https://doi.org/10.58225/sw.2023.1-63-68

MƏSAFƏDƏN ZONDLAMADA TƏMİZ SUYUN SPEKTRAL XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ARAŞDIRILMASI

Qəniyeva Saçlı Abdulxaq qızı- f-r.e.f.d., dosent, Geomatika kafedrasının kafedrası, AzMİU, s.ganiyeva@hotmail.com

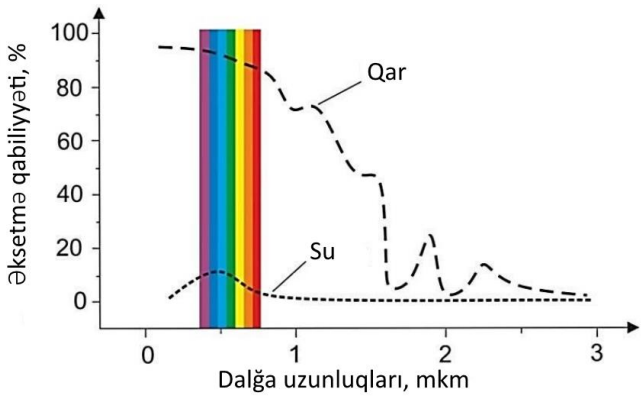
Annotasiya. Məqalədə təmiz suyun spektral xüsusiyyətləri məsafədən zondlama məlumatları əsasında araşdırılmışdır. Məqalədən aydın olur ki, spektral xüsusiyyətlər fərqli dalğa uzunluqlarında bərk və maye fazada müxtəlif cür əks olunurlar. Bu isə okeanların, dənizlərin, çayların və digər hövzələrin suyunun təmizliyinin araşdırılmasında böyük üstünlüyə malikdir. Şüa axını havadan suya keçərkən sınma göstəricisinə görə istiqamətini dəyişir. Adətən Günəşin zenitdə olduğu hallarda daha çox şüa su hövzəsinə daxil olur və bu da obyektin daha çox məsafədən zondlamasına səbəb olur. Temperaturun təsiri ilə də tamamilə qara bir cismin şüalanma intensivliyinin baş verdiyi də aydın olmuşdur. Su molekulları və ionları ilə işığın yayılması görünən diapazonun qısa dalğa uzunluğunda maksimum qiymət aldığı məlum olmuşdur. Spektrin müxtəlif diapazonlarında və dalğa uzunluqlarında elektromaqnit dalğalarının daxilə keçmə dərinliyi dəyişir. Lakin ultrabənövşəyi şüa atmosfer tərəfindən udulduğundan, spektrin ultrabənövşəyi diapazonunda su səthinin öyrənilməsi əsassız hesab edilmişdir. Ona görə də burada görünən diapazondan istifadə edilməsi məqsədəuyğun hesab edilir.
Açar sözlər: məsafədən zondlama, spektral xüsusiyyətlər, əksetmə qabiliyyəti, görünən diapazon, elektromaqnit şüası

INVESTIGATION OF SPECTRAL CHARACTERISTICS OF CLEAN WATER IN REMOTE SENSING

Ganiyeva Sachli Abdulkhag- PhD in phy.and math.sc., ass.prof., department of Geomatics, AzUAC, s.ganiyeva@hotmail.com

Abstract. The spectral properties of fresh water are investigated in the article on the basis of remote sensing data. It is clear from the article that the spectral properties are reflected differently in the solid and liquid phases at different wavelengths. This has a great advantage when studying the purity of the water of oceans, seas, rivers and other basins. When a radiant stream passes from air to water, it changes direction depending on the refractive index. Usually, when the Sun is at its Zenith, more rays enter the reservoir, which leads to a longer-range probing of the object. It also became clear that under the influence of temperature, the intensity of radiation of an absolutely black body occurs. It is known that the emission of light by water molecules and ions gets the maximum value at short wavelengths of the visible range. In different ranges and wavelengths of the spectrum, the depth of penetration of electromagnetic waves inside varies. However, since ultraviolet light is absorbed by the atmosphere, the study of the water surface in the ultraviolet range of the spectrum was considered unreasonable. Therefore, it is considered appropriate to use the visible range here.
Keywords: remote sensing, spectral characteristic, reflectivity, visible range, electromagnetic beam

Giriş. Elektromaqnit şüalarının görünən diapazonu üçün su yarımşəffaf bir mühit olduğuna görə bura düşən şüa əks olunur, ötürülür və ya suda udulur. Qarşılıqlı təsir şüanın dalğa uzunluğundan və suyun fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərindən, suyun spektral əks etdiricisi isə onun fiziki vəziyyətindən asılıdır (şəkil 1). Bərk fazada (buz və ya qar) su bütün görünən dalğa uzunluqlarında yaxşı, lakin maye şəklində isə spektrin görünən bölgəsində olduqca zəif əks olunur (orta hesabla 10% - dən çox olmur). Əksetdiricidəki bu fərq maye və bərk vəziyyətdə atom hissələrinin fərqindən yaranır. Maye vəziyyətdə olan su 0,4 mkm ilə 0,6 mkm arasında görünən diapazonda ən yüksək əksetmə qabiliyyətinə malikdir. 0,7 mkm-dən çox olan dalğa uzunluqları isə tamamilə udulur [1-6].



Şəkil 1. Su və qarın əksetmə qabiliyyəti [6]

Tədqiqat metodologiyası. Su hövzəsinin səthindəki şüalanma iki hissəyə bölünür: əvvəlcə su səthindən atmosferə qayıdır, daha sonra suya daxil olur və istiqamətini dəyişdirir – qırılır. Suyun ümumi əks olunması - səth ($p_{səth}$) və su sütununa səpələnmiş daxili su sütunundan (p_{dax}) ibarətdir [2,3].

$$p = p_{səth} + p_{dax}$$

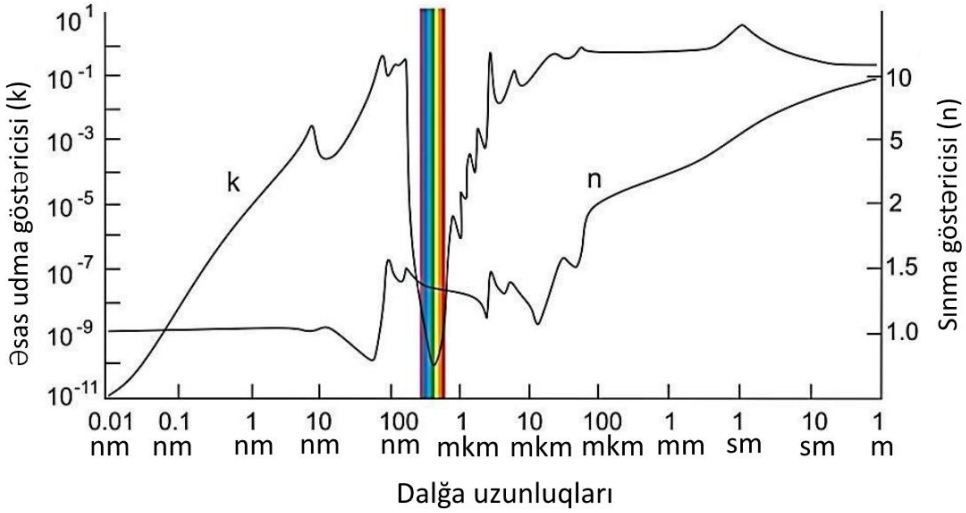
Şüalar normal olaraq su səthinə düşdükdə, səthdən əks olunması birbaşa günəş şüalanmasının təxminən 2% - ni təşkil edir, qalan hissəsi isə suyun daxilinə keçir və 60^0 zenit bucağında təxminən 5,9% səth tərəfindən əks olunur. Günəş üfüqdə olduqda və su səthindən birbaşa günəş şüasının 100%-ə qədər əks edildiyi zaman əksetmə əmsalı 90^0 zenit bucağında maksimuma çatır. Atmosferin yuxarı təbəqəsində qeydə alınan və su səthindən əks olunan şüa, səpələnmədən yayılan birbaşa və atmosfer tərəfindən səpələnməyə məruz qalan günəş şüasından ibarətdir [5,8].

Müzakirələr. Birbaşa günəş şüası və atmosfer tərəfindən səpələnmiş günəş şüası da daxil olmaqla suyun səthindən (su kütləsinə təsir etmədən) 0 ilə 40^0 arasında zenit bucağı olan ümumi əksetmə 3% - dir. Günəşin hündürlüyünün daha da azalması su səthindən ümumi əksetmə əmsalını nəzərə çarpacaq dərəcədə artırır (cədvəl 1). Buna görə günəş şüalarının dik düşmə bucağı onun suyun dərinliyinə keçməsinə kömək edir.

Cədvəl 1. Sakit su səthindən ümumi əksetmə (birbaşa günəş şüası + atmosferlə səpələnmiş şüa) [8]

Günəşin hündürlüyü, qrad.	90	60	50	40	30	20	10	5
Əksetmə əmsalı, %	3	3	3	4	6	12	27	42

Havadan suya keçərkən şüa axını sınma göstəricisinə görə istiqamətini dəyişir (şəkil 2). Bu vəziyyətdə işıqlandırma su səthindən əks olunan şüa miqdarı ilə dəyişir. Yəni Günəş zenitdə olduqda, düşən şüanın 97% - i su hövzəsinə daxil olur. Bu, su obyektlərinin məsafədən öyrənilməsi üçün çox vacibdir, çünki şüanın bir hissəsi su sütunundan çıxa və suyun xüsusiyyətləri haqqında məlumat daşıya bilər [7,8].



Şəkil 2. Geniş spektrdə təmiz suyun optik sabitləri [8]

Suda şüanın yayılması udma və səpələnmə ilə müəyyən edilir. İşıq suya daxil olduqda fotonlar ya udulur, ya da səpələnir. Səpələnmə fotonların istiqamət bucağını yönləndirir, udma daima fotonların istiqamətini dəyişdirir. Dərinliyə keçən günəş şüası udma və geri səpələnmə nəticəsində zəifləyir. Azalan şüanın zəifləməsi əsasən udma ilə müəyyən edilir (şəkil 2). Şaquli istiqamətdə yayılan şüanın zəifləməsinə təsiri təxminən 80%-dir. Təmiz suda elektromaqnit şüalanmasının minimum udulması görünən diapazona düşür və spektrin bu hissəsi daxil olan maksimum günəş enerjisi və atmosfer tərəfindən udma zamanı müvafiq pəncərə ilə üst-üstə düşür (şəkil 2). Məhz enerji mənbəyinin atmosferin və su mühitinin "şəffaflıq pəncərələri" ilə üst-üstə düşməsi şüanın suya təsir etməsinə şərait yaradır. Minimum şüalanmanın zəifləməsi sahəsinin hüdudlarında, şüanın yayılma mühitinin tərkibindən və quruluşundan asılı olaraq elektromaqnit dalğalarının ətraf mühitlə qarşılıqlı təsirinin müəyyən nümunələri müşahidə edilir [5,6].

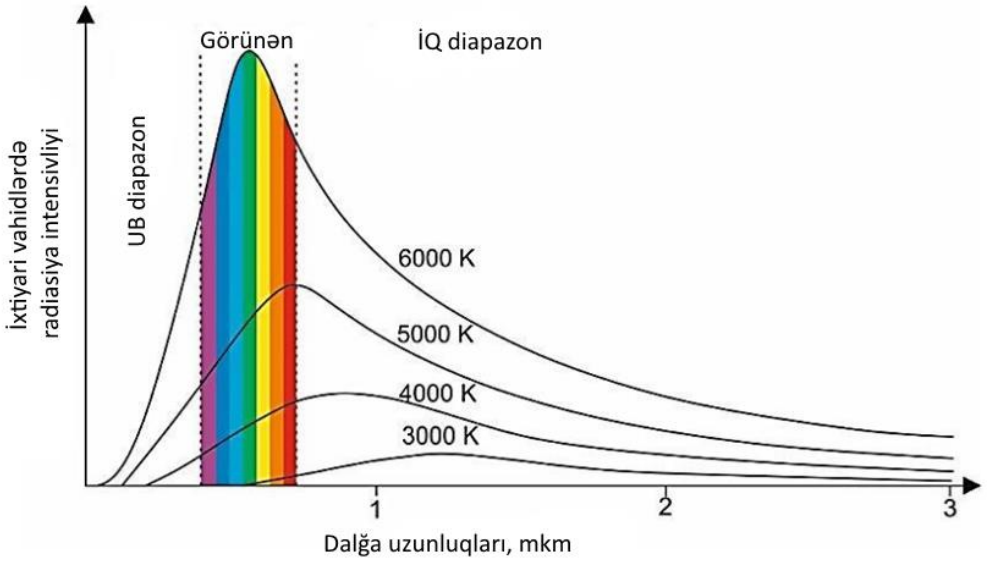
Təmiz su üçün günəş şüasının udulması və dağılması molekullar və ionlar səviyyəsində baş verir. Bu zaman ultrabənövşəyi diapazonda günəş şüası atmosfer tərəfindən demək olar ki, tamamilə udulur və praktiki olaraq su obyektlərinin səthinə çatmır.

Spektrin mavi diapazonunun başlanğıcından görünən diapazonda təmiz suyun udulması 0,46-0,48 mkm-a qədər azalır. Çirkli olmayan sularda spektrin bu hissəsi işıq axınının minimal zəifləməsinə malikdir (şəkil 3).

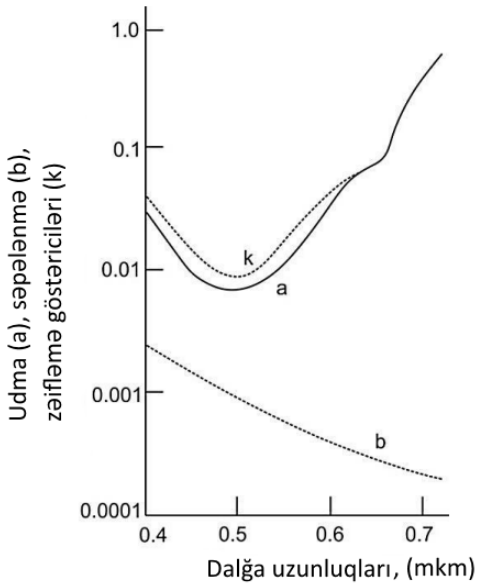
Bulanıqlığın artması və həll olunan üzvi maddələrin miqdarı ilə suda işıq axınının minimum zəifləməsi spektrin sarı diapazonuna keçir. Suyun çirkli olmağının mövcudluğundan asılı olmayaraq spektrin qırmızı diapazonunda molekulların və su ionlarının özləri tərəfindən udulması səbəbindən işıq axınının kəskin zəifləməsi baş verir. İQ diapazonun əvvəlinə gələn şüanın demək olar ki, bütün axını su tərəfindən udulur.

Udma ilə birlikdə şüa səpələnməsi prosesi baş verir. Günəş işığının bütün istiqamətlərə səpələnməsi və xüsusən də geriyə səpələnməsi nəticəsində su sütununda artan bir şüa axını yaranır, su səthinə gedərkən daha da zəifləyir və sonra sınaraq sudan geri qayıdır. Məhz bu artan şüa axını su mühitinin xüsusiyyətləri haqqında yüksək informasiyaya malikdir. Dalğa uzunluğu ilə kifayət qədər dəyişə bilən udulmadan fərqli olaraq, səpələnmə spektrdən zəif asılıdır. Su molekulları və ionları ilə dispersiya görünən diapazonun qısa dalğa uzunluğunda maksimum qiymət alır və bu zaman dalğa uzunluğunun artması ilə azalır (şəkil 4).

Mavi işığın su sütununda güclü molekulyar səpələnmə və spektrin yaşıl, sarı, narıncı və qırmızı bölgələrində şüanın əhəmiyyətli dərəcədə artması təmiz suyu mavi kimi görməyimizə səbəb olur.



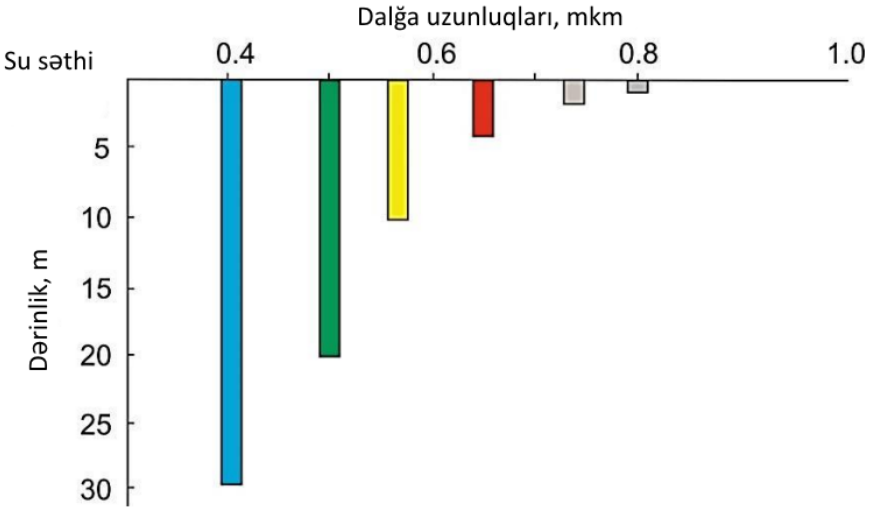
Şəkil 3. Temperaturdan asılı olaraq tamamilə qara bir cismin şüalanma intensivliyinin dəyişməsi [8]



Şəkil 4. Spektrin görünən hissəsində təmiz suyun udulması, dağılması və zəifləməsi göstəriciləri [8]

Elektromaqnit şüalanmanın su sütununa təsir etmə qabiliyyəti onun yayılma mühitinin tərkibini və quruluşunu öyrənməyə imkan verir. Elektromaqnit şüalanmasının su ilə udulması və səpələnməsi nümunələri işığın su sütununa təsiretmə dərinliyində özünü göstərir (şəkil 5) [6,8].

Nəticə. Şüalanma nə qədər dərinliyə təsir edirsə, su sütununun xüsusiyyətləri haqqında bir o qədər çox məlumat yenilənə bilər. Spektrin mavi hissəsinə uyğun elektromaqnit şüalanması ən böyük təsir dərinliyinə malikdir. İQ diapazonuna yaxınlaşdıqca təsirin dərinliyi azalır. Dalğa uzunluğu 0,8 mkm-dən çox olduqda, gələn bütün şüa suyun səth qatının ilk millimetrində udulur. Spektrin ultrabənövşəyi hissəsində dalğa uzunluğu 0,4 mkm-dan az olduğu üçün elektromaqnit dalğalarının nüfuzunun dərinliyi azalır. Ancaq demək olar ki, bütün ultrabənövşəyi şüa atmosfer tərəfindən udulduğundan, spektrin bu hissəsinin məsafədən zondlamada istifadəsi əsassızdır. Məsafədən zondlama üçün elektromaqnit dalğalarından suya 30 m dərinliyə qədər – spektrin mavi hissəsində, 15-20 m-ə qədər – spektrin yaşıl hissəsində, 5 m-ə qədər-spektrin qırmızı hissəsində təsir etməsi əsaslı sayılır, baxmayaraq ki, fotonlar bir neçə yüz metr dərinliyə təsir edə bilirlər.



Şəkil 5. Günəş işığının su sütununa təsir etmə dərinliyi [8]

Ədəbiyyat

1. Курбатова И.Е. Использование космической информации для мониторинга природно-территориальных комплексов побережья Цимлянского водохранилища. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса N3. 217-227с. 2013
2. Кутузов А.В. Оперативный спутниковый мониторинг скоплений планктонных водорослей и количественная оценка их плотности. Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Географический вестник 3(38). 160- 168с. 2016
3. Лаврова О.Ю., Соловьев Д.М., Строчков А.Я., Шендрик В.Д. Спутниковый мониторинг интенсивного цветения водорослей в Рыбинском водохранилище. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса N3. 54-72с. 2014
4. Лаврова О.Ю., Митягина М.И., Костяной А.Г. Спутниковые методы выявления и мониторинга зон экологического риска морских акваторий. 334с. 2016
5. Шарков Е.А. Радиотепловое дистанционное зондирование Земли: физические основы. 544с. 2014
6. Baughman C.A. Reconstructing Turbidity in a Glacially Influenced Lake Using the Landsat TM and ETM+ Surface Reflectance Climate Data Record Archive, Lake Clark, Alaska. Remote Sens N7. 13692-13710p. 2015
7. Berk A., Conforti P. MODTRAN6: a major upgrade of the MODTRAN radiative transfer code. SPIE 9088. 7p. 2014
8. Curtis D., Mobley C. D. Atmospheric Correction for Satellite Ocean Color Radiometry. 73p. 2016

References

1. Kurbatova I.E. Ispol'zovanie kosmicheskoj informacii dlya monitoringa prirodno-territorial'nyh kompleksov poberezh'ya Cimlyanskogo vodohranilishcha. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa N3. 217-227s. 2013
2. Kutuzov A.V. Operativnyj sputnikovyj monitoring skoplenij planktonnyh vodoroslej i kolichestvennaya ocenka ih plotnosti. Institut biologii vnutrennih vod im. I. D. Papanina RAN, Geograficheskij vestnik 3(38). 160- 168s. 2016
3. Lavrova O.Yu., Solov'ev D.M., Strochkov A.Ya., Shendrik V.D. Sputnikovyj monitoring intensivnogo cveteniya vodoroslej v Rybinskom vodohranilishche. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa N3. 54-72s. 2014
4. Lavrova O.Yu., Mityagina M.I., Kostyanoj A.G. Sputnikovye metody vyyavleniya i monitoringa zon ekologicheskogo riska morskih akvatorij. 334s. 2016
5. Sharkov E.A. Radioteplovoe distancionnoe zondirovanie Zemli: fizicheskie osnovy. 544s. 2014

6. Baughman C.A. Reconstructing Turbidity in a Glacially Influenced Lake Using the Landsat T M and ETM+ Surface Reflectance Climate Data Record Archive, Lake Clark, Alaska. Remote Sens N7. 13692-13710p. 2015
7. Berk A., Conforti P. MODTRAN6: a major upgrade of the MODTRAN radiative transfer code. SPIE 9088. 7p. 2014
8. Curtis D., Mobley C. D. Atmospheric Correction for Satellite Ocean Color Radiometry. 73p. 2016

Redaksiyaya daxil olma/Received 16.01.2023
Çapa qəbul olunma/Accepted for publication 16.02.2023

Məqaləyə istinad: Qəniyeva S.A. Məsafədən zondlamada təmiz suyun spektral xüsusiyyətlərinin araşdırılması. Elmi Əsərlər jurnalı AzMİU, s. 63-68, N1, 2023
For citation: Ganiyeva S.A Investigation of spectral characteristics of clean water in remote sensing. Journal of Scientific works/ Elmi eserler. AzUAC, p.63-68, N1, 2023