

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

BAKI ŞƏHƏRİNDƏ ATMOSFER ÇİRKLƏNMƏSİNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ, PROQNOZLAŞDIRILMASI VƏ MONİTORİNQİNİN APARILMASI ÜÇÜN PROQRAM- İNSTRUMENTAL SİSTEMİN İŞLƏNİLMƏSİ

İxtisas: 3337.01- informasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri

Elm sahəsi: texnika elmləri

İddiaçı: **Nairə Xansuvar qızı Mustafazadə**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

SUMQAYIT – 2021

Dissertasiya işi Milli Aerokosmik Agentliyinin Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunun "Məlumat ölçü komplekslərinin riyazi təminatı" şöbəsində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: texnika elmləri doktoru, professor

Tofiq İbrahim oğlu Süleymanov

Rəsmi opponentlər: texnika elmləri doktoru, professor

Fazil Həzin oğlu Ələkbərli

texnika elmləri doktoru, professor

Kamal Xeyrəddin oğlu İsmayılov

texnika elmləri doktoru, professor

Bayram Qənimət oğlu İbrahimov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD2.25 Dissertasiya şurası

Dissertasiya şurasının sədri: texnika elmləri doktoru, professor

Əli Həmid oğlu Hüseynov

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

Turqay Kilim oğlu Hüseynov

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, professor

Əli Həsən oğlu Nağıyev

İŞİN ÜMUMİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Müasir dövrdə texniki tərəqqinin nailiyyətlərinin iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində geniş tətbiq olunması, texnoloji yüksəlişlə əlaqədar ekosistemin vəziyyət parametrlərinin dəyişməsi nəticəsində atmosfer havasının tərkibindəki çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasında da müxtəlif variasiyalar müşahidə olunmaqdadır. Yerin təbii ehtiyatlarından kortəbii istifadə də insanların yaşayış məkanının pisləşməsinə, iqlim şəraitinin dəyişməsinə, stratosfer ozonunun miqdarının azalmasına, meşə sahələrinin məhv olmasına və səhralaşma prosesinin geniş vüsət almasına gətirib çıxarmışdır. Eyni vaxtda aparılmış hesablamalara görə indiki artım tempinin saxlanılması 2030-cu ildə dünya əhalisinin sayının 9 mlrd-dan çox olacağından xəbər verir ki, bu da qida və enerji ehtiyatlarının çatışmazlığı problemini meydana çıxarır. Digər tərəfdən külli miqdarda karbohidrogen ehtiyatlarının çıxarılması, dağ-mədən filizlərinin emal olunması da ətraf mühitin fiziki-kimyəvi və bioloji xüsusiyyətlərinə ciddi təsir göstərir, atmosfer havasının çirklənməsi üçün şərait yaradır. Məhz bu səbəbdən də ətraf mühitin mühafizəsi problemi dünya alimlərinin diqqətini cəlb etmiş, atmosfer çirklənmələrinin monitorinqinin aparılmasına yönəldilmiş elmi-tədqiqat işlərinin arsenalı genişləndirilmiş, yeni texniki vasitələrin yaradılması, komplekslərin işlənilməsi və texnoloji xətlərin istismara verilməsi istiqamətində mühüm nailiyyətlər qazanılmışdır.

Hal-hazırda ətraf mühitin mühafizəsi məsələsi Azərbaycanda dövlət siyasəti səviyyəsində diqqəti cəlb etdiyindən və iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində avtomatlaşdırılmış sistemlərin tətbiqinə geniş yer verildiyindən, atmosfer çirklənmələrinə nəzarət və proqnozlaşdırılma məsələləri üçün proqram kompleksinin yaradılmasına həsr edilmiş dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi xüsusi aktuallığa malikdir.

İndiki dövrdə atmosfer havasında çirkləndirici maddələrin keyfiyyətə və kəmiyyətə qiymətləndirilməsi üçün dünya təcrübəsində müxtəlif konstruksiyalı qaz analizatorlarından və

xromatoqraflardan geniş istifadə olunur. Belə ölçü qurğuları müxtəlif fiziki prinsiplə işləmələrinə baxmayaraq, əksər hallarda bir çox çirkləndiricilərin eyni zamanda konsentrasiyasını müəyyənləşdirməyə, avtomatik rejimdə kalibrləşdirmə həyata keçirməyə, həmçinin kifayət həcmdə informasiyanı yaddaşda saxlamağa, zəruri hallarda isə xarici kompüterə ötürməyə imkan verir. Bununla yanaşı atmosferdə çirkləndirici maddələrin yayılmasını xarakterizə edən meteoroloji parametrləri – küləyin sürət və istiqamətini, havanın temperaturunu və təzyiqini, həmçinin rütubətliyi ölçmək zərurəti qarşıya çıxır. Eyni zamanda dünya təcrübəsində ətraf mühitin ekoloji vəziyyətinin qiymətləndirilməsi, o cümlədən atmosfer çirklənməsinə nəzarət üçün aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirən bir sıra alətlər və proqram vasitələri yaradılmışdır:

- atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyasını, həmçinin ətraf mühitin əsas parametrlərini ölçən ötürücülər yığımı;
- alınmış verilənlərin toplanması, vizuallaşdırılması və saxlanması proqramları;
- tədqiq olunan proseslərin modelləşdirilməsi proqramları;
- alınmış modellər əsasında proqnozlaşdırma proqramları;
- araşdırma nəticələrinin təqdimatı proqramları;
- bilavasitə monitorinqin aparılması, verilənlərin toplanması, saxlanması, emalı və təqdimatı metodları;
- atmosfer çirklənmələrinin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması modelləri.

Eyni zamanda qeyd edilməlidir ki, yuxarıda göstərilən ölçü cihazlarının mobil vasitələrdə yerləşdirilməsi müxtəlif şəhər və rayonlarda monitorinq aparmağa imkan verir, ölçmə verilənləri xüsusi proqramlar vasitəsilə kompüterə ötürülərək ilkin emal olunur. Həmin verilənlərlə yanaşı status və naviqasiya məlumatları da kompüterə ötürülür və digər proqram vasitəsilə həmin məlumatlar coğrafi informasiya sistemlərinin (CİS) verilənlər bazasının bir hissəsini təşkil edir. Bütün deyilənləri nəzərə almaqla mövcud ölçmə cihazlarını, metod və proqramları cəmləşdirməklə atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin aparılmasına, modelləşdirilməsinə və proqnozlaşdırılmasına imkan verən vahid avtomatlaşdırılmış sistemin

yaradılmasına həsr edilmiş dissertasiya işinin yerinə yetirilməsi zərurəti qarşıya çıxmışdır.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri:

Dissertasiya işinin əsas məqsədi atmosfer çirklənmələri haqqında məlumatların toplanmasını, prosesin modelləşdirilməsini və proqnozlaşdırılmasını təmin edən vahid proqram-instrumental sistemin yaradılmasından və nəticələrin təqdimatının avtomatlaşdırılmış prosedurlarının işlənilməsindən ibarətdir.

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

1. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin aparılmasının, modelləşdirilməsinin və proqnozlaşdırılmasının proqram-instrumental sisteminin fəaliyyət prosedurlarının müəyyənəndirilməsi.

2. Atmosferin vəziyyət parametrlərinin qiymətləndirilməsi üçün mobil kompleksin ölçü cihazları ilə komplektləşdirilməsi prinsiplərinin və müvafiq idarəetmə proqramının işlənilməsi.

3. Bakı şəhərinin səth atmosferində çirklənmənin paylanması riyazi modelinin qurulması, eksperimental aprobeşiyası və modelləşdirilmə xətasının qiymətləndirilməsi.

4. Çoxarqumentli riyazi-statistik model əsasında Bakı şəhərinin atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması üçün proqram təminatının işlənilməsi.

5. Atmosfer çirklənməsinin paylanması tematik elektron xəritələr şəklində təqdimatı.

Tədqiqat metodları.

İşin yerinə yetirilməsi zamanı reqressiya analizi üsullarının müvafiq müddəələrindən, kompüter modelləşdirilməsi üsullarından, coğrafi informasiya sistemləri texnologiyasından, elektron kartoqrafik təqdimat metodikasından istifadə edilmiş, alınmış nəzəri nəticələrin eksperimental verilənlər əsasında yoxlanılması kriteriyası əsas götürülmüşdür.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəələr:

1. Bakı şəhərinin atmosfer çirklənməsinin ölçülməsi, monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün çirkləndiricilərin

konsentrasiyasını ölçən qurğulardan, emal proqramlarından və monitorinqin verilənlər bazasından ibarət proqram-instrumental sistemin struktur sxemi.

2. Müxtəlif texniki parametrlərin seçilməsinə, analog və rəqəmsal ölçü qurğularından E14-140 kontrolleri vasitəsi ilə verilənlərin daxil edilməsinə imkan verən və sazlanma qrafik interfeysinə malik proqram.

3. Müxtəlif formatlı faylların avtomatik tanınmasını və məlumatların daxil edilməsini təmin edən monitorinqin verilənlər bazasının idarəetmə sistemi.

4. Tələb olunan dəqiqliyə uyğun olaraq məhdud əmsallı polinomial atmosfer çirklənməsi modeli.

5. Atmosfer çirklənmələrinin qısamüddətli və ortamüddətli proqnozlaşdırılma proqramı.

6. Seçim parametrinə uyğun olaraq elektron xəritələrin tematik laylarının avtomatik generasiyası və çirkləndiricilərin konsentrasiyasının paylanması təsvirinin qurulması metodu.

Tədqiqatın elmi yeniliyi:

1. Bakı şəhərinin səth atmosfer qatının çirklənməsinin regional monitorinqinin aparılması, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sistemin strukturu müəyyənləşdirilmişdir.

2. Çirklənmələrin və meteoroloji şəraitin ölçülən parametrlərinin qiymətlərindən, həmçinin müşahidələrin aparılma tarixi, zamanı və yerindən ibarət status informasiyasını özündə cəmləşdirən faylların yeni formatı təklif olunmuşdur.

3. Müxtəlif çirkləndiricilərin konsentrasiyasının meteoroloji faktorlardan asılılığını ifadə edən yeni riyazi-statistik polinomial model işlənmişdir.

4. Avtomatik rejimdə miqyasın sazlanmasını, müşahidə məntəqələrinin koordinatlarının müəyyənləşdirilməsini və alınmış nəticələrin əyaniliyinin yüksəldilməsini təmin edən elektron monitorinq xəritəsinin yeni funksional modeli qurulmuşdur.

5. İşlənmiş model əsasında atmosfer çirklənmələrinin proqnozlaşdırılması metodikası təklif olunmuşdur.

6. Çirklənmələrin monitorinqi və proqnozlaşdırılması

nəticələrinin əyani təqdimatını nümayiş etdirən yeni proqram yaradılmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti:

1. Təklif olunan proqram-instrumental sistem atmosferin əsas çirkləndirici inqrediyentlərinin konsentrasiyasını, həmçinin bu çirkləndiricilərə təsir göstərən meteoroloji parametrləri eyni zamanda ölçməyə imkan verir.

2. Verilənlərin daxil edilməsi, saxlanması, həmçinin vizuallaşdırılması üçün işlənmiş və sazlanma interfeysinə malik proqram təklif olunan proqram-instrumental sistemin cəld modernləşdirilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

3. Atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün təklif olunan elektron kartoqrafik təqdimat formaları müxtəlif regionlarda ekoloji proqramların hazırlanmasında, həmçinin turizm-rekreasiya şəbəkəsinin planlaşdırılmasında əyani vasitə kimi istifadə oluna bilər.

4. Monitorinqin aparılması üçün yaradılmış verilənlər bazası və onun idarəetmə sistemi perspektivdə çoxfaktorlu modelləşdirmə üçün yaradılan proqramın giriş verilənləri kimi istifadə oluna bilər.

Aprobasiyası və tətbiqi.

Dissertasiya işinin əsas müddəaları MAKAnın Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunun Elmi-Texniki Şurasında, həmçinin aşağıdakı elmi-texniki konfranslarda müzakirə edilmişdir:

Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 92 illiyinə həsr olunmuş “Gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq elmi konfransı”, Bakı, Qafqaz Universiteti, 17-18 Aprel, 2015; Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi innovasiyalar” elmi-texniki konfransı; Bakı, AZTU, 2016; General-leytenant Kərim Kərimovun 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Kosmik texnologiyaların nailiyyətləri” mövzusunda seminar, Bakı, MAKAnın, 25 may 2017-ci il; International Scientific-Practical Conference “Modern Information Measurement And Control Systems Problems And Perspectives MIMCS 2019”, Bakı, 1-2 iyul 2019-cu il.

Dissertasiya işinin mövzusu üzrə müxtəlif nəşrlərdə 19 elmi

məqalə və konfrans materialları (o cümlədən, dörd iş xarici ölkələrdə) çap edilmişdir.

Dissertasiya işinin əsas nəticələri iddiaçının bilavasitə iştirakı ilə yerinə yetirilmiş aşağıdakı elmi tədqiqat işlərində realizə edilmişdir:

– “Müxtəlif ölçü qurğularının E14-140 kontrollerinin köməyi ilə kompüterə qoşulması üçün unifikasiya edilmiş proqram təminatının işlənilib hazırlanması” (ETİ hesabatı. Bakı, 2013-2014, 60 səh. - icraçı);

– “Abşeron yarımadası ərazisində atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-cihaz kompleksinin işlənilməsi” (ETİ hesabatı. Bakı-2017, 60 səh.- məsul icraçı).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı.

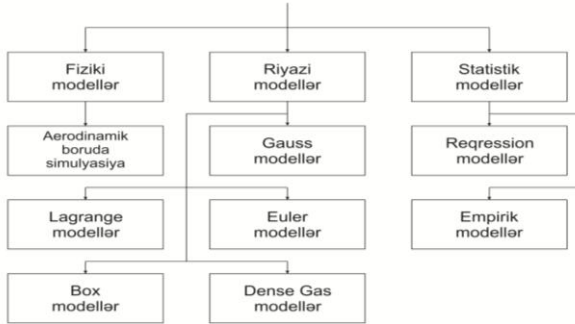
Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Müdafiə Sənayesi Nazirliyinin Milli Aerokosmik Agentliyinin (MAKA) Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunda (TEKTİ) yerinə yetirilmişdir.

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

Dissertasiya işinin I fəslə – 42458 işarədən, II fəslə – 33994 işarədən, III fəslə – 47307 işarədən, IV fəslə – 67326 işarədən ibarətdir. Mündəricat, giriş, əsas nəticə və istifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı daxil olmaqla dissertasiya işə ümumilikdə 235435 işarədən ibarət məndə şərh olunmuşdur.

Dissertasiya işinin **birinci fəsilində** atmosferin çirklənmə mənbələrinin mənşəyi və əsas komponentləri haqqında məlumat şərh olunmuş, atmosferdə tez-tez rast gəlinən bəzi maddələr üçün yol verilən qatılıq həddinin (YVQH) Azərbaycan, ABŞ və Rusiya standartlarına uyğun qiymətləri verilmişdir. Atmosferin çirklənmə səviyyəsinin müəyyənəşdirilməsi üçün istifadə edilən bəzi metodların prinsipləri haqqında məlumat şərh olunmuş, atmosfer çirkləndiricilərinin modelləşdirilməsinin əsas metodikalarının təhlili aparılmışdır. Atmosfer çirklənmələrinin qiymətləndirilməsində istifadə olunan modellər müxtəlif prinsiplərə görə təsnifatlaşdırılmış, fiziki, riyazi və statistik metodların tətbiqinin xüsusiyyətləri

göstərilmiş (şəkil 1), müvafiq proqram təminatları haqqında məlumat verilmişdir.



Şəkil 1. Atmosfer çirklənməsində istifadə olunan modellərin təsnifatı

Sonra həmin fəsilə atmosfer çirklənməsinin qiymətləndirilməsində geniş istifadə edilən və dünya praktikasında qəbul olunan 50-yə yaxın modelin ümumi xarakteristikaları, funksional imkanları və tətbiq sahələri müəyyənləşdirilərək cədvəllər şəklində sistemli təqdim edilmişdir. Ümumi şəkildə atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması məsələsinin müəyyən başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilində

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \sum_{i=1}^3 u_i \frac{\partial q}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} k_i \frac{\partial q}{\partial x_i} - \alpha q \quad (1)$$

tənliyinin həlli ilə təyin olunduğu göstərilmişdir.

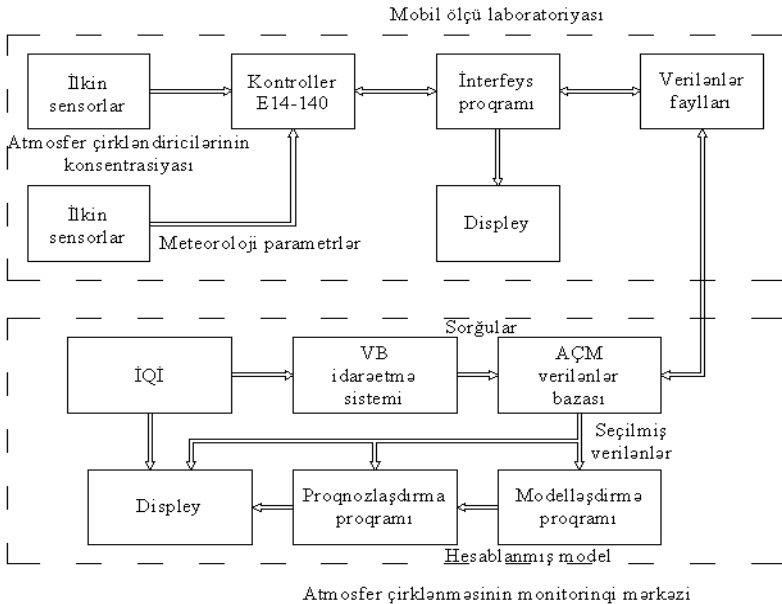
Burada: q – çirkləndirici maddənin konsentrasiyası, t – zaman, x_i – koordinatlar, u_i – qatışıqların yerdəyişməsinin orta sürəti, k_i – x_i oxu istiqamətinə yönəlmiş mübadilə əmsalı, α – qatışığın çevrilməsi hesabına konsentrasiyanın dəyişməsinə təyin edən əmsaldır.

Göstərilmişdir ki, bu tip modellər yalnız şəhərin bütün sənaye müəssisələrinin tullantıları haqqında məlumat olan halda istifadə edilə bilər. Lakin əksər hallarda ancaq orta aylıq verilənlər məlum olduğundan, qısamüddətli proqnozlaşdırılma məsələlərində belə modellərin tətbiqi imkanları məhdudlaşır.

Həmin fəsilə həmçinin statistik modelləşdirmə məsələsinin

ətraflı şərh verilmiş, meteoroloji şəraitin, o cümlədən rütubətlik səviyyəsinin, temperatur dəyişmələrinin günəşdən düşən işıq enerjisinin, buludluğun, küləyin sürətinin və istiqamətinin çirklənmələrin paylanmasına ciddi təsir etdiyi göstərilmişdir. Göstərilən faktorlar nəzərə alınmaqla statistik modelləşmə məsələsinin reqressiya tipli $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$ modeli şəklində formallaşması əsaslandırılmışdır. Burada x_1, x_2, \dots, x_m çirklənmənin konsentrasiyasına əhəmiyyətli təsir göstərən meteoroloji parametrlər, y – çirkləndiricinin konsentrasiyasıdır. Belə modellərin kifayət qədər sadə olduğu, qısamüddətli proqnozlaşdırmada yararlı hesab edildiyi, lakin uzunmüddətli proqnoz məsələlərində o qədər də səmərəli olmadığı göstərilmişdir.

Sonra həmin fəsilə atmosfer çirklənməsi üzrə məlumatların toplanması, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının proqram-instrumental sisteminin strukturu müəyyənləşdirilmiş, onun tərkib hissəsinin funksional imkanları şərh edilmişdir (şəkil 2).



Şəkil 2. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental kompleksin strukturu

Şəkildə VB – verilənlər bazası; AÇM – atmosfer çirklənməsinin monitorinqi; İQİ – istifadəçinin qrafik interfeysi. Burada əsas diqqət verilənlərin daxil edilməsi üçün təklif olunmuş “İnterfeys” proqramının fəaliyyət prosedurlarına yönəldilmişdir. Eyni zamanda, kompleksin tərkibinə daxil olan proqnozlaşdırma və təqdimat proqramlarının əsas funksiyalarının qısa şərh verilmiş, bütün idarəetmə əməliyyatlarının istifadəçinin qrafik interfeysinin köməyi ilə həyata keçirildiyi göstərilmişdir.

İkinci fəsildə MAKA-da fəaliyyət göstərən mobil ölçmə laboratoriyasının iş prinsipi, eksperimental verilənlərin əldə olunması prosesi, həmçinin tərkibində komplektləşdirilmiş ölçü cihazlarının funksional imkanları şərh edilmişdir.

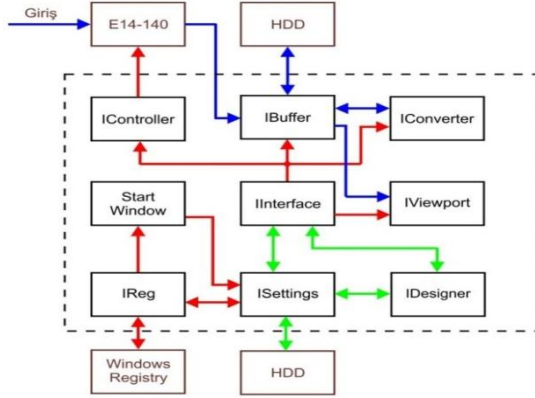
Bu ölçü cihazları aşağıdakılardan ibarətdir: MX6 iBrid multiqaz analizatoru; İBTM-7K rütubəti və temperaturu göstərən cihaz; ПЗ БП «Атмосфер» nümunəgötürən cihazı; ГНОМ-1 qaz analizatoru; МСК-АЕ1125 dozimetr-radiometri; «Ассистент» küy və titrəyiş analizatoru; PAA-10 aerosol radiometri.

Ölçmə verilənlərinin E14-140 kontrollerinin köməyi ilə kompüterə daxil edilməsi üçün tərəfimizdən MAKA-da hazırlanmış “İnterfeys” proqramının əsas üstünlükləri göstərilmiş, proqramın işəsalma alqoritmi verilmişdir. Sonra həmin proqramın fəaliyyət prosedurları şərh edilmiş, obyekt modeli işlənilmiş, ölçmə verilənlərinin, idarəedici siqnalların və interfeysin konfigurasiya məlumatlarının əlaqələri göstərilmişdir (şəkil 3).

Proqramın obyektləri IReg, ISettings, IDesigner, IInterface, IController, IBuffer, IViewport və IConverterdən ibarət olmuşdur. Adların əvvəlində “I” hərfi bu obyektlərin İnterfeys proqramına aid olduğunu göstərmişdir. Sonra proqramın işəsalınma variantlarından birinin seçilməsi üçün tələb olunan xüsusiyyətlər ayrı-ayrılıqda araşdırılmış, struktura daxil olan obyektlərin funksiyalarının təsnifatı verilmişdir.

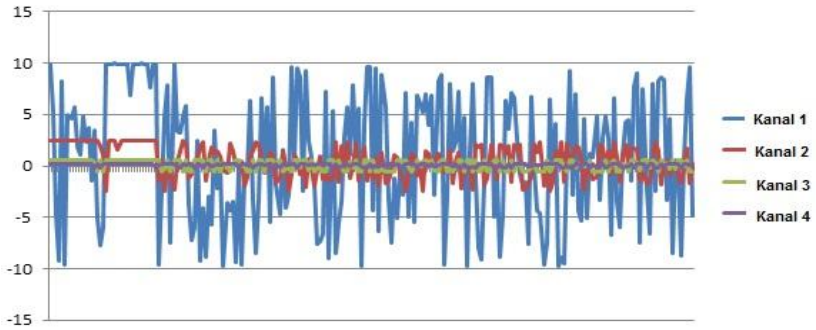
Həmin fəsilə həmçinin vuyportda təsvirin çıxışa verilməsi üçün alqoritmın strukturu təqdim edilmiş, onun fəaliyyət prinsipi və yerinə yetirilən əməliyyatların ardıcılığı verilmişdir. Göstərilmişdir ki, ölçmə rejiminə keçən zaman proqram müəyyən edilmiş kadrların

sayının oxunmasını, həmçinin üfüqi və şaquli istiqamətdə kanalın nömrəsinin müəyyənləşdirilməsini təmin edir.



Şəkil 3. İnterfeys proqramının obyekt modeli

Daha sonra EXCEL və MATLAB proqramlarının köməyi ilə ölçmə məlumatlarının emalı prosedurları şərh olunmuş, həmin verilənlərdən ibarət faylların oxunması üçün yaradılmış proqramın funksional mərhələləri göstərilmişdir (şəkil 4). Məlumatların EXCEL proqramına daxil edilməsi alqoritminin əməliyyatlar ardıcılığı təqdim edilmiş, NumberOfFrames ölçülü dövrdə yerinə yetirilən əməliyyatlar çərçivəsində məlumatların kanallar üzrə bölünməsi yerinə yetirilmişdir (çədvəl 1).



Şəkil 4. EXCEL proqramında siqnalın qrafik təsviri

Cədvəl 1.
Məlumatların kanallar üzrə bölünməsi

| Ay | Orta temperatur, °C | Havanın təzyiqi, hPa | Orta rütubət, % | Küləyin orta sürəti, m/s | Orta yağıntı miqdarı, mm |
|-------------|---------------------|----------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 5,5 | 1006,6 | 83 | 2,6 | 59,5 |
| 2 | 6,9 | 1010,6 | 90 | 2,5 | 58,2 |
| 3 | 8,8 | 1005,8 | 84 | 4,0 | 10,1 |
| 4 | 12,9 | 1007,5 | 81 | 2,6 | 55,9 |
| 5 | 20,2 | 1005,4 | 77 | 1,7 | 4,9 |
| 6 | 24,6 | 1000,8 | 72 | 2,4 | 7,0 |
| 7 | 26,4 | 999,6 | 67 | 3,3 | 6,0 |
| 8 | 25,8 | 1002,8 | 63 | 2,0 | 9,2 |
| 9 | 21,9 | 1002,8 | 72 | 3,2 | 44,9 |
| 10 | 15,9 | 1011,4 | 78 | 2,9 | 51,0 |
| 11 | 12,3 | 1011,9 | 81 | 2,3 | 52,0 |
| 12 | 5,6 | 1015,4 | 78 | 3,2 | 69,8 |
| Orta | 15,6 | 1006,7 | 77 | 2,7 | 35,7 |

Həmin fəsildə həmçinin ölçmə məlumatlarının MATLAB proqramına daxil edilməsi əməliyyatlarının ardıcılığı verilmiş, ölçmə məlumatları qrafik təqdim olunmuşdur. İkinci fəsilin sonunda 2012-2013-cü illər ərzində proqram-instrumental kompleksin iş qabiliyyətinin Bakı şəhəri üzrə seçilmiş lokal müşahidə məntəqələrinin məlumatları əsasında yoxlama nəticələri göstərilmişdir (çədvəl 2).

Sonra 2013-cü ilin yanvar ayından dekabra qədər aparılmış müşahidələrin nəticələri və meteoroloji parametrlərin ortailik qiymətləri təqdim edilmişdir. Alınmış nəticələrin monitorinqin verilənlər bazasının yaradılması üçün əsas olduğu göstərilmişdir.

Üçüncü fəsildə atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin (AÇM) verilənlər bazasının strukturuna daxil olan cədvəllərin – ölçülən parametrlərin (Params), müşahidə məntəqələrinin (Points) və müşahidələrin özlərinin (Observations) təsviri verilmişdir. Sonra AÇM-in verilənlər bazasının əsas komponentləri arasındakı əlaqələr

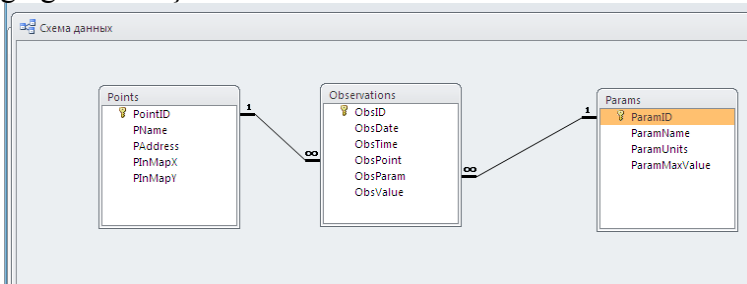
sxematik təqdim olunmuş, bu halda hər üç cədvələ aid olan sahələrin funksiyaları ayrılıqda şərh edilmişdir (şəkil 5).

Cədvəl 2.

Lokal müşahidə məntəqələrində əsas çirkləndirici inqrediyentlərin ortaillik qiymətləri

| Müşahidə məntəqəsi | Kükürd qazı | Azot 4-oksüd | Hidro-gen sulfid | Dəm qazı | Furfu-rol | Formal-dehid | His |
|---------------------|-------------|--------------|------------------|----------|-----------|--------------|------|
| Bibi-Heybət qəs. | 0,009 | 0,03 | 0,001 | 3 | | | |
| NZS qəs. | 0,011 | 0,06 | 0,008 | | 0,02 | 0,005 | |
| Heydər Əliyev pr. | | 0,07 | | 3 | 0,02 | 0,004 | 0,01 |
| 9-cu mkr. | | 0,04 | | | | 0,005 | |
| Qara Qarayev pr. | | 0,05 | 0,001 | 3 | 0,02 | | 0,01 |
| Qurban Abbasov küç. | 0,009 | 0,05 | 0,001 | 3 | | | |
| Sabunçu qəs. | 0,01 | 0,05 | 0,001 | 3 | 0,02 | | |
| Şərifzadə küç. | 0,011 | 0,06 | | 2 | 0,02 | 0,005 | 0,02 |
| Xudu Məmmədov küç. | 0,01 | 0,07 | 0,001 | 3 | | | 0,01 |

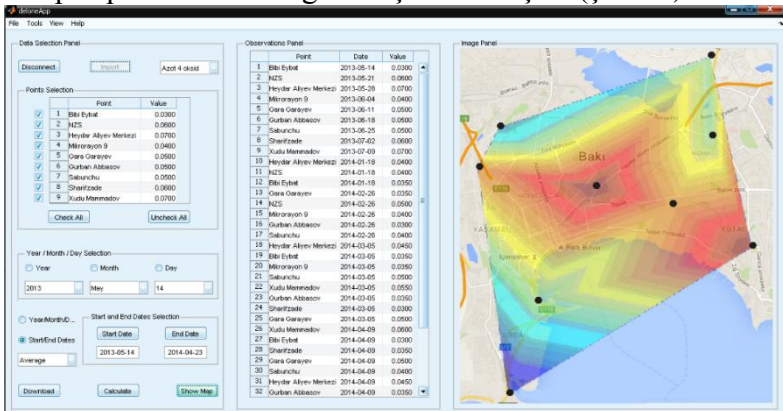
Həmin fəsilə həmçinin monitorinqin verilənlərdən təşkil olunmuş faylının formatları göstərilmiş, 11 sətirdən ibarət status informasiyasına malik fayl nümunəsi təqdim edilmişdir. Bu nümunədə dəyişənlər kimi əsasən məntəqənin adı, ARÇ tezliyi, kanalların sayı, freymlərin sayı, kontrollerin giriş nömrəsi və giriş diapazonu götürülmüşdür. Bu fəsilə ölçü verilənlərinin saxlanılmasını təmin edən “İnterfeys” proqramının formatı, XML formatı, EXCEL elektron cədvəl formada və kağız daşıyıcıda yazılan funksiyaları ayrılıqda şərh edilmiş, əldə olunmuş verilənlərin tam və hərtərəfli emal olunması üçün hər üç fayldan birgə istifadənin tələb olunduğu göstərilmişdir.



Şəkil 5. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin verilənlər bazasının sxemi

İki əsas məsələnin həllini təmin edən verilənlər bazasının idarəetmə sistemi işlənmişdir. Birinci əsas məsələ “İnterfeys” proqramının, XML faylının və EXCEL cədvəlinin formatında olan müxtəlif tipli fayllardan monitoring verilənlərinin avtomatik daxil edilməsindən ibarətdir. Buna görə də bütün fayl tipinin formatları və verilənlərin yenidən yazılması alqoritmləri göstərilmişdir.

İkinci məsələ isə verilmiş kriteriyalar əsasında monitoring verilənlərinin cədvəl və qrafik formada təqdimatından, həmçinin çirklənmənin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün seçimin əldə edilməsindən ibarətdir. Hər iki məsələnin həlli üçün qrafik interfeysə malik xüsusi proram işlənmiş, verilənlər bazasının idarə olunması proqramının xarici görünüşü verilmişdir (şəkil 6).



Şəkil 6. VB-nin idarəetmə proqramının görünüşü

Proqram sahəsi üç paneldən ibarətdir. Sol panel verilənlər bazasına sorğu yaratmaq üçün nəzərdə tutulmuş və konkret atmosfer çirkləndiricisinə uyğun kriteriyalara, ölçmələrin aparıldığı yerə və zamana görə formalaşır. Mərkəzi paneldə sorğuya uyğun olan verilənlərin çıxışa göndərilməsi göstərilmişdir. Sağ panel isə çoxlaylı elektron xəritələrdən ibarətdir. Bələ xəritələrdə çirkləndiricilərin paylanması Delone trianqulyasiyası əsasında qurulduğu göstərilmiş, monitoring sahəsinin xəritəsindən, ölçmə nöqtələrindən və seçilmiş parametrelərə görə çirklənmənin paylanmasından ibarət üçlaylı xəritə təqdim olunmuşdur.

XML faylından sonra verilənlərin avtomatik daxil edilməsi funksiyasını yerinə yetirən alqoritm təklif olunmuşdur. Sonra EXCEL cədvəlində verilənlərin avtomatik daxil edilməsi funksiyaları göstərilmiş, monitoring aparılan ərazilərin elektron xəritəsinin yaradılması mərhələləri şərh olunmuşdur. Bakı şəhəri üzərində müşahidə məntəqələrinin göstəriləndiyi elektron xəritələr əsasında monitoring sahəsinin koordinantları göstərilmiş və çirklənmənin konsentrasiyasının ədədi qiymətləri verilmişdir (cədvəl 3).

Cədvəl. 3.

Müşahidə məntəqələrinin koordinantları və çirklənmə konsentrasiyaları

| Nö- si | X - koordinatı | Y - koordinatı | Konsentrasiya, mq/m ³ |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
| 1 | 80 | 571 | 0,03 |
| 2 | 344 | 264 | 0,06 |
| 3 | 220 | 235 | 0,07 |
| 4 | 65 | 138 | 0,04 |
| 5 | 408 | 153 | 0,05 |
| 6 | 126 | 421 | 0,05 |
| 7 | 406 | 23 | 0,05 |
| 8 | 31 | 204 | 0,06 |
| 9 | 473 | 332 | 0,07 |

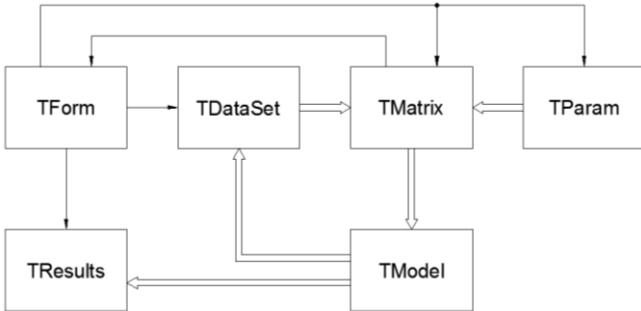
Dördüncü fəsilə arqumentlərin qrup uçotu metodu (AQUM) əsasında atmosfer çirklənməsi modelinin qurulması məsələsinə baxılmışdır. Baxılan halda polinom hədlərinin sayı məhdud olan AQUM-un klassik alqoritminin modifikasiyası əsasında yeni alqoritm təklif edilmişdir. Sonra həmin alqoritm fəaliyyət ardıcılığı araşdırılmış, yaxınlaşma matrisi $n \times p$ ölçüdə götürülmüşdür. Burada n – müşahidələrin sayı, m - arqumentlərin sayı olduqda, meteoroloji faktorların sayı $p = m + 2 + f$ kimi hesablanır, f – sərbəstlik dərəcəsinin sayıdır (növbəti iterasiya üçün seçilmiş ən yaxşı modellərin sayı). Sonra modelin qurulması iterasiyası şərh edilmiş, matrisin ilk m sayda sütununun meteoroloji faktorların qiymətləri ilə, növbəti sütununun sıfırlarla, daha sonrakı sütununun vahidlərlə doldurulduğu, axırncı f sayda sütununun isə birinci iterasiyadan əvvəl boş qaldığı göstərilmişdir. Baxılan halda

iterasiya modelinin hesablanması üçün $X = x_i + x_j \times x_k$ və ya $X = [x_i \ x_j \times x_k]$ funksiyası seçilmişdir. Burada $i, j, k = 1, \dots, p$. Onda modellər $\hat{Y} = A \times X$ şəklində hasildən ibarət olmuş və ya $\hat{Y} = A1 \times x_i + A2 \times x_j \times x_k$ şəklində təqdim edilmişdir. $A = [A1, A2]$ əmsalları $A = (X^T \times X)^{-1} \times X^T \times Y$, düsturu ilə hesablanmışdır. Burada $X^T = \text{Transpose}(X)$, Y – seçilmiş atmosfer çirkləndiricisinin qiymətləridir (monitorinq verilənləridir).

Bununla da atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsinin “AQUM” proqramının fəaliyyət funksiyaları müəyyənləşdirilmiş, blok-sxem və proqramın xarici interfeysinin görünüşü təqdim edilmişdir. Qrafik interfeysin sol tərəfində giriş verilənləri paneli, sağ tərəfdə isə çıxış nəticələri paneli yerləşdirilmişdir.

Sonra alınmış modellərin yoxlanılması mərhələləri şərh olunmuşdur. Əgər növbəti yoxlanmış model əvvəlcə göstərilmiş kriteriyaları ödəyirsə, onda alqoritmin işi sona çatır və modelin parametrləri çıxışa verilir. Əks halda növbəti model yoxlanılır, iterasiyanın f ən yaxşı modelləri yaxınlaşma matrisinin axıncı f sayda sütununa yazılır. İterasiyanın ən yaxşı modelləri ən kiçik kvadratlar üsulu ilə təyin olunur: $\min(\hat{Y}^2 - Y^2)$.

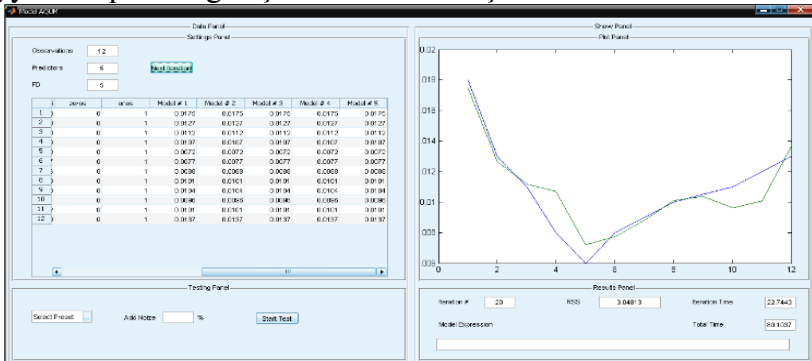
Axtarılan model tapılmayana qədər bu sıranın bütün modelləri yenidən yoxlanılır. MATLAB proqramlaşdırma mühitində işlənmiş blok-sxemin obyekt modeli (şəkil 7) və modelləşdirmə proqramının xarici görünüşü verilmişdir (şəkil 8).



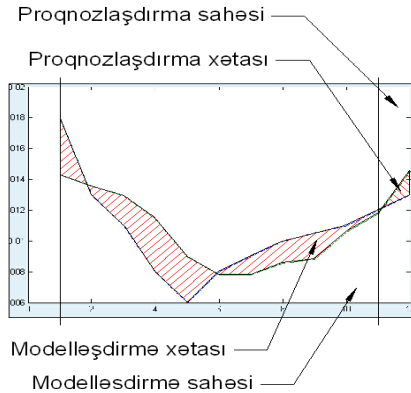
Şəkil 7. “AQUM” proqramının obyekt modeli

Proqramın işçi sahəsi 2 əsas pəndədən ibarətdir. Solda giriş verilənləri paneli, sağda isə çıxış nəticələrinin paneli yerləşir. Sol

paneldə yaxınlaşma matrisinin cari vəziyyətini əks etdirən cədvəl verilmişdir. Matris əsasında növbəti modellər sırası qurulur. Sağda monitoring verilənləri və növbəti iterasiyanın ən yaxşı modelinə uyğun atmosfer çirklənməsinin qiymətləri qrafik şəkildə göstərilmişdir. Proqramların sınaqları göstərdi ki, on iterasiyadan sonra modelləşdirmənin xətası 3%-ə yaxınlaşır. Alınmış model əsasında atmosfer çirklənməsinin proqnozu tərtib edilmiş, proqnozlaşdırma xətası 15%-dən az olmuşdur (şəkil 9). Pəncərənin sağ tərəfində monitoring verilənlərilə alınmış proqnoz arasında müəyyən fərqin olduğu aşkar biruzə vermişdir.



Şəkil 8. Modelləşdirmə proqramının görünüşü



Şəkil 9. AÇ-nin proqnozlaşdırılması proqramının görünüşü

Həmin fəsilə “AQUM” proqramının obyekt modelinin əsas komponentlərinin təyinatı açıqlanmış, proqnozlaşdırma proqramının

struktur sahələrinin funksiyaları şərh olunmuş, Coğrafi İnformasiya Sistemləri texnologiyasının imkanları çərçivəsində monitoring xəritələrinin ümumi xəritələr üzərində yerləşdirilməsi, koordinatların təyini və monitoringin VB-nin bütün məlumatlarının qoşulduğu sahənin əyani təqdimatı mümkün olmuşdur.

Əsas nəticələr

1. Atmosfer çirklənmələrinin yayılmasına meteoroloji faktorların təsirinin qiymətləndirilməsi əsasında məlumatların toplanması, prosesin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının proqram-instrumental sisteminin strukturu təklif edilmişdir.

2. MAKA-da istifadə olunan mobil ölçmə laboratoriyasında komplektləşdirilmiş ölçü sistemlərinin xarakterik xüsusiyyətlərinin müqayisəli təhlili əsasında verilənlərin daxil edilməsi üçün çevik sazlanan interfeysə malik proqram təminatı işlənmiş və onun fəaliyyət prosedurları müəyyənləşdirilmişdir.

3. “İnterfeys” proqramının fayllarından, XML fayllarından və EXCEL cədvəllərindən monitoringin müşahidə nəticələrinin VB-yə daxil edilməsi prosedurları və onların idarə olunma proqramı işlənmişdir.

4. Veb-servisdən istifadə etməklə xəritə üzərində müşahidə məntəqələrinin vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsinə və onların arasındakı optimal marşrutun seçilməsinə imkan verən monitoringin aparılması metodikası işlənmişdir.

5. AQUM əsasında atmosferin çirklənmə modellərinin qurulmasını realizə edən proqram işlənmiş, obyekt modelinin və qrafik interfeysin təsviri verilmiş, sınaqlar aparılmışdır.

6. Qurulmuş modellər və meteoroloji faktorların gözlənilən qiymətləri əsasında atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması proqramı işlənmişdir.

7. Müəyyən zaman və məkan kriteriyaları üzrə konkret çirkləndiricilər üçün verilənlərin seçimini, onların paylanmasının elektron xəritələrdə təsvirini, həmçinin CİS mühitinə inteqrasiyasını təmin edən monitoringin VB-nin idarəetmə sistemi işlənmişdir.

Dissertasiya işinin məzmunu aşağıdakı işlərdə nəşr olunmuşdur:

1. Ибадов А.А., Мустафазаде Н.Х., Гулузаде Р.К., Абдуллаева М.А. Оперативная обработка сейсмической информации программой «SEYSMOQRAF» // Известия АНАКА. – 2013. – Том 16, №4 (16). – с. 29-33.

2. Гулузаде Р.К., Абдуллаева М.А., Захаров И.Г., Мустафазаде Н.Х. Программа ввода данных с настраиваемым интерфейсом // Известия АНАКА. – 2014. – Том 17, №1 (17). – с. 32-35.

3. Рудой Е.М., Гаджиев М.М., Мустафазаде Н.Х. Применение программы "Interfeys" для мониторинга атмосферных загрязнений // Measuring and computing devices in technological processes. – Khmel'nitskiy. – 2015. – №3 (52). – с. 114-117.

4. Мамедов М.И., Мустафазаде Н.Х., Гафаров Р.Т. Модификация алгоритма GNM (Модифицированная Нумерация Геделя) для построения линейных регрессионных моделей // Известия АНАКА. – 2015. – Том 18, №2. – с. 64-67.

5. Агаев Ф.Г., Гулузаде Р.К., Мустафазаде Н.Х., Абдуллаева М.А. Объектная модель программы "Interfeys" // Известия АНАКА. – 2015. – Том 18, №2 (18). – с. 57-63.

6. Мамедов М.И., Гулузаде Р.К., Мустафазаде Н.Х. Применение метода группового учета аргументов для обработки данных мониторинга загрязнения атмосферы // Известия АНАКА. – 2015. – Том 18, №3. – с. 40-44.

7. Mustafazadə N.X. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqi və modelləşdirilməsi üçün proqram-pribor kompleksi // Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 92 illiyinə həsr olunmuş Gənc Tədqiqatçıların III Beynəlxalq Elmi Konfransı. Qafqaz Universiteti. – 17-18 Aprel 2015. – s. 339-340.

8. Mustafazadə N.X. Bakı şəhərinin atmosfer çirklənməsinin monitorinqi və modelləşdirilməsi // Azərbaycan Texniki Universiteti. Elmi Əsərlər. – 2015. – Cild 1, № 4. – s. 175-181.

9. Mustafazadə N.X. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin

elektron xəritəsinin yaradılması // Azərbaycan Texniki Universiteti. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublikla elmi-texniki konfransının materialları. – 2016. – s. 205-207.

10. Mustafazadə N.X., Sadıqov Q.E. Atmosfer çirklənməsi monitorinqinin verilənlər bazasının yaradılması // Azərbaycan Texniki Universiteti. Azərbaycan xalqının ümummilli lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublikla elmi-texniki konfransının materialları. – 2016. – s. 209-211.

11. Сулейманов Т.И., Мустафазаде Н.Х., Гулузаде Р.К. Обработка данных мониторинга атмосферных загрязнений города Баку // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2016. – №10. с. 41-45.

12. Süleymanov T.İ., Mustafazadə N.X. Bakı şəhərində atmosfer çirklənməsinin monitorinqi üçün elektron xəritənin yaradılması // Milli Aviasiya Akademiyasının Elmi Əsərləri. – 2016. – №2. – s. 118-127.

13. Mustafazadə N.X. Abşeron yarımadasında atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının aparılması üçün proqram kompleksinin işlənilməsi // AMAKA Xəbərləri. – 2017. – Cild 20, №3 (20). – s. 28-33.

14. Süleymanov T.İ., Mustafazadə N.X. Bakı şəhərinin atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi // Sumqayıt Dövlət Universiteti. Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2018. – Cild 18, №2. – s. 37-41.

15. Mustafazadə N.X., Əliyeva G.X. Atmosfer monitorinqində nəqliyyat xərclərinin azaldılması üsulu. // “Azərıtifaq” Azərbaycan Kooperasiya Universiteti. “Kooperasiya” elmi-praktiki jurnal. – 2018 - №3 (50). – s. 148-153.

16. Süleymanov T.İ., Mustafazadə N.X. Atmosfer çirklənməsinin

monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sisteminin modernləşdirilməsi // АМАКА Хəbərləri. – 2019. – Cild 22, №1 (22). – s. 42-47.

17. Сулейманов Т.И., Мустафазadə Н.Х., Гулузadə Р.К., Гаджиев М.М., Иванова Л.В. Автоматизация моделирования и прогнозирования атмосферного загрязнения // Automation of technological and business-processes. – 2019. – Vol.11, №1. – с. 47-52.

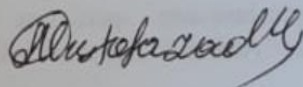
18. Mustafazadə N.X. Atmosfer çirklənməsinin monitorinq verilənlərinin emalının və modelləşdirilməsinin avtomatlaşdırılması // International Conference: Modern information, measurement and control systems: Problems and perspectives 2019. – Baku, Azerbaijan, July 01-02, 2019. – s. 260.

19. Мустафазadə Н.Х. Построение карты качества атмосферного воздуха города Баку // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И.Вернадского. География. Геология. – 2020. – Том 6 (72). №2. – с. 318-325.

Həmmüəlliflərlə birgə dərc olunmuş elmi məqalələrdə müəllifin şəxsi xidməti:

[7, 8, 9, 13, 18, 19] – müəllifin sərbəst hazırladığı işlər.

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17] - tədqiq, təhlil və modelləşdirmə, nəticələrin emalı.



Dissertasiyanın müdafiəsi 18 may 2021-ci il tarixində

saat 13⁰⁰ - da Sumqayıt Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən FD2.25 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Sumqayıt şəh., 43-cü məhəllə

Dissertasiya ilə Sumqayıt Dövlət Universitetinin kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

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

Avtoreferat 15 aprel 2021-ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 12.04.2021

Kağızın formatı: 60*84^{1/16}

Həcm: 36889

Tiraj: 100