

ATMOSFERİN ORTA HƏRƏRƏTİNİN ÖLÇÜLMƏSİ ÜÇÜN GPS TEXNOLOGİYASI İLƏ GÜNƏŞ FOTOMETRLƏNMƏSİNİN BİRGƏ İSTİFADƏ OLUNMASI MÜMKÜNLÜYÜ HAQQINDA

T.e.n., dosent Eminov Ramiz Əhməd oğlu

Magistr: Orucov Saleh Bilal oğlu

ADNSU-nun "Faydalı qazıntı
yataqlarının geologiyası və işlənməsi" kafedrası
Email: eminovramiz@mail.ru

Xülasə. Atmosferin orta hərarətinin ölçülməsi üçün GPS texnologiyası ilə günəş fotometrlənməsinin birgə istifadə olunması mümkünlüyü əsaslandırılmışdır. Təqdim edilən məqalədə göstərilir ki, atmosferin orta hərarətinin ölçülməsi üçün həmin amillərin qarşılıqlı əlaqələrini əks etdirən məlum düsturlardan istifadə etmək olar. Bu zaman atmosfer hərarətinin təyini dəqiqliyini artırmaq üçün GPS-lə günəş fotometrin birgə işləmə mümkünlüyü nəzərdən keçirilib və ölçmə dəqiqliyinə mənfi təsir edən amillərin qismən kompensasiyasına imkan verən üçkanallı fotometr yaradılmışdır.

Açar sözlər: GPS sistemlər; günəş fotometri; atmosferin orta hərarəti; qismən kompensasiya; qiymətləndirmə; dəqiqlik

Giriş. İlk yaranan gündən naviqasiya və mövqetəyinetmə məsələlərini həll etmək üçün təklif olunmuş GPS texnologiya zamanla atmosferin müxtəlif parametrlərinin məsafədən zondlaşdırılması üçün texniki vasitə kimi tanınmışdır.

GPS sistemlərinin funksional imkanlarının bu cür genişlənməsinin fiziki əsasını GPS siqnallar gecikməsinin müxtəlif atmosfer parametrlərindən zamanla asılılığı təşkil edir. Göstərilmiş asılılıq bəzi atmosfer amillər qiymətlərinin təyində GPS siqnallar gecikmələrinin qiymətləndirilməsindən istifadə etməyə imkan verir.

Təqdim olunan məqalədə göstərmək olar ki, atmosferin orta hərərinin ölçülməsi üçün həmin amillərin qarşılıqlı əlaqələrini əks etdirən məlum düsturlardan istifadə etmək olar. Bu zaman atmosfer hərərinin təyini dəqiqliyini artırmaq üçün GPS-lə günəş fotometrin birgə işləmə mümkünlüyü nəzərdən keçirilməli və ölçmə dəqiqliyinə mənfi təsir edən amillərin qismən kompensasiyasına imkan verən üçkəməli fotometr yaradılmalıdır.

Məsələnin həlli

İlk növbədə GPS-siqnallar gecikməsinin və atmosfer tərkiblərinin qarşılıqlı transformasiyasını nəzərdən keçirək. Yaxşı məlumdur ki, atmosfer refraktivliyi Smitin və Uayntraubun aşağıdakı düsturuna görə hesablanı bilər:

$$N = 77,6 \frac{P}{T} + 3,73 \cdot 10^5 \frac{P_v}{T^2}, \quad (1)$$

burada P – ümumi atmosfer təzyiqidir, $mbar$ -la; T – atmosferin mütləq hərəridir, Kelvin şkalası ilə; P_v - su buxarlarının parsial təzyiqidir. Əgər atmosfer təzyiqinin sabitliyinə yol verə bilsək, onda (1)-ci düsturdan T və P_v artımlarını əlaqələndirən aşağıdakı tənlik almaq olar [1]

$$dT = \frac{C}{aP + \frac{2cP_v}{T}} dP_v, \quad (2)$$

burada $a = 77,6 \text{ K} / mbar$; $C = 3,73 \times 10^5 \text{ K}^2 / mbar$.

Tropik atmosfer şəraiti üçün ($P = 700 \text{ mbar}$; $P_v = 6 \text{ mbar}$; $T = 283 \text{ K}$) (2) düsturdan aşağıdakı ifadəni almaq olar:

$$dT = \left(5,3 \frac{K}{mbar} \right) dP_v. \quad (3)$$

İş [1]-də göstərilədiyi kimi, (3)-cü ifadəni nəzərə almaqla hərəri $1,5 \text{ K}$ dəqiqliyilə qiymətləndirmək üçün P_v parametri $0,29 \text{ mbar}$ dəqiqliyilə qiymələndirilməlidir, yəni P_v – nin ölçülməsi xətası $4,0 - 4,5 \%$ aşmamalıdır.

Su buxarlarının inteqrirlənmiş IWV miqdarı bu cür təyin oluna bilər [1]

$$IWV = \int P_v dz = k \cdot ZWD, \quad (4)$$

burada ZWD – zenit rütubət gecikməsidir;

$$\frac{1}{k} = 10^{-6} \left(\frac{k_3}{T_m} + k'_2 \right) R_v, \quad (5)$$

$$T_m = \int \frac{P_v}{T} dz \Big/ \int \frac{P_v}{T^2} dz. \quad (6) \quad (4) - (6)$$

düsturlarında:

$$k'_2 = (17 \pm 10) \frac{K}{\text{мбap}}, \quad k_3 = (3,776 \pm 0,03) 10^5 \frac{K^2}{\text{мбap}},$$

R_v - su buxarı üçün spesifik qaz sabitidir; T_m - inteqrirlənmiş orta hərərətdir.

Beləliklə (4) - (6) düsturlarından görünür ki, IWN və ZWD qiymətlərini bilsək, T_m qiymətini (6)-cı düsturdan istifadə etmədən hesablamaq olar.

Xətalərin bu cür hesablamalarının təqribi qiymətləndirilməsini edək. (4) düsturundan aşağıdakını almaq olar

$$\ln K = \ln IWN - \ln ZWD. \quad (7)$$

(7)-ci düsturun differensialını alıb onu artımlarla əvəz etsək, aşağıdakını alarıq

$$\frac{\Delta K}{K} = \left| \frac{\Delta IWN}{IWN} \right| + \left| \frac{\Delta ZWD}{ZWD} \right| \quad (8)$$

İş [2]-də göstərildiyi kimi 3D modelinə görə hesablanmış çöl havası GPS cihazlarının eksperimental göstəricilərinə görə ölçülmüş zenit rütubət gecikməsinin qiymətləri $\approx 5\%$ dəqiqliklə üst-üstə düşür. O

biri tərəfdən nəzərə alsaq ki, $\frac{k_3}{T_m} \gg k'_2$

(5)-ci düstur bu şəkildə yazılacaq

$$k = \frac{10^6 \cdot T_m}{R_v \cdot k_3}. \quad (9)$$

Deməli, nəzərə alsaq ki,

$$\frac{\Delta k}{k} \gg \frac{\Delta k_3}{k_3},$$

(8) və (9)-cu ifadələrdən bunu alarıq

$$\frac{10^6}{R_v \cdot k_3} \cdot \left| \frac{\Delta T_m}{T_m} \right| = \left| \frac{\Delta IWN}{IWN} + 0,05 \right|. \quad (10)$$

Beləliklə, (10) düstur əsasında hesab etmək olar ki,

$$\left[\frac{10^6}{0,462 \cdot 3,77 \cdot 10^5} \right] \cdot \left[\frac{\Delta T_m}{T_m} \right] = 0,05 + \left| \frac{\Delta IWN}{IWN} \right| 0,462 \quad \text{və yaxud da}$$

$$\frac{\Delta T_m}{T_m} \approx \frac{0,05 + \frac{\Delta IWN}{IWN} \cdot 0,462}{6}. \quad (11)$$

(11)-ci düsturdan bu qənaətə gəlmək olar ki,

$$\frac{\Delta T_m}{T_m} = 0,15 \quad \text{olsa,} \quad \frac{\Delta IWN}{IWN} \quad \text{nisbəti} \quad 0,04 \quad \text{qiymətinə} \quad \text{bərabər} \quad \text{olacaq, ya-}$$

ni çökmüş suların ümumi miqdarının ölçmə xətası 4 % aşmamalıdır. Məsəl üçün, su buxarının ümumi miqdarının bu dəqiqli fotometrik ölçmələrində GPS sistemləri atmosferin orta hərərinin təyində məsafədən zondlama vasitələri kimi istifadə oluna bilər.

İş [3] göstərilir ki, günəş fotometrleri vasitəsilə çökmüş suların ümumi miqdarının əsas ölçmə xəta mənbələrindən birisi kimi, həm 300 - 910 nm diapazonunda, həm də 960 – 1100 nm diapazonunda optik signalları buraxan, interferensiyon optik filtrlərin qeyri-mükəmməliyi-
dir.

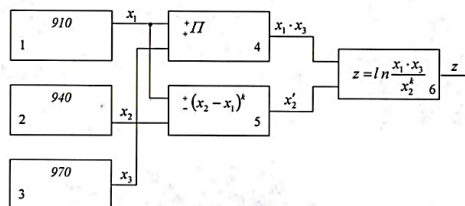
İş [4] aparılmış model hesablamaları göstərmişdir ki, məhz bu səbəbdən ölçmə xətalrı bir neçə faizə çatır bilər.

Çökmüş suların ümumi miqdarının ölçmə xətalrına atmosfer aerosolunun təsirini də aid etmək olar. Sahil zonasında olan iridisprslı dəniz aerosolu

kifayət qədər təsirli aerosol amili hesab oluna bilər.

Beləliklə, GPS-ciəazlarla birgə iş üçün nəzərdə tutulan günəş fotometrlerin yeni strukturunu işləyən zaman cəm xətalrı hər iki tərki-
binin aradan götürülməsi mümkünlüyü nəzərdə tutulmalıdır.

Bizə belə gəlir ki, günəş fotometrlerinin üçdalğalı strukturunu yu-
xarıda göstərilən amillər təsirinin kompensasiyası üçün daha yararlıdır. Şəkil 1-də üçdalğalı günəş fotometrinin təklif olunan strukturunun blok-sxemi göstərilmişdir.



Şəkil 1. Günəş fotometrinin kompensasiya olunmuş struktur sxemi. Rəqəmlərlə göstərilənlər: 1, 2, 3-optoelektron kanallar, dalğa uzunluqlarına uyğun olaraq 910 nm, 970 nm; 4 - vurğucu; 5 - çıxıcı qurğu və dərəcəyə qaldıran qurğu; 6 - loqarifmləyən qurğu

Təklif olunan strukturda fon təsirini aradan götürmək üçün çıxıcı 5-də 910 nm və 940 nm kanallarının sinfəzli fonunun çıxılması baş verir. Bunun nəticəsində dalğaların geniş diapazonunda interferensiyon filtrin buraxması ilə əlaqədar olan xəta tərkibini aradan götürmək olar.

Bundan başqa fotometrin təklif olunan strukturunda aerosolun təsiri ilə bağlı xətanı aradan götürmək üçün, iş [5]-də olduğu kimi, korreksiya əmsalını daxil etməklə aralıq çevirmələr edilir.

Bu zaman korreksiya əmsalının xüsusi seçimi ilə aralıq çevirmə parametrlərinin z qiyməti qədər aerosolun optik qalınlığının təsirini bütövlükdə aradan götürmək olar.

Bundan sonra əks çevirmə yolu ilə çökən suyun cəm miqdarı hesablanır. Bütün riyazi əməliyyatlar proqram tutmaq yolu ilə həyata keçirilə bilər, buna görə də şəkil 1-də göstərilmiş blok-sxem şərti-tanışlıq xarakter daşıyır. Beləliklə, atmosferdəki su buxarlarının cəm miqdarının yüksək dəqiqlikli günəş fotometrlənməsi təmin olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, atmosferin orta temperaturu artdıqca troposfer gecikmə azalır. Bu hal mane olan atmosfer amillərin daha mükəmməl korreksiya metodlarının tətbiqini tələb edə bilər, misal üçün, ikiparametrik korreksiyanın tətbiqini.

Bundan başqa su buxarlarının cəm miqdarının GPS metodu ilə ölçülməsinin üstünlüyünü qeyd etmək lazımdır çün ki, mikrodalğalı radiometrik ölçmə metodu ilə müqayisədə o, metod daha dəqiqdir. Mikrodalğalı radiometrik ölçmələrin dəqiqliyi, iqlim dəyişmələrindən öncə xəbər verən yüksək temperaturlu anomal zonaların əmələgəlməsindən məsafədən nəzarətə imkan vermir.

Nəticələr. Məlum müddəalar və GPS siqnallarının troposfer gecikməsinin qiymətləndirilməsi əsasında atmosferin orta temperaturunun birgə GPS – fotometrik ölçmələri üçün edilən su buxarlarının cəm miqdarının fotometrik ölçmələri dəqiqliyinə dair tələblər formalaşmışdır.

Atmosferdəki su buxarlarının cəm miqdarının yüksək dəqiqlikli ölçmələrinə imkan verən günəş fotometrinin yeni qurulma strukturu təklif olunmuşdur

İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Асадов Х.Г., Исаев А.А. (2005). Общая теория трехволновых озонметрических измерений. // Измерительная техника. № 8. – С. 59-61.
2. Асадов Х.Г., Сулейманов Ш.Т. (2007). Синтез трехволновых скорректированных измерителей малых компонент атмосферы в ультрофиолетовом диапазоне. // Метрология. № 9. – С. 3-7.
3. Mavromatakis F., Gureymard C.A., Franghiadakis Y. (2007). Technical note: Improved total atmospheric water vapor amount determination from

near-infrared filter measurements with sun photometers. // Atmospheric Chemical Physic. № 7. – P. 4613-4623.

4. Shuller T., Hein G.W., Eissfeller B. (2006). GNSS zenith wet delay estimation considering their stochastic properties. // Institute of Geodesy and Navigation University FAF Munich D-85577 Neubiberg, Germany. – P. 157.

5. Yuan L.L., Antnes R.A., Ware R.H., Rocken Ch., Bonner W.D., Bevis M.G., Businger S. (1993). Sensing climate change using and global positioning system. // Journ. of Geophys. Research. – V. 98, № D8. – P. 14925 – 14937.

ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ АТМОСФЕРЫ СОЛНЦЕ С ТЕХНОЛОГИЕЙ GPS ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФОТОМЕТРИИ О ВОЗМОЖНОСТИ ЭТОГО

**Эминов Рамиз Ахмед оглы
Оруджов Салех Билал оглы**

Аннотация. Обоснована возможность совместного использования GPS технологий и солнечного фотометрирования для измерений средней температуры атмосферы. В предлагаемой статье для измерения средней температуры атмосферы можно использовать известные формулы взаимосвязи вышеуказанных параметров. При этом для повышения точности определения температуры атмосферы рассмотрена возможность совместной работы GPS и солнечного фотометра, а также создания трехканального фотометра, позволяющего частично скомпенсировать факторы, отрицательно влияющие на точность измерений.

Ключевые слова: системы GPS; солнечный фотометр; средняя температура атмосферы; частичная компенсация; оценка; точность

MEASUREMENT OF THE AVERAGE TEMPERATURE OF THE ATMOSPHERE SUN WITH GPS TECHNOLOGY FOR COMBINED USE OF PHOTOMETRY ABOUT THE POSSIBILITY OF IT

**Eminov Ramiz Ahmed oglu
Orujov Saleh Bilal oglu**

Summary. The possibility of using GPS technology and sun photometering together for measuring the average temperature of the atmosphere is substantiated. The presented article shows that for measuring the average temperature of the atmosphere, it is possible to use the well-known formulas reflecting the interrelationships of those factors. At this time, to increase the accuracy of atmospheric temperature determination, the possibility of working the GPS and sun photometer together was considered, and a three-channel photometer was created, which allows partial compensation of the factors that negatively affect the measurement accuracy.

Keywords: GPS systems; sun photometer; average temperature of the atmosphere; partial compensation; evaluation; precision.