

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**MƏİŞƏT VƏ İSTEHSAL SULARININ
KEYFİYYƏTİNƏ NƏZARƏTİN
YERÜSTÜ-BORT ÖLÇMƏ METODLARININ
VƏ VASİTƏLƏRİNİN İŞLƏNİLMƏSİ**

İxtisas: 3337.01 – informasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri

Elm sahəsi: texnika elmləri

İddiaçı: **Bəsti Leysan qızı Cəfərova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

BAKİ - 2023

Dissertasiya işi Milli Aerokosmik Agentliyinin Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor
Fəxrəddin Güləli oğlu Ağayev

Rəsmi opponətlər: texnika elmləri doktoru, professor

texnika elmləri doktoru, professor

texnika elmləri doktoru, professor

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.04 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: texnika elmləri doktoru,
professor

Dissertasiya şurasının elmi katibi: texnika elmləri üzrə fəlsəfə
doktoru, dosent

Elmi seminarın sədri: texnika elmləri doktoru,
professor

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Məlumdur ki, indi planet əhalisinin artdığı bir dövrdə içməli və məişət sularına olan tələbat da günü-gündən artmaqda davam edir, dünya əhalisinin 40%-ə qədəri su çatışmazlığından əziyyət çəkir. Bütün bu problemlər isə sənaye sahələrinin və yaşayış mühitinin genişlənməsi, yeni torpaq sahələrinin mənimsənilməsi, həmçinin urbanizasiya prosesinin sürətlənməsi ilə birbaşa bağlıdır. Deyilənlər nəzərə alınmaqla indi su çatışmazlığı probleminin həlli üçün dünya təcrübəsində əsasən iki istiqamətdə tədbirlər həyata keçirilir:

– içməli təmiz su ehtiyatlarından istifadə qaydalarının optimallaşdırılması;

– çirklənmiş və sənaye əhəmiyyətli suların təmizlənməsi, həmçinin duzlu dəniz suyunun emalı metodlarının təkmilləşdirilməsi.

Baxılan problemin həlli üçün hər iki istiqamətdə müxtəlif tədqiqatlar aparılır ki, bunların da sırasında aerokosmik metodlar xüsusi yer tutur. Belə metodlar suyun spektral əksətmə xarakteristikaları əsasında su hövzələrində və müxtəlif su anbarlarında suyun keyfiyyətini operativ olaraq təyin etməyə imkan verir. Eyni zamanda suyun çirklənmə dərəcəsinin spektrofotometrik metodlarının təkmilləşdirilməsi şübhəsiz ki, geniş məkanda içməli təbii su ehtiyatlarının yoxlanılması və təsnifatı prosedurlarının səmərəliliyini daha da artırır.

Məlumdur ki, torpaq işlərinin qeyri-rasional aparılması, azot və fosfor gübrələrindən həddən artıq istifadə çayların, göllərin və ümumilikdə qrunt sularının çirklənməsinə gətirib çıxarır ki, bu da gübrələrdən istifadə prinsiplərinin optimallaşdırılmasını aktual məsələ kimi qarşıya çıxır. İçməli su anbarlarında dib çöküntülərinin vəziyyətinə nəzarət, istehlakçılara verilən suda ağır metalların miqdarının minimuma endirilməsi və s. məsələlərdə əks olunan optik siqnalların ölçmə verilənlərindən istifadə öz aktuallığı ilə seçilir. Beləliklə, çirklənmə səviyyəsinə nəzarətin yeni göstəricilərinin və ölçmə metodlarının işlənməsi diqqəti cəlb edən məsələlərdəndir. Fotokatalitik texnologiyalardan istifadə etməklə suyun çirklənmədən

təmizlənməsi, mikroorqanizmlərin məhv edilməsində ozonlaşdırma texnologiyası, tətbiq olunan ölçmə metodlarının təkmilləşdirilməsi də aktual məsələlər kimi qeyd edilməlidir. Eyni zamanda su anbarlarında istifadə olunan xlorun miqdarının minimallaşdırılması üçün ölçmə sistemlərinin təkmilləşdirilməsi də vacib məsələ kimi qarşıya çıxır. Sənaye müəssisələrinin su təsərrüfatı şəbəkəsinin sisteməlik sanitariya vəziyyətinin təmin edilməsi üçün nəzarət-ölçmə sisteminin yaradılması, dağ-mədən kombinatlarının tullantı suları ilə çirklənmiş açıq su hovuzlarında suyun vəziyyətinin öyrənilməsi üçün ölçmə kompleksinin qurulması və belə sistemin fəaliyyət rejiminin optimallaşdırılması məsələləri də şübhəsiz öz aktuallığı ilə seçilir.

Beləliklə, su ehtiyatlarının keyfiyyət göstəricilərinin təyini üçün yeni ölçmə metodlarının işlənilməsinə, sudan istifadə prosedurlarının optimallaşdırılmasına, həmçinin çirklənmiş suların təmizlənməsi prosesinin təkmilləşdirilməsi məsələlərinə həsr edilmiş dissertasiya mövzusu olduqca aktual problemi əhatə edir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti: Tədqiqatın obyektı və predmeti: Dissertasiya işinin tədqiqat obyektı olaraq su hövzələrinin çirklənmə səviyyəsinə və keyfiyyətinə nəzarət, suyun keyfiyyət göstəricilərinin müəyyənəşdirilməsi, içməli suyun təmizlənməsi məsələləri kompleksi götürülmüşdür.

Tədqiqatın predmeti bərt-ölçmə metodları və vasitələrinin təkmilləşdirilməsindən, spektral əksətmə xüsusiyyətlərinə görə suyun keyfiyyət göstəricilərinin müəyyənəşdirilməsindən, suyun keyfiyyətinə nəzarət üçün yeni metodların və ölçmə sisteminin işlənilməsindən, içməli suyun təmizlənməsinə nəzarət-ölçmə sistem və vasitələrinin optimallaşdırılmasından ibarətdir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin əsas məqsədi suyun keyfiyyətinə nəzarət-ölçmə sisteminin səmərəliliyinin artırılmasının elmi-metodiki əsaslarının işlənilməsindən, sənaye və məişət təyinatlı su təmizləyici və su təchizatı sisteminin fəaliyyət rejiminin optimallaşdırılmasından ibarətdir.

Bu məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıda göstərilən tədqiqat **məsələləri** qoyulmuş və öz həllini tapmışdır:

1. Əlavə nəzarət əlaməti tətbiq etməklə suyun cəm çirklənməsinin ölçülməsinin yeni konsepsiyasının və metodunun işlənilməsi, dəniz suyunun xlorofillə çirklənmə səviyyəsinin geniş diapazonlu ölçücüsünün qurulması məsələsinin araşdırılması.

2. Baş su kanalında azot və fosforun konsentrasiyasının minimuma çatması üçün mənbələrinin səmərəli yerləşdirilməsi yolu ilə kənd zonalarında optimal su axımının formalaşdırılması məsələsinin həlli.

3. İstehlakçılara ötürülən suda həll olunmuş maddələrin minimum miqdarını təmin etmək üçün su təminatı kəmərləri şəbəkəsində optimal temperatur rejiminin müəyyənəşdirilməsi məsələsinin həlli.

4. Bulanıq sulu hövzənin sahilindən dərinliyə doğru xətt boyunca dibdən əks olunan optik siqnalın cəm kəmiyyətinin tədqiqi.

5. Suyun çirklənməsinin yeni göstəricisinin formalaşdırılması imkanlarının araşdırılması və optik-elektron üsulla içməli suyun tutqunluğunun ölçülməsinin ikikriteriyalı ekstremal metodunun işlənilməsi.

6. Suyun fotokatalitik metodla təmizlənməsinin reaktorlar şəbəkəsinin iş rejiminin optimallaşdırılması.

7. Ozonlaşdırma və xlorlaşdırma metodları ilə suyun təmizlənməsi rejiminin optimallaşdırılması.

8. Dağ-mədən kombinatlarının tullantı suları ilə çirklənmiş su hövzələrinin vəziyyətinə nəzarətin və qiymətləndirilməsinin ölçmə kompleksinin iş rejiminin optimallaşdırılması.

Tədqiqat metodları. Dissertasiya işində qoyulan məsələlərin həllində ölçmə sistemləri və optimallaşdırma nəzəriyyəsinin elementlərindən, hidrofizikanın, riyazi analizin və fiziki optikanın elmi müddəalarından istifadə edilmişdir. Əldə olunmuş nəzəri nəticələrin yoxlanılması məqsədilə natur və riyazi modellər bazasında həyata keçirilmiş modelləşdirmə nəticələrindən istifadə olunmuşdur. Həmçinin tədqiqat mövzusu üzrə həyata keçirilmiş məlum eksperimental işlərin aparılması zamanı alınmış və aprobasiya olunmuş nəticələr əsas götürülmüşdür.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. Çirklənmiş suların əksetmə göstəricisi əsasında su tutumlarının

çirklənmə səviyyəsinin ölçülməsinin təklif olunmuş yeni metodu və konsepsiyası. Dəniz suyunun “a” xlorofillə çirklənmə dərəcəsinin hədd qiymətinə görə geniş diapazonlu ölçmə sisteminin qurulma prinsipi.

2. Baş su kanalı ilə daşınan qidalandırıcı maddələrin minimuma çatdırılması üçün kənd təsərrüfatı istehsalı zonalarında səth axınlarının formalaşdığı ərazilərdə azot və fosfor mənbələrinin çöküntü maddələrinin konsentrasiyasına nəzərən yerləşdirilməsi qaydaları.

3. Su təminatı şəbəkəsində temperaturun orta sutkalıq qiyməti dəyişmədikdə və şəbəkə yüklənmələri zamana görə dəyişdikdə, istehlakçılara ötürülən suda həll olunmuş bərk maddələrin miqdarının minimum olması üçün optimallaşdırma məsələsi.

4. Su hovuzunun sahilindən dərinliyə doğru getdikcə suyun dərinliyi ilə optik əksəlmə signalının zəifləməsi arasında müəyyən funksional asılılıq olan halda bulanıq sulu hövzənin dibindən əks olunan cəm signalın ekstremal xarakteri haqqında müddəa.

5. Suyun çirklənmə səviyyəsinin Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST) tərəfindən tövsiyə olunan keyfiyyət indeksinə bərabər skalyar çoxhədli şəklində yeni göstəricisi, içməli suyun tutqunluğunun ölçülməsinin təklif olunan iki kriteriyalı optik-elektron ekstremal metodu və kombinə edilmiş spektral optimallaşdırma qiymətləri.

6. Çirklənmiş suyun təmizlənməsi metodları, fotokatalitik təmizlənmədə reaktorlar şəbəkəsinin fəaliyyətinin optimallaşdırılması və ozonlaşdırma rejiminin müəyyənləşdirilməsi prosedurları.

7. Birinci tərtib kinetika tənliyi bazasında bir sıra sadələşdirici şərtlərlə rezervuar sularının xlorlaşdırılması prosedurlarında xlor sərfinin müəyyənləşdirilməsi məsələsi.

8. Ştern-Volmer modeli əsasında ağır metal mühitinin güclü nöqtəvi mənbəyindən çirklənmiş su hovuzlarının vəziyyətinə nəzarətin və qiymətləndirilməsinin ölçü kompleksinin iş rejiminin optimallaşdırılması məsələsi.

Tədqiqatın elmi yeniliyi.

1. Suyun əksətmə göstəricisi əsas əlamət kimi qəbul edilməklə ümumi çirklənmə səviyyəsinin ölçülməsi üçün yeni metodu və konsepsiya təklif olunmuşdur. [1]

2. Azot (N) və fosforun (P) baş su kanalına daşınmasının minimum olması üçün həmin maddələrin mənbələrinin çöküntü maddələrinin konsentrasiyasına nəzərən əks qaydada optimal yerləşdirilməsi məsələsi formalaşdırılmış və həll edilmişdir. [10, 17]

3. İstehlakçılara ötürülən su kütləsində həll olunan maddələrin miqdarının minimum olması üçün su təchizatı şəbəkəsinin su kəmərlərində suyun temperaturunun optimal qiyməti və şəbəkə yüklənmələrinin zamandan asılılıq funksiyası təyin edilmişdir. [11]

4. Göstərilmişdir ki, bulanıq su hövzələrinin sahilindən müəyyən trassa üzrə dərinliyə doğru getdikcə əksətmə signalının zəifləməsi ilə suyun dərinliyi arasında müəyyən funksional asılılıq olduqda, trassa üzrə cəm əksətmə signalı minimal qiymət ala bilər. [14]

5. İcməli suyun tutqunluğunun ölçülməsinin iki kriteriyalı optik-elektron ekstremal metodu təklif edilmişdir. [18]

6. Suyun fotokatalitik təmizlənməsinin reaktorlar şəbəkəsinin işinin optimal təşkilində katalizatorların miqdarının artırılması fotokatalizin sürətinin artması ilə, həmçinin təmizlənməyə cəlb olunan suyun həcmnin artması ilə müşayiət olunması göstərilmişdir [12, 13]

7. Müəyyən sadələşdirici şərtlər daxilində su kütləsinin optimal ozonlaşdırılması, xlorlaşdırılması və fotokatalizi məsələləri həll edilmiş, sərf olunan xlorun miqdarının təyini üçün iki optimallaşdırma məsələsinin həlli təklif olunmuşdur. [5, 16]

8. Sudakı ağır metalların konsentrasiyasına tərs mütənəsb olan yeni göstərici daxil etməklə (Ştern-Volmer modeli əsasında) güclü nöqtəvi mənbələrin ağır metalları ilə çirklənmiş su hövzələrinin vəziyyətinə nəzarət-ölçmə kompleksinin iş rejiminin optimallaşdırılması məsələsi həll edilmişdir. [7]

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Çirklənmiş sulardan əks olunan signal göstəriciləri əsasında çirklənmə səviyyəsinin ölçülməsinin yeni metodu, səth axınlarının formalaşdığı zonalarda azot və fosfor kimi potensial çirkləndiricilərin optimal yerləşdirilməsi qaydaları, sularda həll olunmuş bərk maddələrin minimuma endirilməsi, sahilədən dərinliyə doğru getdikcə əks olunan signalın ekstremallıq xarakteri, çirklənmə dərəcəsinin ölçmə metodları, nəzəri bazanın genişləndirilməsi nəzəri əhəmiyyətə, fotokatalitik və

ozonlaşdırma metodları ilə təmiz suların əldə olunması üçün avtomatlaşdırılmış sistemlərin yaranması, təmizləyici vasitələrdən səmərəli istifadə, hovuzların xlorlaşdırılması üçün təmizləyici qurğuların təkmilləşdirilməsi, dağ-mədən kombinatlarının çirkab tullantı sularının toplanması, hovuzların vəziyyətinə nəzarət, ölçmə rejimlərinin optimallaşdırılması və s. praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Aprobasiyası və tətbiqi. Dissertasiya işinin nəticələri Milli Aerokosmik Agentliyinin (MAKA) Birləşmiş Elmi-Texniki Şurasının iclaslarında, həmçinin aşağıdakı elmi-texniki konfranslarda müzakirə olunmuşdur: XII Международная научно – практическая конференция “Актуальные проблемы экологии и охраны труда” (Россия, Курск, 20 мая 2020); İnformasiya sistemləri və texnologiyalar: Nailiyyətlər və perspektivlər. Beynəlxalq Elmi konfrans (Sumqayıt, 9-10 iyul, 2020); XIII Международная научно – практическая конференция “Актуальные проблемы экологии и охраны труда” (Россия, Курск, 28 мая 2021); Автоматизированные системы управления и информационные технологии. Материалы всероссийской научно-технической конференции (Россия, Пермь, 9–11 июня 2021).

Dissertasiyanın əsas nəticələrindən Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin “Neft Kəmərləri” İdarəsində boru kəmərlərinin keçdiyi marşrutun vəziyyətinin qiymətləndirilməsində, terminal sahələrinin korroziyalıq monitorinqinin aparılmasında istifadə olunması mütəxəssislər tərəfindən tövsiyyə olunmuşdur (tətbiq olunma haqqında 01 oktyabr 2021-ci il tarixli akt dissertasiya işinə əlavə olunur).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Milli Aerokosmik Agentliyinin Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın əsas nəticələrindən “Azərsu” Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin 8 nömrəli Regional Sukanal İdarəsində suyun keyfiyyətinə nəzarət sisteminin (ultrabənövşəyi diapazonda) strukturunun işlənməsi, su hovuzlarının xlorlaşdırılması üçün həll olunmuş optimallaşdırma məsələlərinin nəticələrinin istifadə olunması mütəxəssislər tərəfindən tövsiyyə olunmuşdur (tətbiq

olunma haqqında 15 sentyabr 2023-cü il tarixli akt dissertasiya işinə əlavə olunur).

Dissertasiyanın strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, dörd fəsildən, nəticədən və istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarət olmaqla, 48 şəkil və 12 cədvəllə birlikdə 165 səhifədə şərh edilmişdir.

Dissertasiya işinin girişi 18652, I fəsil 30373, II fəsil 32760, III fəsil 28832, IV fəsil 47393 işarədən ibarət olmaqla ümumilikdə 162711 işarədən ibarət mətndə şərh olunmuşdur.

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Girişdə mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri müəyyənləşdirilməklə müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, elmi yenilik, işin nəzəri və praktiki əhəmiyyəti şərh olunmuş, aprobeasiyası və tətbiqi haqqında məlumat verilmişdir.

Dissertasiyanın **birinci fəslində** su hövzələrində suyun keyfiyyətinə nəzarətin metod və vasitələrinin işlənməsi məsələsinə baxılmış, suyun əksetmə göstəriciləri əsasında ümumi çirklənmənin təyini üçün təklif edilmiş metodun realizə olunma alqoritmi verilmişdir. Göstərilmişdir ki, suyun əksetmə göstəricisi xüsusi dalğa uzunluğunda seçilərsə, onda onun doğruluğu məlum Burqer-Ber ifadəsi bazasında əlavə nəzarət əlaməti üzrə yoxlanıla bilər. Təklif olunan kompleksin iş prinsipi ondan ibarətdir ki, çirklənmə səviyyəsi sanitar normalar üzrə müəyyən olunmuş hər-hansı hədd qiymətini aşdığı ərazilər məsafədən zondlama (MZ) üsulu ilə təyin olunur və bu halda yerüstü-laborator ölçmələrə keçmək tövsiyə edilir.

Sonradan həmin fəsildə dəniz suyunda “a” xlorofilin konsentrasiasının təyini üçün birgə yerüstü-bort spektral metodu təklif edilmiş, kartoqrafik absorbsiya əmsalının spektrometrik ölçmələri üçün 433-453 nm (göy zona), xlorofilin konsentrasiasının ölçmələri üçün isə 510-530 nm (yaşıl zona) dalğa uzunluğu intervalından istifadə məqsəda uyğun hesab edilmişdir.

Suda xlorofilin ümumi miqdarını təyin etmək üçün onun sudakı konsentrasiası (*Chla*) ilə normallaşdırılmış diferensial vegetasiya

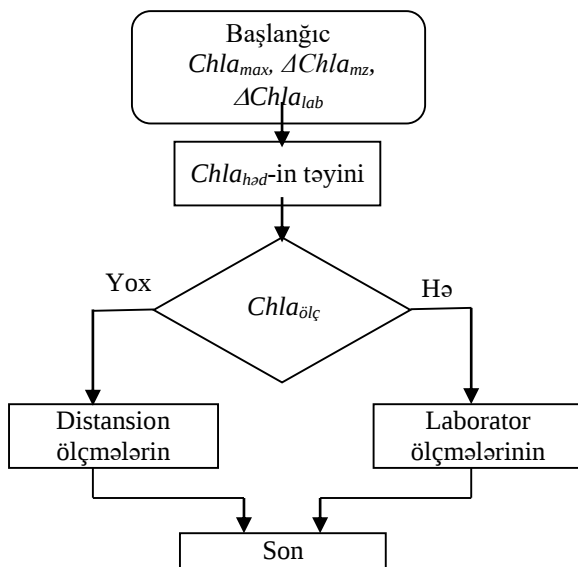
indeksi ($NDVI_{mod}$) arasındakı məlum korrelyasiya asılılığı ¹ əsas götürülmüşdür:

$$Chla(mkg/l) = 139.37 - 491.01(NDVI_{mod}) - 6751.41(NDVI_{mod}^2) \quad (1)$$

Burada, $NDVI_{mod} = (NIR - B) / (NIR + B)$ kimi təyin olunur və NIR -yaxın infraqırmızı (IQ) diapazonda, B isə göy diapazonda spektral əksətmə signalıdır.

Bununla da dəniz suyunda xlorofilin konsentrasiyasının təyini üçün yerüstü-bort metodu təklif edilmiş, alqoritmin fəaliyyət proseduru aşağıdakı mərhələləri əhatə etmişdir (şəkil 1):

- xlorofilin konsentrasiyasının verilmiş $\Delta Chla_{MZ}$ (MZ üsulu ilə alınmış), $\Delta Chla_{lab}$ (laborator ölçmələri), $Chla_{max}$ (maksimal qiymət) qiymətləri üçün optimallaşdırma kriteriyasının seçilməsi;
- konsentrasiyanın hədd qiymətinin ($Chla_{had}$) seçilməsi;
- hədd qiymətinə görə bort ölçmələrinin aparılması;
- hədd qiymətinə görə laborator ölçmələrinin aparılması.



¹Johan B.F., Bin Mat Jafri M.Z., Hwee San L., Wan Omar W.M., Chun Ho T. Chlorophyll a concentration of fresh water phytoplankton analyzed by algorithmic based spectroscopy// The International Conference of Solid State Science and Technology (ICSSST 2017). Journal of Physics.

Şəkil 1. Suda xlorofilin miqdarının yerüstü-bort ölçmə metodunun alqoritmik təqdimatı

$Chl_{ahədd}$ – hədd qiymətinin seçilməsi cəm entropiyanın maksimuma çatması kriteriyası əsasında həyata keçirilmiş, distansion ölçmələrin aparılmasında Chl_a -nın təyininin qeyri-müəyyənliyi

$$\Delta Chl_{MZ} = \frac{d[Chl_a(NDVI_{mod})]}{d(NDVI_{mod})} \cdot \xi_{NDVI_{mod}} \quad (2)$$

kimi təyin edilmişdir.

Burada $\zeta_{NDVI_{mod}}$ normallaşdırılmış differensial vegetasiya indeksinin orta kvadratik meyletməsidir. Bununla da Chl_a -nın distansion ölçmələrinin entropiyası

$$Ent_{MZ} = \log_2 \left(\frac{Chl_{a.həd}}{\Delta Chl_{MZ}} \right) \quad (3)$$

kimi, Chl_a -nın laborator ölçmələrinin entropiyası isə

$$Ent_{lab} = \log_2 \left(\frac{Chl_{a.həd_{a.max}}}{\Delta Chl_{a.lab}} \right). \quad (4)$$

kimi təyin edilmişdir. Burada $\Delta Chl_{a,MZ}$ – məsafədən ölçmə sisteminin kvant kəmiyyətidir. Ent_{MZ} və Ent_{lab} cəminin maksimumunun F_1 kriteriyası aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$F_1 = \left(\frac{Chl_{a.həd}}{\Delta Chl_{MZ}} \right) \cdot \left(\frac{Chl_{a.max} - Chl_{a.həd}}{\Delta Chl_{a.lab}} \right) \rightarrow max. \quad (5)$$

F_1 funksiyasının $Chl_{həd}$ -ə görə maksimuma çatması üçün

$$Chl_{a.həd.opt} = \frac{Chl_{a.max}}{2} \quad (6)$$

bərabərliyinin ödənilməsi göstərilmişdir. (6) ifadəsindən məlum olmuşdur ki, Chl_a -nın optimal hədd qiyməti $\Delta Chl_{a.lab}$ və $\Delta Chl_{a,MZ}$ kəmiyyətlərindən asılı deyil. Bununla da entropiyaların bərabərliyi kriteriyasına görə $Chl_{ahədd}$ optimal kəmiyyətini tapmaq üçün (3) və (4) ifadələrindən alınmışdır:

$$\frac{Chl_{a.həd}}{\Delta Chl_{a,MZ}} = \frac{Chl_{a.max} - Chl_{a.həd}}{\Delta Chl_{a.lab}}$$

və ya

$$Chl_{a.həd.opt} = \frac{Chl_{a.max}}{1 + \frac{\Delta Chl_{a.lab}}{\Delta Chl_{a,MZ}}}. \quad (7)$$

Bununla da gözləniləndiyi kimi göstərilmişdir ki, $\frac{\Delta Chla_{lab}}{\Delta Chla_{MZ}}$ nisbəti nə qədər böyük olarsa, $Chl_{had.opt}$ qiyməti o qədər kiçik olar.

Beləliklə, dəniz suyunun “a” xlorofili ilə çirklənməsinin geniş diapazonlu ölçücüsünün qurulmasının ümumi konsepsiyası işlənib hazırlanmış, yerüstü-laborator ölçmə rejiminə keçid üçün hədd qiymətinin müəyyənəldirilməsinin səlis tövsiyələri verilmişdir.

Dissertasiyanın **ikinci fəsl**i su təchizatı şəbəkəsinin texnoloji göstəricilərinin spektral və termal metodlarla təyini məsələlərinə həsr edilmiş, spektral qiymətləndirmənin birmənalı olmaması səbəbindən yaranan qeyri-müəyyənliyin aradan qaldırılması üçün kombinə edilmiş spektral optimallaşdırma qiymətləndirmələrindən istifadə təklif olunmuşdur. Sonra həmin fəsildə kənd ərazisində azot və fosfor kimi qidalandırıcı maddələrin səth axınları vasitəsilə əsas su hovuzuna daşınmasının optimal modelinin sintezi məsələsinə baxılmışdır. Əsas su kanalına daşınan üzvü azotun miqdarı

$$N_{org.S} = 0,001 \cdot C_{org.N} \cdot \frac{S}{A_{HRU}} \cdot \varepsilon_{N.sed} \quad (8)$$

kimi, azotla zənginləşmə nisbəti isə

$$\varepsilon_{N.sed} = 0.78 \cdot (C_{sed.S})^{-0,2468}$$

kimi təyin olunmuşdur.

Burada $N_{org.S}$ -əsas su kanalına daşınan azotun miqdarı (κq/ha); $C_{org.N}$ -torpağın 10 mm-lik səth qatında üzvü azotun konsentrasiyası (metrik ton); S -gün ərzində çöküntü maddələrinin miqdarı (metrik ton); A_{HRU} -reaksiya vermənin hidroloji vahidinin (HRU) sahəsi (ha); $C_{sed.S}$ -səthin axınlarında çöküntü maddələrinin konsentrasiyasıdır² ($mg/m_{H_2O}^3$).

Çöküntü kütləsinin tərkibində əsas su kanalına daşınan fosforun miqdarı²(kg/ha)

$$P_{sed.sur} = 0,001 \cdot C_{sed.P} \cdot \frac{S}{A_{HRU}} \cdot \varepsilon_{P.sed} \quad (9)$$

kimi, fosforun zənginləşmə nisbəti isə

² Tiruneh B.A. Modeling water quality using soil and water assessment tool (SWAT)// Environmental System Analysis and Management.A case study in Lake Nalvasha Basin, Kenya. March, 2004.

$$\varepsilon_{N.sed} = 0,78 \cdot (C_{sed.S})^{-0.2468}$$

kimi hesablanmışdır. $C_{sed.P}$ —torpağın 10 mm-lik səth qatındakı çöküntü kütləsində fosforun konsentrasiyası (metrik ton), S -çöküntü kütləsinin gündəlik miqdarı (metrik ton), A_{HRU} -reaksiya vermənin hidroloji vahidinin sahəsi (ha), $C_{sed.S}$ -səthin axınlarında çöküntü maddələrinin konsentrasiyasıdır ($mg/m^3_{H_2O}$).

Bununla da N və P -nin daşınmasının optimallaşdırılmasının model sxemi təqdim edilmiş, $A_{HRU} = \text{const}$ şərti daxilində çöküntü kütləsinin konsentrasiyasının i -ci və j -cu komponentləri üçün aşağıdakı nizamlı çoxluqlar qəbul edilmişdir:

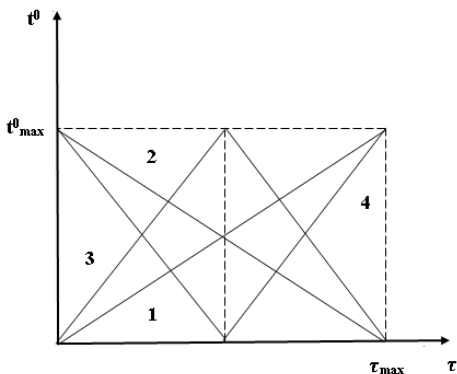
$$C_{sed.S} = \{C_{sed.S_i}\}; C_{N,P} = \{C_{N,P_j}\}; i = \overline{1, n}; j = \overline{1, n} \quad (10)$$

Beləliklə, səth axınlarında çöküntü materiallarının konsentrasiyası ilə, azot və fosforun konsentrasiyası arasındakı $C_{sed.S} = f(C_{N,P})$ optimal asılılığının hesablanması üçün variasiya optimallaşdırma məsələsi həll edilmiş,

$$\int_{C_{sed.S.min}}^{C_{sed.S.max}} f(C_{N,P}) = C$$

məhdudiyyət şərti daxilində məqsəd funksionalı formalaşdırılmış, məsələnin Eyler-Laqranj metodu ilə həlli nəticəsində su hovuzlarının çirklənməsinin orta integral kəmiyyətinin minimuma çatdırılması şərti müəyyənləşdirilmişdir.

Sonra III fəsilə əhaliyə ötürülən suyun tərkibindəki bərk çöküntü hissəciklərinin (TDS) miqdarının minimum olması şərti ilə optimal temperatur rejiminin müəyyənləşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Bu halda sudan istifadənin günün saatlarından asılı olduğu, gün ərzində şəbəkədə suyun temperaturunun dəyişdiyi, orta gündəlik temperaturun isə dəyişməz qaldığı qəbul edilmişdir (şəkil 2).



Şəkil 2. Orta gündəlik temperatur dəyişməz qalmaqla gün ərzində suyun temperaturunun dəyişməsi qrafikləri: 1, 2, 3, 4– t_0 -in dəyişmə variantlarıdır

Məsələnin həlli üçün belə hesab edilmişdir ki, su kəməri şəbəkəsindəki yüklənmələrin tərtibi cari zamanın funksiyasıdır. Bununla da TDS-in gündəlik cari kəmiyyəti qiymətləndirilmiş, yuxarıda göstərilən məhdudiyyət şərtləri daxilində şərtsiz variasiya optimallaşdırma məsələsinin məqsəd funksionalı formalaşdırılmış və onun minimumunun istehlakçılara ötürülən suyun tərkibindəki TDS-in miqdarına uyğun olduğu göstərilmişdir.

Həmin fəslin sonunda “sahil-su hövzəsinin mərkəzi” trassası üzrə bulanıq suda cəm əksətmə radiasiyasının ekstremallıq xassələri tədqiq olunmuşdur. Baxılan halda su hovuzlarının hansı dərinliyində və dərinliklə (z) zəifləmə əmsalı (k) arasındakı hansı əlaqə mövcud olduqda, cəm əksətmə radiasiyasının (R_z) ekstremal qiymət alması məsələsi həll edilmişdir. Bu məqsədlə trassanın suyun bir dərinliyindən digər dərinliyinə keçdiyi hala baxılmış və $R_{z \text{ sum}}$ cəm əksətmə radiasiyasının ekstremum qiymət alması üçün z və k arasındakı əlaqənin forması müəyyənləşdirilmişdir. Baxılan halda z və k göstəricilərinin nizamlı çoxluq təşkil etdiyi qəbul edilmiş və onlar arasında $k=k(z)$ funksional asılılığına baxılmışdır. Bununla da

$$\int_0^{z_m} k(z) dz = C ; \quad C = \text{const.} \quad (11)$$

məhdudiyyət şərti daxilində əksətmə radiasiyasının dərinliyə görə

$$R_z = R_0 \cdot e^{-k(z)z} \quad (12)$$

kimi eksponensial qanunauyğunluqla dəyişdiyini bilərək ($0 \div z_{\max}$) intervalında alınmışdır:

$$R_{z_{sum}} = \int_0^{z_{max}} R_0 \cdot e^{-k(z)z} dz. \quad (13)$$

Beləliklə, (11) və (13) ifadələri əsasında

$$F = \int_0^{z_{max}} R_0 e^{-k(z)z} dz + \gamma \int_0^{z_{max}} k(z) dz \quad (14)$$

şərtsiz variasiya optimallaşdırma funksionalı tərtib edilmiş və

$$k(z) = \frac{1}{z} \ln \frac{R_0 z}{\lambda_0} \quad (15)$$

asıllığı ödənildikdə, F funksionalının minimuma çatdığı göstərilmişdir. Bununla da su hövzəsinin z dərinliyi ilə əks olunan siqnalın k zəifləmə əmsalı arasında (15) qeyri-xətti asılılığı ödənildikdə, sahildən hövzənin dərinliyinə doğru getdikcə cəm əksolunma radiasiyanın minimum qiymət aldığı göstərilmişdir ki, bu da bulanıq su ilə dolmuş hövzənin xüsusiyyətini xarakterizə edir.

Dissertasiyanın **III fəslində** su ehtiyatlarının çirklənmə səviyyəsinin diaqnostikasının yeni metodlarının işlənməsi məsələləri şərh edilmişdir. Su hövzələrinin Ümumdünya Səhiyyə Təşkilatı (ÜST) tərəfindən tövsiyə olunmuş keyfiyyət indeksi və çoxfaktorlu reqressiya qiymətləndirilməsi kimi iki çirklənmə göstəricisi əsasında skalyar çoxhədli formasında təqdim olunan yeni göstərici təklif edilmişdir. Sonra çoxkomponentli çirklənmələrlə xarakterizə olunan su obyektlərinin keyfiyyətinin qiymətləndirilməsi üçün məlum³ suyun keyfiyyət indeksindən (SKI milli sanitariya fondu NSF)

$$SKI_{NSF} = \prod_{i=1}^n P_i^{\alpha_i} \quad (16)$$

istifadə olunmuşdur. Burada P_i – keyfiyyətin i -ci parametri ($1 \div 100$); α_i ($0 \div 1$)- i -ci parametrik çəki əmsalıdır. Fərz edilmişdir ki, su hövzəsi konsentrasiyası P_1 və P_2 olan iki çirkləndirici ilə çirklənmişdir. Onda suyun ümumi çirklənmə səviyyəsi

$$\beta_2 = P_1^{\alpha_1} \cdot P_2^{(1-\alpha_1)}$$

³Finotti A. R., Finkler R., Susin N., Schneider V. E. Use of water quality index as a tool for urban water resources management. 2015.

kimi təyin edilmiş, elə $P_1 = f(P_2)$ funksional asılılığının tapılmasıtələb olunmuşdur ki,

$$\beta_1 = \int_{P_{2min}}^{P_{2max}} f(P_2)^{\alpha} \cdot P_2^{(1-\alpha_1)} dP_2 \quad (17)$$

məqsəd funksionalı ekstremum qiymət alsın. Məsələ Eyler metodu ilə həll edilmiş və məqsəd funksionalının maksimum qiymət alması üçün

$$P_1 = \alpha_2 \sqrt{\frac{2C}{P_2^2}} \text{ asılılığının ödənildiyi göstərilmişdir. Burada } C = \text{const.}$$

Bununla da su hövzəsinin iki komponentli çirklənməsinin qarşısının alınması üçün P_1 və P_2 arasındakı göstərilən asılılığın ödənilməməsinə nail olmaq tövsiyə edilmişdir.

III fəsildə həmçinin içməli suyun bulanıqlığının təyininin iki kriteriyalı metodu təklif edilmiş, turbidimetrik çıxışında işığın intensivliyi

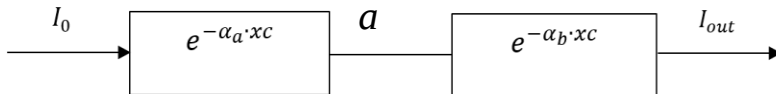
$$I_{out} = I_0 [e^{-\alpha_a \cdot x \cdot c}] \cdot [e^{-\alpha_b \cdot x \cdot c}] \quad (18)$$

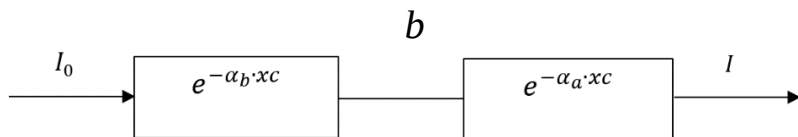
kimi təqdim olunmuşdur. Burada I_0 – girişdəki intensivlik; x – işığın su mühitində keçdiyi yol; c – su nümunəsinin konsentrasiyası; α_a – absorbsiya əmsalı; α_b – səpələmə əmsalıdır.

Əks səpələnən siqnal yüksək olduqda, tədqiqat mühitinin çıxışında siqnalın aşağı olması əsas götürülən suyun bulanıqlığının təyini üçün ekstremal metod təklif edilmişdir. Bu məqsədlə (18) ifadəsi

$$I_{out} = I_0 [e^{-\alpha_a \cdot x \cdot c}] \cdot [e^{-\alpha_b \cdot x \cdot c}] \quad (19)$$

kimi təklif olunmuş və hər iki hal üçün sxematik təqdimat şəkil 3-də verilmişdir.





Şəkil 3. Suyun bulanlılığının təyində işıq intensivliyinin dəyişmə prosedurları:

a) absorbsiya və səpələnmə səbəbindən işıq intensivliyinin zəifləməsi; b) işıq səpələnməmiş hissəsinin udulmaya məruz qalmaması

Bununla da I_0 signalının səpələnən hissəsi

$$I_{scat} = I_0 - e^{-\alpha_b \cdot xc}$$

kimi, cəm signal isə

$$I_{\Sigma_i} = I_{out} + I_{scat}$$

kimi təyin edilmiş və

$$I_{\Sigma_i} = I_0 - I_0 e^{-\alpha_b x} + I_0 [e^{-(\alpha_a + \alpha_b)xc}] \quad (20)$$

şəkildə ifadə olunmuşdur. (20) ifadəsində β_1 və β_2 ($\beta_1 + \beta_2 = 1$) çəki əmsallarını və 1-ci yaxınlaşmada $\alpha_a = \alpha_b$ qəbul etməklə yekun intensivlik

$$I_{\Sigma_i} = \beta_1 I_0 - \beta_1 I_0 e^{-z} + \beta_2 I_0 e^{-2z}; \quad z = \alpha xc \quad (21)$$

kimi hesablanmış,

$$Z = \ln \frac{2\beta_2}{\beta_1}$$

həllində onun ekstremuma malik olduğu göstərilmişdir. Sonra 2-ci tərtib törəməni hesablamaqla

$$\beta_1 < 4\beta_2 e^{-z}$$

şərti ödənildikdə, (21) ifadəsinin minimuma çatdığı əks halda maksimum qiymət aldığı göstərilmişdir. Beləliklə, su nümunələrinin konsentrasiyasının ölçülməsi və çirkləndiricilərin təyini alqoritmi aşağıdakı prosedur mərhələləri əhatə edilmişdir:

– β_{1i} və β_{2i} verildikdə, i -ci dövr üçün (21) signalı formalaşdırılır;

– I_{Σ_i} kəmiyyəti $z_1 = \kappa_0$; $z_2 = \kappa_0 + \Delta\kappa$; $z_3 = \kappa_0 + 2\Delta\kappa$ qiymətləri üçün təyin olunur ($\Delta\kappa$ – qeyd olunmuş kəmiyyət; κ_0 – axtarılan kəmiyyətdir);

– z -in seçilmiş qiymətlərinə görə I_{Σ} ölçülür və ekstremumun olması müəyyənləşdirilir;

– əgər ekstremum varsa, α , x , c -nin qiymətləri təyin edilir;

– ekstremumun xarakteri üzrə

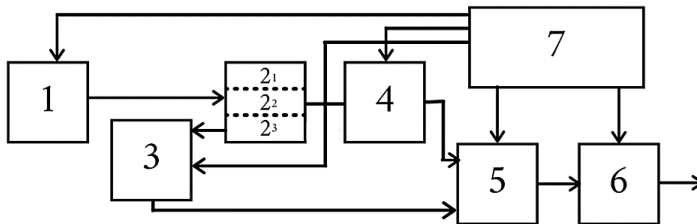
$$\beta_1 < 4\beta_2 e^{-z}$$

şərti yoxlanılır;

– c , x -in məlum qiymətlərinə görə TSS göstəricisi və suyun bulanıqlığı təyin olunur;

– əgər ekstremum aşkar edilməsə, onda növbəti $j=i+1$ addımına keçilir.

Təklif olunan ekstremal metodla suyun bulanıqlığını təyin edən praktiki qurğunun fəaliyyət strukturu şəkil 4-də göstərilmişdir.



Şəkli 4. Suyun bulanıqlığının ölçülməsi qurğusunun fəaliyyət strukturu:

1– işıq mənbəyi; 2– su nümunəsi olan 3ədəd küvet; 3– əksinə səpələnən işığın ölçücüsü; 4– zəiflənmiş işığın ölçücüsü; 5 –ümumi siqnalda ekstremumun aşkarlanması bloku; 6 – qiymətlərin formalaşdırıcısı; 7 – idarəetmə bloku.

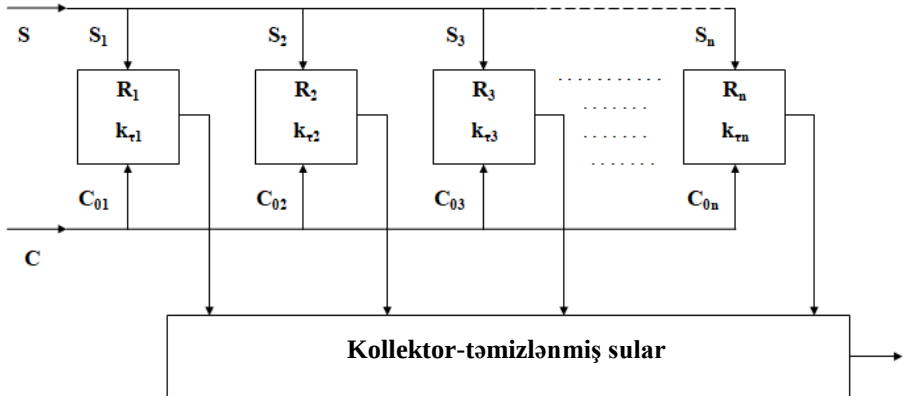
Dissertasiyanın IV fəslə müxtəlif təyinatlı içməli və texniki suların təmizlənməsi metodlarına həsr olunmuşdur. İlk növbədə fotokatalitik prosesdən istifadə etməklə suyun üzvü çirkləndirici maddələrdən təmizlənməsinin multireaktor metodu təklif edilmişdir. Həmin metod

birinci tərtib $\ln\left(\frac{C_0}{C}\right) = -k't$ kinetika tənliyinə əsaslanmış, sonradan $C = C_0 e^{-k't}$ şəklində təqdim olunmuşdur. Burada k' – ilkin reaktivliklə kompaundun (çirkləndiricinin) qalıq konsentrasiyası arasındakı mütənasiblik əmsalı; C – kompaundun qalıq konsentrasiyası; C_0 – kompaundun ilkin konsentrasiyasıdır.

İlkin konsentrasiyanın (C_0) reaktora daxil edilən fotokatalizatorun miqdarından (S) asılılığı $C_0 = f(S)$ kimi, mütənasiblik əmsalının asılılığı isə $k' = \varphi(S)$ kimi təqdim olunmuşdur. Onda reaktorlar şəbəkəsində kompaundların qalıq konsentrasiyalarının cəmi

$$\sum_{i=1}^n C_i \cdot \Delta S = \sum_{i=1}^n f(S_i) e^{-\phi(S)t} \Delta S \quad (23)$$

şəklində ifadə olunmuşdur (şəkil 5). Burada $S_i = S_{i-1} + \Delta t$; $i = \overline{1, n}$; $S_0 = 0$; $\Delta S = \text{const}$.



Şəkil 5. Suyun təmizlənməsinin fotokatalizasiya reaktorlarının ($R_i, i = \overline{1, n}$) strukturu: $S_i (i = \overline{1, n})$ – fotokatalizatorun miqdarı; $C_{0i} (i = \overline{1, n})$ – kompaundun qalıq miqdarı; $K_{\tau i} (i = \overline{1, n})$ – mütənasiblik əmsalıdır.

(23) ifadəsindən sudakı çirkləndirici komponentlərin kəsilməz halda ümumi miqdarı $F = \int_0^{S_{max}} f(S) e^{-\phi(S)t} \cdot ds$ kimi təyin edilmiş fotoaktivləşmiş katalizator ehtiyatlarının $\int_0^{S_{max}} \phi(S) ds = C = \text{const}$

məhdudiyyət şərti daxilində variasiya optimallaşdırma məsələsi həll olunmuşdur.

Bununla da göstərilmişdir ki, $\phi(S) = \frac{1}{t} \ln \frac{f(S) \cdot t}{\lambda}$ həll ödənildikdə, məqsəd funksionalı minimal qiymət alır.

Beləliklə də reaktorlar şəbəkəsinin işinin optimal təşkili zamanı katalizatorların sayının artması fotokatalizin sürətinin artması ilə, həmçinin tədqiq olunan çirklənmiş suyun həcmnin artması ilə müşayiət olunmalıdır.

Sonra həmin fəsilə içməli suyun ozonlaşdırılması prosedurlarına baxılmış, suda “assimilyasiya olunmuş üzvü karbon”un (AOC) mikroorqanizmlərin kəmiyyətinin dəyişməsi əlamətinə görə qiymətləndirilməsinin dolayı metodu şərh edilmişdir.

Fərz edilmişdir ki, ozonlaşdırmadan sonra suda qalan mikroorqanizmlərin miqdarı $N = N_0 - \Delta N_1 - \Delta N_2$ kəmiyyətinə mütənəsbidir.

Burada N_0 – sudakı mikroorqanizmlərin ilkin miqdarı; ΔN_1 – mikroorqanizmlərin AOS-un azalması səbəbindən yaranan itkisi; ΔN_2 – ozonun təsiri ilə mikroorqanizmlərin itkisidir.

Mikroorqanizmlərin deaktivasiyasının Çika-Uatson modelini və kinetik modeli əsas götürərək AOC-un miqdarı analitik ifadə ifadə olunmuş, ozonun konsepsiyasına (C_{O_3}) görə ekstremum müəyyənləşdirilmişdir. Beləliklə, məlum olunmuşdur ki,

$$C_{O_3} = \frac{1}{k_N \cdot \tau} \cdot \left(\sqrt{\frac{N_0 \cdot k_N \cdot \tau}{k_2}} - 1 \right) \quad (24)$$

həlli ödənildikdə, AOC-un miqdarı maksimum olur. Burada k_N – mikroorqanizmlərin deaktivasiya sabiti, τ - ozonlaşmış suyun udma qabiliyyəti, k_2 – sabit ədəddir.

Bununla da göstərilmişdir ki, (24) şərti ilə həyata keçirilən ozonlaşma rejimi qənaətbəxş hesab edilə bilməz və praktikada buna yol verilməməlidir.

Deyilənlər nəzərə alınmaqla ozonlaşdırmanın 2-ci optimallaşdırma məsələsinə baxılmış, mikroorqanizmlərin ilkin miqdarı (N_0) fərqli olan n sayda su mənbələri araşdırılmışdır.

İstifadə olunan ozonun ümumi miqdarı (TOD) ilə N_0 arasında elə qarşılıqlı əlaqənin tapılması tələb olunmuşdur ki, müəyyən məhdudiyyət şərtləri daxilində məqsəd funksionalı ekstremal qiymət alsın. Hesablamalardan müəyyən olmuşdur ki, müxtəlif su mənbələri çoxluğunu ozonlaşdıran zaman istifadə olunan ozonun ümumi miqdarı bütün su kütlələri üzrə N_0 -a mütənasib olaraq paylanmalıdır.

Daha sonra IV fəsildə rezervuar sularının xlorla emalı məsələləri şərh olunmuş, xlorun degradasiya əmsalının məlum ifadəsi ⁴ əsas götürülmüşdür:

$$k = F_{TB}(k_{ev} + k_s + k_{ok}) \cdot \theta^{(T-20)}. \quad (25)$$

Burada k – xlorun T temperaturda degradasiya əmsalı; k_s – fotooksidləşmə prosesinin sürəti; k_{ev} – evaporasiya əmsalı; k_{ok} – xlorun sərbəst radikallarının oksidləşmə sürəti; θ – Arrenius sabiti; F_{TB} – turbulentlik faktorudur.

Elə bir $T=T(t)$ zaman anını tapmaq tələb olunmuşdur ki, rezervuar sularının emalı üçün tələb olunan xlorun miqdarı minimum olsun. Məsələnin həlli üçün birinci tərtib kinetik tənlikdən istifadə olunmuş və

$$\gamma_1 = \int_0^{t_{max}} C_1(t) dt$$

xlorun miqdarının inteqral qiymətinin

$$\gamma_2 = \int_0^{t_{max}} T(t) dt = C = const$$

məhdudiyyət şərti daxilində ekstremumu hesablanmışdır. Göstərilən optimallaşdırma məsələsinin həlli ilə müəyyən olunmuşdur ki,

$$T(t) = 20 + \frac{1}{F_0 \theta_0 t} \ln \frac{F_0 \theta_0 t \cdot C_0}{\lambda_1}$$

ödənildikdə ümumi həcmdə xlor sərfi maksimum qiymət alır.

$$T(t) = 20 + \frac{1}{\ln \theta} \ln \frac{\lambda_2}{(\ln \theta) \cdot t \cdot C_0 \cdot F_0}$$

həlli isə suyun dezinfeksiyasına minimal miqdarda xlor sərf olunacağını göstərir. Burada $F_0 = F_{TB}(k_{ev} + k_s + k_{ok})$;

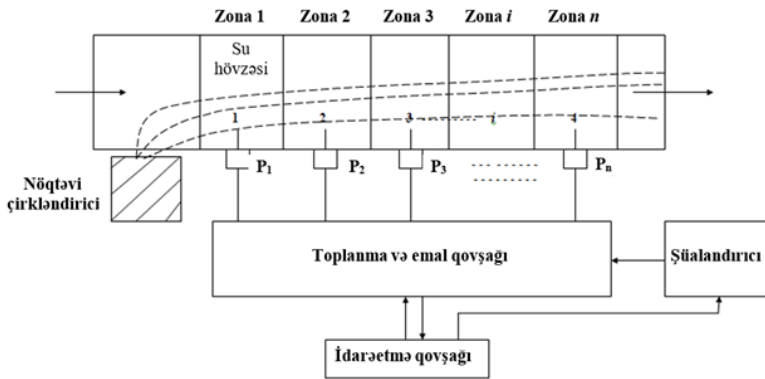
⁴Sarbatly R.H.J., Krishnaiah D. free chlorine residual content within the drinking water distribution system// International Journal of Physical Sciences. August 2007.

C_0 – xlorun ilkin miqdarı, λ_1, λ_2 – məhdudiyyət şərti ilə təyin olunan sabitlərdir.

IV fəslin sonunda dağ-mədən kombinatlarının yaxınlığındakı təbii su hövzələrinin ağır metallarla çirklənməsinə nəzarətin ölçmə kompleksinin qurulmasının elmi-metodiki əsasları şərh edilmişdir.

Bu halda xarici şüalanmalarla həyacanlanmış vəziyyətə gətirilmiş həll olunmuş üzvü maddələrin fluorescent şüalanmasının zəifləməsi prinsipi əsas götürülmüşdür. Fərz edilmişdir ki, su hövzəsi (çaylar, göllər, su anbarları və s.) bir güclü istehsal mənbəyindən çirklənir və ümumi reallaşdırma sxemi şəkil 6-da göstərilən metod təklif edilmişdir. Eyni zamanda formalaşdırılmış komplekslə fluorescent şüalanmanın zəifləmə dərəcəsi arasında aşağıdakı qeyri-xətti əlaqənin olduğu qəbul edilmiş

$$\frac{F_0}{F_0 - F} = \frac{1}{f} \left[\frac{1}{K_m \cdot C_m} + 1 \right] \quad (26)$$



Şəkil 6. Bir güclü mənbədən çirklənmiş su obyektinin çirklənmə səviyyəsinin çoxnöqtəli integral qiymətləndirilmə metodunun reallaşma sxemi

Burada $N_i (i=1, N)$ – müşahidə nöqtələridir və Ştern-Volmer modelindən istifadə olunmuşdur. Burada F – metal ionları olan həll olunmuş üzvü maddələrin fluorescent şüalanması; F_0 – eyni, metal ionları olmayan halda; k_m – sabitlik əmsalı; C_m – metalların

konsentrasiyası; f – metalların təsiri ilə zəifləyən fluorensessiya hissəsidir.

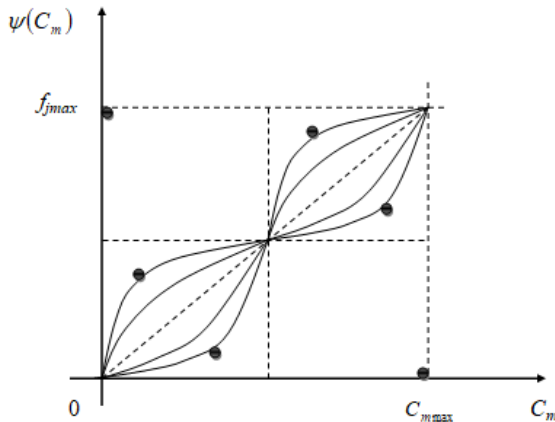
Belə hesab edilmişdir ki, nöqtəvi çirklənmə mənbəyindən uzaqlaşdıqda suda ağır metalların konsentrasiyası da monoton azalır. Ona görə də $F_0 = F_0 - F$ nisbəti əsas informativ parametr kimi götürülmüş və $C_m = \{C_{mi}\}; i = \overline{1, n}$, çoxluğu qəbul edilərək ölçmə kompleksinin fəaliyyətinin $f_j = \psi(C_{mi})$ funksional asılılığı ilə tənzimləndiyi göstərilmişdir. Bununla da

$$\int_0^{C_{m\max}} \psi(C_m) dC_m = C = \text{const} \quad (27)$$

məhdudiyyət şərti qəbul olunmaqla optimallaşdırmanın məqsəd funksionalı

$$\chi = \int_0^{C_{m\max}} \frac{1}{\psi(C_m)} \left[\frac{1}{K_m C_m} + 1 \right] dC_m + \lambda \left[\int_0^{C_{m\max}} \psi(C_m) dC_m - C \right] \quad (28)$$

kimi formalaşdırılmışdır. Burada λ – Laqranj vuruğudur. (27) məhdudiyyət şərtini ödəyən $\psi(C_m)$ funksiyasının bəzi mümkün variantları şəkil 7-də təqdim olunmuşdur.



Şəkil 7. (27) məhdudiyyət şərtini ödəyən $\psi(C_m)$ funksiyasının mümkün variantları

Beləliklə, (27) ifadəsinin sağ tərəfi ilə C_m kəmiyyəti tərs əlaqədə olduğunu nəzərə alaraq elə $\psi(C_m)$ funksiyasını tapmaq tələb olunmuşdur ki, χ məqsəd funksionalı minimum qiymət alsın. Öz növbəsində χ -nin minimum qiyməti γ_i -nin minimumuna, C_{mi} -nin isə maksimum qiymətinə uyğun gəlir. Nəticədə (28) məsələsinin həlli

$$\psi(C_m) = \frac{C \cdot \sqrt{\left[\frac{1}{K_m C_m} + 1 \right]}}{\int_0^{C_{m \max}} \sqrt{\left[\frac{1}{K_m C_m} + 1 \right]} dC_m} \quad (29)$$

kimi alınmışdır. Bununla da (28) həllinin nöqtəvi çirklənmə mənbəyindən su hövzələrinin ağır metallarla çirkləndirilməsinə nəzarəti həyata keçirən ölçü kompleksinin optimal iş rejimini təyin etdiyi göstərilmişdir.

DİSSERTASIYA İŞİNİN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ

1. Təklif olunmuş yeni metodu və konsepsiya əsasında suyun əksətmə göstəricisinin xüsusi dalğa uzunluğunda qiymətinin doğruluğu və dəniz suyunun çirklənmə dərəcəsinin ölçüsünə uyğun olaraq əlavə nəzarət göstəricisinə görə yoxlanıla bilər.

2. Azot (N) və fosforun (P) baş su kanalına daşınmasının minimum olması və həmin maddələrin mənbələrinin çöküntü maddələrinin konsentrasiyasına nəzərən əks qaydada optimal yerləşdirilməsi məsələləri həll edilmişdir. [10, 17]

3. Su təchizatı şəbəkəsinin su kəmərlərində suyun temperaturunun optimal qiymətinin və şəbəkə yüklənmələrinin zamandan asılılıq funksiyasının təyin edilməsi ilə istehlakçılara ötürülən su kütləsində həll olunan maddələrin miqdarını minimuma çatdırılmaq mümkün olur. [11]

5. İşlənmiş iki kriteriyalı optik-elektron ekstremal metodun tətbiqi ilə içməli suyun tutqunluğunun ölçülməsi prosesinin səmərəliliyi yüksəlmiş olur. [18]

6. Suyun fotokatalitik təmizlənməsinin reaktorlar şəbəkəsinin işinin optimal təşkili - katalizatorların miqdarının və fotokatalizin

sürətinin artırılması yolu ilə təmizlənməyə cəlb olunan suyun həcmi artır [12, 13]

7. İki optimallaşdırma məsələsinin həlli yolu ilə su kütləsinin optimal ozonlaşdırılması, xlorlaşdırılması və fotokatalizi məsələləri həll edilməklə sərf olunan xlorun miqdarı dəqiq təyin oluna bilər. [5, 16]

8. Güclü nöqtəvi mənbədən ağır metallarla çirklənmiş su hövzələrinin vəziyyətinə nəzarət-ölçmə kompleksinin iş rejiminin optimallaşdırılması məsələsi həll edilmişdir. [7]

Dissertasiya işinin mövzusunə dair dərc olunmuş elmi əsərlərin siyahısı

1. Джафарова, Б.Л. Исследование экстремальных свойств суммарной отраженной радиации в мутных водоемах по трассе «берег-центр водоема» / Б.Л. Джафарова, А.И. Барков, В.В. Протасов [и др.] // Известия Юго-Западного Государственного университета. Курск: - 2019. Т.9, №4 (33), - с. 197-207.

2. Джафарова, Б.Л. Синтез комбинированных спектральных показателей качества воды для уменьшения неопределённости известных оценок загрязнения водоемов // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение, - 2019. №8(140), - с. 66-70.

3. Джафарова, Б.Л. Новые комбинированные методы диагностики качества воды // Водоочистка, - М.: 2019, №12, с. 38-43.

4. Агаев, Ф.Г., Джафарова, Б.Л., Алиева, А.Дж. Разработка нового метода оценки качества загрязненной воды // Водоснабжение и санитарная техника, - М.: 2020, №2, с. 14-17.

5. Джафарова, Б.Л., Барков, А.Н., Рудакова, В.В. Вопросы оптимизации озонирования питьевой воды // «Актуальные проблемы экологии и охраны труда» Сборник статей XII международной научно-практической конференции. - Курск: - 20 мая, - 2020, - с. 46-52.

6. Джафарова, Б.Л., Алиева, А. Дж. Метод контроля степени загрязнения водобассейнов // Информационные системы и технологии: Достижения и перспективы: Сумгаит: 09 июля -10 июля, 2020, с. 46-48.

7. Агаев, Ф.Г., Джафарова, Б.Л., Тарвердиева, У.Х. Вопросы оценки качества воды водных объектов, характеризующихся значительным многокомпонентным загрязнением // Вестник СВФУ, Серия «Наука о Земле», - 2020. №3, - с. 73-77.

8. Джафарова, Б.Л. Широкодиапазонный наземно-бортовой спектральный метод определения концентрации хлорофилла α в морской воде // Водное хозяйство России: Проблемы, Технологии, Управление. 2020. №3, - с. 39-50.

9. Джафарова, Б.Л. Наземно-Бортовой экстремальный метод контроля степени загрязнения водобассейнов. Водоочистка, - М.: 2020, №9, с. 26-29.

10. Агаев, Ф.Г., Джафарова, Б.Л., Абдурахманова, И.Г. Вопросы оптимизации и контроля загрязненности вод поверхностного стока в сельском хозяйстве // 8-е Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», - Курск: - 28 мая, - 2021, - с. 57-64.

11 Агаев, Ф.Г., Джафарова, Б.Л., Рагимов, Р.М. Исследование оптимального температурного режима подачи питьевой воды с изменяющимся потреблением в сети водоснабжения // Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства, - Баку, - 2021. №4(24), - с. 53-57.

12. Джафарова, Б.Л. Оптимизация мультиреакторного фотокаталитического процесса очистки воды от органических загрязняющих веществ // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. -М.: 2021, №5(161), с. 50-53.

13. Джафарова, Б.Л. Разработка метода мультиреакторной очистки воды от органических загрязняющих веществ с использованием фото каталитического процесса // Автоматизированные системы управления и информационные технологии материалы всероссийской научно-технической конференции. -М.: 2021, Том.1, с.368-374.

14 Асадов, Х.Г., Алиева, А.Дж., Джафарова, Б.Л. Новые метод измерения мутности питьевой воды // Автоматизированные системы управления и информационные

технологии материалы всероссийской научно-технической конференции. –М.: 2021, Том.1, с.375-382.

15. Джафарова, Б.Л. Вопросы оптимального построения комплекса многоточечного контроля и оценки загрязнения водоемов сброса сточных вод горно-обогатительных комбинатов // Контроль. Диагностика, - 2021. Т.24, №9, - с. 48-54.

16. Джафарова, Б.Л. Вопросы оптимизации обработки воды в резервуарах хлором. Водочистка, - М.: - 2021. №11, - с. 33-37.

17. Агаев, Ф.Г. Построение оптимальной модели стока поверхностных вод в водоемы в сельском хозяйстве / Ф.Г.Агаев, Х.Г.Асадов, Б.Л.Джафарова [и др.] // Гидрометеорология и экология, - СПб.: - 2021. №65, - с. 694-701.

18. Асадов, Х.Г., Алиева, А.Дж., Джафарова, Б.Л. Двухкритериальный экстремальный метод определения мутности питьевой воды // Автоматизация и современные технологии. – М.: - 2022, Т 76, №10, - с.453-456.

Həmmüəlliflərlə birgə işlərdə iddiaçının şəxsi fəaliyyəti:

[2,3,8,9,12,13,15,16] – müəllifin sərbəst hazırladığı işlər.

[1,4,5,6,7,10,11,14,17,18] – işlərində müəllif məsələnin qoyuluşunu formalaşdırmış, həll üsulu təklif etmiş, nəticələrin doğruluğunun yoxlanılmasında iştirak etmişdir.

Dissertasiyanın müdafiəsi _____ il tarixində saat ____ Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.04 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1073, Azərbaycan, Bakı şəhəri, H.Cavid prospekti 25. Azərbaycan Texniki Universiteti.

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat “____” _____ 2025-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:
Kağızın formatı: A 5
Həcm: 39095
Tiraj: 100