

İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARI VƏ KOMPÜTER TEXNİKASI

UOT: 504.53; 69.059.

DOI: 10.34826/NAA.2022.24.2.004

PEYK MƏLUMATLARI ƏSASINDA YER SƏTHİNİN TEMPERATUR VƏ ŞÜALANMA XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Əzizov B.M., Mehdiyev C.S.

Milli Aviasiya Akademiyası

Məqalədə Landsat-8 peykinin məlumatları əsasında quru səthin şüalanmasının və temperaturunun qiymətləndirilməsinin əsas xüsusiyyətləri, ölçmə nəticələrinə təsir göstərən təsadüfi amillərin nəzərə alınması ilə bağlı mövcud nəzəri və metodiki məsələlərin həlli üsulları nəzərdən keçirilmişdir.

İstifadə olunan üsul vasitəsi ilə, müxtəlif növ səthlərin spektral şüalanma əmsallarının dəyişmə xüsusiyyətləri xətti regressiya göstəricilərinin müəyyənəşdirilməsinə əsaslanmışdır. Temperaturun baxılan üsulla təyin olunmasında orta kvadratik xətanın qiyməti 0,33-0,76 K intervalında dəyişir. Təklif olunan metod əsasında səthin şüalanma əmsalının orta kvadratik xətasının qiyməti 0,102-dən artıq olmur.

Açar sözlər: *səthin temperaturu, qaralıq dərəcəsi, spektral şüalanma, peyk informasiyaları, spektral diapazonlar, atmosfer şüalanmaları, regressiya analizi.*

Giriş.

Yer səthinin temperaturunun (T_s) aerokosmik üsullarla ölçülməsi artıq bir neçə onilliklər ərzində reallaşdırılır. Temperaturun məsafədən peyk məlumatları əsasında qiymətləndirilməsi bir çox məsələlərin, o cümlədən havanın proqnozlaşdırılması, hidrologiya, aqrometeorologiya, iqlimin tədqiqi və global iqlim dəyişmələrinin həllində geniş tətbiq olunur.

Adətən, T_s -i təyin etmək üçün istilik İQ diapazonun atmosfer şəffaflıq pəncərələrini əhatə edən 10,5-12,5 mkm dalğa uzunluqlarından istifadə olunur [1,2]. Səthin temperaturunun ölçülməsi iki və yaxud bir neçə spektral diapazonda aparılır. Müxtəlif spektral diapazonlardan istifadənin əsas üstünlüyü ondan ibarətdir ki, burada atmosferin ölçmə nəticələrinə təsirini aprior informasiyalardan istifadə etmədən həyata keçirmək mümkündür. Su mühitindən fərqli olaraq, quru səthlərin temperaturunun qiymətləndirilməsində bir sıra amillərin təsiri nəzərə alınmalıdır. Bunlara, əsasən, aşağıdakılar aid edilir:

- səthin “qaralıq” dərəcəsinin müxtəlif olması. Bu səbəbdən bu qiymət 0,8-dən-0,98- dəyişir;
- temperaturun qiyməti fəza və zamana görə dəyişir (hətta bir pikselin intervalında);
- atmosfer zəifləməsində böyük dəqiqliklə qiymətləndirilmənin qeyri-mümkünlüyü;
- torpağın və torpaqüstü havanın (2m-ə kimi qalınlıqda) temperaturları arasındakı fərqlin nəzərə alınmasının mürəkkəb olması.

Qeyd olunan amillərin ölçü nəticələrinin nəzərə alınması üzrə bir sıra tədqiqatlar həyata keçirilmişdir [1,3,4]. Bunlardan [4] xüsusi yer tutur. Bu tədqiqatlarda çoxkanallı LASİ sistemindən istifadə etməklə, atmosferin müxtəlif şəffaflıq pəncərələrində udulma və səpəlmə xüsusiyyətlərinin təsirinin qiymətləndirilməsi üçün xüsusi model təklif olunmuşdur ki, bu da atmosferin təsirindən yaranan xətalərin qiymətləndirilməsinə imkan verir. Təklif olunan üsulun birinci çatışmayan cəhəti onun ikikanallı istilik çəkiliş sistemlərinin tətbiqinin mümkün olmaması, digər çatışmayan cəhəti isə səthin istilik şüalanması funksiyasının tezlikdən asılı ϵ (γ) olmasından ibarətdir.

İşin məqsədi peyk informasiyaları əsasında Yer səthinin temperaturunun və istilik şüalanma xüsusiyyətlərinin qiymətləndirilməsində yaranan ölçü xətlərinin Landsat sistemi vasitəsi ilə həyata keçirilməsinin mümkünlüyünün araşdırılmasıdır. Bu yanaşmada reqressiya analizinin tətbiqi ilə səthin temperaturu (T_s) və səthin istilik şüalanmasının tezlikdən asılılıq funksiyası qiymətləndirilmişdir.

Üsulun mahiyyəti.

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi araşdırmalarda əsasən, reqressiya analizi əsasında aparılmış hesablamalara üstünlük verilmişdir. Məlum olduğu kimi, ölçmə nəticələrinin dəqiqliyinə təsir göstərən amillər, əsasən təsadüfi dəyişən parametrlərdir. Qeyd olunan parametrlərin bir-birindən asılılığının təyini, bilavasitə onların orta qiymətinin təyin olunmasına gətirilir. Araşdırmalar xətti reqressiya analizi əsasında aparılmışdır. İlkin olaraq, xətti reqressiyanın məlum tənlikləri əsasında hər bir parametr üçün reqressiya asılılığı müəyyənləşdirilmişdir.

Aşağıda müvafiq olaraq, xətti reqressiya tənlikləri verilmişdir:

$$\bar{Y}_x = \rho_{yx}x + b; \quad \bar{X}_y = \rho_{xy}y + e; \quad (1)$$

burada: $\bar{Y}_x$ və $\bar{X}_y$ – uyğun olaraq asılı və sərbəst dəyişənlərin orta qiyməti:

ρ_{yx} və ρ_{xy} – reqressiya əmsalıdır.

b və e müvafiq olaraq, x və y – dən asılı olan parametrlərdir və aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\left. \begin{aligned} \rho_{yx} &= \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n y}{n \sum_{i=1}^n x^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2} \\ b &= \frac{\sum_{i=1}^n x^2 \cdot \sum_{i=1}^n y - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n xy}{n \sum_{i=1}^n x^2 - (\sum_{i=1}^n x)^2} \\ \rho_{xy} &= \frac{n \sum_{i=1}^n xy - \sum_{i=1}^n x \cdot \sum_{i=1}^n y}{n \sum_{i=1}^n y^2 - (\sum_{i=1}^n y)^2} \\ c &= \frac{\sum_{i=1}^n y^2 \cdot \sum_{i=1}^n x - \sum_{i=1}^n y \cdot \sum_{i=1}^n xy}{n \sum_{i=1}^n y^2 - (\sum_{i=1}^n y)^2} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

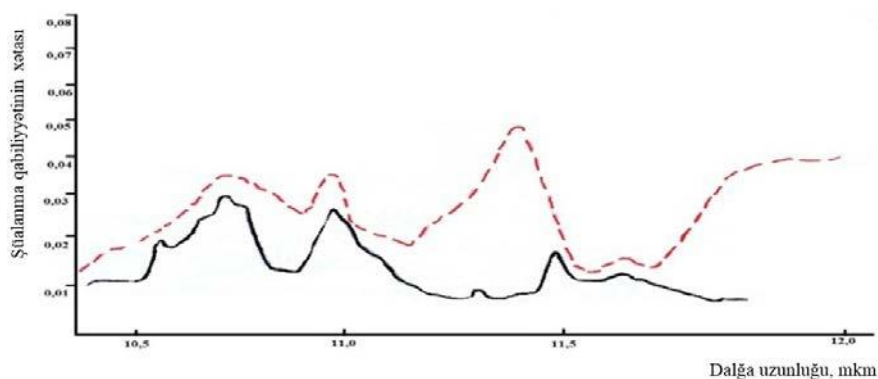
Hesablamalarda x və y üçün uyğun olan, ölçmə nəticələrinə təsir edən parametrlərlə əvəz olunması (1) asılılıqları müəyyənləşdirir. Səthin temperaturu təsadüfi kəmiyyətlərin normal paylanma qanununa görə modelləşdirilir. Bu halda orta qiymət kimi yer səthinin yaxınlığında yerləşən atmosferin qiyməti qəbul edilir, $T_s = T_a$. Standart fərqlənmə 3K götürülür. İstilik şüalanma əmsalının reallaşdırılması $\{E_j (\gamma_i), i=1,2,\dots,n\}$. Baxılan halda, qiymətləndirmədə bank məlumatlarından istifadə olunmuşdur. Belə ki, qeyd olunan məlumatlar $\{E_j (\gamma_i)\}$ asılılığının müxtəlif torpaqlar üçün təcrübi alınmış 60 asılılığının istifadəsi ilə olmuşdur. Bu halda, o ölçmə nəticələrinə üstünlük verilmişdir ki, onların atmosferin 10,5-12,5mkm şəffaflıq pəncərələrinə uyğun qiymətləri göstərsin. Araşdırmalar [5]-də təklif edilən üsul əsasında aparılmışdır. İstilik şüalanma funksiyasının $E (\gamma)$ qiymətləri təyin edildikdən sonra səthin temperaturu təyin edilmişdir. Bunun üçün $E (\gamma)$ qeyd olunmuş təcrübi qiymətləri əsasında, şüalanma göstəricilərinin təsirindən yaranan statistik xarak-teristikalar hesablanmışdır.

Baxılan spektral diapazon daxilində ümumilikdə müxtəlif səthlər üzrə orta şüalanma qabiliyyəti (E) 0,91-dən 0,96-ya kimi dəyişir, $E (\gamma)$ -nin variasiyası isə spektr üzrə dəfələrlə (0,02-dən 0,04-ə kimi) dəyişir.

Aşağıda təqdim edilən şəkildə quru səthlərin istilik şüalanma qabiliyyətinin dalğa uzunluğundan asılılığı göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, reqressiya analizi əsasında hesablamalar aparılarkən şüalanma xətlərinin qiymətləri ciddi surətdə azalır. Bu azalmalar spektrin 10,9 və 11,4mkm oblastlarında özünü daha əhəmiyyətli dərəcədə əks etdirir. Bu onunla izah olunur ki, baxılan spektral oblastlarda atmosferin təsir xüsusiyyətləri daha mürəkkəb xarakter daşıyır. Onun qiymətləndirilməsinin dəqiqliyi isə bilavasitə təsadüfi proseslərin təsirinin nəzərə alınması ilə əlaqədardır.

Baxılan üsulu təcrübi məsələlərin həllində tətbiq etmək üçün Azərbaycanda yayılan əsas torpaq tiplərinin şüalanma və temperatur xarakteristikalarının kəmiyyətə qiymətləndirilməsindən

ötrü, ölçmə dəqiqliyinin artırılması məqsədi ilə nəzərə alınmalı xətlərin orta qiyməti müəyyənləşdirilmişdir.



Şəkil 1. Müxtəlif analiz rejimlərdə şüalanma qabiliyyətinin xətasının dalğa uzunluğundan asılılığı:
— alınmış reqressiya analizi nəticələri əsasında;
---- aprior informasiyaların analitik hesablamalarının nəticələri əsasında

Əsas torpaq tiplərinin səthi temperaturunun orta kvadratik xətaləri

Cədvəl 1

Torpaq tipləri	Spektral diapazonlar, mkm	
	10.3-11.3	11.5-12.5
1. Boz torpaqlar	0.63	0.58
2. Qonur torpaqlar	0.43	0.46
3. Qara torpaqlar	0.38	0.41
4. Narıncı (qırmızı) torpaqlar	0.56	0.58
5. Şoran torpaqlar	0.71	0.68

Əsas torpaq tiplərinin şüalanma qabiliyyətinin orta kvadratik xətaləri

Cədvəl 2

Torpaq tipləri	Spektral diapazonlar, mkm	
	10.3-11.3	11.5-12.5
1. Boz torpaqlar	0.0136	0.0138
2. Qonur torpaqlar	0.0144	0.0140
3. Qara torpaqlar	0.0118	0.0120
4. Narıncı (qırmızı) torpaqlar	0.0132	0.0136
5. Şoran torpaqlar	0.0154	0.0161

Cədvəl 1-də torpaq tipləri üçün səthi temperaturun orta kvadratik xətası, cədvəl 2-də isə şüalanmanın orta kvadratik xətaləri göstərilmişdir. Kəmiyyətə qiymətləndirilmədən ölçmə dəqiqliyinin artırılması məqsədi ilə nəzərə alınmalı xətlərin orta qiyməti müəyyənləşdirilməlidir.

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, torpağın səth temperaturunun orta kvadratik xətası 1-ci kanal üzrə 0.38-dən 0.71-ə kimi, 2-ci kanal üzrə isə 0.41-dən 0.68-ə kimi dəyişir. Analoji olaraq, şüalanma qabiliyyəti də, 1-ci kanal üzrə 0.0118-dən 0.0154-ə kimi, 2-ci kanal üzrə isə 0.0120-dən 0.0161-ə kimi dəyişir. Beləliklə, göründüyü kimi hər iki halda orta kvadratik xətanın ən böyük qiyməti şoranlaşmış torpaqlara aid edilir. Bu da onunla izah oluna bilər ki, qeyd olunan torpaqlarda şoranlaşmanın tipi və şoranlaşma dərəcəsi çox böyük hədd daxilində dəyişir.

Beləliklə, aparılmış tədqiqatlar nəticəsində aşağıda göstərilənlər əldə edilmişdir:

1. Landsat 8 sisteminin istilik spektral kanallarının (10.3-11.3 və 11.5-12.5 mkm) məlumatlarından istifadə etməklə səthin temperaturunun və şüalanma qabiliyyətinin ϵ (γ) bərpa edilməsi üzrə yeni üsul işlənib hazırlanmışdır. Müxtəlif torpaq səthlərinə aid aprior məlumatları nəzərə almaqla, xətti reqressiya analizi nəticələri tətbiq edilmişdir.

2. Təklif edilən üsulun səth temperaturunun ölçülməsindən alınan orta kvadratik xətlərin həddi 0.5-0.8 K qiymətindən 0.3-0.6 K həddinə kimi endirilməsi imkanının əldə edilməsinə nail olunur.

3. İşlənmiş üsulun tətbiqi nəticəsində baxılan torpaq səthləri üçün şüalanma qabiliyyətinin orta kvadratik xətasını 1.6 %-ə kimi aşağı salınması mümkünlüyü göstərilmişdir.

Nəticə.

Tədqiqatlar nəticəsində ölçmə xətlərinin qiymətləndirilməsində Landast-8 sisteminin potensial imkanlara malik olduğu təsdiqlənmişdir. Qeyd olunan üsulun tətbiqi ilə torpaq səthinin temperatur və şüalanma parametrlərinin böyük dəqiqliklə qiymətləndirilməsi ilə yanaşı, atmosferin temperatur-nəmlik xarakteristikalarının qiymətləndirilməsi də əldə olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Мехтиев А.Ш., Азизов Б.М., Мехтиев Д.С. Об оценке теплопроводности почв, загрязненных нефтепродуктами в тепловом ИК-диапазоне. Российский журнал: Безопасность жизнедеятельности, 2009, №12, с.13-16.
2. Азизов Б.М., Рагимов А.Т. Использование данных АДЕОС-11 AMSR для измерения температурных контрастов наземных объектов. Санкт-Петербургский журнал электроники, 2011, №2, с.82-88.
3. Мехтиев А.Ш., Азизов Б.М., Мехтиев Д.С., Кулиев Р.Б. Оптика и спектроскопия, 2011, том 110, №5, с.871-873.
4. Поляков А.В., Тимофеев Ю.М., Успенский Н.Б. Температурно-влажностное зондирование атмосферы по данным спутников ИК-зондирования высокого спектрального разрешения. Исследование Земли из космоса, 2010, №3, с.85-91.
5. Тимофеев Ю.М., Мартынов А.А. Об определении температуры и излучательной способности поверхности суши. Исследование Земли из космоса, 1996, №4, с.12-17.

REFERENCES

1. Mekhtiyev A.Sh., Azizov B.M., Mekhtiyev J.S. Ob ozenke teploprovodnosti pochv, zaqryaznennix nefteproduktami v teplovom IK-diapazone. Rossiyskiy jurnal Bezopasnost jiznedeyatelnosti, 2009, № 12, s.13-16.
2. Azizov B.M., Raqimov A.T. Ispolzovanie dannix АДЕОС-11 AMSR dlya izmereniya temperaturnix kontrastov nazemnix obyktov. Sankt-Peterburqskiy jurnal elektroniki, 2011, №2, с.82-88.
3. Mekhtiyev A.Sh., Azizov B.M., Mekhtiyev J.S., Kuliyeve R.B. Optika i spektroskopiya, 2011, том 110, №5, s.871-873.
4. Polyakov A.V., Timofeev Y.M., Uspenskiy N.B. Temperaturno-vlajnostnoe zondi-rovanie atmosferi po dannim sputnikov IQ-zondirovaniya visokoqo spektralnoqo razresheniya, Issledovanie Zemli iz kosmosa, 2010, №3, s.85-91.
5. Timofeev Y.M., Martinov A.A. Ob opredelenii temperature i izlutcatelnoy sposobnosti poverxnosti sushi, Issledovanie Zemli iz kosmosa, 1996, №4, s.12-17.

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНЫХ И РАДИАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Азизов Б.М., Мехтиев Д.С.

Национальная Академия Авиации

В статье рассмотрены основные особенности оценки радиации и температуры сухой поверхности на основе данных системы Landsat-8, методы решения существующих теоретических и методологических вопросов, связанных со случайными факторами, влияющими на результаты измерений. С помощью используемого метода характеристики

изменчивости спектральных коэффициентов излучения различных типов поверхностей основаны на определении индексов линейной регрессии. Величина средней квадратичной погрешности определения температуры рассматриваемым методом колеблется в пределах 0,33-0,76K. На основе предлагаемого метода значение среднеквадратичной ошибки коэффициента излучения поверхности не превышает 0,102.

Ключевые слова: температура поверхности, степень затемнения, спектральное излучение, спутниковая информация, спектральные диапазоны, атмосферное излучение, регрессионный анализ.

EVALUATION OF THE TEMPERATURE AND RADIATION PROPERTIES OF THE EARTH SURFACE FROM SATELLITE DATA

Azizov B.M., Mekhtiyev J.S.

National Aviation Academy

The article considers the main features of the assessment of radiation and temperature of the dry surface on the basis of data from the Landsat-8 system, methods for solving existing theoretical and methodological issues related to the random factors affecting the measurement results. Using the method used, the variability characteristics of the spectral radiation coefficients of different types of surfaces were based on the determination of linear regression indices. The value of the mean quadratic error in determining the temperature by the considered method varies in the range of 0.33-0.76 K. Based on the proposed method, the value of the mean square error of the surface radiation coefficient does not exceed 0.102.

Key words: surface temperature, degree of darkness, spectral radiation, satellite information, spectral ranges, atmospheric radiation, regression analysis

Rəyçi: t.f.d., dos. K.K. Hüseynov

Müəlliflər haqqında məlumat

Soyadı, adı, atasının adı	İş yeri	Vəzifəsi, elmi dərəcəsi, elmi adı	Əlaqə
Əzizov Bəxtiyar Məqatil oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	Ətraf mühitin aerokosmik monitorinqi kafedrası, t.e.d., prof.	mob. (+994) 50 627 55 43
Mehdiyev Cəfər Soltan oğlu	Milli Aviasiya Akademiyası	“Aerokosmik monitorinq” problem laboratoriyası, elmi işçi, k.f.d., dos.	cafar.maa@mail.ru mob. (+994) 50 494 67 10