

UOT: 528.4, 528.856

GPS VASİTƏSİLƏ ATMOSFERİN HƏRARƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNİN QRADİENT DƏYİŞMƏLƏRİNİN ÖLÇÜLMƏSİ İNFORMATİVLİYİNİN ARTIRILMASI MƏSƏLƏLƏRİ

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

Magistr: Cəfərov Fərhad Tələt oğlu

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

Xülasə. Məqalədə GPS vasitəsilə atmosferin hərarət göstəricilərinin qradient dəyişmələrinin ölçülməsi informativliyinin artırılması məsələləri nəzərdən keçirilib. Məlumdur ki, GPS-sistem ayrılıqda atmosferdəki su buxarlarının ümumi miqdarını ölçmək iqtidarında deyil. Bu parametri təyin etmək üçün yer üzərindəki ümumi təzyiqi və troposferin orta hərarəti kimi parametrlərin qiymətlərini bilmək vacibdir. Bu zaman yerüstü təzyiqdən ümumi gecikmənin hidrostatik və rütubət komponentlərə bölmək üçün istifadə olunur. Eyni zamanda, əgər atmosferin orta hərarəti məlum olsa, onda su buxarlarının inteqrirlənmiş miqdarı hesablanıla bilər və bu məqsədlə rütubət gecikməsindən istifadə olunur.

Açar sözlər: GPS sistemlər, orta hərarət, su buxarı, informativlik, qradient dəyişmələr.

Giriş. Məlumdur ki, GPS-sistem ayrılıqda atmosferdəki su buxarlarının ümumi miqdarını ölçmək iqtidarında deyil. Bu parametri təyin etmək üçün yer üzərindəki ümumi təzyiqi və troposferin orta hərarəti kimi parametrlərin qiymətlərini bilmək vacibdir. Bu zaman yerüstü təzyiqdən ümumi gecikmənin hidrostatik və rütubət komponentlərə bölmək üçün istifadə olunur. Eyni zamanda, əgər atmosferin orta hərarəti məlum olsa, onda su buxarlarının inteqrirlənmiş miqdarı hesablanıla bilər və bu məqsədlə rütubət gecikməsindən istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, atmosferin orta hərarətinin hesablanması üçün bir çox empirik düsturlar mövcuddur. Məsələn, iş [1] -də aşağıdakı düstur təklif olunur:

$$T_M = 70.2[K] + 0.72T_{0,K}, \quad (1)$$

burada T_0 – yerüstü hərarətdir, K ; T_M – atmosferin orta hərarətidir, K .
İş [2]-də bu düstur təklif olunur:

$$T_M = 50.4[K] + 0.789T_{0,K} . \quad (2)$$

İş [3]-də bu düstur təklif olunur:

$$T_M = 54.7[K] + 0.77T_{0,K} \quad (3)$$

Eyni zamanda iş [4]-ə görə T_M qiymətinin hesablanması üçün aşağıdakı düsturla hesablanan ümumi model mövcuddur

$$T_M = \Delta T + q_T \cdot T_a \quad (4)$$

burada ΔT – hərərət sürüşməsidir.

Görünür ki, (1) – (3) düsturları (4) modelin fərdi hallarıdır.

Atmosfer hərərətinin yüksəklikdən asılılığını nəzərdən keçirək. Qeyd edək ki, atmosferin orta hərərəti antenlə troposfer arasındakı yüksəkliklər intervalı üçün hesablanır. Deməli anten yuxarı hərəkət edir, yəni uçuş eksperimentlərini apararkən orta hərərət azalacaq. Bu hərərətin azalması adətən, ya şaquli hərərət qradiyentinin dəyişməsi köməkliylə, ya da (θ - hərərətin quru səthi üçün və θ_M -- orta hərərət üçün) hərərətin dəyişmə sürətilə modelləşdirilir.

$$\text{İş [2]-yə görə: } \theta = -5.930 \left[\frac{^{\circ}C}{KM} \right] - 0.0359 \left[\frac{1}{KM} \right] \cdot T_{0,^{\circ}C} ,$$

$$\theta_M = -5.542 \left[\frac{^{\circ}C}{KM} \right] - 0.0643 \left[\frac{1}{KM} \right] \cdot T_{0,^{\circ}C} .$$

Hərərəti gücləndirən əmsal $q_T = 0,647$ olduqda, aşağıdakı orta statistik ifadə alırıq:

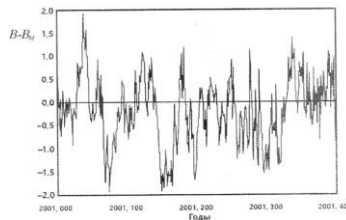
$$\frac{\theta_M}{q_T \cdot \theta} = 1.3. \quad (5)$$

Şəkil 1-də fərqlərin zaman dəyişməsinin qrafiki göstərilib.

$$\Delta_B = \theta - \theta_M$$

Şəkildən görünür ki, Δ_B - təsədüfi kəmiyyətdir, ancaq (5)- ci düstura uyğun olaraq yazmaq olar ki

$$\theta_M = q_T \cdot \theta \cdot 1.3 .$$



Şəkil 1. $\theta - \theta_M$ fərqlərinin zaman asılılığının qrafiki [2].

Tədqiqat məsələləri aşağıdakı qaydada realizə olunur. Fərz edək ki, $T = 0 - t_{max}$ vaxt intervalında bir seriya θ kəmiyyətinin ölçülməsi baş verib və $\{\theta_i\}; i = \overline{1, n}; \theta_{i+1} > \theta_i$

qaydaya salınmış çoxluq alınmışdır. q əmsalının

hesablanması üçün və eləcə də $\theta = 0 - \theta_{max}$ intervalında

yerləşən və θ kəmiyyətinin müxtəlif qiymətləri ilə xarakterizə olunan, bir neçə ölçmə seriyalarından sonra maksimuma çatan və orada $C_1 = const$ elə bir aşağıdakı integral entropiyasını almaq ki, yəni $\theta_M = f(\theta)$ funksiyasını,

$$E_1 = \int_0^{\theta_{max}} \log_2(\theta - \theta_M + C_1) d\theta, \quad (6)$$

o, θ_M və θ kəmiyyətlərinin qarşılıqlı əlaqəsini təyin edə bilsin.

Bu zaman (5)-ci düstur, aparılan eksperimental ölçmələrin $T = 0 - t_{max}$ müvəqəti vaxt intervalı olaraq, aşağıdakı məhdudedici şərtini irəli sürməyə imkan verir:

$$E_2 = \int_0^{\theta_{max}} \frac{\theta_M}{q_T \cdot \theta} d\theta = C_2, \quad (7)$$

burada $C_2 = const$.

(6) və (7) ifadələri nəzərə alaraq qeyri-şərtsiz variasion optimizasiyanın tam funksionalını tərtib edək(64)

$$E_3 = \int_0^{\theta_{max}} \log_2(\theta - \theta_M + C_1) d\theta + \lambda \int_0^{\theta_{max}} \frac{\theta_M}{q_T \cdot \theta} d\theta, \quad (8)$$

burada λ – Laqranj vurğusudur.

Laqranj şərtinə uyğun olaraq $\theta_M = f(\theta)$ optimal funksiya aşağıdakı şərti ödəməlidir

$$\frac{d \left\{ \log_2[\theta - f(\theta) + C_1] + \frac{\lambda \cdot f(\theta)}{q_T \cdot \theta} \right\}}{df(\theta)} = 0. \quad (9)$$

(8) və (9) ifadələrə nəzərən aşağıdakı alınacaq:

$$-\frac{1}{(\ln 2)[\theta - f(\theta) + C_1]} + \frac{\lambda}{q_T \cdot \theta} = 0. \quad (10)$$

(10) – cu ifadəyə görə

$$\frac{\theta_M}{q_T \cdot \theta} = \frac{\theta + C_1}{q_T \cdot \theta} - \frac{1}{\lambda \cdot \ln 2}. \quad (11)$$

(11) – ci ifadənin integralını alsaq

$$\int_0^{B_{\max}} \frac{\theta_M}{q_T \cdot \theta} d\theta = \int_0^{B_{\max}} \frac{\theta + C_1}{q_T \cdot \theta} d\theta - \int_0^{B_{\max}} \frac{d\theta}{\lambda \cdot \ln 2} = C_2, \quad (12)$$

$$\int_0^{B_{\max}} \frac{\theta + C_1}{q_T \cdot \theta} - \frac{1}{\lambda} \int_0^{B_{\max}} \frac{d\theta_2}{\ln 2} = C_2. \quad (13)$$

(13) - cü ifadədən bunları alırıq

$$\frac{1}{\lambda} \int_0^{B_{\max}} \frac{d\theta_2}{\ln 2} = \int_0^{B_{\max}} \frac{\theta + C_1}{q_T \cdot \theta} d\theta - C_2, \quad (14)$$

$$\lambda = \frac{\int_0^{B_{\max}} \frac{d\theta}{\ln 2}}{\int \frac{\theta + C_1}{q_T \cdot \theta} d\theta} = \lambda_0. \quad (15)$$

(11) – ci və (15) - ci ifadələri nəzərə alsaq

$$\frac{1}{(\ln 2)[\theta - \theta_M + C_1]} = \frac{\lambda_0}{q_T \cdot \theta}. \quad (16)$$

(16) – ci ifadədən yekunda bunu alırıq

$$\theta_M = \theta \left(1 + \frac{q_T}{\lambda_0 \cdot \ln 2} \right) + C_1. \quad (17)$$

Ölçmələr prosedurunda asılılığın realizasiyası zamanı ekstremumun tipini təyin etmək üçün (10) – cu ifadənin törəməsini $f(\theta)$ görə alsaq, onun mənfəi olmasına əmin ola bilərik. (5) və (7)-ci ifadələri müqayisə etsək, onda aydın olacaq ki, optimal rejimdə gücləndirmə əmsalı q_T qiymətindən fərqlənir. Bu zaman gözəçarpan fərq ondan irəli gəlir ki, (17) – ci ifadəyə görə θ_M və θ arasında C_1 qədər daimi sürüşmə var. Beləliklə, göstərilmişdir ki, θ_M və θ kəmiyyətləri arasındakı fərqin maksimal integral entropiyasını almaq üçün $\theta_M = f(\theta)$ funksiyası (17) – ci ifadə şəklində olmalıdır.

Nəticələr. Göstərilmişdir ki, atmosferin orta hərərinin şaquli qradientinin dəyişmə sürəti və quru səth hərərinin dəyişmə sürəti atmosfer hərərlərinin ölçülməsi nəzəriyyəsində vacib parametrlərə aid edilir.

Yuxarıda adları çəkilmiş parametrləri maksimal qiymətə çatdıran fərqlərin integral entropiyası üçün elə bir qarşılıqlı əlaqə funksiyası he-

sablanıb ki, atmosferin orta hərərətinin şaquli gradiyentinin dəyişmə sürəti və quru səth hərərətinin dəyişmə sürəti arasında optimizasiya məsələsi formalaşır.

Optimizasiya məsələsinin həlli göstərmişdir ki, yuxarıda adı çəkilmiş iki parametr arasındakı optimal funksiya növündə müəyyən additiv sürüşmə var.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Bevis, M. (1992). GPS Meteorology: Remote sensing of atmospheric water vapour using the Global Positioning System / M. Bevis, S. Businger, T. Herring [et al.]. // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. Vol. 97, № D14. – P. 15787-15801.
2. Mendes, V. B. and Langley, R. B. (1998). Optimization of tropospheric delay mapping function performance for high-precision geodetic applications // Toulouse, France Proceedings of DORIS Days. 27–29 April; <http://gauss.gge.unb.ca/papers.pdf/dorisdays.pdf>
3. Schuler, T., Posfay, A., Hein, G.W., Bibberger, R.A. (2001). Global analysis of the mean atmospheric temperature for GPS water vapor estimation // Proceedings of ION-GPS 2001. The Institute of Navigation, Salt Lake City, Utah. Sept.11-14. – P. 2476-2489.
4. Solbrig, P. (2000). Untersuchungen über die Nutzung numerischer wetter modell zur wasserdampf bestimmung mit Hilfe des global positioning systems // Diplom thesis, Institute of Geodesy and Navigation, University FAF Munich, Germany.

ТЕМПЕРАТУРА АТМОСФЕРЫ ПО GPS ГРАДИЕНТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОВЫШЕНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ВОПРОСЫ

**Эминов Рамиз Ахмед оглы
Джафаров Фархад Талат оглы**

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы повышения информативности измерения градиентных изменений температурных показателей атмосферы с помощью GPS. Известно, что GPS-система в отдельности не способна измерить общее количество водяных паров в атмосфере. Для определения этого параметра необходимо знать значения таких параметров, как общее давление на поверхности и средняя температура тропосферы. При этом, поверхностное давление используется для разделения общей задержки на гидростатическую и влажную компоненты. Также, если известна средняя температура атмосферы, то может быть вычислено интегрированное количество водяных паров, используя с этой целью влажную задержку.

Ключевые слова: системы GPS, средняя температура, водяной пар, информативность, градиентные изменения.

ATMOSPHERIC TEMPERATURE VIA GPS THE GRADIENT CHANGES OF INDICATORS INCREASING MEASUREMENT INFORMATIVENESS ISSUES

**Eminov Ramiz Ahmed oğlu
Jafarov Farhad Talat oğlu**

Summary. The article deals with the issues of increasing the information content of measuring gradient changes in atmospheric temperature indicators using GPS. It is known that the GPS system alone is not able to measure the total amount of water vapor in the atmosphere. To determine this parameter, it is necessary to know the values of such parameters as the total pressure on the surface and the average temperature of the troposphere. In this case, surface pressure is used to separate the total delay into hydrostatic and wet components. Also, if the average temperature of the atmosphere is known, then the integrated amount of water vapor can be calculated using the moisture delay for this purpose.

Keywords: GPS systems, average temperature, water vapor, informativeness, gradient changes.