

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

KƏND TƏSƏRRÜFATI FƏALİYYƏTİ İLƏ ƏLAQƏDAR SAHİL ZONALARINA EKOLOJİ NƏZARƏTİN MƏLUMAT- ÖLÇÜ SİSTEMİNİN İŞLƏNİLMƏSİ

İxtisas: 3337.01 - İnformasiya-ölçmə və idarəetmə
sistemləri (sahələr üzrə)

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Fəlah Fəxrəddin oğlu Quliyev**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2021

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

Elmi rəhbər:

texnika elmləri doktoru, professor
Fəxrəddin Güləli oğlu Ağayev

Rəsmi opponentlər:

AMEA-nın müxbir üzvü ,
texnika elmləri doktoru, professor
İsmayıl Mahmud oğlu İsmayılov
texnika elmləri doktoru, professor
Fazil Həzin oğlu Ələkbərli
texnika elmləri üzrə fəlsəfə doktoru,
dosent
Rauf Arif oğlu Mayılov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.41 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının
sədri:



texnika elmləri doktoru, professor
Vaqif Əlicavad oğlu Qasimov

Dissertasiya şurasının elmi
katibi:



texnika elmləri üzrə fəlsəfə
doktoru, dosent
Vahid Qara oğlu Fərhadov

Elmi səmərəli qardaş



texnika elmləri doktoru,
dosent
Namiq Tahir oğlu Abdullayev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. İntensiv kənd təsərrüfatı (k/t) fəaliyyəti nəticəsində ətraf mühitin, o cümlədən dənizin sahil sularının çirklənməsi suvarma-meliorasiya sistemlərinin istismara yararsız olması, suvarma rejiminin gözlənilməməsi, istehsalın təşkilində elmi cəhətdən əsaslandırılmış emal texnologiyalarının tələblərinə əməl edilməməsi və s. ilə sıx əlaqədardır. İntensiv k/t zonasında daha təhlükəli proseslərə şoranlaşma, torpaqda bataqlıqların yaranması, humusun itməsi və onun fiziki xüsusiyyətlərinin pisləşməsi, çay, göl və dənizlərin tullantı suları ilə çirklənməsi, becərilən torpaq sahələrinin və kanalların qum-çınqıl materialları ilə dolması və s. aid edilir. Bütün bunlar intensiv k/t obyektlərində hasil edilən irriqasiya və drenaj mənşəli tullantı sularının kollektorlarla dənizə axıdılması nəticəsində sahil zonalarının çirklənmə vəziyyətinə ekoloji nəzarətin aparılması və monitoring sisteminin yaradılması zərurətini qarşıya çıxarır.

Hal-hazırda irriqasion-meliorativ monitoring və nəzarət sahəsində həyata keçirilən elmi araşdırmaların əsas vəzifəsi elə əlverişli torpaq, su, hava və qidalandırıcı mühit şəraitinin yaradılmasından ibarətdir ki, bu zaman k/t bitkilərinin genetik məhsuldarlıq potensialı ətraf mühitə, o cümlədən sahil zonalarına ziyan vurmamaq şərti ilə daha tam reallaşdırıla bilsin.

Məlumdur ki, 1500-dən çox maddə suyun çirklənməsinə səbəb olur və səth sularının çirklənməsi prosesi aşağıdakı müxtəlif faktorlarla izah edilir:

- təmizlənməmiş çirkab suların sututarlara və kollektorlara axıdılması;
- zərərli kimyəvi maddələrin atmosfer yağıntıları vasitəsilə sututarlara daxil olması;
- qaz və ya tüstü şəklində tullantıların ətraf mühitə atılması;
- neft və neft məhsullarının, qrunut sularının sızması.

Su ehtiyatlarının azalması fonunda ekoloji sistemlərin və təbii komplekslərin təkamülünün bir-birinə uyğun gəlməməsi baxımından suvarma şəbəkəsinin və suvarma üçün istifadə olunan texniki

vasitələrin təkmilləşdirilməsi, suvarma kanallarının dəniz sahil zonasına nəzarət və monitoring sistemi ilə integrasiya edilmiş menecmentinin aparılması suvarılan təsərrüfatların dayanıqlı inkişaf probleminin həllinə xidmət edən aktual məsələlərdən biridir.

Problemin vəziyyəti. Dünyanın müxtəlif ölkələri üzrə irriqasiya vəziyyətinin təhlili göstərir ki, təbii mühitin texnogen çirklənmə dərəcəsi yalnız suvarma sistemlərinin quraşdırılması zamanı istifadə edilən texniki həllərdən deyil, həmçinin suvarılan landşaft tiplərinin iqlim, torpaq, geoloji faktorlarından və hidroloji şəraitdən də asılıdır. Məsələn, Qərbi Pakistanda suvarılan sahələrin üçdə ikisi təkrar şoranlaşmaya məruz qalır və bu səbəbdən hər il on minlərlə suvarılan torpaq k/t üçün yararsız hesab edilir. Digər bəzi ölkələrdə aparılan təhlillər göstərmişdir ki, torpaqlarda yüksək məhsuldarlıq elə suvarma sistemləri tətbiq edildiyi halda əldə edilir ki, bu sistemlər torpaqda və qrunt sularında olan üzvi mineral birləşmələrin təbii mövcud olan ümumi miqdarının dəyişməsinə səbəb olmasın. Əksər hallarda təbii komplekslərin ekoloji rejiminin pozulma dərəcəsi suvarma üçün istifadə edilən suyun keyfiyyətindən, suvarılan sahələrin drenaj rejimindən asılıdır. İrriqasiya sistemlərinin əksər hallarda istismar müddətinin başa çatması və maliyyə imkanlarının məhdudluğu səbəbindən onların operativ şəkildə yenidən qurulması məsələsini yalnız bahalı texniki həllərin tətbiqi ilə həll etmək o qədər də məqsədəuyğun hesab edilmir. Belə ki, müvafiq tədbirlərin həyata keçirilməsi nəticəsində suyun çirklənməsi, torpağın degradasiyası kimi əlavə problemlər yarana bilər. Bu tip məsələlər suvarılan sahələrin landşaftlarının idarə edilməsi yolu ilə həll edilməlidir.

Elmi cəhətdən əsaslandırılmış konstruktiv və texniki həllər dənizə axıdılan tullantı sularının daşdığı zərərli maddələrin ümumi həcmnin azaldılmasına, öz növbəsində sahil zonalarında ekoloji şəraitin yaxşılaşdırılmasına, istehsal edilən ərzaq məhsullarının ümumi miqdarının artmasına və nəticədə dayanıqlı inkişaf tempinə uyğun ərzaq istehsalı kompleksinin yaranmasına gətirib çıxara bilər.

Dissertasiya işinin məqsədi və məsələləri. Dissertasiya işinin əsas **məqsədi** intensiv kənd təsərrüfatı fəaliyyəti nəticəsində yaranan

çirkli tullantı sularının kollektorlarla dənizə axıdılması nəticəsində sahil suları zonalarında yaranan evtrofikasiya və hipoksiya hallarının qarşısının alınması üçün kompleks ekoloji nəzarət və monitoring sisteminin yaradılmasının elmi-metodoloji və texniki əsaslarının işlənilməsindən ibarətdir.

Əsas məqsədə nail olmaq üçün dissertasiya işində aşağıdakı **məsələlər** qarşıya qoyulmuş və həll edilmişdir:

1. Sahil zonalarında k/t mənşəli tullantı sularının kollektorla dənizə axıdılması nəticəsində baş verən evtrofikasiya və hipoksiya hadisələrinin qarşısının alınması, irriqasiya sistemlərinin səmərəliliyinin artırılması, torpaqların şoranlaşmasının, qrunut sularının çirkənməsinin aradan qaldırılması üçün yerinə yetirilməsi zəruri olan tədbirlərin müəyyənləşdirilməsi.

2. Sahil zonalarında evtrofikasiya hallarına ekoloji nəzarət kompleksinin, o cümlədən sahil sularına və irriqasiya kanallarına nəzarət altsistemlərinin blok-sxemlərinin və fəaliyyət alqoritmlərinin işlənilməsi, ekoloji monitoringdə ölçmə informasiyasının əldə edilməsi prosedurunun optimallaşdırılması.

3. Məlum “Torpaq-bitki-atmosfer” TBA (SVAT) ekoloji modelində bort-ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikalarına münasibətdə çoxkriteriyalı optimallaşdırma metodunun tətbiqinin korrektiliyinin araşdırılması, təsadüfi xətlərin təshih üsulunun işlənilməsi.

4. Dəniz ekosisteminin hidroloji və biokimyəvi tsiklinin tarazlıq vəziyyətinin yeni göstəricisinin formalaşdırılması və duzluluğun ölçülməsi nəticələrinə küləyin sürətinin təsirlərinin qarşılıqlı kompensasiyasının mümkünlüyünün araşdırılması.

5. Dəniz suyunda evtrofikasiya dərəcəsinin müəyyənləşdirilməsi üçün hiperspektral ölçmələrin aparılmasının mümkünlüyünün tədqiqi.

6. Bort ölçmə vasitələrinin adaptiv və ya optimal iş rejiminin təşkili ilə su hövzələrinin monitoring ölçmələrinə meteofaktorların təsirinin nəzərə alınması imkanlarının araşdırılması.

7. Su hövzələri üzərində məsafədən monitorinqi həyata keçirən pilotsuz uçuş aparatları (PUA) qrupunun lazer rabitə kanalının informasiya kriteriyası üzrə optimallaşdırılması.

8. İrriqasiya kanalları yataqlarının relyefinin yüksəklikdən ölçülməsi üçün üç dalğa uzunluqlu lidar ölçmə metodunun işlənilməsi.

Tədqiqat metodikası. Dissertasiya işinin məqsədindən irəli gələn məsələlərin həlli üçün əsasən atmosfer fizikasının, hidrofizikanın, məsafədən zondlama (MZ) nəzəriyyəsinin üsul və metodlarından, integral və diferensial hesablama nəzəriyyəsinin müddəələrindən, variasiya optimallaşdırılması, xətti proqramlaşdırma, cərimə funksiyası metodlarından və s. istifadə edilmişdir. Dissertasiya işi üzrə təklif edilmiş qurğuların laboratoriya sınaqları keçirilmişdir.

Elmi yeniliklər.

1. Torpaqların şoranlaşmasının, qrunut sularının çirkənlənməsinin və nəticədə sahil zonalarında eutrofikasiya və hipoksiya hadisələrinin qarşısının alınması üçün intensiv irriqasiya və drenaj sistemlərində yerinə yetirilməsi nəzərdə tutulan tədbirlər müəyyənləşdirilmişdir.

2. Sahil zonalarında ekoloji nəzarət kompleksinin fəaliyyət blok-sxemi və alqoritmi tərtib edilmiş, kompleksə daxil olan sahil sularına və irriqasiya kanallarına nəzarət altsistemlərinin blok-sxemi işlənilmiş, məlumatın toplanmasının optimal rejimini hesablamağa imkan verən informasiya-ehtiyat kriteriyası təklif edilmişdir. Optimal ekoloji monitorinqin təklif edilən alqoritmini reallaşdıran ikiseqmentli məlumat-toplama sisteminin blok-sxemi işlənilmişdir.

3. Müəyyən edilmişdir ki, məlum TBA modelində bort ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikalarının Pareto mənasında çoxkriteriyalı optimallaşdırılmasından istifadə qeyri-korrektidir və ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikalarına qarşı real tələbləri irəli sürməyə imkan vermir.

4. Dəniz ekosisteminin hidroloji və biokimyəvi tsiklinin tarazlıq vəziyyətinin yeni göstəricisi təklif olunmuş, həmin göstəricinin maksimal qiymət alması şərtləri aşkarlanmış, suyun

duzluluğunun ölçülməsi nəticələrinə müxtəlif işarəli artımların təsirinin qarşılıqlı kompensasiyasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

5. Suyun mineral hissəciklərlə güclü çirkənməsi halında evtrofikasiya dərəcəsinin spektrin “qırmızı zonasının kənarı” oblastında hiperspektrometrik ölçmələrin aparılması ilə müəyyənləşdirilməsinin mümkünlüyü göstərilmiş, iki ölçmə metodu təklif edilmiş, bu metodların birgə istifadəsi üçün alqoritm işlənilmişdir.

6. Göstərilmişdir ki, su hövzələri əraziləri üçün xarakterik olan meteofaktorların bort ölçmə vasitələrinin işinə təsiri bu vasitələrin adaptiv və ya optimal iş rejiminin təşkili ilə nəzərə alınə bilər.

7. PUA-lar qrupunun elementləri arasındakı lazer rabitə kanalının informasiya kriteriyası üzrə optimallaşdırılma nəticələrinə görə optik kanalda siqnalın dalğa uzunluğunun artmasının PUA-lar arasındakı maksimal əldə edilə bilən məsafənin azalmasına səbəb olacağı göstərilmişdir.

8. Relyefin yüksəklikdən müəyyənləşdirilməsi üçün üç dalğa uzunluğunda lidar ölçmələrinin aparılması metodu təklif edilmişdir.

9. Lidar qurğusunun əks olunmuş siqnalının intensivliyinin torpağın rütubətindən asılılığı ilə şərtləndirilən xətasının yer səthinin müxtəlif tip örtükləri üçün vahid məhdudlaşdırıcı şərt ilə xarakterizə olunduğu, cəm xətanın minimal qiyməti və digər rejim parametrləri verildikdə, lidarın xətasının optimal orta qiymətinin hesablanması mümkünlüyü göstərilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.

1. İrriqasiya sistemlərinin səmərəliliyinin artırılması, sahil zonalarında evtrofikasiya və hipoksiya hadisələrinin qarşısının alınması üçün intensiv irriqasiya və drenaj sistemlərində yerinə yetirilməsi zəruri olan tədbirlər.

2. Sahil zonalarında ekoloji nəzarət kompleksinin fəaliyyət alqoritmi, kompleksə daxil olan sahil sularına və irriqasiya kanallarına nəzarət altsistemləri üçün işlənmiş blok-sxem, ekoloji monitorinqdə məlumatın toplanmasının optimal rejimini hesablamaq üçün təklif edilmiş informasiya – ehtiyat kriteriyası.

3. Məlum TBA ekoloji modelində bort ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikalarının Pareto mənasında çoxkriteriyalı optimallaşdırılmasının qeyri-korrektliyi və orta kvadratik cəmin optimallaşdırılması əsasında çəki əmsalının təklif edilən təshih proseduru.

4. Dəniz ekosisteminin hidroloji və biokimyəvi tsiklinin tarazlıq vəziyyətinin təklif edilmiş yeni göstəricisi üçün müəyyənləşdirilmiş ekstremal xüsusiyyətlər. Dəniz suyunun duzluluğunun ölçülməsi nəticələrinə küləyin sürətinin təsirinin qarşılıqlı kompensasiyası metodikası.

5. Suyun güclü çirklənməsi baş verdikdə, evtrofikasiya dərəcəsinin hiperspektrometrik ölçmələrin spektrin “qırmızı zonasının kənarı”nda aparılması ilə müəyyənləşdirilməsinin mümkünlüyü barədə müddəa, müvafiq ölçmə metodunun seçilməsi üçün təklif edilmiş məqsəduyğunluq kriteriyası.

6. Xarakterik meteofaktorların bort ölçmə vasitələrinin işinə təsirinin nəzərə alınması üsulu, PUA-da yerləşdirilmiş skaner tipli infraqırmızı (İQ) radiometrin adaptiv və optimal iş rejimlərini xarakterizə edən tənliklər.

7. Bort ölçmələrini yerinə yetirən PUA qrupunun elementləri arasındakı lazer rabitə kanalının informasiya kriteriyası üzrə optimallaşdırılma nəticələri, siqnalın dalğa uzunluğunun artmasının PUA-lar arasında maksimal əldə edilə bilən məsafənin azalmasına səbəb olması barədə müddəa.

8. Relyefin yüksəklikdən müəyyənləşdirilməsi üçün təklif edilmiş üç dalğa uzunluqlu lidar ölçmə metodu.

9. Lidar qurğusundan əks olunmuş siqnalın intensivliyinin torpağın rütubətindən asılılığı ilə şərtləndirilən xətasının yer səthinin müxtəlif tip örtükləri üçün vahid məhdudiyyət şərti ilə xarakterizə olunması və minimal cəm xətanın alınması haqqında təkliflər.

İşin praktiki əhəmiyyəti.

1. Dəniz sularının evtrofikasiya və hipoksiya hallarına ekoloji monitoring və nəzarət sisteminin yaradılması sahil zonalarında istehsal fəaliyyətinin inkişafına, bu zonalarda istehsal edilən ərzaq məhsullarının keyfiyyətinin artırılmasına, dəniz-atmosfer

sərhəddindən atmosfer vasitəsilə daşınan zərərli maddələrin həcmnin xeyli azalmasına səbəb olar ki, bu da dənizə yaxın zonalarda yerləşən bitki örtüyünün vəziyyətinin xeyli yaxşılaşmasına gətirib çıxarar.

2. İrriqasiya və drenaj kanallarına kompleks ekoloji nəzarət məsələləri bu məqsədlə istifadə olunan sistemlərin səmərəliliyinin yüksəldilməsinə, torpaqların şoranlaşmasının, qrunut sularının çirklənməsinin qarşısının alınmasına səbəb olar.

3. Kompleks ekoloji nəzarət və monitoring sisteminin ayrı-ayrı qovşaq və hissələri (düzluğu ölçən cihaz, su saygacı, temperatur ölçən cihaz və s.) analoji təyinatlı digər sistem və komplekslərin işlənilməsində istifadə edilə bilər.

4. Ekoloji nəzarət və monitoring sisteminin elmi-metodoloji əsaslarının yaradılması sahəsində təklif edilmiş nəzəri işləmələr analoji təyinatlı hidroekoloji məsələlərin həllində geniş istifadə edilə bilər.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin nəticələri aşağıdakı beynəlxalq konfranslarda məruzə edilmiş və müzakirələr aparılmışdır:

- всероссийская научная конференция «Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы», Йошкар-Ола, май, 2012;

- международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск, 2013;

- международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск, 2015.

Nəşr edilmiş əsərlər. Dissertasiya işinin nəticələri üzrə 22 elmi məqalə və konfrans materialları (o cümlədən 14 iş xarici ölkələrdə) dərc edilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya işi girişdən, beş fəsildən, nəticələrdən, 121 sayda istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısından və əlavələrdən ibarətdir. Burada 49 şəkil və 8 cədvəl vardır. Dissertasiyanın məzmununda giriş 10 səhifə olub 18228 işarədən, birinci fəsil 31 səhifə olub 43400 işarədən, ikinci

fəsil 32 səhifə olub 41008 işarədən, üçüncü fəsil 27 səhifə olub 31596 işarədən, dördüncü fəsil 23 səhifə olub 34089 işarədən, beşinci fəsil 33 səhifə olub 44634 işarədən, nəticələr 2 səhifə olub 2872 işarədən və istifadə edilmiş 121 sayda ədəbiyyat siyahısı 13 səhifə olub 23792 işarədən ibarətdir. Dissertasiyanın həcmi 176 səhifə kompüter yazısından ibarət olmaqla, ümumi həcmi 221391 işarəni (istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı istisna edilməklə 23792 işarə) təşkil edir.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Girişdə tədqiq edilən problemin aktuallığı əsaslandırılmış, mövcud vəziyyət təsvir edilmiş, tədqiqatın məqsədi, məsələləri və metodları formalaşdırılmış, işin elmi yeniliyi, müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar, alınmış nəticələrin praktiki əhəmiyyəti, aprobeiası barədə məlumat şərh edilmişdir.

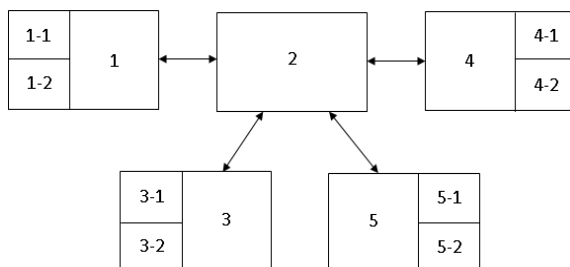
Dissertasiya işinin **birinci fəsl**i intensiv kənd təsərrüfatı fəaliyyəti nəticəsində sahil zonalarının çirklənməsinə ekoloji nəzarət və monitoring sisteminin yaradılması üzrə model tədqiqatlarına həsr edilmişdir. Kollektor kanalları ilə axıdılan irriqasiya və drenaj sularının dəniz ekosisteminə vurduğu zərərli təsirlərin analizi göstərmişdir ki, intensiv kənd təsərrüfatı zonalarından axıdılan tullantı sularının sahil zonalarının çirklənməsindəki payı 70 %-ə çata bilər. Problemin vəziyyəti üzrə aparılmış müqayisəli təhlil göstərmişdir ki, irriqasiya sistemlərinin səmərəliliyinin artırılması, torpaqların şoranlaşması, qrunut sularının çirklənməsi və nəticədə sahil zonalarında baş verən eutrofikasiya və hipoksiya hadisələrinin qarşısının alınması üçü intensiv irriqasiya, drenaj və meliorasiya sistemlərində aşağıdakı tədbirlər yerinə yetirilməlidir:

- irriqasiya kanalları çəkilən sahədə torpaq səthinin yüksək dəqiqliklə səviyyəyə görə düzləndirilməsi;
- irriqasiya kanallarında suyun səviyyəsinə operativ nəzarətin təşkili;

- kiçik miqyaslı, fərdi qaydada nəzarət edilən irriqasiya sistemlərinin yaradılması, mikroirriqasiya sistemlərinə mərkəzləşdirilmiş nəzarətin təşkili;

- irriqasiya sistemində təkmilləşdirilmiş avtomatik hidravlika, telemexanika qurğularının və su sayğaclarının (sərfölçənlərin) quraşdırılması, istifadə edilən və kollektorlara atılan su axınları üzərində uçot və nəzarətin təşkili.

Dəniz sularına və intensiv kənd təsərrüfatı fəaliyyəti zonasında irriqasiya kanallarına nəzarət altsistemlərinin blok-sxemləri, sahil zonalarına ekoloji nəzarət kompleksinin blok-sxemi (şəkil 1) və əməliyyat algoritmi işlənilmişdir.



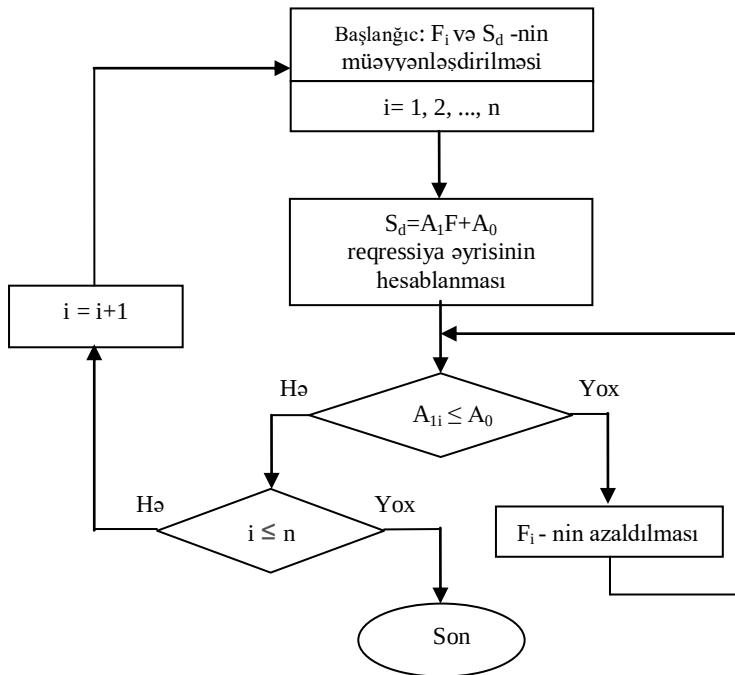
Şəkil 1. Sahil zonalarına ekoloji nəzarət kompleksinin altsistemlərinin struktur quruluşu:

1-meşə massivlərinə nəzarət altsistemi; 2-sahil zonasının kompleks ekoloji nəzarət sisteminin idarəetmə və hesablama altsistemi; 3-irriqasiya sisteminə nəzarət altsistemi; 4-dəniz sularına nəzarət altsistemi; 5-digər çirklənmə mənbələrinə nəzarət altsistemi; 1-1,3-1,4-1,5-1 – kontakt ölçmə altseqmenti; 1-2,3-2,4-2,5-2 – bort ölçmə altseqmenti.

Yerinə yetirilən kompleks ekoloji nəzarətin vahid kriteriyası kimi
$$F = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n V_k \cdot S_k$$
 göstəricisindən istifadə edilməsi təklif olunmuşdur. Burada V_k - gün ərzində dənizə axıdılan suyun həcmi;

S_k - dənizə axıdılan suyun cəm duzluluq dərəcəsi; n - günlərin sayıdır.

K/t mənşəli tullantı sularının dəniz sahil sularının çirklənməsinə təsirini qiymətləndirmək üçün sahil suyunun duzluluğu S_d ilə F arasında reqressiya əlaqəsi $S_d = A_1 F + A_0$ kimi hesablanmış və kompleks nəzarət sisteminə tətbiq edilmiş alqoritmin blok sxemi şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 2. Kompleks nəzarət sisteminin əməliyyat alqoritmi

Təbii və antropogen proseslər səbəbindən sahil zonalarında dəniz sularının, quru ərazinin və atmosferin çirklənməsinin sirkulyasiya prosesləri analiz edilmiş, ekoloji nəzarət və monitoring məqsədilə sahil zonalarında ətraf mühitin bütün komponentlərinin

kompleks ekoloji ölçmələrinin aparılmasının zəruriliyi göstərilmişdir.

Verilmiş peyk məhdudiyyətləri şərti daxilində keçirilən monitorinqin optimal rejimini hesablamağa imkan verən informasiya – resurs kriterisi təklif edilmişdir. Sahil zonasının müxtəlif obyektlərinin kompleks monitorinqinin keçirilməsinin ümumi optimallaşdırma məsələsi formalaşdırılmışdır.

Belə qəbul edilmişdir ki, sahil zonası suyun duzluğundan, meşə massivinin sağlamlığından, torpağın və atmosferin vəziyyətindən və s. ibarət n sayda ölçülən göstəricilərə malikdir. Eyni zamanda qəbul edək ki, baxılan göstəricilərin ölçmə dəqiqliyi müxtəlifdir və i -ci göstərici σ_{Σ_i} cəm xəta ilə ölçülə bilər. Bu halda bütün göstəricilər üçün ölçülən U_0 signalının maksimal qiymətini qeyd edilmiş qiymət kimi götürmək olar. Onda i göstəricisinin ölçülməsində signal/küy nisbətini aşağıdakı kimi təqdim etmək olar:

$$\psi_i = \frac{U_0}{\sigma_{\Sigma_i}}.$$

Hesab edirik ki, i -ci parametrin N_i seçimlərinin sayı ilə ölçülən i -ci parametrin əldə edilmiş xətası arasında əlaqəni xarakterizə edən $\sigma_{\Sigma_i} = f(N_i)$ funksiyası verilmişdir.

Həmçinin, hesab edirik ki, ehtiyat məhdudiyyəti verilmişdir. Bu məhdudiyyət aparılan çöl ölçmələrinə çəkilən xərclərin dəqiq qeyd edilmiş həcmdə olması zərurətini ifadə edir, yəni aşağıdakı şərt ödənilir:

$$\frac{1}{N_m} \int_0^{N_{\max}} f(N) dN = C_1.$$

Burada $C_1 = \text{const}$, $N_{\max}$ - hər hansı bir parametrin ölçmələrində yol verilə bilən ölçmələrin maksimal miqdarıdır.

Optimallaşdırma məsələsinin həlli aşağıdakı şərtlərə aydınlıq gətirməyə imkan vermişdir:

- ehtiyat məhdudiyyət şərti nəzərə alınmaqla sahil zonası göstəricilərinin keçirilən monitorinqində ən yüksək informativ

nəticələrə nail olmağa imkan verən $f(N)$ funksiyasının müəyyənləşdirilməsi;

- ehtiyat məhdudiyyət şərti nəzərə alınmaqla keçirilən kompleks monitoring nəticəsində alınan informasiyanın maksimal miqdarının müəyyənləşdirilməsi.

Baxılan məsələyə aydınlıq gətirmək üçün şərtsiz variasiya optimallaşdırma tənliyi tərtib edilmişdir:

$$M_0 = \int_0^{N_m} N \log_2 \left[\frac{U_0}{f(N)} \right] dN + \lambda \int_0^{N_m} f(N) dN.$$

Burada λ - Lagranj vuruğudur. Həmin funksionalı maksimal qiymətə çatdıran $f_{opt}(N)$ optimal funksiyası Eyler metodu əsasında aşağıdakı kimi hesablanmışdır:

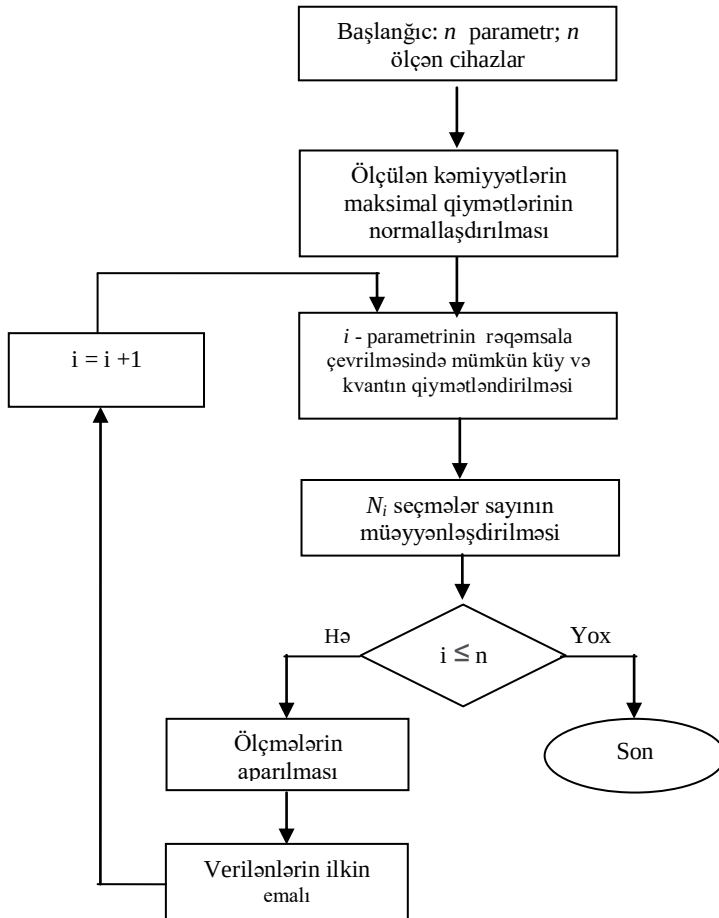
$$f(N) = \frac{2C_2 N}{N_{max}^2} = C_3 N, \quad \text{burada } C_3 = \frac{2C_2}{N_{max}^2}.$$

Aparılan monitoring üçün verilənlərin toplanması alqoritminin blok-sxemi şəkil 3-də göstərilmişdir.

Beləliklə, təklif edilən informasiya kriteriyası sahil zonasının çirklənməsinə ekoloji nəzarət və monitoringin keçirilməsi məqsədilə ölçmə vasitələrinin ixtisaslaşmış kompleksi vasitəsilə aparılan ölçmələrin bütün prosesini optimallaşdırmağa imkan verir.

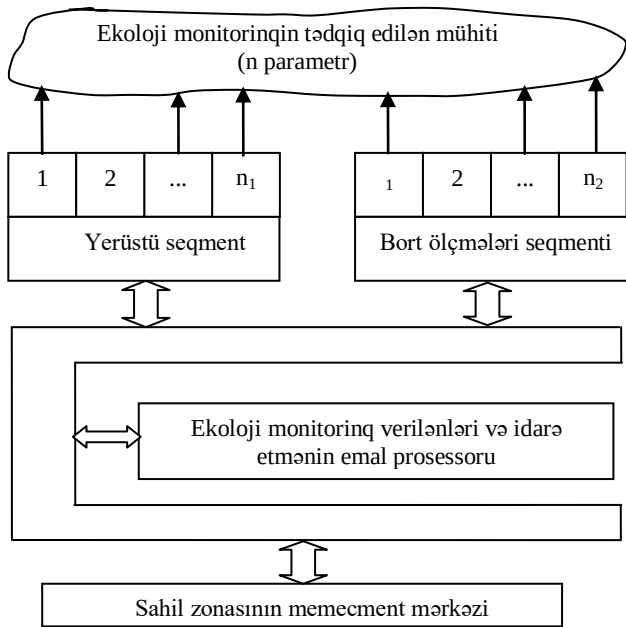
Kompleks ekoloji nəzarət və monitoring ölçmə kompleksinin blok-sxemi şəkil 4-də verilmişdir. Ekoloji monitoringin təklif edilən alqoritminin blok-sxemi, həmçinin sahil zonalarının çirklənməsi üzrə ekoloji monitoringi yerinə yetirilən ikiseqmentli məlumat-toplama sisteminin blok-sxemi işlənilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, məlum TBA (SVAT) modelində ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikalarının Pareto mənasında çoxkriterili optimallaşdırılmasının istifadə edilməsi qeyri-korrektir. Bu isə istifadə edilən ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikalarına qarşı real tələbləri irəli sürməyə imkan vermir.



Şəkil 3. Sahil zonasının ekoloji nəzarət məqsədilə yerüstü-bort ölçmələri məlumatlarının toplanması sisteminin konseptual alqoritminin blok-sxemi

Bort ölçmələri vasitələrinin təsadüfi xətalərinin orta kvadratik cəminin optimizasiyası əsasında istifadə edilən çəki əmsalının təshih edilməsi üçün iterasiya proseduru təklif edilmişdir.



Şəkil 4. Ekoloji nəzarət və monitorinq ölçmə məlumatlarının toplanması kompleksinin blok-sxemi

Dissertasiya işinin **ikinci fəsl** sahil dəniz sularının çirklənmə vəziyyətinin ekoloji monitorinqinin aparılmasının təklif edilən yeni prinsiplərinə həsr olunmuşdur. Dəniz ekosisteminin qlobal hidroloji və biokimyəvi tsiklinin tarazlıq vəziyyətinin yeni göstəricisi təklif edilmiş, həmin göstəricinin maksimal qiymət alması şərtləri müəyyənləşdirilmişdir.

Tarazlıq vəziyyətinin kriteriyası kimi $\gamma = k_1 \cdot SSS \cdot P$ qaydası ilə müəyyən edilən γ multiplikativ göstəricisi təklif edilmişdir. Burada k_1 - sabit əmsal, SSS - dəniz səthində suyun duzluluğu, P - yağıntının miqdarıdır.

Göstərilmişdir ki, aşağıdakı şərtlər ödənildikdə, təklif edilmiş göstərici maksimal qiymət alır:

$$(k_1 \cdot SSS + P)^2 = C^2 = C_1, \text{ burada } C_1 = const;$$

$$P = \frac{C}{2}; \quad 3k_1 \cdot SSS = \frac{C}{2}.$$

Sonra həmin fəsildə SSS parametrinin ölçülmə dəqiqliyinə küləyin təsirinin təhlili aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, küləyin təsiri iki istiqamətdə baş verir: birinci halda küləyin sürəti artdıqca, dəniz səthinin parlaqlıq temperaturu artır; ikinci halda isə küləyin sürəti artdıqca, səth təbəqəsinin SSS göstəricisi azalır.

Göstərilmişdir ki, məlum diaqramlardan (dəniz səthinin temperaturu, dəniz səthində suyun duzluluğu, parlaqlıq temperaturu) istifadə edildikdə, dəniz suyunun duzluluğunun ölçülmə nəticələrinə SSS -in və parlaqlıq temperaturunun külək səbəbindən müxtəlif polyarlıqlı artımlarının təsirinin qarşılıqlı kompensasiyası mümkündür. Dənizin səth suyunun temperaturu və duzluluğunun dəniz üzgəcləri və pilotsuz uçan aparatlardan istifadə etməklə ölçülməsi məsələlərinə baxılmışdır.

Göstərilmişdir ki, müvafiq optimallaşdırma məsələsinin xətti proqramlaşdırma metodu ilə riyazi həlli dəniz üzgəclərinin və PUA-ların optimal sayını müəyyənləşdirməyə imkan verir. Optimal sayda istifadə edilən dəniz üzgəcləri və PUA-ların birgə işi SSS parametrinin bort radiometrik cihazlarla ölçülmə nəticələrinin validasiyası məsələsini minimal xərclərlə həll etməyə imkan verir.

Mövcud faktiki materialın təhlili göstərmişdir ki, suyun asılı vəziyyətdə olan çöküntü hissəcikləri ilə güclü çirklənməsi zamanı qapalı su hövzələrində eutrofikasiya dərəcəsinin müəyyənləşdirilməsi yalnız hiperspektrometrik ölçmələrin spektrin “qırmızı zonanın kənarı” oblastında aparılması yolu ilə mümkündür. Spektrometrik və hiperspektrometrik ölçmə metodundan birgə istifadəni nəzərdə tutan alqoritm və müvafiq ölçmə metodunun seçilməsinin məqsədəuyğunluq kriteriyası təklif edilmişdir.

Qeyd olunmuşdur ki, su hövzələri ərazilərinin ekoloji reabilitasiyası üzrə yerinə yetirilən tədbirlərdən hasil olan gözlənilən təmiz gəlirin dəqiq qiymətləndirilməsi üçün davamlı nəzarət yerinə yetirilməlidir ki, bu məqsədlə PUA-da yerləşdirilmiş məsafədən ölçmə vasitələrindən istifadə edilməsi məqsədəuyğundur.

Göstərilmişdir ki, su hövzələrinin əraziləri üçün xarakterik olan meteofaktorların bort-ölçmə vasitələrinin işinə təsiri bu vasitələrin adaptiv və ya optimal iş rejiminin təşkil edilməsi ilə nəzərə alınə bilər.

PUA-da yerləşdirilmiş skaner tipli infraqırmızı radiometrin optimal iş rejimini xarakterizə edən transsendent tənlik

$$\ln(a_2 - |a_3|h) = \frac{h \cdot |a_3|}{\ln 2(a_2 - |a_3|h)}$$

kimi alınmışdır. Burada h -radiometrin yerləşmə mövqeyinin hündürlüyü, a_2, a_3 - sabitdir.

Dissertasiyanın **üçüncü fəsl**i irriqasiya kanallarının işinin səmərəli təşkili məqsədilə bordda yerləşdirilmiş lidar qurğusu vasitəsilə yer səthinin relyefinə nəzarət məsələlərinə həsr edilmişdir. Bort ölçmələrini yerinə yetirən PUA qrupunun elementləri arasındakı lazer rabitə kanalının informasiya baxımından optimallaşdırılmasının nəticələri göstərmişdir ki, optimal rejimdə optik kanalda siqnalın dalğa uzunluğunun artması PUA-lar arasında maksimal əldə edilə bilən məsafənin zəruri olaraq azalmasına səbəb olur.

Bort ölçmələri aparatlarının yerləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş faydalı yük bölməsinin yol verilə bilən sahəsinin optik siqnalın dalğa uzunluğundan asılılığının tədqiqi göstərmişdir ki, dalğa uzunluğu artdıqca həmin sahənin ölçüsü kiçilir. Eynilə göstərilmişdir ki, homogen tərkibə malik bitki sahələrinin tədqiqi üçün sahil zonalarının lidar ölçmələrinin aparılması ilə daha yüksək informativliyə nail olmaq mümkündür. Bu nəticəyə əsaslanaraq hökm etmək olar ki, sahil zonasının bütün sahəsi homogen altsahələrə bölünməli və ardıcıl olaraq tədqiq edilməlidir. Tədqiq olunan sahənin belə homogenləşdirilməsi sahil zonalarının ekoloji vəziyyətinin tədqiqi üzrə alınmış nəticələrin ümumi informativliyinin yüksəlməsinə imkan verəcəkdir.

Relyefin yüksəklik göstəricilərinin təyini üçün çəkiliş nəticələrinə atmosferin təsirini qarşılıqlı surətdə kompensasiya edən üçdalğalı lidar ölçmə metodu təklif edilmişdir. Təklif edilən metodun riyazi təminatı verilmiş və onu xarakterizə edən invariant nisbət

hesablanmışdır. Hündürlük ölçmələrini yerinə yetirən üçdalğalı lidar sisteminin praktiki reallaşdırılması üçün tövsiyələr verilmişdir.

Göstərilmişdir ki, lidar qurğusunun əks olunmuş siqnalının intensivliyinin torpağın rütubətliyindən asılılığı ilə şərtləndirilən xətası yer səthinin müxtəlif tip örtükləri üçün vahid məhdudlandırıcı şərtlə xarakterizə oluna bilər. Variasiya optimallaşdırma məsələsinin formalaşdırılması və həlli nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, minimal cəm xətanın alınması üçün lidarın qəbul siqnalının intensivliyinin torpağın rütubətlik dərəcəsindən asılı olmaması təmin edilməlidir.

Cəm xətanın minimal qiyməti və digər rejim parametrləri verildikdə, yaxınlıqdakı ərazidəki torpağın rütubətliyindən asılı olaraq lidar xətasının optimal orta qiymətinin hesablanması mümkünlüyü göstərilmişdir.

Dördüncü fəsildə sahil sularına ekoloji nəzarət sisteminin qurğu və qovşaqlarının işlənilməsi məsələsinə baxılmışdır. Suda elektrik keçiriciliyinin dəyişməsinin fiziki prinsipləri əsasında kontakt üsulla dəniz suyunun duzluluğunu ölçən cihazın – “duzluluq ölçən”-in yeni prinsiplial sxemi tərtib edilmişdir.

Turbinli su sərfi sayğaclarının irriqasiya məqsədləri üçün istifadə edilməsi məsələləri araşdırılmış, sayğacın dəqiqlik göstəriciləri ayrılmalı təhlil edilmişdir.

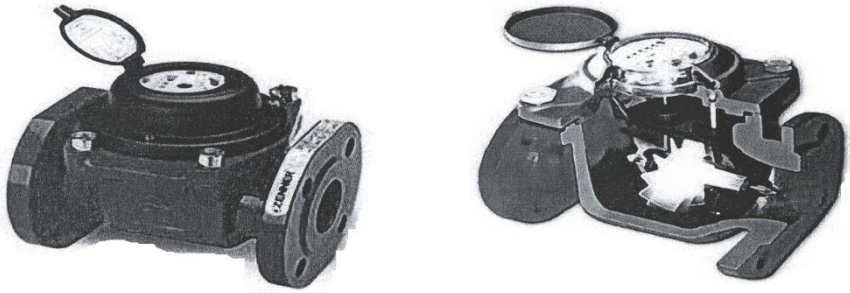
İntensiv kənd təsərrüfatı fəaliyyəti nəticəsində yaranan çirkli irriqasiya və drenaj sularının kollektorlar vasitəsilə dənizə töküldüyü yerlərdə sahil sularının çirklənməsinə kompleks ekoloji nəzarət sisteminin qurulması üçün irriqasiya sistemlərində su sərfinin uçotunun aparılması, əksər ölkələrdə geniş tətbiq edilməkdə olan yüksək dəqiqlikli texnologiyalara müvafiq olaraq irriqasiya və mikroirriqasiya sistemlərində müxtəlif tipli, o cümlədən turbinli su sayğaclarından (sərfölçənlərdən) daha çox istifadə edildiyi vacib şərt kimi göstərilmişdir. Suyun məsrəfini azaltmaq üçün irriqasiya təyinatlı su menecmentinin səmərəliliyinin artırılması əsas məsələlərdən biri kimi araşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, irriqasiya sularının düzgün menecmentinin aparılması istifadə edilən suyun miqdarının müəyyənləşdirilməsinə imkan verir, düzgün seçilmiş və

texniki cəhətdən təkmilləşdirilmiş sayğaclar isə su məsrəfinin ölçülməsi üçün ən dəqiq və asan istifadə edilən vasitələrdən biri hesab olunur.

İrriqasiya məqsədləri üçün iki tip su sayğaclarından istifadə edildiyi göstərilmişdir:

- turbinli sayğaclar;
- pozitiv yerdəyişməsi (displacement) olan su sayğacları.

Sitemin praktiki reallaşdırılması məqsədilə yüksək etibarlılığa və dəqiqliyə malik olan turbinli sayğaclar hazırlanmışdır (şəkil 5).

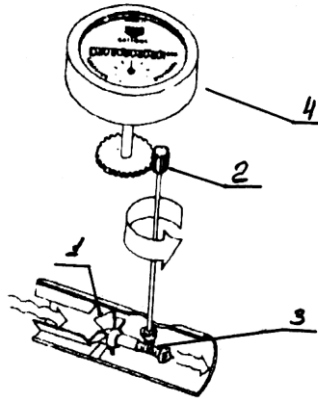


Şəkil 5. Voltman tipli sayğacın ümumi görünüşü

Təklif olunan sayğacın komplektləşdirilməsində rezindən, plastik materialdan və ya metaldan hazırlanmış çoxpərli turbindən istifadə edilmişdir. Göstərilmişdir ki, sayğac işə başlayan andan su axını turbinin fırlanmasına səbəb olur və turbin mexaniki qurğu vasitəsilə cəmləşdirici qurğuya birləşdirildiyindən, keçən suyun miqdarı cəmləşdirici qurğunun indiqatorunda əks olunur (şəkil 6).

Bununla əlaqədar göstərilmişdir ki, irriqasiya məqsədləri üçün sayğacların seçimində və ya layihələndirilməsində suyun keçdiyi borunun diametri, su axınının miqdarı nəzərə alınmalıdır. Suyun axın sürəti kiçik olan halda itkilərin artması ilə əlaqədar sayğacın dəqiqliyi sürətlə azalır, lakin axın sürəti yüksək olduqda, itkilərin artması ilə ölçmə dəqiqliyi daha az kiçilir.

Həmin fəsilə həmçinin, turbinin pərlərinin ölçüsünün borunun



Şəkil 6. Turbinli sayğacın ümumi strukturu:

1- çoxpərli turbin, 2, 3 - ötürmə mexanizmləri, 4 - indiqator

Həmin fəsildə həmçinin, turbinin pərlərinin ölçüsünün borunun diametrinin 50-80 %-ni təşkil etdiyi sayğacın konstruksiyasının əsas xüsusiyyəti kimi göstərilmişdir. Axın sürəti sabit olduqda kiçik pərli sayğaclar, axın sürəti dəyişkən olduqda isə böyük pərli sayğaclar istifadə edilməsi tövsiyə olunmuşdur. Sayğaclar ələ yerləşdirilməlidirlər ki, suyun axınında turbulentlik yaranmasın.

Rezistiv vericilərin müqavimətini impulsun davamiyyəti müddətinə çevirən ölçü çeviricisi işlənilmişdir. Təklif olunan qurğunun məlum olan müqavimət çeviricisi qurğularına nəzərən yüksək dəqiqliyə malik olduğu göstərilmişdir. Bu isə onunla izah edilmişdir ki, impulsun davamətmə müddəti digər təsiredici amillərdən (temperaturun və gərginliyin dəyişməsi) praktiki olaraq asılı deyil.

Düzbucaqlı impulsarı formalaşdıran yüksək stabillikli prinsipial sxemi ilə fərqlənən qurğunun yeni variantı təklif edilmiş, onun impulslarının uzunluğunun mühitin temperaturundan və gərginliyinin dəyişməsindən praktiki olaraq asılı olmadığı müəyyənəşdirilmişdir. Suyun temperaturunun ölçülməsində həmin çeviricidən istifadənin daha səmərəli nəticələr verəcəyi göstərilmişdir.

Dissertasiya işinin **beşinci fəslində** çirklənməyə məruz qalmış sahil zonasının ekoloji nəzarət və monitoring sisteminin qurğu və qovşaqlarının işlənməsi məsələləri ətraflı şərh olunmuşdur. Göstərilmişdir ki, “PUA üzərində Lidar” tipli relyefi ölçmək üçün nəzərdə tutulmuş məlum sistemin yaradılması və istismarının yekun xərclərində zəruri hesab edilən əlavə torpaq işlərinin xərcləri nəzərə alınmamışdır. Ölçmə qurğusunun hazırlanmasına və əlavə torpaq işlərinə çəkilən xərclər şaquli ölçmə xətasından asılı olaraq parafaz qaydada dəyişirlər ki, bu da iqtisadi cəhətdən optimal rejimin yaranmasına səbəb olur.

Göstərilmişdir ki, relyefi ölçən sistemin optimal iş rejimini xarakterizə edən yekun iqtisadi göstərici texniki təkmilləşdirmələr tətbiq edildiyi halda, aralıq iqtisadi göstəricilərin artımlarının müxtəlif çəki əmsalları ilə hesablanmış xətti kombinasiyası qədər dəyişir. Bortda yerləşdirilən şaquli ölçmələr sisteminin iki təkmilləşdirilmiş variantı təklif edilmiş və onlardan birinin seçilməsi üçün iqtisadi kriteriya işlənilib hazırlanmışdır.

Sahil meşə zonalarındakı ağacların hündürlüyünün lazer vasitəsilə ölçülməsinin məlum metodlarının təhlili göstərmişdir ki, belə ölçmələrdə küləyin təsirinin nəzərə alınmaması ağacların külək zamanı şaquli istiqamətdə yerdəyişməsi nəticəsində böyük ölçmə xətalara səbəb ola bilər. Ona görə də ağacların hündürlüyünü ölçmək üçün təkmilləşdirilmiş lazer zondlama metodu təklif edilmişdir. Həmin metoda əsasən əlavə olaraq xüsusi qurğu vasitəsilə küləyin sürətinin müəyyənəşdirilməsi nəzərdə tutulmuşdur ki, bu da son nəticədə ölçmələrin dəqiqliyini artırmağa imkan verir.

Ağacların hündürlüyünün lazer vasitəsilə ölçülməsinin təkmilləşdirilmiş metodunun reallaşdırılması zamanı ölçmələrin iqtisadi səmərəliliyinin yüksəldilməsi şərtinin qrafiki interpretasiyası verilmişdir. Sahil zonalarındakı meşələrin vəziyyətinin qiymətləndirilməsində istifadə olunan iki müxtəlif tipli spektrometrin birgə fəaliyyətinin iqtisadi kriteriya əsasında xətti proqramlaşdırma metodu ilə optimallaşdırılmasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

Kənd təsərrüfatı sahələrində bort ölçmələrinin tətbiqinin iqtisadi effektivliyinin qiymətləndirilməsinin yeni metodikası təklif edilmişdir. Bort ölçmələrinin metod və vasitələrinin tətbiqinin iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsinin mövcud və təklif edilən metodikalarının qarşılıqlı əlaqələri təhlil edilmişdir.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Kənd təsərrüfatı mənşəli tullantı sularının kollektorlarla dənizə axıdılması nəticəsində sahil zonalarında baş verən eutrofikasiya və hipoksiya hadisələrinin qarşısının alınması, torpaqların şoranlaşmasının, qrunut sularının çirklənməsinin aradan qaldırılması məqsədilə irriqasiya və drenaj sistemlərində suyun səviyyəsinə operativ nəzarətin təşkili üçün zəruri olan ölçmə sistemlərinin və tədbirlərin arsenalı müəyyənləşdirilmişdir.

2. Sahil zonalarına, sahil sularına və irriqasiya kanallarına ekoloji nəzarət kompleksinin fəaliyyət blok-sxemi işlənilmiş və əməliyyat alqoritmi tərtib edilmişdir. Zona üzrə monitoring məlumatlarının toplanmasının optimal rejiminin hesablanması üçün təklif edilmiş informasiya – resurs kriteriyası əsasında variasiya optimallaşdırılma məsələsi həll edilmişdir. Optimal ekoloji monitoringin əməliyyat alqoritmi və bu alqoritmi reallaşdıran sistemin blok-sxemi işlənilmişdir.

3. Məlum TBA (SVAT) modelində bort ölçmə vasitələrinin dəqiqlik xarakteristikaları ilə əlaqədar çoxkriteriyalı optimallaşdırma üsulunun tətbiqinin qeyri-korrektliyi göstərilmiş, bort ölçmə vasitələrinin təsadüfi xətlərinin orta kvadratik cəminin optimallaşdırılması əsasında çəki əmsalının təshihə üçün iterasiya proseduru təklif olunmuşdur.

4. Dəniz ekosisteminin hidroloji və biokimyəvi tsiklinin tarazlıq vəziyyəti üçün təklif edilmiş yeni göstəricinin maksimal qiymət alması şərtləri aşkarlanmış, dəniz suyunun duzluluğunun ölçülmə nəticələrinə küləyin sürətinin müxtəlif yönümlü təsirlərinin kompensasiyasının mümkünlüyü göstərilmişdir.

5. Suda mineral hissəciklərin konsentrasiyası yüksək olduqda, evtrofikasiya dərəcəsinin “qırmızı zonanın kənarı”nda hiperspektrometrik ölçmələrlə müəyyənləşdirilməsinin mümkünlüyü göstərilmiş, təklif edilmiş iki ölçmə metodunu birləşdirən alqoritm və müvafiq ölçmə metodunun seçilməsi kriteriyası işlənilmişdir.

6. Müəyyənləşdirilmişdir ki, su hövzələrindəki meteofaktorların bort ölçmə vasitələrinin işinə təsiri bu vasitələrin adaptiv və ya optimal iş rejiminin reallaşdırılması ilə nəzərə alınə bilər. PUA-da yerləşdirilmiş skaner tipli infraqırmızı radiometrin adaptiv və optimal iş rejimlərini xarakterizə edən tənliklər alınmışdır.

7. PUA qrupunun lazer rabitə kanalının informasiya kriteriyası üzrə optimallaşdırılması göstərmişdir ki, optimal rejimdə optik kanalda siqnalın dalğa uzunluğunun artması PUA-lar arasında maksimal əldə edilə bilən məsafənin azalması ilə müşayiət olunur.

8. Relyefin yüksəklikdən müəyyənləşdirilməsi üçün üç dalğa uzunluqlu lidar ölçmə metodu təklif edilmiş, bu metod vasitəsilə ölçmə nəticələrinə atmosferin təsirinin kompensasiya edildiyi göstərilmişdir.

9. Variasiya optimallaşdırma məsələsinin həlli nəticəsində lidarın qəbul siqnalının intensivliyinin torpağın rütubətlik səviyyəsindən asılı olmamasının təmin edilməsi ilə cəm xətanın minimuma endirildiyi müəyyənləşdirilmişdir.

Dissertasiya mövzusu üzrə çap edilmiş işlərin siyahısı

1. Агаев Ф.Г., Бадалов А.З., Гулиев Ф.Ф., Измайллов А.М. Измерительный преобразователь сопротивления термодатчика в частотно-импульсный сигнал // Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, Bakı, 2012, № 1-2 (15), s. 55-58.

2. Quliyev F.F., Abbaslı H.Ü. Elektrik keçiriciliyi əsasında dəniz suyunun duzluluğunu ölçən cihaz // Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, Bakı, 2012, № 1-2 (15), s.59-63.

3. Агаев Ф.Г., Бадалов А.З., Гулиев Ф.Ф., Измайллов А.М. Измерительный преобразователь сопротивления резистивных

датчиков в длительность импульса // Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, Bakı, 2012, № 3 (15), s. 44-48.

4. Quliyev F.F., Mehtiyev Ə.M., Abdurəhmanov N.Ə. Turbinli sayğacların həndəsi kinematik parametrlərinin təyini, Bakı, 2012. - 66 s.

5. Гулиев Ф.Ф. Некоторые вопросы оптимального построения систем экологического мониторинга на базе группы беспилотных летательных аппаратов // Альтернативная энергетика и экология, М., 2012, № 05-06, с. 108-110.

6. Гулиев Ф.Ф. Оптимальное построение систем экологического мониторинга на базе группы беспилотных летательных аппаратов / Труды Всероссийской научно-технической конференции «Биотехнические медицинские и экологические системы и комплексы», Йошкар-Ола, май, 2012, с. 124-127.

7. Агаев Ф.Г., Гулиев Ф.Ф., Асадов Х.Г. Особенности влияния метеорологических параметров на сбалансированность морских экосистем и на результат измерения солености морской воды // Навигация и Гидрография, М., 2012, № 34, с. 79-85.

8. Агаев Ф.Г., Гулиев Ф.Ф. Техничко-экономические вопросы оздоровления экологической ситуации на территориях водных бассейнов с применением средств дистанционного зондирования, размещенных на БПЛА // Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, Bakı, 2012, № 4(15), s. 27-32.

9. Cavadov N.H., Cavadov M.Y., Quliyev F.F., Mehdiyev Ə.M., Abdurəhmanov N.Ə. Axın düzləndiricisində pərin döndərilməsinin turbinli sayğacın statik xarakteristikasına təsiri // Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, Bakı, 2012, cild 4/3, s. 80-84.

10. Гулиев Ф.Ф. Оптимальная организация экологического мониторинга на базе группы беспилотных летательных аппаратов // «Научное приборостроение», С. Петербург, 2012, № 4, т. 22, с. 115-118.

11. Агаев Ф.Г., Гулиев Ф.Ф. Вопросы организации экономически эффективного спутникового мониторинга

состояния лесов // Экономика и управление в машиностроении, 2013, № 1, с. 30-32.

12. Агаев Ф.Г., Гулиев Ф.Ф. Об экономической эффективности применения методов дистанционного зондирования в растениеводстве // «Справочник. Инженерный журнал», М., 2013, № 1, с.49-52.

13. Гулиев Ф.Ф. Экономическая целесообразность использования различных методов и средств дистанционного зондирования для оценки степени эвтрофикации водных бассейнов // Альтернативная энергетика и экология, М., 2013, 05, (I часть) с. 99-102.

14. Гулиев Ф.Ф. Об экономической эффективности лазерного зондирования высоты деревьев в целях оценки углеродного запаса лесов // Альтернативная энергетика и экология, М., 2013, 05, (1 часть) с. 94-98.

15. Гулиев Ф.Ф. Экономическая эффективность использования различных методов и средств дистанционного зондирования степени эвтрофикации водных бассейнов // Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск-2015, с. 52-56.

16. Гулиев Ф.Ф. Оптимизация многоспутниковых изоорбитальных структур дистанционного зондирования окружающей среды по информационно-экономическим критериям // Контроль. Диагностика. 2013, №5, с. 61-64.

17. Агаев Ф.Г., Гулиев Ф.Ф. Усовершенствование методов измерения гидрологических параметров системы «Земля–растительность–атмосфера» // Контроль. Диагностика. М., 2015, № 6, с.66-69.

18. Cavadov N.H., Quliyev F.F., Hübətov M.S., Mehtiyev Ə.M. Turbinli sayğacın dayaqlarının yeyilməyə qarşı davamlılığının tədqiqi. Azərbaycan Mühəndislik Akademiyasının Xəbərləri, Bakı, 2015, № 1(7), s. 57-61.

19. Гулиев Ф.Ф., Махмудова В.Х., Абдуллаева Л.Дж. Подсистема сбора данных аэрокосмического мониторинга для

экологического менеджмента береговых зон / Сборник статей VII международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск-2015, с. 121-126.

20. Кулиев Ф.Ф., Гафаров Н.Г., Джавадов Н.Г., Абдуллаев Н.А. Оптимальное построение трехволновых самолетных лидаров для проведения высокоточных высотных ландшафтных измерений / Сборник статей VII международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск-2015, с. 84-89.

21. Кулиев Ф.Ф., Гафаров Н.Г., Абдуллаев Н.А., Эминов Р.А. Исследование точности системы «Лидар – GPS» при изучении рельефа земной поверхности в целях прокладки трубопровода / Сборник статей VII международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Курск- 2015, с. 89-94.

22. Агаев Ф. Г., Гулиев Ф. Ф. Методика оценки загрязнения крупных прибрежных промышленных городов мелкодисперсным аэрозолем // Известия Азербайджанского Национального Аерокосмического Агенства, Баку, 2018, Т.21 № 4 (21), с.13-17.

Dissertasiyanın müdafiəsi « 10 » sentyabr” 2021-ci il tarixində saat 11⁰⁰ -da Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED2.41 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1073, Bakı, H.Cavid prospekti 25

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Azərbaycan Texniki Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat « 30 » iyul 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 08.07.2021

Kağızın formatı: 60*84^{1/16}

Həcm: 37754

Tiraj: 100

