

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI**

*Əlyazması hüququnda*

**TƏBİİ OBYEKTŁƏRİN VƏ MATERIALLARIN  
TƏDQIQI ÜÇÜN YÜKSƏK İNFORMATİVLİKLİ  
ÇOXFUNKSIONAL FOTOMETRİK ÖLÇMƏ  
SİSTEMLƏRİNİN YARADILMASININ ELMİ-  
METODİKİ ƏSASLARININ İŞLƏNMƏSİ**

İxtisas: 3337.01 – İnformasiya- ölçmə və idarəetmə sistemləri

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Kəmalə Cümşüd qızı Əliyeva**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

**Bakı - 2021**

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

**Elmi rəhbər:** texnika elmləri doktoru, professor  
**Tofiq İbrahim oğlu Süleymanov**

**Rəsmi  
opponentlər:** AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru,  
professor **İsmayıl Mahmud oğlu İsmayilov**  
AMEA-nın müxbir üzvü, texnika elmləri doktoru,  
professor **Əminəğa Bəhmən oğlu Sadıqov**  
Texnika elmləri doktoru,  
professor **Əli Həsən oğlu Nağıyev**

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri:  
texnika elmləri doktoru, professor

  
\_\_\_\_\_


**Vaqif Əlicavad oğlu Qasimov**

Dissertasiya şurasının elmi katibi:  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

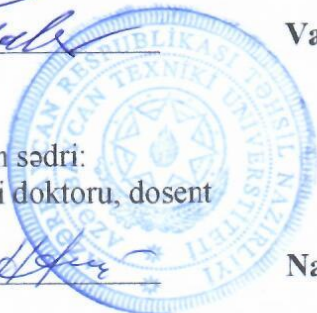
  
\_\_\_\_\_

**Vahid Qara oğlu Fərhadov**

Elmi seminarın sədri:  
texnika elmləri doktoru, dosent

  
\_\_\_\_\_

**Namiq Tahir oğlu Abdullayev**



Dissertasiya işinin müdafiəsi 28 yanvar 2022-ci il tarixində Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə **Azərbaycan Texniki Universitetinin** kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat \_\_\_\_\_ il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb:

Kağızın formatı:A5

Həcmi:27

Tiraj:70

## GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi.** Materialların və konstruksiyaların test sınaqlarının keçirilməsi, qida məhsullarının keyfiyyətinin yoxlanılması, suyun keyfiyyətinin geokimyəvi-spektral analizi, materiallarda olan müxtəlif qarışıqların müəyyənləşdirilməsi və s. sahələrdə operativ ölçmələrin aparılması üçün portativ çöl fotometrlərinin işlənilib hazırlanması vacib və aktual məsələ kimi qarşıya çıxmışdır. Məsələn, qeyri-yaşayış sahələrində içməli su mənbələrinin axtarılıb tapılması problemi həll olunduqdan sonra suyun keyfiyyəti operativ olaraq portativ fotometrik qurğulardan istifadə etməklə qiymətləndirilə bilər. Bu halda tədqiq edilən suyun minerallaşma dərəcəsinin və eləcə də pH göstəricisinin laboratoriya analizinin aparılması üçün çoxsaylı nümunələrin götürülməsinə ehtiyac qalmır. Bu məqsədlə portativ fotometrlərin istifadəsi daha məqsədə uyğundur və bu fotometrlər həmçinin, suyun rənginin və məhluldan keçən işıq şüalarının ölçülməsi yolu ilə suda olan ionların, anion və kationların konsentrasiyasını təyin etməyə imkan verir. Qeyd etməliyik ki, çöl şəraitində analizin aparılmasına çəkilən xərclər laboratoriya şəraitində tələb olunan xərclərdən 10-15 dəfə az olur. Portativ çöl fotometrləri innovativ xüsusiyyətli texniki vasitələr sinfinə aid olmaqla ətraf mühitin, kənd təsərrüfatının və sənayenin müxtəlif sahələrinin genişmiqyaslı sınaqları və monitorinqi üçün də istifadə edilə bilər.

Bitki ekologiyasının müxtəlif məsələlərinin həllində ağac yarpaqlarının və yarpaqlarda xlorofilin miqdarının öyrənilməsi, suyun biokimyəvi tərkibinin və eləcə də vahid sahəyə düşən yarpaq kütləsinin müəyyənləşdirilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Yüksək dəqiqlikli texnologiyalarla təchiz edilmiş təsərrüfat şəbəkəsində xlorofilin miqdarı bitkilərin kronasının (bitki örtüyünün) ölçülməsi üçün istifadə edilən dəyişənlərdən biri kimi tədqiq olunur.

Yarpaqların su tərkibinin monitorinqi bitkilərdə su stressi effektinin olub-olmamasını aşkar etmək üçün yerinə yetirilən vacib əməliyyatlardan biridir. Meşə massivlərinin potensial yanğın təhlükəsinin proqnozlaşdırılması üçün bitkilərin quruluq dərəcəsinin

tədqiqi önəmli amillərdən biri sayılır. Bitkilərdə baş verən fotosintez, qaz mübadiləsi proseslərinin və eləcə də floranın inkişaf səviyyəsinin qiymətləndirilməsi üçün onlarda olan “quru maddənin” miqdarının müəyyənəşdirilməsi vacibdir.

Bitkilərin yuxarıda göstərilən parametrlərinin çöl şəraitində ölçülməsi fotometrik nəzarət və diaqnostika metodlarının tətbiqi ilə yerinə yetirilə bilər. Belə fotometrik qurğular obyekt tərəfindən işığın ötürülməsi və ya əks edilməsi dərəcəsinin ölçülməsi prinsipinə əsaslanır. Məlumdur ki, spektral və dar spektral (süzgəcli) parlaqlıq ölçmələrinə əsaslanan çöl fotometrik qurğuları yalnız ekoloji monitorinq məsələlərinin həlli ilə məhdudlaşmırlar. Belə ölçmə qurğuları eləcə də nəqliyyatda, aviasiya texnikasında, sənayedə, hərbidə və s. sahələrdə aktual hesab edilirlər. Portativ fotometrik sistemlərin inkişafının ümumi tendensiyası onların universallaşmasından, yəni çoxfunksionallığından, daima təkmilləşməsindən və tətbiq edilən ölçmə metodlarının dəqiqliyinin son həddə - laboratoriya ölçmə metodlarının dəqiqliyinə çatacaq qədər artırılmasından ibarətdir. Bütün yuxarıda deyilənlər dissertasiya işinin mövzusunun aktuallığını və bu məqsədlə qarşıya qoyulmuş məsələnin xüsusi əhəmiyyət kəsb etdiyini göstərir.

**Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri.** Dissertasiya işinin əsas məqsədi materialların və təbii obyektlərin keyfiyyətinə spektral nəzarət üçün yüksək informativlikli çoxfunksional fotometrik informasiya-ölçmə sisteminin yaradılmasının elmi-metodiki əsaslarının işlənilməsindən ibarətdir.

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

1. Maksimum informasiya əldə edilməsi kriteriyası əsasında qeyri-bircins obyektlərin fotometrik aktiv zondlama sistemlərinin optimallaşdırılması.

2. Fotometrik sistemin girişinə qoşulmuş nanolifli işıq ötürücüsü ilə bilavasitə təmasda olan xarici mühitin diaqnostikasi prosesinin optimallaşdırılması.

3. Müxtəlif dərəcədə stress-faktorların təsirinə məruz qalmış, spektral xarakteristikalarında rəqabətlik xüsusiyyəti olan qida

məhsullarına yeni fotometrik nəzarət metodunun işlənilməsi.

4. Təbii obyektlərin və materialların xassələrinin tədqiqində yüksək informativ fotometrik ölçmə sistemlərinin yaradılması məqsədilə istifadə edilən interferensiya filtrlərinin tətbiqi, o cümlədən, törəmə spektroskopiyası yanaşması ilə kompozit materialların spektral xassələrinin tədqiqi üçün yüksək dəqiqlikli yeni metodların işlənilməsi.

5. İnterferensiya filtrlərinin buraxma zolaqlarının spektral əyrisinin temperatur dreyfinin aradan qaldırılmasını nəzərdə tutan yeni fotometrik ölçmə metodunun işlənilməsi, fiziki-kimyəvi strukturlarda dinamik dəyişən udma spektrlərinin tədqiqi üçün nəzərdə tutulmuş adaptiv fotometrik sistemlərdə idarə edilən filtrlərin növünün seçilməsi kriteriyasının işlənilməsi.

6. Sistemə elektron idarə olunan maye-kristal filtrin daxil edilməsi ilə interferensiya filtrin buraxma zolağının temperatur sürüşməsinin kompensasiyası metodunun işlənilməsi.

7. Sıqnalın sönmə effektini kompensasiya etməklə lazerlə induksiya edilmiş fluoressent siqnalın analizi əsasında materialların vəziyyətinə nəzarət üsulunun işlənilməsi.

8. Rentgen-fluoressent ölçmə prosedurunun informasiya baxımından optimallaşdırılması, ölçmələrin optimal rejiminin seçilməsi və ölçmə nöqtələri sayının lövhə təbəqəsi qalınlığından asılılıq funksiyasının tədqiqi.

### **Tədqiqat metodları.**

Yerinə yetirilmiş dissertasiya işində aparılan tədqiqatlarda riyazi analizin, informasiya nəzəriyyəsinin, optimallaşdırma nəzəriyyəsinin və spektroskopik analizin üsullarından istifadə edilmiş, fiziki optikanın ölçmələr və xətlər nəzəriyyəsinin əsas müddələri tətbiq edilmiş, xətti proqramlaşdırma, variasiya hesabı kimi optimallaşdırma üsullarından istifadə edilmişdir.

### **Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar.**

1. Qeyri-bircins obyektlərin fotometrik aktiv zondlama sisteminin optimallaşdırılması nəticəsində optimal rejimdə əldə edilən informasiya miqdarının qiymətləndirilməsinin analitik ifadəsi.

2. Fotometrik sistemin girişinə qoşulmuş nanolifli işıq ötürücüsü ilə bilavasitə təmasda olan mühitin diaqnostikasının optimallaşdırılması üçün istifadə edilən optimallıq kriteriyası. Ölçmə traktının maksimal buraxma qabiliyyətini təmin edən təkrar ölçmələrin zəruri sayını hesablamaq üçün təklif edilmiş transsendent tənlik.

3. Müxtəlif dərəcədə stress faktorun təsirinə məruz qalmış, rəqabətlik xüsusiyyətinə malik olan yeyinti materialları üçün təklif edilmiş fotometrik nəzarət metodu və onun reallaşdırılması alqoritm.

4. Fotometrik ölçmə sistemlərinin metroloji göstəricilərinin yüksəldilməsi məqsədi ilə interferensiya filtrlərinin tətbiqinin yeni üsulları və kriteriyaları. İnterferensiya filtrlərinin öz spektral xarakteristikalarını giriş şüalanmasının düşmə bucağından asılı olaraq dəyişməsi xassəsinin kompozit materialların spektral xassələrinin törəmə spektrometriyası metodu ilə tədqiqində istifadə üsulu.

5. Fotometrik sistemin ikili tərkibli interferensiya filtrin bir-birinə kip yerləşmiş buraxma zolaqlarının adaptiv idarə edilməsi yolu ilə süalandırıcıların spektral emissiya ayrılmasının və interferensiya filtrlərinin buraxma zolaqlarının temperatur dreyfinin aradan qaldırılması metodu və dinamik dəyişən udma spektrlərinin tədqiqi məqsədilə nəzərdə tutulmuş adaptiv-fotometrik sistemlərdə istifadə oluna bilən filtrlərin növünün seçilməsi kriteriyası.

6. Sistemə elektron idarə edilən maye-kristal filtrin daxil edilməsi yolu ilə interferensiya filtrin buraxma zolağının temperatur sürüşməsinin kompensasiyası üsulu.

7. Siqnalın sönmə effektinin kompensasiyası nəzərə alınmaqla lazerlə induksiya edilmiş fluorescent analiz əsasında materialların vəziyyətinə nəzarət üsulu.

8. Rentgen fluorescent ölçmə sistemində ölçmələrin sayının lövhə təbəqəsinin qalınlığından asılılıq funksiyasının öz formasına görə ölçülən nöqtələrin sayının təbəqənin qalınlığından asılılıq əyrisinin miqyaslanmış formasını təkrar etməsi haqqında müddəa.



## **Tədqiqatın elmi yeniliyi.**

1. Qeyri-bircins obyektlərin fotometrik aktiv zondlama sisteminin optimallaşdırılması nəticəsində fotometrik nəzarət zamanı informasiya miqdarının qiymətləndirilməsinin analitik ifadəsi alınmışdır.

2. Fotometrik sistemin girişinə qoşulmuş nanolifli işıq ötürücüsü ilə bilavasitə təmasda olan mühitin diaqnostikasının optimallaşdırılması üçün ölçmə traktının maksimal buraxma qabiliyyətini təmin edə biləcək təkrar ölçmələrin zəruri sayını hesablamağa imkan verən transsendent tənlik alınmışdır.

3. Müxtəlif dərəcədə stress-faktorların təsirinə məruz qalmış, rəqabətlik xassəsinə malik olan qida məhsulları üzərində fotometrik nəzarətin yeni metodu təklif edilmiş və bu metodun reallaşdırılması üçün əməliyyat alqoritmi işlənmişdir.

4. Fotometrik ölçmə sistemlərinin metroloji göstəricilərinin yüksəldilməsi məqsədi ilə bu sistemlərdə interferensiya filtrlərinin tətbiqi üzrə yeni üsullar və kriteriyalar təklif edilmişdir. İnterferensiya filtrlərinin öz spektral xarakteristikalarını giriş şüalanmasının düşmə bucağından asılı olaraq dəyişməsi xassəsinin kompozit materialların spektral xassələrinin törəmə spektrometriyası metodu ilə tədqiqinin dəqiqliyini artırmaq məqsədi ilə istifadə edilməsi metodu işlənmişdir.

5. Filtrlərin buraxma zolaqlarının temperatur dreyfinin obyektin spektral emissiya əyrisinin və ikili tərkibə malik olan interferensiya filtrinin bir-birinə kip yerləşmiş buraxma zolaqlarının adaptiv idarə edilməsi yolu ilə aradan qaldırılması metodu təklif edilmiş, fiziki-kimyəvi strukturlarda dinamik dəyişən udma spektrlərinin tədqiqi üçün nəzərdə tutulmuş adaptiv-fotometrik sistemlərdə idarə olunan filtrlərin tipinin seçilməsi kriteriyası işlənmişdir.

6. Sistemə elektron idarə edilən maye-kristal filtrin daxil edilməsi ilə interferensiya filtrinin buraxma zolağının temperatur sürüşməsinin kompensasiyası üsulu işlənmişdir.

7. Sıqnalın sönmə effektinin kompensasiyasını təmin etməklə lazer-induksiyalanmış fluoressent analiz əsasında materialların vəziyyətinə nəzarət üsulu təklif edilmişdir.

8. Rentgen-fluoressent ölçmə prosedurunun informasiya baxımından optimallaşdırılması nəticəsində optimal rejimdə ölçmələrin sayının lövhə təbəqəsinin qalınlığından asılılıq funksiyasının formasına görə ölçülən nöqtələrin sayının təbəqənin qalınlığından asılılığının miqyaslanmış əyrisini təkrar etdiyi göstərilmişdir.

### **Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti.**

1. Qeyri-bircins obyektlərdən kvarts halogen lampaları ilə aktiv zondlama sisteminin optimal iş rejimində əldə edilən informasiya miqdarının qiymətləndirilməsi sahəsində alınmış nəzəri nəticələr bu sahədə istifadə edilən bütün aktiv zondlama sistemlərinin informasiya göstəricilərini optimal iş rejimində qiymətləndirməyə imkan verir.

2. Fotometrik sistemin girişinə qoşulmuş nanolifli işıq ötürücüsü ilə bilavasitə təmasda olan tədqiq edilən mühitin optik diaqnostikasının optimallaşdırılması üçün təklif edilən optimallıq kriterisi və ölçmə traktının maksimal buraxma qabiliyyətini təmin edən təkrar ölçmə seriyasının sayını hesablamaq üçün alınmış transsendent tənlik müvafiq materialların optik xassələrinin diaqnostikasında yeni istiqaməti sayıla bilər.

3. Fotometrik ölçmə sistemlərində interferensiya filtrlərinin metroloji göstəricilərinin yüksəldilməsi üçün təklif edilmiş yeni üsulları o cümlədən:

- bu filtrlərin spektral xarakteristikalarının giriş şüalanmasının düşmə bucağından asılı olaraq dəyişməsi effektinin kompozit materialların törəmə spektrometriyasında tətbiq edilməsinə əsaslanan tədqiqat üsulu;

- ikili tərkibli interferensiya filtrində müvafiq buraxma zolaqlarının bir-birinə kip bitişikli təmin edilməklə buraxma zolaqlarının temperatur dreyfinin aradan qaldırılması metodu və adaptiv fotometrik sistemlərdə udma spektri dinamik dəyişə bildiyi halda filtrin seçilməsi kriterisi;

4. Lazerlə induksiya edilmiş fluorescent şüalanma əsasında materialların vəziyyətinə nəzarətin təkmilləşdirilmiş usulu;

5. Rentgen fluorescent ölçmə sistemində aparılan ölçmələrin texnoloji parametrlərdən asılılıq funksiyasının optimal müəyyən-ləşdirilməsi üzrə əldə edilmiş nəticələr;

6. Dissertasiya tədqiqatlarının böyük praktiki əhəmiyyəti vardır ki, bu aşağıdakı üstünlüklərə izah edilir:

✓ Fotometrik ölçmə qurğularında optik sistemə daxil olan interferensiya filtrlərinin təkmilləşdirilmiş tətbiq üsulları fotometrik və spektral ölçmələri daha dəqiq aparmağa imkan verməklə materialların diaqnostikasının səmərəliliyini daha da artıracaqdır;

✓ müxtəlif obyektlərin (yeyinti və konstruksiya tipli) və materialların diaqnostikası üzrə təklif edilmiş yeni metodikalar həmin materialların düzgün qiymətləndirilməsi üçün yeni imkanlar açır;

✓ Təklif edilmiş yeni fotometrik nəzarət üsulları ətraf mühit obyektlərinin (bitki və su obyektləri) tədqiqi üçün mövcud olan imkanları genişləndirir və aparılan tədqiqat nəticələrinin informativliyini artırır.

**Aprobasiyası və tətbiqi.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri Milli Aerokosmik Agentliyinin Elmi-Tədqiqat Aerokosmik İnformatika İnstitutunun Elmi-Texniki Şurasında, həmçinin aşağıdakı elmi-texniki konfrans və forumlarda müzakirə edilmişdir:

- IX Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука сельскому хозяйству», Россия, Барнаул, 2014;

- VII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии и охраны труда», Россия, Курск, 2015;

- V Международная межвузовская научно-практическая конференция «Просвещение будущего. Значимость основополагающих законов химии, физики, математики в XXI веке», Россия, Великие Луки, 2015;

- X Международная научно-практическая конференция «Аграрная наука сельскому хозяйству», Россия, Барнаул, 2015.

**Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.**  
Dissertasiya işi Müdafiə Sənayesi Nazirliyi Milli Aerokosmik Agentliyinin İnformatika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi.

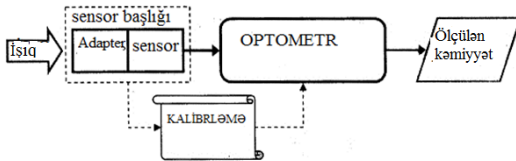
Giriş 16697, I fəsil 45712, II fəsil 35068, III fəsil 39740, IV fəsil 53370 işarədən ibarət olmaqla dissertasiyanın işarələrlə ümumi həcmi 190 587 işarə təşkil edir.

## **İŞİN QISA MƏZMUNU**

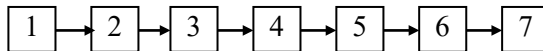
**Girişdə** mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsəd və vəzifələri müəyyənləşdirilmiş, alınan elmi nəticələrin yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti, işin nəticələrinin realizə olunması şərh edilmişdir.

**Birinci fəsil** materialların keyfiyyətinə fotometrik nəzarət sisteminin informativliyinin qiymətləndirilməsinə həsr edilmişdir.

Materialların keyfiyyətinə nəzarət üçün istifadə edilən fotometrik sistemin ümumiləşmiş blok-sxemi (şək.1) və spektrofotometrin ümumi struktur sxemi (şək.2) təqdim edilmişdir.



Şək.1. Fotometrin ümumiləşmiş blok-sxemi



Şək.2. Spektrofotometrin ümumi struktur sxemi: 1-ışıq mənbəyi, 2-kollimator (linzalar), 3-monoxromator, 4-dalğa uzunluğunun selektoru (yarıq), 5-nümunənin məhlulu, 6-detektor, 7-ölçmə qurğusu

Qeyd edilmişdir ki, CCD tipli fotoqəbuledicilərin bəzi çatışmamazlıqları hələ də qalmaqdadır. Spektrofotometrə geniş

istifadə edilən EMCCD (EMCCD-elektron gücləndiricisi olan yük əlaqəli qəbuledici cihaz) tipli fotoqəbuledicidə güclənməyə aid olan uzunmüddətli köhnəlmə effektinin olması takt impulslarının amplitudunun artırılması yolu ilə dövrü korreksiyanın yerinə yetirilməsi zərurətini yaradır. Lakin bu zaman fotoqəbuledicinin bütün fəaliyyət müddəti ərzində sabit saxlanılmalı olan  $G$  (güclənmə əmsalı) parametrinin informasiya baxımından optimal qiymətinin necə seçilməsi sualı cavabsız qalmışdır. Bu məqsədlə EMCCD tipli fotoqəbuledicilər üçün yeni göstəricinin – resurs informasiya tutumu adlı göstəricinin nəzərdən keçirilməsi və tətbiqi təklif olunmuşdur .

Resurs informasiya tutumu ( $F_r$ ) aşağıdakı düsturla təyin edilmişdir:

$$(F_r) = \frac{T_f}{\Delta T} \cdot \log_2 \frac{DR}{\Delta DR}. \quad (1)$$

Burada  $T_f$ -fotoqəbuledicinin iş müddəti,  $DR$ -dinamiki diapazon,  $\Delta T$ -takt müddətidir.

$DR$  göstəricisi  $G$ -nin azalan funksiyasıdır və ilk yaxınlaşmada aşağıdakı kimi təyin edilmişdir:

$$DR = \frac{C_1}{a_1 + G}; \quad C_1 = const, a_1 = const. \quad (2)$$

$G$  öz növbəsində  $T_f$ -in eksponensial azalan funksiyasıdır və ilk yaxınlaşmada aşağıdakı ifadə doğrudur.

$$G = a_2 + a_3 \exp(-a_4 T_f); \quad a_2, a_3, a_4 = const. \quad (3)$$

(2) və (3) ifadələrini nəzərə alsaq,

$$DR = \frac{C_1}{a_5 + a_3 \exp(-a_4 T_f)}; \quad a_5 = a_1 + a_2 \quad (4)$$

olduğunu alarıq.

(1) və (4) ifadələri əsasında alınmışdır:

$$F_r = \frac{T_f}{\Delta T} \cdot \log_2 \frac{C_1 / \Delta DR}{a_5 + a_3 \exp(-a_4 T_f)} \quad (5)$$

$G$ -nin  $G_0$  səviyyəsində stabiləşdirilməsi  $T_f$  kəmiyyətini aşağıda göstərilən ifadə əsasında təyin etməyə imkan vermişdir:

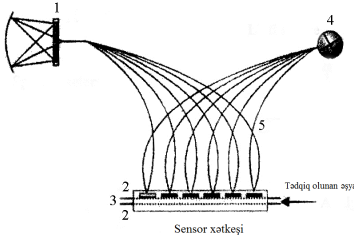
$$T_f = \frac{1}{a_4} \cdot \ln \frac{a_3}{G_0 - a_2}. \quad (6)$$

Deməli, güclənmə  $G_0$  səviyyəsində stabilləşdirildiyi halda EMCCD fotoqəbuledicisinin (5) və (6) düsturları ilə təyin edilən informasiya resursu təmin ediləcəkdir. Beləliklə,  $F_r$ -in (1) düsturuna görə alınan və Şennonun informasiya nəzəriyyəsinə əsasən müvafiq qiyməti  $T_f$  və DR-i birgə xarakterizə edən resurs informasiya göstəricisini nəzərdən keçirməyə imkan verir.

Birinci fəsildə daha sonra qeyri-homogen obyektlərin çoxkanallı məsafədən idarə olunan fotometrik nəzarət sistemlərinin informasiya xüsusiyyətlərinin hədd qiymətləndirilməsi məsələsi nəzərdən keçirilmişdir. Tədqiqat məsələsi aşağıdakı kimi qoyulmuşdur: volfram telli halogen kvars şüalandırıcıların emissiya xarakteristikalarının dreyf nəticəsində yaranan qeyri-müəyyənliyin məsafədən nəzarət sisteminin informativliyinə təsirinin öyrənilməsi və informativliyin qiymətləndirilməsi üçün əsas kəmiyyət göstəriciləri müəyyənləşdirilməlidir. Bu məqsədlə qeyri-bircins obyektlərin məsafədən aktiv fotometrik nəzarət və zondlama sisteminin ümumi blok-sxemi nəzərdən keçirilmişdir.

Nəzərdən keçirilən qeyri-bircins obyekt, spektral xassələrinə görə fərqlənən  $n$  sayda müxtəlif materialların mozaika tipli kombinasiyasından ibarət götürülmüşdür. Bu halda  $i$ -ci materialın  $i$  sayda ( $i=1,2,\dots,n$ ) dalğa uzunluğundan istifadə etməklə tədqiqi tələb olunmuş və dalğa uzunluqları  $\lambda_{sür}=i \cdot \Delta\lambda_{sür}$  kimi müəyyənləşdirilmişdir. Burada  $\lambda_{sür}$ -dalğa uzunluğunun sürüşdürülmüş qiymətidir və belə təyin olunur:  $\lambda_{sür}=\lambda - \lambda_0$ ; belə ki,  $\lambda$ -cari dalğa uzunluğu,  $\lambda_0$ -fiksə edilmiş başlanğıc dalğa uzunluğudur/  $f(\lambda_{sür})$  funksiyasının optimal variantını tapmaq üçün qeyri-şərtsiz variasiya optimallaşdırma funksionalı tərtib edilmiş və Eylər üsulu ilə həll edilərək, optimal  $f(\lambda_{sür})=2c/\lambda_{sür}$  kimi müəyyənləşmişdir. Müvafiq hesabatlar göstərmişdir ki, mozaika tipli qeyri-bircins obyekt üzərində çoxdalğalı fotometrik aktiv nəzarət təşkil edildikdə, bu sistemdən alınan maksimal informasiya miqdarının nisbi qiyməti  $n/2$ -yə bərabərdir.

Daha sonra birinci fəsildə nanoliflərin tətbiqi ilə ətraf mühit xarakteristikalarının fotometrik spektral və nəzarət ölçmələrinin informasiya göstəricilərinin optimallaşdırılması məsələsinə baxılmış, reflektometrik interferensiya spektroskopiyasının texniki realizasiyasının variantı verilmişdir (şək.3).



Şək.3. Reflektometrik-interferometrik spektroskopiya prinsipinin texniki realizasiyası: 1-spektrometr, 2-qarşılıqlı təsirdə olan optik təbəqələr, 3-həssas polimer təbəqəsi, 4-ışığı mənbəyi, 5-ışığı keçirən lif

Çoxsaylı təkrar ölçmələr metodu istifadə edildikdə  $\sigma_{\Sigma}$  yekun küy siqnalının xeyli zəifləməsi və son həddə  $\sigma_{\Sigma} / \sqrt{n}$  ( $n$ -aparılan təkrar ölçmələrin sayıdır) qiymətinə çatması imkanı göstərilmişdir. Digər tərəfdən, flüoressent şüalanmanın ömür müddətinin az olması ölçmə eksperimentinin maksimal qısa müddətdə aparılmasını zəruri etdiyindən, aparılan ölçmələrin optimallaşdırma kriteriyası kimi  $C = M / T$  ( $M$ -formallaşdırılan ölçmə informasiya miqdarıdır) ifadəsi ilə müəyyənləşdirilən buraxıla bilmə qabiliyyəti ( $C$ ) göstəricisindən istifadə edilmişdir. Ölçmələrin dəfələrlə aparılması nəzərə alınarsa, əldə edilən informasiyanın  $C$  göstəricisinin ekstremal qiymət alması

üçün təkrar ölçmələrin  $n$  sayının  $\frac{1}{k+n} \log_2 \psi \sqrt{n} = \frac{1}{2 \cdot n \ln 2}$  transendent tənliyinin həlli ilə tapılması göstərilmişdir. Burada

$$k = \frac{T_0}{T_1}; \psi = \frac{U}{\sigma_{\Sigma}}. U\text{-çıxış siqnalının maksimal qiyməti, } T_0\text{- sistemdə}$$

baş verən ilkin ölçmə çevirmələrinin müddəti (çoxsaylı təkrar ölçmələr istisna edilməklə),  $T_1$  isə  $n$  dəfə təkrar edilən bir ölçmənin müddətidir.

**İkinci fəsildə** homogen və qeyri-homogen materiallara fotometrik nəzarətin bəzi elmi-metodoloji məsələlərinin həlli şərh

edilmiş, materialların keyfiyyətinin tədqiqi üçün fotometrik üsul təklif olunmuşdur.

Vahid kompozit materialı təşkil edən və münaqişə xarakterli optik göstəricilərə malik olan materiallara fotometrik nəzarət məsələsinin ümumi riyazi modeli iki udma əmsalının xətti bürünməsi kimi göstərilmişdir:

$$F_1 = \alpha_1 \cdot m_1(x_1, \lambda) + \alpha_2 \cdot m_2(x_2, \lambda). \quad (8)$$

Burada  $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$ ;  $m_i(x_i, \lambda)$  -*i*-ci materialın konkret baxılan halda buğda məhsulunun absorbsiya əmsalı,  $i=1,2$ ;  $x_i$  - tədqiq edilən materiala təsir edən stress faktordur. Stress faktor dedikdə, göbələk xəstəliyinə tutulma dərəcəsi başa düşülür. Belə materialların udma əmsallarının skalyar xətti bürünməsinin ümumiləşmiş modeli aşağıdakı kimi müəyyənləşdirilmişdir:

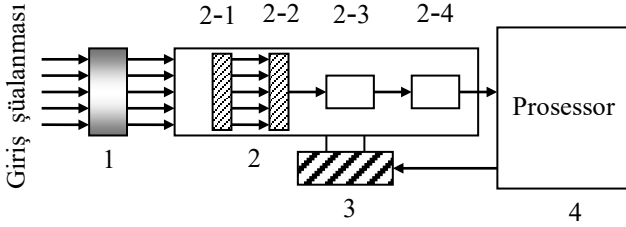
$$F_0 = \alpha_1 \cdot A_1 \cdot e^{-x_1 \lambda} + \alpha_2 \cdot A_2 \cdot e^{x_2 (\lambda - \lambda_0)^2}. \quad (9)$$

Burada  $A_1$  kəmiyyəti  $\lambda=0$  olduqda birinci komponentin udma əmsalının qiyməti,  $A_2$  isə  $\lambda=\lambda_0$  olduqda ikinci komponentin udma əmsalının qiymətidir. Göstərilmişdir ki,  $x_1$  stress faktoru məlum olduqda, (9) ifadəsinin minimal qiymətini təmin edən  $\lambda_{ext}$  dalğa uzunluğunu və  $F_0 \min$  qiymətini eksperimental yolla müəyyənləşdirməklə  $x_2$  stress faktorunu hesablamaq olar. Bu üsul ölçmələrin dəqiqliyini artırmağa imkan verir, belə ki,  $F_0$ -ın minimal qiyməti aşkar edilən halda  $x_2$ -ni maksimal siqnal/küy nisbəti qiyməti şərtləri daxilində yüksək həqiqilik dərəcəsi ilə hesablamaq mümkün olur.

Daha sonra 2-ci fəsilə qarışıq materiallara diferensial spektroskopiyaya metodu əsasında nəzarət üsulu təklif edilmişdir. Bunun üçün interferensiya filtrlərində giriş şüasının normal düşməsi şərtinin pozulması nəticəsində şüanın buraxma zolağının mərkəzi dalğa uzunluğunun və buraxma əmsalının azalması, filtrin buraxma zolağının genişlənməsi nəzərə alınmışdır.

İnterferensiya filtri əsasında qurulmuş absorbsion diferensial spektrometrin funksional sxemi şəkl.4-də verilmişdir.





Şək.4. Diferensial spektrometrin funksional sxemi:

- 1- tədqiq edilən maddə, 2-spektrometr, 2-1-interferensiya filtri,  
 2-2-məhdudlandırıcı, 2-3- fotoqəbuledici, 2-4- gücləndirici,  
 3- spektrometri meyletdirmə və döndərmə qurğusu, 4-processor

“Semrock” interferensiya filtrinın spesifik xüsusiyyətlərinin tətbiqi ilə kompozit materialların törəmə spektroskopiyası metodu əsasında onun komponentlərinin ayrı-ayrılıqda tədqiqinin mümkünlüyü göstərilmişdir.

İkinci fəsildə həmçinin qeyri-homogen səthin generativ əksetmə modelinin iki episkotisterin tətbiqi ilə təkmilləşdirilməsi məsələsinə baxılmışdır. Talbot nəzəriyyəsi əsasında episkotister qismən buraxmaya malik olan homogen səth kimi götürülmüşdür. Həmin nəzəriyyəyə əsasən  $a$  və  $b$  yarıqlı diskdən aşağıda yerləşmiş qeyri-şəffaf səthin iki müxtəlif zonasının əksetmə əmsallarıdırsa, episkotisterin səthinin əksetməsi  $d$   $t_1$ -ə və diskin xaric edilmiş sektorunun ölçüsü  $\alpha$ -ya bərabər olan halda disk kifayət qədər yüksək sürətlə fırlanıqda axromatik rənglərin yekun qarışması aşağıdakı kimi hesablanmışdır:

$$p_1 = \alpha_1 a + (1 - \alpha_1) t_1 ; \quad q_1 = \alpha_1 b + (1 - \alpha_1) t_1. \quad (10)$$

Bununla da Talbotun generativ modelinin aşağıdakı kimi təkmilləşdirilməsi təklif olunmuşdur:

- sektorlarından biri kənarlaşdırılmış qeyri-şəffaf diskin üzərinə ikincinin yerləşdirilməsi və hər ikisinin fırlanma oxlarının üst-üstə düşməsi;

- ikinci əlavə diskin əksetmə əmsalının  $t_2$  və bu diskdən xaric edilmiş sektorun ölçüsünün  $(1 - \alpha_2)$  kimi qiymətləndirilməsi;

-  $V_1$  birinci diskin fırlanma sürəti olarsa, ikinci diskin fırlanma

sürətinin  $V_2 = 2 \cdot V_1$  kimi müəyyənləşdirilməsi.

Baxılan halda (10) ifadələrinə analogi olaraq yekunda alınan  $p_2$ ,  $q_2$  axromatik rənglərinin hesablanması üçün baza formulları təklif olunmuşdur:

$$p_2 = (1 - \alpha_2) \cdot p_1 + \alpha_2 \cdot t_2 ; \quad q_2 = (1 - \alpha_2) \cdot q_1 + \alpha_2 \cdot t_2.$$

Bununla da iki episkotisterin tətbiqi ilə  $p_2$  və  $q_2$  axromatik siqnalların hesablanması üçün metodika təklif edilmişdir. Həmçinin göstərilmişdir ki, fotometriyada qeyri-homogen səthdən əks edilmənin generativ modelinin yaradılmasının praktiki əhəmiyyəti  $\alpha$  və  $t$  parametrlərinin seçilməsi ilə qeyri-homogen obyektin müxtəlif sahələri arasındakı kontrastın model tənzimlənməsi imkanının olmasından ibarətdir.

İkinci fəsildə həmçinin dənizin sahil zonalarında materialların səthinə spektral nəzarətin optimallaşdırılması məsələsinə baxılmışdır. Məsələnin həlli göstərmişdir ki, müxtəlif dəniz və sahil konstruksiya materiallarının səthlərində ayrı-ayrı zərərli qarışıqların aşkar edilməsi üçün spektrometrik diaqnostika zamanı nazik dəniz suyu təbəqəsinin mövcud olması və onun tədqiq edilən səthə təsiri nəzərə alınmalıdır. Qeyd olunmuşdur ki, bu xüsusiyyətlərin nəzərə alınması yüksək rütubətlik şəraitində aparılan diaqnostik nəzarətin ümumi effektivliyini artırma bilər.

**Üçüncü fəsil** fotometrik sistemlərdə interferensiya filtrlərinin və şüalandırıcıların qeyri-stabilliyinin korreksiyası məsələlərinə həsr edilmişdir. Əvvəlcə optik-elektron ölçmə sistemlərində şüalandırıcının emissiya spektrinin sürüşməsinin nəzərə alınması üçün filtrin buraxma zolağının sürüşməsinin adaptiv idarə etmə metodu təklif edilmişdir.

Şüalandırıcının maksimum spektral sürüşməsinin interferensiya filtrlərinin buraxma zolağının adaptiv idarə olunması ilə kompensasiya edilməsini təmin edən optik-elektron sistemin sintezi tədqiqat məsələlərindən biri kimi qarşıya qoyulmuşdur. Şüalandırıcının emissiya spektrinin və interferensiya filtrin buraxma zolağının temperatura görə asinxron sürüşmə effekti səbəbindən yaranan xətalara aradan qaldırmaq üçün göstərilən sistemdə realizə

olunan iki hissədən ibarət interferensiya filtrlərindən istifadə metodu təklif edilmişdir.

Metodun reallaşdırılması üçün aşağıdakı alqoritm təklif edilmişdir:

1. Ölçmə sisteminə daxil olan optik giriş radiasiyası iki bərabər hissəyə bölünür.

2. Giriş optik radiasiyanın birinci hissəsi buraxma zolağı ( $\lambda_1 - \lambda_0$ ) olan birinci interferensiya filtrindən buraxılır.

3. Giriş optik radiasiyanın ikinci hissəsi buraxma zolağı ( $\lambda_0 - \lambda_1$ ) olan ikinci interferensiya filtrindən buraxılır.

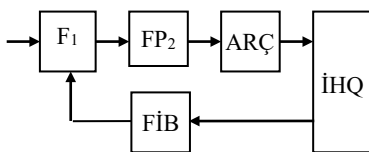
4. Zolaqlı interferensiya filtrlərinin tam identikliyi və buraxma xətlərinin konturlarının simmetrikliliyi şərti daxilində filtrlərin buraxma zolaqlarının və şüalandırıcının emissiya spektrinin temperatura görə sürüşmələrinin sinxronluğu iki optik-elektron kanalda formalaşdırılmış siqnalların bərabərliyi şərti daxilində əldə edilir.

5. İki optik-elektron kanalın siqnallarının bərabərlik şərti pozulduqda, həmin siqnalların bərabərlik şərtinin ödənməsi üçün zolaqlı filtrlərə təsir edən idarəetmə siqnalları yaranır.

Üçüncü fəsilə daha sonra dinamik dəyişən spektral udma əyrilərinin tədqiqi üçün fotometrik sistemlərdə darzolaqlı adaptiv interferensiya filtrlərinin seçilməsi məsələləri təhlil olunmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, absorbsiya spektrinin formasının dinamik dəyişkənliyi ilə xarakterizə edilən fiziki proseslər üzərində zamana görə nəzarət buraxma zolağı tənzimlənən adaptiv fotometrik sistemlərdən istifadə etmək yolu ilə yerinə yetirilə bilər.

Şəx.5-də spektral xarakteristikaları dinamik dəyişən fiziki-kimyəvi proseslərin tədqiqi üçün nəzərdə tutulmuş adaptiv fotometrik sistemin funksional sxemi göstərilmişdir.

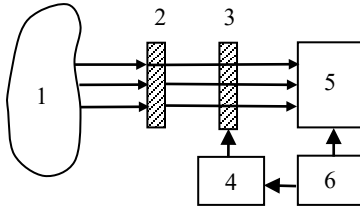


Şəx.5. Adaptiv fotometrik sistemin funksional sxemi:  $F_1$ -idarə olunan darzolaqlı interferensiya filtri,  $FP_2$ -fotoqəbuledici,  $FİB$ -filtrlərin idarəetmə bloku,  $ARÇ$ -analoq-rəqəm çeviricisi,  $İHQ$ -idarəedici-hesablayıcı qurğu

Göstərilmişdir ki, sistemin iş prinsipi  $\lambda_i, (i=1, \dots, n)$  dalğa uzunluqlarında dinamik dəyişən optik siqnalın sorğusunun yerinə yetirilməsindən və elə bir  $\lambda_0$  -ın ədədi yolla tapılmasından ibarətdir ki, bu zaman fotometrin çıxışındakı ekstremal minimal qiymətə malik olsun. Optik siqnalın sorğusu dövrü qaydada dinamik tənzimlənən darzolaqlı filtr vasitəsilə yerinə yetirilmişdir.

Daha sonra həmin fəsilə interferensiya filtrlərinin temperatur dreyfinin kompensasiya olunmasını nəzərdə tutan darzolaqlı spektral fotometrik nəzarət metodu təklif edilmişdir. İnterferensiya filtrlərinin buraxma zolağının mərkəzi dalğa uzunluğunun temperatura görə sürüşməsi onların spesifik çatışmazlığının əsas səbəbi kimi göstərilmişdir.

Korreksiya edilmiş darzolaqlı fotometrik spektral nəzarət sisteminin funksional sxemi tərtib olunmuşdur (şək.6). Həmin sistem obyektin əksətmə spektrindən istifadə etməklə darzolaqlı spektral nəzarət metodu əsasında 1 obyektinin identifikasiyasını yerinə yetirir.



Şək.6. Əksətmə spektri üzrə obyektlərin darzolaqlı nəzarət sisteminin blok-sxemi: 1 - obyekt, 2 - interferensiya filtri, 3 - maye kristallı idarə edilən filtr, 4 - filtrin idarə bloku, 5 - qəbul və işləmə bloku, 6 - idarə bloku

Sistemin optik traktında 2 interferensiya filtrindən əlavə buraxma zolağının temperatura görə sürüşməsini kompensasiya etməyə imkan verən və elektron idarə olunan əlavə 3 filtri yerləşdirilmişdir. Sürüşmənin kompensasiyası üçün metod təklif edilmiş və alqoritm işlənmişdir.

Üçüncü fəslin sonunda fotometrik qurğuların şüalanma mənbələrinin çıxış qeyri-müəyyənliyi təhlil olunmuşdur. Baxılan halda  $d_1$  və  $d_2$  çəki əmsallarının ekspertlər tərəfindən təyin edildiyi və bu zaman aşağıdakı məhdudiyyət şərtlərinin ödənilməsi göstərilmişdir:

$$C_1 \geq d_{11}\sigma^2(y_1) + d_{21}\sigma^2(y_2); \quad C_2 \geq d_{12}\sigma^2(y_1) + d_{22}\sigma^2(y_2);$$

$$C_3 \geq d_{13}\sigma^2(y_1) + d_{23}\sigma^2(y_2).$$

Burada  $C_i, (i = \overline{1,3})$  - təyin edilən məhdudiyətlər,  $d_{ij} (i = \overline{1,2}; j = \overline{1,3})$  - ekspert qiymətləri;  $y_1, y_2 - \lambda_1$  və  $\lambda_2$  dalğa uzunluqlarında olan giriş optik siqnallarının qeyri-müəyyənliyidir.

Məqsəd funksiyası  $F = d_{1,4}\sigma^2(y_1) + d_{2,4}\sigma^2(y_2); \quad d_{1,4} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 d_{1,j} ;$

$d_{2,4} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 d_{2,j}$  kimi ifadə edilmişdir.

Həll edilən optimallaşdırma məsələsinin mahiyyəti  $F$ -in minimal qiymətə çatmasını təmin edən optimal  $\sigma(y_1)$  və  $\sigma(y_2)$  qiymətlərinin tapılmasından ibarət olmuş və xətti proqramlaşdırma məsələsinin qrafik həlli təqdim olunmuşdur.

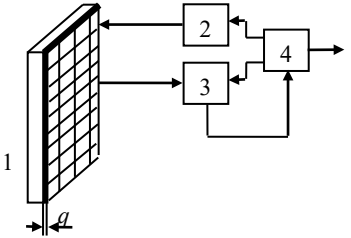
Fəslin sonunda şüalanma intensivliyində qeyri-müəyyənliyin yaranma səbəbləri kimi nümunəvi dayaq mənbəyi cərəyanının, qida mənbəyi dövrəsində olan rezistorun müqavimətinin, şüalandırıcı və qəbuledici arasındakı məsafənin, şüalandırıcının konstruktiv parametrlərinin qeyri-stabilliyi, köhnəlməsi və s. olduğu göstərilmişdir.

**Dördüncü fəsil** materialların keyfiyyətinə fluorescent foto-metrik nəzarət sistemlərinin effektivliyinin artırılması məsələlərinə həsr edilmişdir.

Lazer-induksiya edilmiş fluorescent sistemlərin nəzəri əsaslarına və təcrübi nümunələrinə istinad olunaraq fluoressent siqnalın qısa müddətdə sönməsi fluorescent siqnalın informativ xüsusiyyətlərinin daha tam istifadə edilməsi üçün əsas maneə kimi göstərilmişdir. Bunlar nəzərə alınmaqla yükəlaqəli cihazlar bazasında fluorescent siqnalın sönməsinin kompensasiyasının mümkünlüyü məsələsinə baxılmışdır. Göstərilmişdir ki, inteqrallayıcı fotohəssas qəbuledicilərin müxtəlif inteqrallama rejimlərində tətbiqi ilə prinsipcə informasiyanın qəbul edilməsi müddəti  $T_x$  verilən halda, fluorescent siqnalın sönmə effektinin təsirinin aradan qaldırılması mümkün ola bilər. Daha sonra dördüncü fəsilə lövhələr üzərinə çökdürülmüş metal təbəqəsinin qalınlığının rentgen-fluoressent

spektroskopiya metodu ilə ölçülməsinin optimallaşdırılması məsələsinə baxılmışdır.

Rentgen-fluorescent spektroskopik sistemin blok-sxemi nəzərdən keçirilmişdir (şək.7). Sistemin iş prinsipi aşağıdakı kimi şərh oluna bilər: 4 blokundan verilən komanda əsasında rentgen şüalanması generatoru öz şüası ilə lövhənin üst metal təbəqəsinin molekullarını həyəcanlandırır; metal atomlarının fluorescent şüalanması 3 fotometrik ölçmə qurğusunun girişinə daxil olur; həmin çıxış signalı 4 bloğunun girişinə daxil olur və burada tələb edilən alqoritm realizə edilir.



Şək.7. Rentgen-fluorescent spektroskopik sistemin blok-sxemi: 1-metal təbəqəsi çəkilmiş lövhə, 2-skaner tipli rentgen şüa generatoru, 3-fluorescent signalın fotometrik ölçmə qurğusu, 4-idarəedici hesablayıcı qurğu

Metal təbəqənin qalınlığının ölçülməsinin ümumi qeyri-müəyyənliyi  $\sigma_q$  ayrı-ayrı tərkib hissələrinin həndəsi cəmi kimi göstərilmişdir.

Aparılan ölçmə rejiminin optimallaşdırılması üçün çoxdəfəli təkrar ölçmələr nəzəriyyəsinin məlum nəticəsindən istifadə etməklə

təkrar ölçmələr zamanı yekun orta kvadratik meyl  $\sigma_q(n) = \frac{\sigma_{q_0}}{\sqrt{n}}$  kimi

hesablanmışdır. Metal təbəqəsinin qalınlığı  $q$  olan lövhədə ölçmə nöqtələrinin sayı  $N$ , təbəqə qalınlığı ilə funksional əlaqə  $N=N(q)$  qəbul edilməklə  $n$ -in  $q$ -dən asılılığına qoyulan məhdudiyət şərti

$$\int_0^{q_m} n(q) dq = C_1 \quad (11)$$

kimi nəzərdən keçirilmişdir.

Metal təbəqənin qalınlığı  $q$  olan halda fluorescent signalın maksimal qiyməti  $U_{max}$  kimi işarə edilmiş, onun qeyri-bircinsliyinin tədqiqi üçün qiymətləndirilən informasiya funksionalı aşağıdakı kimi müəyyənləşdirilmişdir:

$$F_1 = \int_0^{q_m} N(q) \cdot l o g_2 \frac{U_{max} \sqrt{n(q)}}{\sigma_{q_0}} dq. \quad (12)$$

$\lambda$  -Laqranj vuruğu olarsa, (7) və (8) ifadələri nəzərə alınmaqla hesablanmışdır:

$$F_2 = F_1 + \lambda \cdot C_1 = \int_0^{q_m} N(q) \cdot l o g_2 \frac{U_{max} \sqrt{n(q)}}{\sigma_{q_0}} dq + \lambda \int_0^{q_m} n(q) dq. \quad (13)$$

Eyler tənliyinə əsasən göstərilmişdir ki,  $n(q)$  optimal funksiyası aşağıdakı şərt daxilində hesablanı bilər:

$$n(q) = \frac{N(q)}{C_1} \cdot \int_0^{q_m} N(q) dq. \quad (14)$$

Deməli, (14) şərti yerinə yetirildikdə, (9) funksionalı ekstremal qiymət alır.

Həmin fəsilə həmçinin qida məhsullarının hiperspektral fluoressent test nəzarəti sisteminin optimallaşdırılması məsələsinə baxılmışdır. Meyvələrin vəziyyətinin hiperspektral fluoressent diaqnostikası üçün nəzərdə tutulmuş avtomatik qurğunun iş rejimi təhlil edilmişdir. Aparılmış təhlil nəticəsində birdəfəli və çoxdəfəli (təkrar) ölçmə rejimlərində fluoressent hiperspektral diaqnostikanın reallaşdırılması üçün baza düsturları alınmışdır.

Dördüncü fəslin sonunda bitkilərin yarpaqlarında xlorofilin miqdarını qiymətləndirmək üçün istifadə olunan fluoressent hiperspektral metodda kompleks indekslərin doğruluğu tədqiq edilmişdir. Burada qarşılıqlı invers kriteriyalar mövcud olan halda və çoxkriteriyalı optimallaşdırmanın yerinə yetirilməsi zəruri olduqda, həm xətti-bürünmə, həm də multiplikativ kompleks çoxkriterial optimallaşdırma metodundan istifadənin mümkünlüyü göstərilmişdir. Qeyd olunmuşdur ki, bu zaman hər iki kompleks kriteriyada optimal nöqtə üst-üstə düşür, lakin xətti-bürünmə kriteriyası optimal nöqtədə maksimuma çatır. Alınmış nəticə bu kriteriyaların bitkilərin stress vəziyyətinin yüksək dəqiqliklə müəyyənəşdirilməsi məqsədilə fluoressent və hiperspektral indekslərin birgə istifadəsinin optimallaşdırılması üçün istifadəsinə imkan verdiyini göstərmişdir.

## ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Fotometrik nəzarət sistemləri vasitəsilə qeyri-bircins obyektlərin optik göstəricilərinin tədqiqində istifadə edilən ölçmə proseduru optimallaşdırılmış, əldə edilən informasiya miqdarının qiymətləndirilməsi üçün yeni düstur təklif edilmişdir.

2. Fotometrik sistemin girişində nanolifli işıq ötürücüsü ilə təmasda olan mühitin diaqnostikası məqsədi ilə ötürücü fotometrik sistemin girişində yerləşdirilmiş və diaqnosikanın optimallaşdırılması üçün kriteriya təklif edilmişdir. Nanolifli işıq ötürücüsünə malik fotometrik sistemin maksimal buraxma qabiliyyətini əldə etmək üçün zəruri olan təkrar ölçmələr sayının hesablanması riyazi ifadəsi alınmışdır.

3. Müxtəlif səviyyələrdə stress faktorunun təsirinə məruz qalan və udma əmsalları əks faza ilə dəyişən qida məhsullarının optik göstəricilərinin ekstremal xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla onlara fotometrik nəzarət metodu və müvafiq alqoritm işlənmişdir.

4. İnterferensiya filtrlərinin giriş şüalanmasının düşmə bucağından asılı olaraq spektral xarakteristikaların dəyişmə qanunauyğunluğu müəyyənləşdirilmiş, bu xassənin törəmə spektroskopiyaya metodu əsasında kompozit materialların spektral xassələrinin təyində dəqiqliyin artırılması üçün istifadə olunma imkanları göstərilmişdir.

5. Dinamik fiziki-kimyəvi proseslərdə dəyişən udma spektrlərinin tədqiqi üçün adaptiv fotometrik sistemlərdə istifadə olunan filtrlərin tipinin seçilməsi kriteriyası təklif edilmişdir.

6. Elektron idarə edilən maye-kristal interferensiya filtrinin buraxma zolağının temperatur sürüşməsinin kompensasiya üsulu işlənmişdir.

7. Lazerlə induksiya edilmiş fluorescent şüalanmanın sönmə effekti kompensasiya edilməklə materialların vəziyyətinə fotometrik nəzarət üsulu təklif olunmuşdur.

8. Rentgen-fluorescent ölçmə proseduru informasiya kriteriyası əsasında optimallaşdırılmışdır. Göstərilmişdir ki, ölçmələr sayının təbəqənin qalınlığından asılılıq funksiyası optimal rejimdə öz



formasına görə ölçülən nöqtələr sayının təbəqə qalınlığından asılılıq funksiyasını təkrarlayır.

**Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı elmi işlərdə dərc edilmişdir:**

1. Алиева К.Дж. Новый метод фотометрического контроля качества материалов // Специальная техника.-2014, №4.- с.35-38.

2. Алиева К.Дж. Способ фотометрического контроля неомогенных материалов по методу дифференциальной спектроскопии // Измерительная техника.- 2014, №10.- с.28-30.

3. Алиева К.Дж. Метод адаптивного смещения полосы пропускания фильтра для учета смещения эмиссионного спектра излучателя в оптико-электронных измерительных системах // Информационно-измерительные системы. - 2014, № 6 (73).- с.118-122.

4. Алиева К.Дж. Оптимизация спектрального контроля поверхности материалов в морских прибрежных зонах // Специальная техника, 2015.- №1.- с.36-38.

5. Алиева К.Дж. Оптимизация спектральных измерений показателей окружающей среды с применением нановолокон / Материалы 5-й Международной межвузовской научно-практической конференции. Великие Луки.- 3-й выпуск.- 2015.- с.93-97.

6. Алиева К.Дж., Пашаев Н.М., Рзаева Г.З. Вопросы оптимального построения систем контроля на базе лазерно-индуцированного флуорисцентного анализа материалов / Сборник статей VII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск.- 2015.- с.25-31.

7 Алиева К.Дж., Джавадов Н.Г., Мамедбейли А.Г. Вопросы оптимизации измерения толщины насажденного металлического слоя на пластинках методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии / Сборник статей VII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и охраны труда». Курск.- 2015.- с.20-25.

8. Алиева К.Дж. Вопросы оптимального построения систем контроля на базе лазерно-индуцированного флуоресцентного анализа материалов // Мониторинг наука и технологии. - 2015. - №1(22). - с.60-64.

9. Сулейманов Т.И., Исмаилов К.Х., Алиева К.Дж., Барков А.Н. Вопросы выбора узкополосных адаптивных интерференционных фильтров в фотометрических системах для исследования динамически изменяемых спектральных кривых поглощений // Известия Юго-Западного Государственного Университета. Курск. - 2014. - №6 (57). - с.78-84.

10. Сулейманов Т.И., Рагимов Р.М., Алиева К.Дж. Метод фотометрического узкополосного спектрального контроля с компенсацией температурного дрейфа интерференционных фильтров // АМАКА-нын Хəбərləri. - Bakı. - 2015. - №1(18). - с.40-46

11. Сулейманов Т.И., Джавадов Н.Г., Алиева К.Дж. Предельная оценка информационных свойств систем многоканального дистанционного контроля неомогенных объектов / Материалы X Международной научно-практической конференции «Аграрная наука-сельскому хозяйству». Россия.- Барнаул. - 2015. книга 2-ая. - с.454-456.

12. Сулейманов Т.И., Рзаев Х.Н., Алиева К.Дж., Джабраилов Х.С. Усовершенствование генеративной модели отражения неомогенной поверхности с применением двух эпискотистеров // Системы обработки информации. Харьков.- 2017. - вып. 2(148). - с.66-68.

13. Сулейманов Т.И., Алиева К.Дж. Вопросы разработка флуоресцентно-фотометрической системы для анализа загрязнения среды нефтяными углеводородами // АМАКА-нын Хəбərləri. - Bakı. - 2018. - №4(21). - с.43-48.

14. Əliyeva K.C. Fotometrik nəzarət vasitələrinin təkmilləşdirilməsi metodları // АМАКА-нын Хəбərləri. - Bakı.- 2019. - №4(22). - с.55-62.

15. Касумов В.А., Алиева К.Дж. Коррекция источников излучения фотометрических устройств с помощью метода

линейного программирования // Проблемы информатизации и управления. Киев-2020.-вып.64.- с.30-34.

16. Касумов В.А., Алиева К.Дж. Достоверность комплексных индексов для флуоресцентно-гиперспектрального метода оценки содержания хлорофилла в листьях растений // Проблемы информатизации и управления. Киев-2021.-вып.65.с.25-30.

Dissertasiya işinin müdafiəsi 28 yanvar 2022-ci il tarixində saat 11<sup>00</sup>-da Azərbaycan Texniki Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.41 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

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

Dissertasiya ilə Azərbaycan Texniki Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat "15" dekabr 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.