüksəkliyi artdıqca radiasiya riski, təhlükəsi xeyli artır. Məsələn, transkontinental uçuş marşrutlarında (Los-Anceles-Pekin, Bakı-Nyu-York və s.) kosmik şüalanma dozasının artması yuxarı hava məkanında radiasiya riskini artırır. Aviasiya uçuşlarının uçuşqabağı hazırlıq mərhələsində kosmik hava şəraitinin bir çox sahələrə təsiri müvafiq konsultativ məlumatlarla səciyyələnir.

Uçuş heyətini, digər zəruri istifadəçiləri kosmik hava və onun təzahürlərinin riski barədə məlumatlandırmaq üçün kosmik hava haqqında fəaliyyət mərkəzlərindən daxil olan zəruri məlumatlar əsasında aviasiya meteoroloji orqanı məlumatlar hazırlayır və dərhal bütün istehlakçılara yayımlayır. Kosmik havanın təzahürləri haqqında zəruri informasiyalar yüksək tezliyə malik rabitə imkanlarının təmin edilməsi, peyk rabitəsinin imkanları, müxtəlif uçuş eşelonlarında radiasiya dozası ilə birbaşa əlaqədar olub, əvvəlcədən müəyyən edilmiş xüsusi kodlar şəklində müvafiq aviasiya istifadəçilərinə ünvanlanır [5-8]. Kosmik hava təzahürlərinin, günəş aktivliyinin tədqiq edilməsi üçün bir çox elmi, nəzəri üsullardan başqa, o cümlədən müvafiq internet resurslarından, veb.portal-lardan da istifadə edilir [8,9].

Beynəlxalq Aeronaviasiyanın Meteoroloji Təminatı ilə əlaqədar İCAO-nun 3 saylı Əlavəsinə edilən son 79, 80 sayılı Düzəlişlərində (Amendments 79, 80) əsas tələblərdən biri kosmik hava ilə əlaqədar konsultativ məlumatların tərtib edilməsi və zəruri istismarçılara yayımlanmasıdır. Aviasiya meteoroloji orqanları konsultativ mərkəzlərdən yayımlanan məlumatlara əsasən blanklar

şəklində məlumatlar tərtib edirlər və onları xüsusi rabitə kanalları vasitəsilə istifadəçilərə yayımlayırlar.

Nəticə. Beynəlxalq Aeronaviqasiyanın Meteoroloji Təminatı ilə əlaqədar İCAO-nun 3 sayılı Əlavəsi və onun son Düzəlişlərinin tələblərinə əsasən atmosferin yuxarı ionosfer təbəqəsində müşahidə edilən kosmik təzahürlərin öyrənilməsi və əldə edilən məlumatların praktiki istifadəsi hava məkanında aviasiya uçuşlarının uçuş trayektoriyalarının düzgün müəyyən edilməsi baxımından vacibdir. Müxtəlif uçuş hündürlüklərində radiasiya dozalarının və onların zərərli göstəricilərinin nəzərə alınması və uçuş marşrutlarının düzgün qiymətləndirilməsi mümkün risklərin azaldılmasına xidmət edəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Витинский Ю.И., Копецкий М., Ку克林 Г.В. Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. - Наука, 1986.
2. Витинский Ю.И. Солнечная активность. - Наука, 1983.
3. Cəfərov E.S. Radiobiologiya, Bakı-2014.
4. Радиация. Дозы, эффекты, риск. Пер. с англ. М.:Мир, 1990, 80 с.
5. Метеорологическое Обеспечение Международной Аэронавигации. Приложение 3 к конвенции о международной гражданской авиации, 2016 г.
6. «AMENDMENT 79, AMENDMENT 80» TO ANNEX 3.
7. <https://www.icao.int/2018-amendments>.
8. <https://www.swpc.noaa.gov/>.
9. <https://www.spaceweatherlive.com>.

REFERENCES

1. Vitinskiy Yu. I. Kopechkiy M., Kuklin Q.V. Statistika pyatnoobrazovatelnoy deyatel'nosti Solnsa. Nauka, 1986.
2. Vitinskiy Yu.I. Solnechnaya aktivnost. Nauka, 1983. qrajdanskoj aviasii, 2016 q.
3. Cafarov E.S. Radiobiologiya, Bakı-2014.
4. Radiasiya. Dozi, effekti, risk. Per.s. anql. Mir, 1990, 80 str.
5. Meteoroloqicheskoe Obespechenie Mejdunarodnoy Aeronaviqasii. Prilojenie 3 k konvensii o mejdunarodnoy qrajdanskoj aviasii, 2016 q.
6. «AMENDMENT 79, AMENDMENT 80» TO ANNEX 3.
7. <https://www.icao.int/2018-amendments>.
8. <https://www.swpc.noaa.gov/>.
9. <https://www.spaceweatherlive.com>.

ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ И ЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА АВИАЦИОННЫЕ ПОЛЕТЫ

Гусейнов Н.Ш., Гаджиев А.Х., Мамедова Х.В.

Национальная Академия Авиации

Анализируются эффекты активности солнечной системы, изменения магнитного поля Земли в результате взрывов, проявления солнечной радиации, дозы облучения, а также негативное влияние космических воздействий на самолеты, летный экипаж и пассажиров. Выявление этих негативных ситуаций, воздействий и своевременное представление их летному экипажу является практически важным. Информация о воздушных проявлениях летному экипажу должна производиться немедленно в виде специальных бланков. В статье также рассматривается работа центров активности на Земле, связанная с космическим пространством, космической погодой, а также анализируются причины и последствия возникновения космических погодных явлений.

Ключевые слова: Космическая погода, космическое облучение, доза облучения, солнечный ветер, солнечная активность, магнитные вихри, ионосфера, полярное сияние, воздушное судно, летный экипаж.

INFLUENCE OF SPACE WEATHER AND ITS IMPACT ON AVIATION FLIGHTS

Huseynov N.Sh., Hajiyev A.Kh., Mammadov H.V.

National Aviation Academy

Activity in the Solar System, changes in the magnetic field of Earth as a result of explosions, manifestations of solar radiation, radiation doses, cosmic weather and cosmic weather phenomena impacts aviation flights, aircraft, flight crew and passengers adverse effects. All of them were analyzed in article. Identifying these negative situations, impacts and their timely submission to the flight crew is practically important. Information about the cosmic weather manifestations of the flight crew should be made immediately in the form of special blanks. In this article also mentioned with the operation of centers of activity on Earth, related to space, space weather and analyzes the causes and effects of the emergence of space weather events.

Keywords: space weather, cosmic radiation, radiation dose, solar wind, solar activity, magnetic vortices, ionosphere, aurora, aircraft, flight crew.

Rəyçi: t.f.d., dos. H.B. Babayev

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Hüseynov Nazim Şəkər oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aviasiya meteorologiyası” kafedrasının müdiri, t.e.d., prof.	nazimmet@mail.ru mob. (+994) 50 223 68 31
Hacıyev Aqıl Xanputa oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aviasiya meteorologiyası” kafedrasının baş müəllimi	haciyevev1978@mail.ru mob. (+994) 70 534 92 87
Məmmədova Həcər Vidadi qızı	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aviasiya meteorologiyası” kafedrasının müəllimi	xadiko@yahoo.com mob. (+994) 51 606 10 00