

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**DƏNİZİN SAHİL ZONASININ
ÇİRKLƏNDİRİCİLƏRİNƏ NƏZARƏTİN
MƏSAFƏDƏN SPEKTROMETRİK METODLARI
VƏ ÖLÇMƏ VASİTƏLƏRİ**

İxtisas: 3337.01 – İnformasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri
(ekoloji monitorinqdə)

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Lətifə Cəfərağa qızı Abdullayeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

SUMQAYIT – 2022

Dissertasiya işi Milli Aerokosmik Agentliyin Elmi-Tədqiqat
Aerokosmik İnformatika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor
Hikmət Həmid oğlu Əsədov

Rəsmi apponentlər texnika elmləri doktoru, professor
Rəhim Qurban oğlu Məmməd

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor,
Azad Ağayar oğlu Bayramov

Texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Namiq Muxtar oğlu Paşayev

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya
Komissiyasının Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət
göstərən FD 2.25 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:

Texnika elmləri doktoru,
professor
Aqil Həmid oğlu Hüseynov

Dissertasiya şurasının
elmi katibi

texnika elmləri namizədi,
dosent
Turqay Kilim oğlu Hüseynov

Elmi seminarın sədri

texnika elmləri doktoru,
professor
Əli Həsən oğlu Nağıyev



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Sahil ərazilərinin dayanıqlı inkişafı və ətraf mühitin mühafizəsi üçün başlıca məsələlərdən biri sahil zonalarının yüksək həqiqiliyə malik olan monitorinqinin aparılmasından ibarətdir. Böyük coğrafi ərazini əhatə edən su məkanlarında rəng göstəricisinin yüksək informativliyi nəzərə alınmaqla dəniz sularının çirklənmə səviyyəsinin müəyyənləşdirilməsi məsələsi xüsusi aktuallığa malik olduğundan yeni ölçmə metodlarının işlənilməsi zərurəti ortaya çıxır. Məsafədən ölçmə metodları dəniz sularının çirklənmə dərəcəsinin monitorinqini yerinə yetirməyə, dəniz suyunda olan xlorofilin miqdarını müəyyənləşdirməyə xidmət edən yeni metodların sintezi nəticələrinin həqiqiliyinin yoxlanılmasına imkan verir.

Mövsümi dəyişikliklərə məruz qalan sahil xətti yer səthinin ən vacib xarakteristikalarından biridir. Dünya əhalisinin təxminən 44%-i okeandan 150 km uzaqlıqda yerləşən zona hüdudlarında yaşayır. IPCC-nin [https://www.ipcc.ch/ proqnozuna](https://www.ipcc.ch/proqnozuna) görə 2099-cu ilə qədər okeanın səviyyəsinin 19-50 sm-ə qədər qalxması gözlənilir. Təkcə Hindistanda okeanın səviyyəsinin 1 metr qalxması 7 milyon əhalinin köçürülməsinə səbəb ola bilər. Bütün bunlar dəniz və okeanların sahil xəttinin zamana görə dəyişmə dinamikasının tədqiqi məsələlərinin aktuallığını göstərir.

Su hövzələrindəki suyun tutqunluğu sudan keçən optik şüanın asılı bərk hissəciklər tərəfindən udulması, səpələnməsi və əks edilməsi səbəbindən zəifləməsi əsasında şəffaflığın azalması kimi qəbul edilir.

Fitoplankton işığı və CO₂ -ni udaraq oksigen əmələ gətirməklə, Yerdəki ümumi fotosintez prosesinin 50% -dən çoxunu həyata keçirir. Fitoplankton tərəfindən Günəş işığının udulması dəniz suyunun rənginin mavi rəngdən yaşıl rəngə dəyişməsinə səbəb olur, fitoplanktonda xlorofil əsas işıq udan pıqmentdir.

Su sütununun 4000 m hündürlüyündə olan üzvi karbon 100 q/m² təşkil edir. Ümumilikdə, okeanlarda belə hissəciklərin ümumi kütləsi 2×10^{16} q-dır.

Bu hissəciklər əsasən dəniz suyunun optik və bioloji xüsusiyyətlərini müəyyənləşdirirlər. Xüsusilə onlar 490 nm dalğa

uzunluğunda işığın diffuz zəifləmə əmsalını müəyyənləşdirir, xlorofilin konsentrasiyasına, həmçinin dəniz suyunun məhsuldarlığına təsir edir. Dəniz suyunun çirklənmə vəziyyətinin məsafədən ölçülməsi üçün ənənəvi olaraq MODIS-in (36 kanallı VİS/İR spektrometr) 645nm kanalı və RGB kolorimetri istifadə edilir.

Sahil xəttinin dinamikasının təhlili adətən xəritə verilənləri, peyk təsvirləri (SPOT-PX/XS, Landsat-TM, Corona) və həmçinin təyyarə ölçmələri əsasında həyata keçirilir.

Suda həll olmuş rəngli üzvi maddələr fotoaktiv fraksiyalar kimi müəyyənləşdirilir. Bu maddələrin ultrabənövşəyi diapazonda optik şüanı udma əmsalı böyükdür, elektromaqnit spektrinin qırmızı zonasında isə sıfıra qədər azalır. Bu səbəbdən CDOM-un (Colored dissolved organic matter) məsafədən ölçülməsi üçün 440 nm dalğa uzunluğu diapazonu istifadə edilir. Su mühitində üzvi karbonun mövcudluğunun göstəricisi kimi bir çox hallarda CDOM-un konsentrasiyası göstərilir. Deməli su və torpaq mühitlərinin qarşılıqlı təmas məkanında karbonun dövretmə tsiklinin öyrənilməsi üçün CDOM-un məsafədən ölçülməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin əsas məqsədi dənizin sahil zonasında ətraf mühitin vəziyyətini yüksək dəqiqliklə qiymətləndirməsini təmin edən məsafədən spektrometrik ölçmənin yeni metodlarının işlənilməsindən ibarətdir.

Qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı məsələlər qoyulmuş və həll olunmuşdur.

1. Dəniz suyunda asılı bərk hissəciklərin konsentrasiyasını müəyyənləşdirmək üçün eksperimentin aparılması şərtlərindən, xlorofilin və asılı vəziyyətdə olan bərk hissəciklərin konsentrasiyasından asılı olan birgə parametrin ikidalğalı ölçülməsini, həmçinin xlorofilin ikidalğalı avtonom ölçülməsini nəzərdə tutan ikidalğalı ölçmə metodunun işlənilməsi.

2. Suda asılı hissəciklərin struktur tərkibinə görə təsnif edilməsinə imkan verən və asılı hissəciklərin optik şüalanmanı udma əmsalının qiymətinə əsaslanan təsnifat metodunun işlənilməsi.

3. Atmosferin aerozolla anomal çirklənməsi halı üçün peyk spektrometrlərinin siqnallarının qiymətləndirilməsi modelinin

qurulması və sahil xəttinin müəyyənləşdirilməsi üçün çoxdalğalı ölçmə metodunun işlənilməsi.

4. SPOT XS və X1 cihazlarının B_1 , B_2 , B_3 kanalları üzrə alınmış ölçmə verilənləri əsasında sahil xəttinin aşkar edilməsi üçün nəzərdə tutulmuş məlum üçkanallı kriteri bazasında indeks-kanal kriterisinin işlənilməsi.

5. Turbidimetrik ölçmələr vasitəsilə çayların delta və dənizlərin sahil zonalarında suyun tutqunluğundan asılı olaraq asılı bərk hissəciklərin miqdarının müəyyənləşdirilməsi məsələlərinin həlli. İki dalğa uzunluğunda müəyyənləşdirilən suyun tutqunluğundan asılı olaraq asılı bərk hissəciklərin ümumi miqdarının və tədqiq edilən suyun növünü müəyyənləşdirmək üçün tək dalğalı və iki dalğalı ölçmə metodunun işlənilməsi.

6. Dənizin sahil zonalarında suda həll olmuş üzvi maddələrin məsafədən ölçmə metodlarının müqayisəli seçilməsi üçün təkmilləşdirilmiş kriterinin işlənilməsi. Dəniz və çay sularının qarışdığı sahil zonalarında həll olunmuş üzvi karbonun konsentrasiyasının ölçülməsinin optimallaşdırılması.

7. Bort hiperspektrometrləri tətbiq etməklə neft yatağının kəşfiyyatında əsas və validasiya ölçmələrində dispersiv və qeyri-dispersiv ölçmə siqnallarının informasiya balansı metodunun işlənilməsi.

Tədqiqat metodları. Qarşıya qoyulan elmi məsələlərin həlli prosesində atmosfer optikası, riyazi analiz, optimallaşdırma nəzəriyyəsi və spektral ölçmələrin müvafiq müddəələrindən istifadə edilmişdir. Nəzəri olaraq əldə edilmiş nəticələrin təsdiqlənməsi üçün fotometrlərin laboratoriya nümunələrindən istifadə etməklə model və eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəələr.

1. Dəniz suyunda asılı vəziyyətdə olan bərk hissəciklərin konsentrasiyasını müəyyənləşdirmək üçün təklif edilmiş iki dalğa uzunluqlu ölçmə metodu.

2. Əsas funksional göstəricilərin formalaşmış məkanında bu hissəciklərin struktur tərkibi ilə təsnif edilməsinə imkan verən optik şüalanmanın udma əmsalının kəmiyyətinə görə asılı hissəciklərin təsnifatı üçün metod.

3. Atmosferin aerosol ilə anomal çirklənməsi vəziyyətinə görə peyk spektro-radiometrlərinin siqnallarını qiymətləndirmək üçün təklif olunan model. Bu model əsasında hazırlanmış sahil xəttini müəyyənləşdirmək üçün çox dalğalı ölçmə metodu.

4. SPOT XS və XI cihazlarının B_1 , B_2 , B_3 kanalları üzrə alınmış ölçmə verilənləri əsasında sahil xəttinin aşkar edilməsi üçün məlum üçkanallı kriteri bazasında işlənib-hazırlanmış indeks-kanal kriterisi.

5. Çayların delta və dənizlərin sahil zonalarında suyun tutqunluğundan asılı olaraq suda asılı vəziyyətdə olan bərk hissəciklərin miqdarını müəyyənləşdirmək üçün turbidimetrik ölçmələrin aparılması məsələsinin həlli və təklif edilən ölçmə metodu.

6. Dənizlərin sahil zonalarında suda həll olmuş üzvi maddələrin məsafədən ölçülməsi metodlarının seçilməsi üçün təklif edilən modifikasiya edilmiş kriteri. Dəniz və çay sularının qarışdığı sahil zonalarında suda həll olmuş üzvi karbonun konsentrasiyasının ölçülməsinin optimallaşdırılması məsələsinin formulə edilməsi və həlli.

7. Bortda yerləşdirilmiş hiperspektrometrlər tətbiq edilməklə neft yataqlarının kəşfiyyatı məqsədilə yerinə yetirilən əsas və validasiya ölçmələrində istifadə edilən dispersiv və qeyri-dispersiv zondlama siqnallarının təklif edilmiş informasiya balansı metodu.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

1. Dəniz suyunda asılı vəziyyətdə olan bərk cisimlərin konsentrasiyasının ölçülməsi üçün ikidalğalı metod işlənilmişdir ki, bu metod eksperimentin aparılması şərtlərini xarakterizə edən parametrin, xlorofilin və asılı vəziyyətdə olan bərk cisimlərin konsentrasiyasından asılı olan parametrin iki dalğa uzunluğunda birgə ölçülməsini və xlorofilin avtonom olaraq iki dalğa uzunluğunda ölçülməsini nəzərdə tutur. Bu metodun başqa bir variantının mümkünlüyü göstərilmişdir. Bu variantda qiymətcə bir qədər sürüsdürülmüş dalğa uzunluqlarından istifadə edərək asılı vəziyyətdə olan bərk hissəciklərin konsentrasiyası ayrıca ölçülür.

2. Dəniz suyunda asılı vəziyyətdə olan bərk hissəciklərin optik şüanı udma əmsalının qiymətinə görə təsnifat metodu işlənilmişdir

ki, bu metod əsasında həmin hissəciklər struktur tərkiblərinə görə təsnif edilə bilirlər.

3. Atmosferin aeroxolla anomal çirklənməsi vəziyyətinə aid edilməklə peyk spektrometrlərinin siqnallarının qiymətləndirilməsi modeli işlənmişdir. Bu model əsasında sahil xəttinin aşkarlanması üçün çoxdalğalı metod işlənmişdir ki, burada məlum ikidalğalı metodda mövcud olan aeroxol xətası aradan qaldırılmış olur.

4. SPOT XS və XI cihazlarının B_1 , B_2 , B_3 ölçmə kanallarının verilənləri əsasında realizə edilmiş və sahil xəttinin aşkarlanması üçün nəzərdə tutulmuş üçkanallı kriterinin təkmilləşdirilməsi təklif edilmişdir. Bu kriteri indeks-kanal kriterisinə çevrilmişdir ki, bu yeni kriterinin B1/RED göstəricisinə qarşı həssaslığı NDVI-ya qarşı həssaslığından yüksəkdir.

5. İkidalğa uzunluğunda təyin edilə bilən suyun tutqunluq göstəricisinin qiymətindən asılı olaraq suyun tipini təyin etmək və suda asılı olan bərk maddələrin miqdarını müəyyənləşdirmək üçün birdalğalı və ikidalğalı metodika təklif edilmişdir.

6. Sahil zonalarında suda həll olmuş üzvi maddələrin məsafədən zondlaması metodlarının seçilməsi üçün təkmilləşdirilmiş kriteri işlənmişdir. Dəniz və çay sularının qarışması baş verən sahil zonalarında həll olmuş üzvi karbonun konsentrasiyasının ölçülməsinin optimallaşdırma məsələsi formulə edilmiş və həll edilmişdir.

7. Bort hiperspektrometrləri tətbiq edilməklə neft yataqlarının kəşfiyyatı üçün aparılan əsas və validasiya ölçmələri məqsədilə müvafiq olaraq realizə edilən dispersiv və qeyri-dispersiv zondlama siqnallarının informasiya balansı metodu işlənmişdir. Darzolaqlı neft indeksi ilə geniş zolaqlı anomal ağır metal konsentrasiyası arasındakı korrelyasiyanın hesablanması məqsədilə sistemdə olan siqnal/küy nisbətinin müəyyənləşdirilməsi üçün ifadə alınmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti

1. SPOT XS və XI spektrometrlərinin B_1 , B_2 , B_3 ölçmə kanallarının verilənləri əsasında sahil xəttinin aşkar edilməsi üçün təkmilləşdirilmiş indeks-kanal kriterisinin nəzəri imkanları

göstərilmişdir. Bu üçkanallı kriterinin B_1/RED göstəricisinə qarşı həssaslığının NDVI-yə qarşı həssaslığından daha yüksək olduğu xüsusiyyəti müəyyən edilmişdir.

2. Üzvi karbonun konsentrasiyasının ölçülməsinin optimallaşdırılmasının nəticələrindən dəniz və çay sularının qarışdığı zonalarda çirklənmə dərəcəsinin tədqiqində istifadə oluna bilər.

3. Təklif edilən dispersiv və qeyri-dispersiv ölçmə siqnallarına tətbiq edilən informasiya balansı metodu neft yataqlarının kəşfiyyatında və ya ağır metalların anomal konsentrasiya əlaməti olan karbohidrogenlərlə çirklənmiş ərazilərin tədqiqində tətbiq etmək olar.

4. Suyun tutqunluğunun üçsəviyyəli ölçülməsinin effektivliyinin artırılması üçün işlənən ölçmələr təcrübədə çayların delta və dənizlərin sahil zonalarında su kütlələrinin yayılma dinamikasının daha ətraflı tədqiq edilməsinə imkan verir.

5. Sahil xəttinin aşkarlanması üçün təklif edilən metod və təkmilləşdirilən kriteriya məlum ikidəfəli ölçmə metodunun mövcud olan aerosol xətasını aradan qaldırmağa imkan verir və spektral indekslərin həssaslığını artırmış olur.

Aprobasiyası və tətbiqi

Dissertasiya işinin əsas müddəaları və nəticələri barədə Milli Aerokosmik Agentliyin Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutunun Elmi-Texniki Şurasının iclaslarında məruzələr edilmiş və aşağıda göstərilən Beynəlxalq elmi-texniki konfranslarda çıxışlar edilmiş, müvafiq müzakirələr aparılmışdır:

1. Heydər Əliyevin 95-ci ildönümünə həsr edilmiş Elmi-Texniki konfrans, AzTU, Bakı, may, 2018;

2. 2-ci Xəzər Beynəlxalq Su Texnologiyaları konfransı "Azərbaycan Respublikasında içməli suların çirklənmədən qorunma metodları", Bakı, 11 aprel, 2014;

3. VII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда» Юго-Зап. Государственный Университет, Курск, май, 2015;

4. X Международная научно-техническая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда» Юго-Зап. Государственный Университет, Курск, май, 2018;

5. Международной научной конференция «Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов» Вятский Государственный Университет. Материалы, Киров, 16-18 апреля;

6. Международная конференция «Возможности внедрения и перспективы информационных технологий и систем в Азербайджане», Институт Систем и Управления НАНА, Баку, июль, 2018;

7. 1st International Conference “Problems and Perspectives (MIMCS'2019)” ADNSU-UBFC July 01-02, 2019, Baku, Azerbaijan p-191.

Bundan başqa dissertasiya işinin nəticələri ETAİİ-də yerinə yetirilmiş “Dəniz səthində neft təbəqəsinin qalınlığının məsafədən yüksək dəqiqliklə təyin edilməsi üçün fluoresent və kolorimetrik üsulların işlənməsi” elmi-tədqiqat işində həyata keçirilmişdir (2020, 46 s.). Dissertasiya işində həll olunan məsələlərin aktuallığını nəzərə alaraq “Dəniz səthində neft təbəqəsinin qalınlığının məsafədən yüksək dəqiqliklə təyin edilməsi üçün fluoresent və kolorimetrik üsulların işlənməsi” mövzusu üzrə Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin Kompleks Monitoring İdarəsi ilə 2020-ci ildə elmi-texniki əməkdaşlıq barədə müqavilə bağlanmışdır. Dissertasiya işində alınan nəticələtin həmin müqavilə üzrə yerinə yetirilən tədqiqatlarda tətbiqi barədə Akt tərtib olunmuşdur.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Milli Aerokosmik Agentliyinin Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiya işinin strukturu və həcmi. Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, əsas nəticələrdən və ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işinin mətni 190 səhifə çap vərəqi 14 cədvəl, 35 şəkil, 148 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 161,733 işarəni o cümlədən giriş – 14 078 işarəni, I fəsil – 41,947 işarəni, II fəsil – 27,879 işarəni, III – fəsil – 35,462 işarəni, və IV fəsil 44,367 işarəni təşkil edir.

Nəşr olunma. Dissertasiya mövzusu üzrə 23 elmi məqalə və konfrans materialları (o cümlədən xarici resenziyalı elmi-texniki jurnallarda 15 elmi məqalə) dərc edilmişdir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Açıq dənizlə müqayisədə sahil zonalarında suyun çirklənməsi problemini nəzərdən keçirərkən tədqiqatın məsələsi kifayət qədər mürəkkəbləşir. Sahil sularının çirkləndiriciləri fitoplankton, mineral suspenziya və həll olunmuş üzvi maddələr kimi komponentlərdən ibarətdir. Nəticədə, sahil sularının optik xüsusiyyətləri bütün bu komponentlərin birləşmiş optik təsiri ilə müəyyən edilir.

Bu hal bir komponentin tərkibinin müəyyənləşdirilməsini əhəmiyyətli dərəcədə çətinləşdirir və suyun tərkibində olan bütün komponentlərin konsentrasiyalarını eyni zamanda müəyyən edən alqoritmlərin hazırlanması və tətbiqi zəruri olur. Həmçinin, dəniz və cu hövzələrinin ekoloji çirklənməsinin sabit şəraitində sahil zonasında xlorofilin və asılı hissəciklərin konsentrasiyasının müəyyən müddət ərzində sabit olması tezisini ilkin fərziyyə kimi qəbul etmək olar. Bu fərziyyə ilə, suda asılı vəziyyətdə olan bərk maddələrinin udma və səpilmə xassələrini öyrənmək üçün suda xlorofilin tərkibinə dair əvvəlki etibarlı kosmik məlumatlardan istifadə edərək məsafədən ölçmələr aparmaq mümkündür.

Bunun üçün dəniz suları məsafədən tədqiq olunarkən peyk məlumatlarından suyun çirklənməsinin göstəricilərini müəyyənləşdirmək üçün sadə yarımempirik alqoritmlərdən istifadə olunur.

Sahilyanı zonaların etibarlı monitorinqinin aparılması sahilyanı ərazilərin dayanıqlı inkişafı və bu regionlarda ətraf mühitin mühafizəsi üçün ən mühüm məsələdir. Eyni zamanda, müxtəlif su hövzələrinin sahil xətlərinin uzun müddətli və mövsümi dinamikasının öyrənilməsi də xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Sahil xətti dəyişkən dinamikaya malik olan yer səthinin ən mühüm xarakteristikasıdır. Sahil zolağının müəyyən edilməsi üçün məsafədən spektral zondlamanın tətbiqi su mühitinin infraqırmızı regionda optik şüalanmanın udulması və bu şüalanmanın torpaq və

bitki örtüyü tərəfindən güclü əks olunması xüsusiyyətlərinə əsaslanır. Sahil zonalarının komponentlərinin bu spektral xassələri sahil xəttinin xəritələşdirilməsi problemlərinin həlli üçün görünən və infraqırmızı diapazonlarda təsvirlərin istifadəsini müəyyən edir. Həll edilmiş üzvi maddələr (DOM), müxtəlif mikroblar, həmçinin mikroblarla və ya birbaşa bu üzvi maddələrlə qidalanan daha yüksək dərəcəli canlılar üçün karbon və enerji mənbəyi kimi dəniz sularında mühüm rol oynayır.

Bulanıqlıq, asılı bərk maddələrdən udulma, səpilmə və əks olunma nəticəsində sudan keçən optik şüanın zəifləməsi nəticəsində şəffaflığın azalması kimi müəyyən edilir.

Eyni zamanda dənizin sahil zonasında və çayın deltasının su sütununda asılı hissəciklərin şaquli paylanması çay və dəniz sularının yerdəyişməsindən asılıdır. Aydın ki, su kütləsinin bulanıqlığı həm də bir sıra meteoroloji amillərdən, o cümlədən su kütləsini hərəkətə gətirən küləyin gücündən asılıdır. Asılı maddələrin şaquli paylanması dərinləşdirmə və çökmə zamanı dəniz mühitində torpağın yerləşməsi prosesindən bir qədər asılıdır.

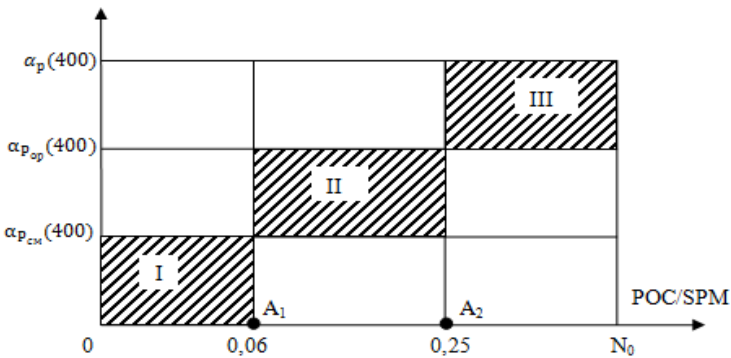
Dissertasiya işinin birinci fəsli dəniz sularının çirkləndiricilərinin konsentrasiyasının spektral metodlarla müəyyənləşdirilməsinə həsr edilmişdir.

Fəslin əvvəlində dəniz suyunda olan asılı bərk hissəciklərin konsentrasiyasının müəyyənləşdirilməsi üçün iki dalğalı ölçmə metodu təklif edilir ki, bu metod eksperimentin aparılma şərtlərindən asılı olan parametrin, xlorofilin konsentrasiyasının və asılı bərk hissəciklərin birgə ikidalğalı ölçülməsinin, həmçinin xlorofilin konsentrasiyasının avtonom ikidalğalı ölçülməsini nəzərdə tutur [15, p.191]. Bu metodun müəyyən dəyişdirilmiş variantının reallaşdırılması imkanı da göstərilmişdir ki, bu variantda bir qədər sürüsdürülmüş dalğa uzunluqlarından istifadə edərək asılı vəziyyətdə olan hissəciklərin avtonom ölçülməsi nəzərdə tutulur. Təklif edilmiş metodların reallaşdırılması zamanı alınmış nəticələr eksperimentin şərtlərindən asılı olaraq parametrin sınaq yolu ilə təyin edilməsi yolu ilə yoxlanıla bilər.

Daha sonra birinci fəsildə Sea WIFS peykindən alınmış məsafədən ölçmə verilənləri əsasında olmaqla dəniz suyunda olan

Chl-in miqdarının hesablanması üzrə məlum DC4V4 və CSM01 modellərinin əsasında yeni model sintez edilmişdir ki, bu yeni modelin informativliyi öz yüksəkliyi ilə seçilir və in situ (sahə) ölçmələri zamanı alınan verilənlərin informativliyinə bərabərdir [6, T.136, №4, c.24-27].

Birinci fəsildə, həmçinin suda olan asılı hissəciklərin optik şüalanmanı udma əmsalının qiymətinə görə təsnifat metodu təklif edilir. Təklif edilən metod həmin hissəciklərin struktur tərkiblərinə görə təsnifatını $\{\text{POC/SPM}, \alpha_P(400)\}$ məkanında yerinə yetirməyə imkan verir.



Şək. 1. Asılı vəziyyətdə olan hissəciklərin təklif edilən təsnifatının grafik sxemi[6, T.136, №4, c.24-27]

Dissertasiya işinin ikinci fəslində dənizin sahil xətlərinin ölçmə sistemləri vasitəsilə müəyyənləşdirilməsi üzrə təklif edilmiş metodlara həsr edilmişdir.

Fəslin əvvəlində atmosferin aerozolla anomal çirklənməsi halında peyk spektropadiometrlerinin siqnallarının qiymətləndirilməsi üçün model təklif edilmişdir. Təklif edilmiş modelin əsasında olmaqla sahil xəttinin müəyyənləşdirilməsi üçün çoxdalğalı ölçmə metodu işlənmişdir ki, bu metod məlum ikidalğalı ölçmə metodunun aerozol xətasını aradan qaldırmağa imkan verir [12, c.195-199].

Sahil xəttinin müəyyənləşdirilməsi üçün çoxkanallı ölçmə metodlarının məqsəduyğunluğu göstərilmiş, SPOT XS və XI

aparaturasının B_1, B_2, B_3 kanallarının ölçmə verilənləri əsasında reallaşdırılmış üçkanallı ölçmə metodunun nəticələri analiz edilmişdir. Sahil xəttinin aşkar edilməsi üzrə məlum üçkanallı kriteri əsasında indeks-kanal kriterisi təklif edilmişdir. Analitik olaraq göstərilmişdir ki, nəzərdən keçirilən üçkanallı kriteri B_1/RED göstəricisinin dəyişməsinə qarşı daha həssasdır, nəinki NDVI-nın dəyişməsinə qarşı [7, №3, c.107-112].

Sahil xəttinin müəyyənləşdirilməsi üçün spektral kanalların aşağıdakı xassəsi istifadə edilə bilər:

2-ci və 5-ci kanalların siqnallarının nisbəti; (b_2/b_5) su mühiti üçün vahiddən böyükdür, quru sahə üçün isə vahiddən kiçikdir.

Lakin bu metodun ciddi nöqsanı bundan ibarətdir ki, sahil zonasında olan bəzi bitki sahələri su ərazilərinə aid edilə bilər. Bu metodun digər ciddi çatışmazlığı, ondan ibarətgir ki, burada atmosfer aerosolunun mənfi təsiri nəzərə alınmamışdır. Bu isə, b_2 siqnalının qiymətcə azalmasına səbəb ola bilər. Atmosfer aerosolunun təsirini azaltmaq üçün yeni metodika işlənmişdir [14, №4 (21), c.49-54].

Təklif olunan ölçmə metodunun mahiyyəti müvafiq olaraq $b_2(\lambda_2)$ və $b_5(\lambda_5)$ - in təsirini aradan qaldırmaq üçün $\tau_{a.a.}(\lambda_2)$ və $\tau_{a.a.}(\lambda_5)$ -ə münasibətdə məlum üçdalğalı ölçmə metodikasının tətbiq edilməsindən ibarətdir. Üçdalğalı ölçmə metodikasında aralıq göstəricisi aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$\gamma_1(b_2) = \frac{F_1(\lambda_{1+})^{K_{11}} \cdot F_1(\lambda_{2-})^{K_{21}}}{F_1(\lambda_2)} \quad (1)$$

burada $\lambda_{2+} = \lambda_2 + \Delta \lambda$; $\lambda_{2-} = \lambda_2 - \Delta \lambda$

$b_5(\lambda_5)$ üçün üçdalğalı ölçmə metodikasının bütün prosedurlarını təkrar etsək, aşağıdakı ifadəni alarıq:

$$\gamma_1(b_5) = \frac{F_1(\lambda_{5+})^{K_{12}} \cdot F_1(\lambda_{5-})^{K_{22}}}{F_1(\lambda_5)} \quad (2)$$

Burada: $\lambda_{5+} = \lambda_5 + \Delta \lambda$; $\lambda_{5-} = \lambda_5 - \Delta \lambda$

(1) və (2) ifadələrini nəzərə alsaq, yazıla bilər:

$$\chi = \frac{\gamma_1(b_5)}{\gamma(b_2)} = \frac{C_1 \cdot F_1(\lambda_2)}{F_1(\lambda_5)}, \quad (3)$$

burada $C_1 = \text{const}$.

Sahil xəttinin ikidalğalı ölçmə metodu ilə müəyyənləşdirilməsi məsələsində istifadə edilən məlum kriteri aşağıdakı kimi modifikasiya edilə bilər:

$\frac{C_1 \cdot F_1(\lambda_2)}{F_1(\lambda_5)}$ nisbətinin qiyməti su mühiti üçün C_1 -dən böyükdür, quru mühit üçün isə C_1 -dən kiçikdir.

Beləliklə, aparılmış analiz imkan verir ki, məlum ikidalğalı ölçmə metodunda atmosfer aerosolunun anomal qiymətlərinin təsiri xaric edilsin və bunla da həmin metodika təkmilləşdirilsin.

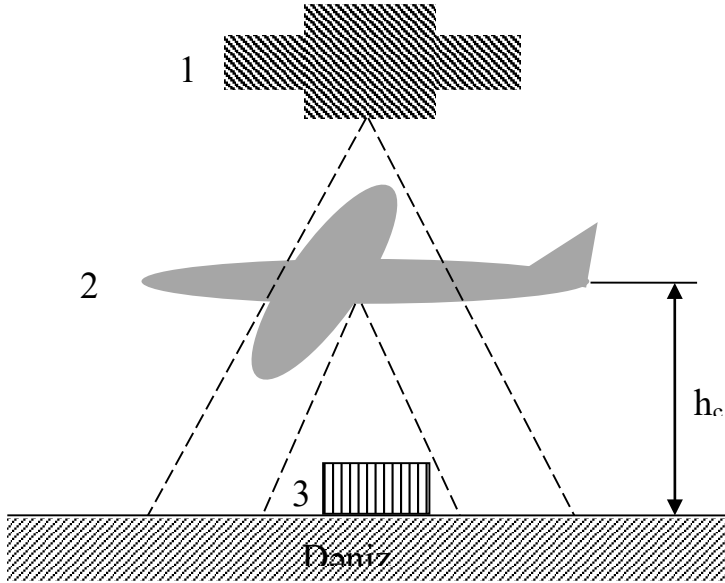
İkinci fəsildə daha sonra idarə edilən maye-kristal filtdən istifadə etməklə, WISOIL indeksi əsasında hiperspektral ölçmə sisteminin yaradılması məsələsi nəzərdən keçirilmişdir[5, c. 82-88]. Bu ölçmə sistemini özündə daşıyan uçan vasitənin hərəkət sürətinə olan tələb müəyyənləşdirilmişdir. Ölçmə qurğusunun iş rejimi adaptiv rejimə keçirilməklə informasiya miqdarının izafiliyi azaldılmış və bununla da optimal iş rejimi həcmində əldə edilmişdir. Bir barrel həcmində olan xam neft sahilə töküldüyü halda sahil xəttinin çirklənmiş hissəsinin uzunluğu küləyin və su axınlarının təsiri ilə azalması tədqiq edilmişdir. Təsir edən faktorların elə bir optimal uçot rejimi müəyyənləşdirilmişdir ki, bu rejimdə sahil xətti boyu trassa üzrə minimal çirklənmə dərəcəsi əldə edilə bilər[17, №7, c. 50-52].

Dissertasiyanın üçüncü fəsli dənizin sahil zonalarında çirklənmənin tədqiqi üçün yeni ölçmə metodları və sistemlərinin işlənilməsinə həsr edilmişdir.

Fəslin əvvəlində sahil zonalarında suyun tutqunluğunun üç səviyyəli ölçmə sisteminin yaradılması məsələləri nəzərdən keçirilmişdir[10, №52, c.82-88]. Bu cür sistemdə peyk və təyyarə vasitələri ilə birlikdə yerüstü turbidimetrlərin istifadə edilməsi nəzərdə tutulur.

Dəniz suyunda bulanıqlığın və asılı olan maddələrin (OOB) ölçülməsi üçün nəzərdən keçirilən üç səviyyəli sxemdə təyyarə sensoru peyk və yerüstü ölçmə cihazlarından alınan məlumatların daha yaxşı müqayisəsi üçün əlaqə rolunu oynayır. Eyni zamanda, istifadə olunan yüngül mühərrikli təyyarə maksimum informasiya məzmunu ilə optimal zondlama rejimini aşkar etmək üçün müxtəlif hündürlüklərdə uça bilər.

Dəniz sularının bulanıqlığının təyini üçün üçsəviyyəli sistemin qurulması məsələlərinə və xüsusən, optimal uçuş hündürlüyünün müəyyən edilməsi mənasında təyyarə sensorunun optimal iş rejiminə nail olmaq şərtlərinin müəyyən edilməsi məsələsinə baxılır.

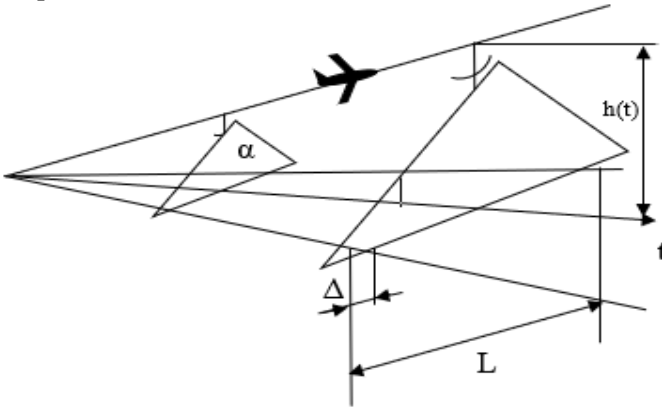


Şək. 2. Üç səviyyəli məsafədən ölçmə və validasiya sisteminin sxematik təsviri [21, c.195-199]

Optimal uçuş hündürlüyünü hesablamaq üçün aşağıdakı transsendent tənlik əldə edilmişdir.

$$L'_h \cdot \ln(S_0 + S'_h \cdot h(t_0)) + \frac{[L_0 + L'_h \cdot h(t_0)] \cdot S'_h}{[S_0 + S'_h \cdot h(t_0)] \cdot \ln 2} = 0 \quad (4)$$

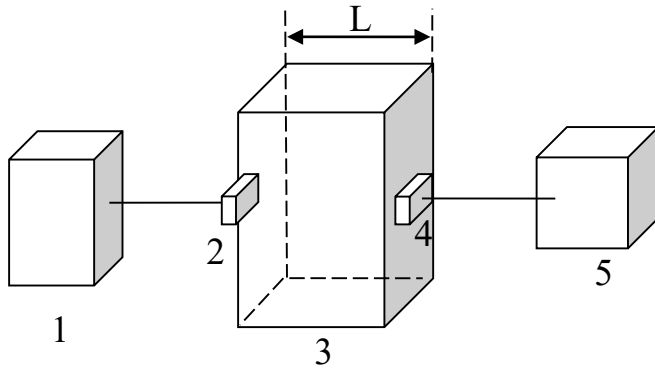
Məlum $L'_h, S_0, S'_h, L_0, L'_h$, verilənlərinə əsasən əldə edilən transsendental tənlikdən (4) istifadə edərək, $h(t)$ elə optimal qiymətini hesablamaq mümkündür ki, bu zaman $M(t_0)$ ekstremal qiymətə çatır, yəni təyyarədə səslənməsinin nəticələri ən informativdir. Dəniz suyunun tutqunluğunun və suda asılı vəziyyətdə olan cisimlərin ümumi miqdarının ölçülməsi üçün nəzərdə tutulmuş üçsəviyyəli ölçmə sistemində istifadə edilən təyyarədə yerləşdirilmiş sensorun iş rejimi optimallaşdırılmışdır. Bu cür təyyarə vasitəsilə aparılan ölçmələr maksimal informativliyə malik olurlar [21, c.195-199].



Şək. 3. Yüngül mühərrikli təyyarədə quraşdırılmış spektrometrik qurğu vasitəsilə dəniz suyunun tədqiqinin sxematik təqdimatı[14, №4 (21),c.49-54]

Dəniz sahili-çay deltası zonasında suda asılı vəziyyətdə olan maddələrin ümumi miqdarının ölçülməsi üçün yerüstü bort metodu işlənmişdir [11, s.351-353].

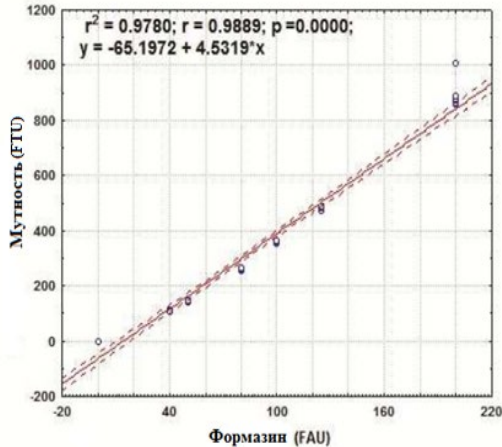
Dəniz suyunun tutqunluğunun ölçülməsinin struktur sxemi şəkil 4-də göstərilmiş sadə cihaz vasitəsilə yerinə yetirilə bilər.



Şək. 4. Turbidimetrin struktur sxemi[14, №4 (21),c.49-54]

1 - Gərginlik ölçən rəqəmli ölçmə qurğusu; 2 - fotoqəbuledicisi; 3 - dəniz suyu doldurulmuş küvet; 4 – işıq şüalandırılan diod; 5 - şüalandırıcının qida mənbəyinin stabilizatoru; L - şüalandırıcı və qəbuledici arasındakı məsafə və ya optik bazanın uzunluğu

Turbidimetrin kalibrasiya əyrisinin ümumi görünüşü aşağıda şəkil 5-də verilmişdir.



Şək. 5. (0÷200) FAU diapozonunda formazin məhlulu vasitəsilə kalibrasiya edilmiş turbidimetrin kalibrəlmə əyriləri[14, №4 (21),c.49-54]

Burada FAU- formazın məhlulu vasitəsi ilə şüanın zəifləmə vahididir.

Kalibrasiya edilmiş turbidimetr dəniz suyunun tutqunluğunu FTU vahidləri ilə nisbi qiymətini göstərir. Lakin, burada suyun tutqunluğuna səbəb olan asılı vəziyyətdə suda yerləşən maddələrin ümumi miqdarının hesablanması məsələsi həll edilməlidir.

Bu məsələnin həlli üçün yeni yerüstü-bort metodu təklif edilmişdir[10, №52, c.82-88]. Bu metod AGUA və TERRA peyklərində yerləşdirilmiş MODIS spektrometrinin birinci kanalı vasitəsilə çay deltası-dəniz sahil sularının qarışdığı zonanın tədqiqi nəticələrinə əsaslanmışdır[8, c.305-309]. NIR diapozonunda əksətmə əmsalı ($R_{rs}(859)$) və bulanlılıq arasında xətti asılılıq mövcuddur:

$$T(FTU) = 17693 \cdot R_{rs}(859) - 13.483 \quad (5)$$

Bundan sonra $R_{rs}(B_1) = x$ kimi qeyd olunan birinci MODIS kanalından istifadə etməklə dənizlərdən və çaylardan əks olunma əmsalı aşağıdakı rəqressiya tənliklərindən istifadə etməklə bulanlılığı (T) və suda asılı vəziyyətdə olan bərk maddələrin miqdarını (OBB) təyin etməyə imkan verdiyi də məlumdur:

$$OBB = 12.450x^2 + 666.1x + 0,48 \quad (6)$$

$$T(B_1) = 26.110x^2 + 604.5x + 0,21 \quad (7)$$

(5), (6), (7) ifadələrini nəzərə alaraq, OBB-nin qiymətini ini təyin etmək üçün təklif olunan üsulun reallaşdırma alqoritminin blok diaqramı şəkl. 6-daa verilmişdir.

Daha sonra üçüncü fəsildə sahil sularında həll olmuş üzvi maddələrin uzaqdan zondlanması üsullarının seçilməsi üçün təklif olunan yeni meyar təqdim olunur[13, №2-3, 11-115].

Uzaqdan zondlamanın xüsusi üsullar və alqoritmlər həm dərin su ərazilərində, həm də sahilyanı dayaz su ərazilərində tətbiq edilir. Xüsusi bir göstərici məlumdur, alt effekt indeksi (qısaldılmış BEI)

optik dərin suları müəyyən dəqiqliklə optik dayaz sulardan təyin etməyə imkan verir.

Məlum hesablamalara görə, dayaz su mühitinin məsafədən zondlanması zamanı əks olunan ümumi optik şüalanmanın 90%-dən çoxu dibdən əks olunan radiasiya və su sütunundan əks olunan optik şüalanmadır.

Lakin, aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu göstərici praktik olaraq istifadə edildikdə onun qiymətləri böyük səpələnməyə məruz qalır ki, bu da eyni mühitdə məsafədən ölçmə metodlarının seçilməsində qeyri-müəyyənlik yaradır.

Dibin təsir əmsalının işlənən yeni modifikasiyaları yuxarıda göstərilən qeyri-müəyyənliyi azaltmağa imkan verir.

Göstərilmişdir ki, sahilədən L_{eks} məsafəsində dibdən əks edilmiş radiasiyada olan R_{rs}^b -in qiymətində ekstremumun yaranmasını gözləmək olar.

Daha sonra bu fəsilə dibdən əks edilmiş radiasiyanın BEI göstəricisinə təsirinin minimal çatdırılması yolları təhlil edilmişdir.

Dibin məlum (BEI) təsir əmsalı aşağıdakı kimi hesablanır:

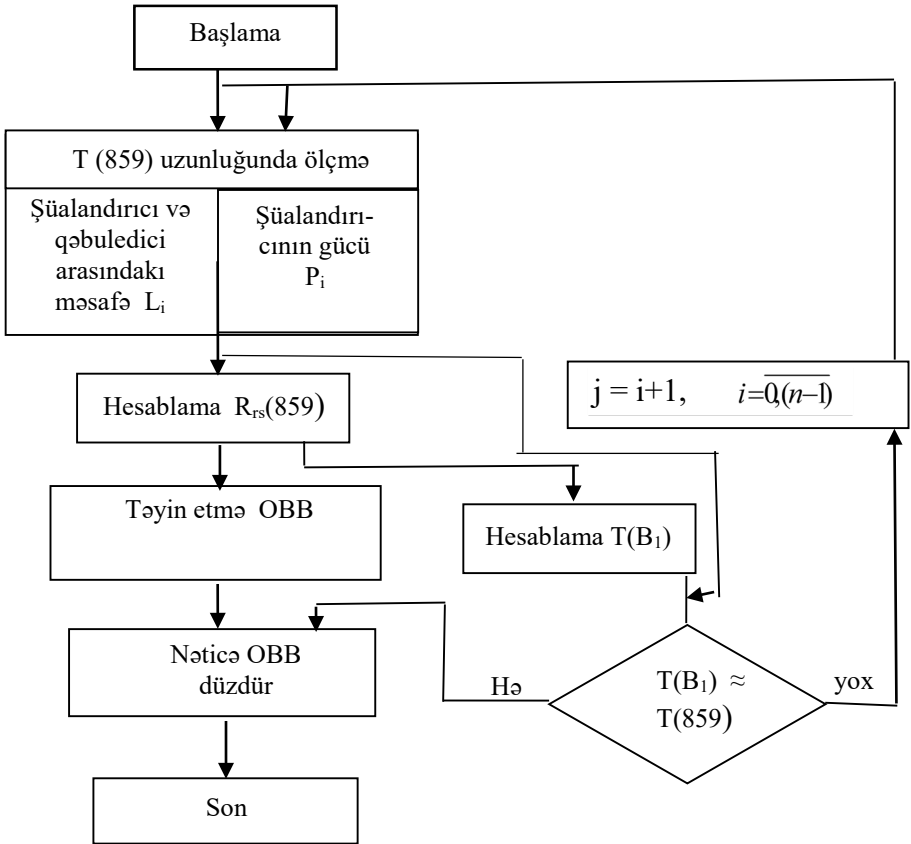
$$BEI = \exp \left[- \left(\frac{R_{rs}(\lambda_1)}{R_{rs}(\lambda_2)} \right) \cdot H \right] \quad (8)$$

burada: H – suyun dərinliyi; $R_{rs}(\lambda)$ - su mühitindən əks olunan optik şüa; $\lambda_1 = 690$ нм; $\lambda_2 = 555$ нм.

Sudan əks olunmuş, cəm optik şüalanmanın yuxarıda qeyd edilmiş birinci komponenti aşağıdakı məlum düsturla müəyyən edilir:

$$R_{rs}^b \approx 0,17 \cdot \rho \cdot \exp \left[- (1,5 + (D_d)) \alpha \cdot H \right] \quad (9)$$

burada: ρ dibinin əks əmsalı (albedo); D_d işıq sahəsinin aşağıya doğru paylanması funksiyasıdır; α - ümumi udma əmsalı; H su qatının hündürlüyüdür.



Şək.6. Çay deltasının dənizkənarı sularında OBB-nin təyin edilməsi üçün təklif olunan metodun həyata keçirilməsi algoritminin blok –sxemi

Eyni zamanda, sahilə qədər olan məsafə artdıqca dəniz sularının dərinliyinin də artacağı aşkardır. Beləliklə, (6) ifadəsi aşağıdakı kimi yenidən yazıla bilər:

$$R_{rs}^b \approx 0,17 \cdot \rho(l) \cdot \exp[-(1,5 + (D_d) \cdot \alpha \cdot H(l))] \quad (10)$$

Ekstremumu tapmaq üçün (7) ifadəsini araşdıraraq, törəmələrin təhlili üsulu ilə tapırıq:

$$l_{\text{экс.}} = \frac{1}{D_d \cdot \alpha \cdot H'_l} - \frac{\rho_0}{\rho} \quad (11)$$

Beləliklə, sahildən $l_{\text{экс.}}$ məsafədə R_{rs}^b -nin qiymətində ekstremum olduğunu gözləmək olar.

Qeyd etmək lazımdır ki, dibdən əks olunan radiasiyanın dəyərinin aşkar edilmiş ekstremal xarakteri və eksperimental tədqiqatların nəticələri ilə də təsdiqlənir.

Aşağıdan əks olunan radiasiyanın ekstremal təbiətinin BEI indeksinə təsirinin minimuma endirilməsi yolları təhlil edilir. Tədqiqat problemi aşağıdakı kimi tərtib edilmişdir: hansı növ

$$H = H(\rho) \quad (12)$$

funksiyası üçün əks olunan ümumi siqnala R_{rs}^b -in töhfəsi minimal ola bilər. Məsələn həll etmək üçün $H(\rho)$ funksiyasının ikili modelindən istifadə şərti qəbul edilməklə sadələşdirilmiş halı nəzərdən keçiririk.

$$H = H'_\rho \cdot \rho \quad (13)$$

$$H = H(\rho)_{\text{max}} - H'_\rho \cdot \rho \quad (14)$$

(10), (11) Binar modeli nəzərə alaraq, $H = H(\rho)$ funksiyasına aşağıdakı məhdudlaşdırıcı şərti tətbiq edək.

$$F_1 = \int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} H(\rho) d\rho = c \quad (15)$$

F_2 -nin minimum qiymətinə çatacağı $H(\rho)$ funksional asılılığını hesablamaq üçün şərtsiz variasiya optimallaşdırma üsulu tətbiq edilə bilər, bunun üçün aşağıdakı məqsəd funksionalı formalaşdırılır:

$$F_3 = \frac{1}{\rho_{\max} - \rho_{\min}} \int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} 0,17 \cdot \rho \cdot \exp[-(1,5 + D_j \cdot \alpha \cdot H(\rho))] d\rho + \lambda \left[\int_{\rho_{\min}}^{\rho_{\max}} H(\rho) d\rho - c \right], \quad (16)$$

burada: λ - Laqranj vuruğudur.

Optimallaşdırma məsələsinin Eyler-Laqranj metodu ilə həlli F_3 -ün minimuma çatdığı aşağıdakı ifadəni vermişdir.

$$H(\rho)_{opt} = \frac{\ln \left[\frac{0,17 \cdot \rho \cdot D_d \cdot \alpha}{\lambda_0 (\rho_{\max} - \rho_{\min})} \right] - 1,5}{D_d \cdot \alpha}, \quad (17)$$

burada: λ_0 sabit qiymətdir, λ -nın qiyməti (15) şərti nəzərə alınmaqla hesablanır və bu zaman (16) integral funksionalın $H(\rho)$ funksiyasına görə törəməsinin sıfıra bərabər olması şərti istifadə edilir.

Beləliklə, yuxarıda deyilənlərdən görüldüyü kimi, R_{rs}^b -nin R_{rs} -ə töhfəsini minimuma endirmək üçün dənizin sahilyanı dayaz zonasının H -nin ρ -dən loqarifmik asılılığının müşahidə olunduğu nöqtələrində ölçmələr aparmaq və sonra əldə edilənin öz qiymətini tapmaq üçün ölçmələrin sayı əsasında ölçülmüş qiymətləri ortalaşdırmaq lazımdır.

Belə minimuma endirmə dənizin sahil zonasını dərin və dayaz ərazilərə təsnif etmək üçün meyar olan BEI-nin qiymətini daha dəqiq müəyyən etməyə imkan verəcəkdir. Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, məlum BEI indeksi aşağıdakı formada dəyişdirilə və yazıla bilər

$$BEI_{\text{mod}} = \exp \left[\frac{-\left(R_{rs}^w(\lambda_1) + R_{rs.\text{min}}^b(\lambda_1)\right)}{\left(R_{rs}^w(\lambda_2) + R_{rs.\text{min}}^b(\lambda_2)\right)} \right] \quad (18)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, dibdən əks olunan radiasiyanın dəyərinin aşkar edilmiş ekstremal xarakteri məlum eksperimental tədqiqatların nəticələri ilə də təsdiqlənir.

Dördüncü fəsil sahil zonalarında torpağın çirklənməsinin tədqiq edilməsi üçün istifadə edilən spektral metodlara həsr edilmişdir.

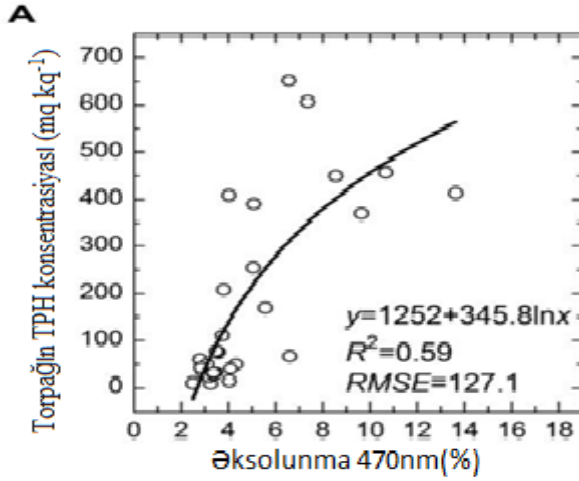
Neft və ağır metalların müvafiq olaraq dar və genişzolaqlı spektral xüsusiyyətlərini formalaşdırmaq üçün istifadə olunan kanallarda məlumat bərabərsizliyinə olan tələb korrelyasiya dərəcəsinin sonrakı hesablanması üçün sistemdə siqnal-səs nisbətinə tələbləri hesablanmış indekslər arasında əks olunan siqnalın intensivliyi üzrə neftlə çirklənmə dərəcəsinə formalaşdırmağa imkan verir

İki dalğalı ölçmə rejiminə keçməklə tək dalğalı ölçmə metodlarına xas olan ölçmə xətlərini azaltmaq üçün tərs siqnal nisbətlərinin praktikada istifadəsi məsələsinə baxılmışdır. Qeyd edilmişdir ki, yuxarıda göstərilən tərs əlaqələrin olması iki dalğalı ölçmə rejiminə keçərkən aşağıdakı üstünlüklərə nail olmağa imkan verir:

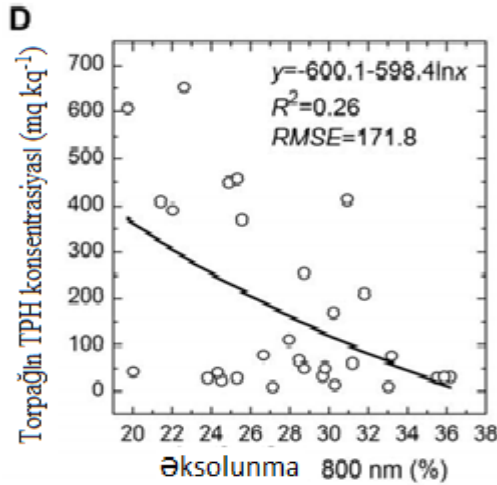
1. Ölçmələrin dinamik diapazonunun artırılması;
2. Təsadüfi xətlərin azaldılması.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq, bitkilərin əks etdirici spektrindən TRN-nin təyini üçün iki dalğalı üsula keçmək məqsədəuyğun görünür. Bu halda dalğa uzunluqları elə seçilməlidir ki, yuxarıdakı fərq siqnalları bipolyar olsun və bununla da təsadüfi xətlər kompensasiya edilsin.

Şəkil 7a və 7b torpaqdakı TPH konsentrasiyası ilə Phragmites australis bitki örtüyünün $\lambda_1 = 470$ nm və $\lambda_2 = 800$ nm dalğa uzunluqlarında spektral əksətmə arasında korrelyasiya ayrıləri göstərilmişdir.



Şək. 7a. 470 nm dalğa uzunluğunda TPH konsentrasiyasının əks siqnaldan korrelyasiya asılılığının əyrisi



Şək. 7b. Torpaqda TPH konsentrasiyasının 800 nm dalğa uzunluğunda bitki örtüyünün əksətmə siqnalından korrelyasiya asılılığının əyrisi

$\lambda_1 = 470$ nm dalğa uzunluğunda reqressiya tənliyi belə yazılır:

$$Y_1 = a_1 + a_2 \ln x \quad (19)$$

Burada $a_1=1252$; $a_2=345,8$

Ümumiyyətlə ölçmə tənliyi belə yazılır:

$$Y_1 = Y_0 \pm \sigma_{Y_1} \quad (20)$$

Burada: Y_0 - neft çirkləndiricisinin konsentrasiyasının orta qiyməti

σ_{Y_1} - təsadüfi ölçmə xətasıdır: Y_1

$\lambda=800$ nm dalğa uzunluğunda reqressiya tənliyi belə yazılır:

$$Y_2 = b_1 - b_2 \ln x \quad (21)$$

Burada: $b_1= - 600,1$; $b_2=598,4$

Müvafiq olaraq ölçmə nəticəsi belə yazılır:

$$Y_2 = Y_0 \pm \sigma_{Y_2} \quad (22)$$

burada: Y_0 -neft çirkləndiricisinin konsentrasiyasının orta qiyməti

σ_{Y_2} - ölçmənin təsadüfi xətasıdır (orta kvadratik meylidir)

Şerti olaraq çoxalma üsulu kimi adlandırılan bitki örtüyünün əks spektri əsasında TPH-nin müəyyən edilməsi üçün təklif olunan üsul aşağıdakı kimidir. Dalğa uzunluğu $\lambda=470$ nm üçün (19) ifadəsini nəzərə alaraq, yazı bilərik:

$$x_1 = \exp \left[\frac{Y_p - a_1}{a_2} \right] \quad (23)$$

$\lambda=800$ nm dalğa uzunluğu üçün (21) ifadəsindən yazıla bilər:

$$x_2 = \exp\left[-\frac{Y_a - b_1}{b_2}\right] \quad (24)$$

Əgər $x_2=kx_1$, onda (29) və (30) alırıq

$$kx_1^2 = \exp\left[\frac{Y_0}{a_2} - \frac{Y_0}{b_2} \sqrt{\frac{\sigma_{Y_1}^2}{a_2^2} + \frac{\sigma_{Y_2}^2}{b_2^2}} - \frac{a_1}{a_2} + \frac{b_1}{b_2}\right], \quad (25)$$

$\sigma_{Y_1} = \sigma_{Y_2}$ olarsa, yazıla bilər

$$Y_0 = \frac{2 \ln x_1 \pm \sigma_y \sqrt{\frac{1}{a_2^2} + \frac{1}{b_2^2}} + \frac{a_1}{a_2} - \frac{b_1}{b_2}}{\frac{1}{a_2} - \frac{1}{b_2}}. \quad (26)$$

Beləliklə, alınan (26) ifadədən 479 nm və 800 nm dalğa uzunluqlarında əksətmə signalının ölçülməsinin nəticələrindən asılı olaraq TPH-ni təyin etməyə imkan verir. Bu halda (26) ifadəsindən görüldüyü kimi təsadüfi xətlərin ikiqat azalmasına nail olunur.

Tərəfimizdən "sıfır metod" olaraq adlandırılan ikinci təklif olunan iki dalğalı üsul aşağıdakı kimidir. (25) və (26) ifadələrini nəzərə alaraq aşağıdakı transsendental tənliyi əldə edirik

$$\exp\left[\frac{Y_0 - a_1}{a_2}\right] - k \exp\left[-\frac{Y_0 - b_1}{b_2}\right] = 0 \quad (27)$$

Son (27) ifadədən $k=1$ alıqda yazıla bilər:

$$Y_0 = \frac{\frac{a_1}{a_2} + \frac{b_1}{b_2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_{Y_1}^2}{a_2^2} + \frac{\sigma_{Y_2}^2}{b_2^2}}}{\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2}} . \quad (28)$$

Yuxarıda göstərilən iki üsuldən ən yaxşısının seçilməsi baxımından bu üsulların praktiki olaraq ekvivalent olduğunu qeyd etmək olar. Lakin hesablama nöqtəyi-nəzərindən təklif olunan üsullardan birincisinə daha çox üstünlük verilir, çünki $k \neq 1$ olduqda, ikinci metoddan istifadə mürəkkəb transsendental tənliklərin həllini nəzərdə tutur.

Təklif edilmiş informasiya balansı metodunun riyazi əsaslandırılması verilmişdir[23, №7, c.50-52].

Təklif edilmiş informasiya balansı metodunun riyazi əsaslandırılması verilmişdir[23, №7, c.50-52].

Fərz edək ki, ölçmələr kanalların sayı N_n -ə bərabər olan hiperspektrometr vasitəsilə aparılır. Tutaq ki, N_0 kanalları əksətmə spektrdə qeyri-informativ dayaq qiymətlərini ölçmək üçün sərf olunur.

Eyni zamanda, karbohidrogen indekslərinin hesablanması üçün zəruri olan dar spektrli ölçmələr üçün istifadə olunan kanalların sayı N_d -dir, buna görə də $N_{n1} - N_d$ kanalları qeyri-dispersiya ölçmələri aparmaq üçün istifadə olunur, burada $N_{n1} = N_n - N_0$.

Dispersiv ölçmələr nəticəsində çıxarılan məlumatın miqdarı aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$M_d = N_d \log_2 \frac{U_d}{\sigma} , \quad (29)$$

burada: U_d – ölçülən siqnalın dəyişmə diapazonudur.

σ – bir kanalın küy siqnalıdır

Ağır metalların qeyri-dispers ölçmələr nəticəsində əldə edilən məlumat miqdarı belə müəyyən edilir.

$$M_{nd} = m \cdot \log_2 \left(\sqrt{\frac{N_{n1} - N_d}{m}} \right) \cdot \frac{U_d}{\sigma} , \quad (30)$$

burada: m – hiperspektrometrin $(N_{n1} - N_d)/m$ sayda birləşdiyi kanallarının və ya qruplarının sayıdır.

İnformasiya balansı metodunun əsasını belə bir müddəə təşkil edir ki, hiperspektrometr vasitəsilə yerinə yetirilən əsas M_d və validasiya M_{nd} ölçmələrində əldə edilən informasiyanın miqdarı bir-birinə bərabər olmalıdır. Yəni

$$M_d = M_{nd} . \quad (31)$$

Tədqiqatlar nəticəsində siqnal/küy nisbətinin tələb edilən elə qiyməyini hesablamaq üçün ifadə alınmışdır ki, bu zaman (22) informasiya balansı şərti ödənilmiş olsun [23, т.17, №2, с. 27-32],:

$$N_d \log_2 \frac{U_d}{\sigma} = m \cdot \log_2 \left[\sqrt{\left(\frac{N_{n1} - N_d}{m}\right) \frac{U_d}{\sigma}} \right] , \quad (32)$$

(32) ifadəsindən alırıq:

$$\left(\frac{U_d}{\sigma}\right)^{N_d} = \left(\frac{N_{n1} - N_d}{m}\right)^{\frac{m}{2}} \left(\frac{U_d}{\sigma}\right)^m . \quad (33)$$

(33) ifadəsindən informasiya balansı şərtini ödəyən ψ siqnal/küy nisbəti üçün tələb olunan qiyməti aşağıdakı formuladan tapırıq

$$\psi = \frac{U_d}{\sigma} = m^{-N_d} \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{N_{n1} - N_d}{m}\right)^{\frac{m}{2}}}} . \quad (34)$$

Göstərilmişdir ki, neft hasilatı zonalarında torpağın neftlə çirklənməsinin məsafədən ölçmələr aparmaqla və mövcud spektral indekslərə (siqnaturlara) əsaslanmaqla aşkar edilməsi üçün validasiya

ölçmələrinin informativliyi kifayət qədər yüksək olmalıdır və bu halda alınmış nəticələrin yüksək həqiqilik dərəcəsi təmin edilə bilər [17, №4 (34), c.50-52].

Mənbələrdə qeyd olunduğu məkanda sututarların dibindəki çöküntülərdə ağır metalların tərkibinin qiymətləndirilməsi üçün heç bir metodologiya yoxdur, bu çöküntülərin keyfiyyətini qiymətləndirmək üçün xarici kriteriyaları öyrənmək, onların ölkə ərazisində istifadəsi üçün tövsiyyə etmək aktual hesab edilə bilər. Su və bioloji ehtiyatlarının vəziyyətinə dair məlumatların dəqiq alınmasını təmin etmək üçün onları təkmilləşdirmək xüsusilə zəruridir.

Dünya təcrübəsində geniş istifadə olunan çirklənmə göstəricilərindən biri Almaniyada G.Müller tərəfindən hazırlanmış geoakkumulyasiya indeksidir [18, r.144, №12]. Bu indeks IAWR tədqiqatçılarının beynəlxalq birliyi tərəfindən hazırlanmış su çirklənməsinin təsnifatına əsaslanır. Geoakkumulyasiya indeksi belə hesablanır:

$$I_{geo} = \log_2 \left(\frac{C}{1,5 C_f} \right), \quad (35)$$

burada C-bu çöküntülərin tərkibində kimyəvi elementin konsentrasiyası;

C_f -kimyəvi elementin konsentrasiyasının geokimyəvi fon qiyməti.

Formula hesablanarkən çöküntülərin xırda dispers fraksiyasında (20mkm) ağır metalların konsentrasiyaları hesablanır.

Çirklənmənin 7 səviyyəsi mövcuddur (cədv.1).

Əsas metalların konsentrasiyası I_{geo} əsasında siniflərə görə qiymətləndirilir.

Bu metod su obyektinin çirklənmə səviyyəsinin kompleks qiymətləndirilməsinə imkan vermir. Qismən bu məsələ US ERA (ABŞ) (United States Environmental Protection Agency) tərəfindən həll edilmişdir.

**Dib çöküntüsünün çirklənmə səviyyəsinin
təsnifatı [18, T144 №12, c.62-65]**

Geoakkumulyasiya indeksinin qiyməti	Geoakkumul-yasiya sinfi	Dib çöküntüsünün çirklənmə səviyyəsi
>0	0	Praktiki olaraq çirklənməyən
>0-1	1	Cüzi çirklənmə
>0-1	1	Zəif çirklənmə
>1-2	2	Az çirklənmə
>2-3	3	Orta çirklənmə
>3-4	4	Çox çirklənmə
>4-5	5	Çox çirklənmə həddindən artıq çirklənmə
>5	6	Həddən artıq çirklənmə

Bununla yanaşı US ERA metodunun riyazi əsasının olmaması, həmçinin ağır metalların insan sağlamlığına güclü və zəif təsir göstərən qruplarının ayrı-ayrılıqda qiymətləndirilməsinin qeyri-mümkünlüyü və bu cür qruplar üçün vahid kəmiyyət göstəricisinin müəyyənləşdirilməməsi sututarlarının çirklənməsinin qiymətləndirilməsində müəyyən problemlər yaradır.

Məlum geoakkumulyasiya indeksi əsasında belə bir göstəricinin yaradılması mümkünlüyünü nəzərdən keçirilmişdir.

Bütün ağır metalların insan sağlamlığına təsir dərəcəsi qruplarına bölündüyünü qəbul edək.

Məsələn, I qrup- Cd və Hg; II qrup-Pb və Cu; III qrup- Ni və Cr və sair.

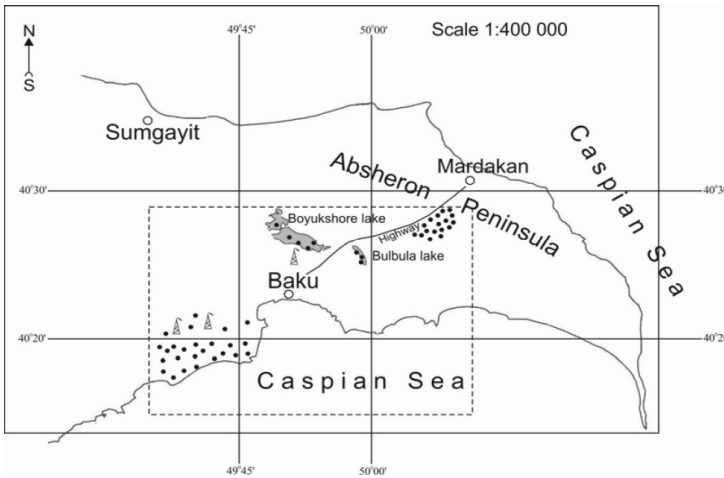
Hər hansı qrupa daxil olan ağır metallara tətbiq edilməklə geoakkumulyasiya indekslərinin cəmini hesablayaq:

$$\sum_{i=1}^n I_{geoi} = \log_2 \left(\frac{C_{ekv}^{(n)}}{(1,5) * C_{fekv}^{(n)}} \right) \quad (36)$$

Beləliklə təklif edilən göstərici $C_{ekv}^{(n)}$ bu çöküntülərin kompleks çirklənməsini xarakterizə etməyə imkan verir. $C_{ekv}^{(n)}$ göstəricisi bu su yataqlarının kompleks çirklənməsinin ekvivalent göstəricisi ola bilər.

Abşeron yarımadasının ərazisində çirklənmənin vəziyyətini qiymətləndirmək üçün təklif olunan inteqrasiya olunmuş göstəricini tətbiq etmək imkanını nəzərdən keçirilmişdir. Abşeron ərazisi təxminən 200 min hektardır, lakin bu yarımada Azərbaycan neftinin 60%-dən çoxu istehsal olunur. Bu vəziyyət, Abşeron yarımadasının torpaqlarının ağır metallarla yüksək səviyyədə çirklənməsinə gətirib çıxarmışdır.

Böyükşor və Bülbülə göllərinin yerləşdiyi ərazi aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir.



Şək. 6. Abşeronun xəritəsində Böyükşor və Bülbülə göllərinin yerləşdiyi ərazi

Böyükşor və Bülbülə göllərinin müxtəlif ağır metallar üçün məlum I_{geo} göstəricisinin qiymətləri cədvəl 2-də verilmişdir.

Göllərdə müxtəlif ağır metallar üçün I_{geo} göstəricisinin ölçülmüş qiymətləri

Elementlər %-lə	Böyükşor gölü			I_{geo}	Bülbülə gölü			I_{geo}
	Konsentrasiyası				Konsentrasiyası			
	Min.	Max	Orta		Min.	Max	Orta	
Cd	1,0	1,7	1,7	1,4043	0,5	1,4	0,6	-2,9668
Cr	15,6	25,1	4,2	1,2572	11,3	28,9	17,7	-1,7612
Cu	10,6	14,7	4,9	3,3510	13,4	35,0	22,6	-2,7315
Hg	0,004	0001 5	0,04	6,1413	0,002	0,029	0,006	-6,6438
Pb	16,7	285	0,9	0,0740	6,9	30,2	18,4	0,7052
Zn	20,3	86,8	3,8	0,2746	6,6	36,8	20,3	-2,3708
Mn	213,4	355	--	--	179,4	636,0	376,2	--

Lakin aşkardır ki, ayrı-ayrı ağır metallar üzrə I_{geo} göstəricisi ümumi çirklənmə dərəcəsini xarakterizə etməyə imkan verir.

Fon çirklənməsi barədə məlumat olmadığı üçün təklif olunmuş cəm çirklənmə göstəricilərindən istifadə etməklə nisbi çirklənmə göstəricilərini hesablayaq [19, T.22. №2. c.63-68].

Böyükşor gölünün göstəricisi:

$$\gamma_1 = \frac{C_{ekv}(n)}{C_{fektiv}(n)} = 1,5 * 2 \left(\frac{\sum_{i=1}^n I_{geoi}}{n} \right) = 1,5 * 2^{-2,08} \quad (37)$$

Bülbülə gölünün göstəricisi:

$$\gamma_2 = 1,5 * 2 \left(\frac{\sum_{i=1}^n I_{geoi}}{n} \right) = 1,5 * 2^{-2,85} \quad (38)$$

Hesablanmış ifadələrdən (37) və (38) görüldüyü kimi Bülbülə gölü Böyükşor gölüne nisbətən daha az çirklənmişdir. Bülbülə gölünün nisbi təmizlik əmsalını hesablayaq:

$$\eta = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{1,5 \cdot 2^{-2,08}}{1,5 \cdot 2^{-2,85}} = 2^{0,77} \quad (39)$$

Aparılmış hesablamalar əsasında Bülbülə gölünün Böyükşor gölünə nisbətən təxminən 2 dəfə təmiz olduğu qənaətinə gəlmək olar. Təklif edilmiş kompleks göstərici müxtəlif suların kompleks çirklənməsini müqayisə etməyə imkan verir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Dəniz suyunda asılı bərk hissəciklərin konsentrasiyasını müəyyənləşdirmək üçün iki dalğalı ölçmə metodu təklif edilmişdir. Bu da eksperimentin aparılması şərtindən, xlorofilin və asılı bərk hissəciklərin konsentrasiyasının birgə iki dalğalı ölçülməsini, həmçinin xlorofilin konsentrasiyasının avtonom iki dalğalı ölçməsini nəzərdə nəzərdə tutur. Bu metodun müəyyən dəyişdirilmiş variantının reallaşdırılması imkanı da göstərilmişdir ki, bu variantda bir qədər sürüşdürülmüş dalğa uzunluqlarından istifadə edərək asılı vəziyyətdə olan hissəciklərin avtonom ölçülməsi nəzərdə tutulur.

2. Asılı hissəciklərin optik şüalanmanı udma əmsalının böyüklüyünə görə qruplaşdırılması əsasında bu hissəciklərin struktur tərkibinin təsnifatı təklif edilmişdir.

3. Peyk spektrometrlərinin siqnallarının aeroxolla anomal çirklənmə halı üçün sahil xəttinin müəyyənləşdirməsi metodu işlənmişdir. Təklif edilmiş modelin əsasında olmaqla sahil xəttinin müəyyənləşdirilməsi üçün çoxdalğalı ölçmə metodu işlənmişdir ki, bu metod məlum ikidalğalı ölçmə metodunun aeroxol xətasını aradan qaldırmağa imkan verir.

4. Sahil xəttinin aşkar edilməsi üçün SPOT XS və X1, cihazlarının B₁, B₂, B₃ – kanallarının ölçmə verilənləri əsasında olaraq sahil xəttinin aşkar edilməsinin məlum uçkanallı kriterisinin yeni indeks-kanal kriteriyasının modifikasiyası araşdırılıb. Aşkar edilmişdir ki, bu yeni kriteri NDVI-yə nisbətən B₁/RED dəyişməsinə qarşı daha həssasdır.

5. Turbidimetrik ölçmələrin aparılması vasitəsilə çayların delta və dənizin sahil zonasında suda asılı bərk hissəciklərin miqdarının müəyyənləşdirilməsi məsələsi həll edilmişdir. İki dalğa uzunluğunda müəyyən edilmiş suyun bulanıqlığından asılı olaraq bərk ölçülü hissəciklərin ümumi miqdarının təyin edilməsi metodikası və tədqiq olunan suların növünün müəyyənləşdirilməsi üçün birdalğalı və ikidalğalı metodikalar hazırlanmışdır.

6. Sahil zonalarında dibdən əks olunan, optik radiasiyanın orta inteqral qiymətləndirilməsi üsulu işlənmişdir. Bu optik radiasiyanın qiymətinin sahilə qədər olan məsafədən ekstremal asılılıq xassəsi aşkar edilmişdir.

7. Dənizlərin sahil zonalarında suda həll olmuş üzvi maddələrin məsafədən ölçmə üsullarının seçilməsi üçün modifikasiya edilmiş kriteri təklif edilmişdir. Dəniz və çay sularının qarışıq zonalarda həll olmuş üzvi karbonun konsentrasiyasının ölçülməsi metodikasına aid olan optimallaşdırılması məsələsi həll edilmişdir.

8. Bort hiperspektrometrlərinin tətbiqi ilə neft yataqlarının kəşfiyyatı üçün aparılan əsas və validasiya ölçmələrində istifadə edilən

dispersiv və qeyri-dispersiv zondlama siqnallarının informasiya balansı metodu işlənmişdir.

Dissertasiya mövzusu üzrə müəllifin dərc olunan məqalələrinin siyahısı

1. Səfərova, N.T., Abdullayeva, L.C., Quliyev, T.R. Azərbaycan Respublikasında içməli suların çirklənmədən qorunma metodları // 2-ci Xəzər Beynəlxalq Su Texnologiyaları” konfransının materialları, - Bakı: “CATEC- 2014”,- 10-12 aprel, - 2014, - s.347-349.

2. Əhmədov, Ş.Ə., Abdullayeva, L.C. Yerin iqlim dəyişmələrinin empirik məlumatlara əsasən qiymətləndirilməsi // - Bakı: - АМАКА-нын Xəbərləri, Ekologiya seriyası, - 2014. T.17, № 2, - s. 30-34.

3. Мамедбейли, А.Г., Асадов, Х.Г., Абдуллаева, Л.Дж., Тахмазлы М.С. Двухволновый метод определения концентрации взвешенных твердых частиц в морской воде // -

Алтай: Вестник Алтайского Государственного Аграрного Университета - 2014. Т. 115, №5, май, С. 107-111.

4. Мустафабейли, Х.Ш., Тахмазлы, М.С., Абдуллаева, Л.Дж. Оптимизация процесса фиторемедиации почв загрязненных углеводородами // - Воронеж: Вестник Воронежского Государственного Университета. Серия: Химия. Биология. Фармация, - 2014. №2, - с.72-76.

5. Алиева, А.Г., Джавадов, Н.Г., Абдуллаева, Л.Дж., Протасов, В.В. Оптимизация гиперспектральных дистанционных измерений цвета морской воды // Материалы VII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», - Курск: Юго-Зап. государственный университет, 15 май, - 2015, - с.82-88

6. Абдуллаева, Л.Дж. Построение бортовой измерительной системы для определения морской береговой линии // - Петербург: Петербургский журнал электроники. Методы и средства исследований, - 2018. Т.92, №3, с.67-71.

7. Асадов, Х.Г., Абдуллаева, Л.Дж. Выбор критерия для определения береговой линии методами дистанционного зондирования // - Астрахань: Вестник Астраханского Государственного Технического Университета. Серия: Морская Техника - 2018. №3, -с.107-112.

8. Абдуллаева Латифа, Рена Гусейнова. Теоретические основы проведения высокоинформативных измерений концентрации растворенного органического углерода в прибрежных водах устья рек // Международная научно-практическая конференция. «Возможности и перспективы информационных технологий и систем в строительстве» - Баку: Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства, - 05-06 июля, - 2018- с.305-309.

9. Абдуллаева, Л.Дж., Булгаков, А.О., Гостев, А.А. Вопросы измерений концентрации растворенного органического углерода в прибрежных водах устья рек // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сборник статей X международной научно-технической конференции, - Курск: Юго-Зап. Государственный Университет - 01 июня, - 2018, - с.9-19.

10. Асадов, Х.Г., Абдуллаева, Л. Дж. Наземно-бортовой метод измерения общего взвешенного вещества в зоне устьевого взморья // Санкт-Петербург: ГНИНГИ Навигация и Гидрография, - 2018. № 52,- с.82-88.
11. Abdullayeva, L.C., Çayların mənsəbinin sahil sularında həll olmuş üzvi karbonun konsentrasiyasının ölçülməsinin optimallaşdırılması // Heydər Əliyevin 95-illiyinə həsr olunmuş Elmi-texniki konfransının materialları, - Bakı: - AzTU, - 3 - 5 may - 2018, - s.351-353.
12. Abdullayeva, L.C. Sahil sularında həll olmuş üzvi maddələrin məsafədən zondlaması metodlarının seçilməsi kriteriyası // - Bakı: - AMAKA-nın Xəbərləri, Məsafədən zondlama seriyası, - 2018. T.21, №3, - s.17-23.
13. Асадов, Х.Г., Абдуллаева, Л.Дж. Новый критерий выбора методов дистанционного зондирования растворенных органических веществ в береговых водах // - Санкт-Петербург: Информация и космос. Контроль. Диагностика, - 2018. №2 - 3,- с.111-115.
14. Асадов Х.Г., Абдуллаева Л.Дж. Вопросы создания бортовой измерительной системы для определения морской береговой линии. // - Баку: Известия НАКА, Информационно-измерительные системы, - 2018. Т.21, №4, - с. 49-54.
15. Абдуллаева, Л.Дж. Синтез новой модели определения содержания хлорофилла в морской воде // ADNSU-UBFC International conference, - Баку: ADNSU - July 01-02, - 2019, p-191.
16. Абдуллаева,Л.Дж. Метод классификации взвешенных частиц по коэффициенту поглощения оптического излучения //- Москва: Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. Технология. - 2019,- №4(136), с.24-27.
17. Абдуллаева, Л.Дж. Двухволновые методы определения уровня загрязненности почвы нефтяными углеводородами с использованием отражательного спектра растительности // - Москва: Автоматизация и ИТ в нефтегазовой области, - 2019, №4(34), с.50-52.

18. Абдуллаева, Л.Дж. Вопросы применения индекса геоаккумуляции для оценки комплексной загрязненности донных отложений водных объектов тяжелыми металлами // - Москва: Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение, Проблемы и мнения, - 2019, 12(144) - с.24-27.
19. Абдуллаева, Л. Дж. Синтез новых показателей степени загрязненности почвы тяжелыми металлами в береговых зонах в регионах нефтедобычи // - Баку: Известия АНАКА, Информационно-измерительные системы, - 2019, №2(22), стр.63-68.
20. Абдуллаева, Л. Дж. Методы определения морской береговой линии с помощью бортовой многоканальной измерительной системы //- Москва: Научно-технические технологии в космических исследованиях земли. Информатика, вычислительная техника и управление.2019. , №3 (11) с.72-80.
21. Абдуллаева, Л.Дж. Некоторые вопросы построения системы трехуровневого измерения мутности прибрежных вод // Материалы Международной научной конференции «Трансформация экосистем под воздействием природных и антропогенных факторов», - Киров: Вятский Государственный Университет, - 16-19 апреля, - 2019, - с.195-199.
22. Абдуллаева, Л. Дж. Многоволновый метод для дистанционного определения береговой линии в условиях сильного аэрозольного загрязнения атмосферы // - Кола: Кольского научного центра РАН, - 2019. №1 (11) - с. 68-73.
23. Асадов, Х.Г., Рагимов, Р.М., Абдуллаева, Л.Дж. Метод информационного баланса сигналов дисперсивного и недисперсивного дистанционного зондирования для обнаружения нефтяных загрязнений почвы в прибрежных зонах с применением гиперспектрометров // - Уфа: Нефтегазовое дело, Уфимский Государственный Нефтяной Технический Университет. - 2019, № 2(17), - с. с.27-32.

Həmmüəlliflərlə yerinə yetirilən işlərdə müəllifin şəxsi töhfəsi:

[1,3,5,8,9,10,15,] – Dəniz suyunda bərk maddələrin və xlorofilin təyin edilməsi üçün ;

[3,4,6,11,13,16,18,19] - Dəniz suyunda üzvi maddələrin və sahil xəttinin məsafədən müəyyən edilməsi üsullarının seçilməsi meyarları;

[1,3,5,8,9,10,15,] - Sahil zonalarında torpağın neftlə çirklənməsinin aşkarlanması üçün dispersiv və qeyri-dispersiv məsafədən zondlama siqnalları üçün məlumat balansı metodu

Dissertasiyanın müdafiəsi 14 iyun 2022-ci il tarixində, saat 14⁰⁰ da Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi Sumqayıt Dövlət Universiteti nəzdində fəaliyyət göstərən FD 2.25 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 5008, Sumqayıt, Azərbaycan 43-cü məhəllə,
e-mail: info@sdu.edu.az

Dissertasiya ilə Sumqayıt Dövlət Universiteti kitabxanasında tanış olmaq olar.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları www.sdu.edu rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 13 may 2022-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:
Kağızın formatı: A 5
Həcm: 45780
Tiraj: 30