

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

BAKİ ŞƏHƏRİNDƏ ATMOSFER ÇİRKƏLƏNMƏSİNİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ, PROQNOZLAŞDIRILMASI VƏ MONİTORİNGİNİN APARILMASI ÜÇÜN PROQRAM-İNSTRUMENTAL SİSTEMİN İŞLƏNİLMƏSİ

İxtisas: 3337.01 – informasiya-ölçmə və idarəetmə sistemləri

Elm sahəsi: Texnika elmləri

Fəlsəfə doktoru

elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş

DİSSERTASIYA

İddiaçı: _____ **Nairə Xansuvar qızı Mustafazadə**

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

Sumqayıt – 2021

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ.....	5
I FƏSİL. ATMOSFER ÇİRLƏNMƏSİ HAQQINDA MƏLUMATLARIN TOPLANMASI, MODELLEŞDİRİLMƏSİ VƏ PROQNOZLAŞDIRILMASI ÜSULLARI.....	15
1.1. Atmosfer çirklənməsi ilə bağlı olan problemlərin ümumi analizi	15
1.2. Atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsinin əsas metodikalarının təhlili ..	18
1.3. Atmosfer çirklənməsi üzrə məlumatların toplanması, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının proqram-instrumental sistemi	32
I fəslin nəticələri.....	37
II FƏSİL. MOBİL ÖLÇMƏ LABORATORİYASININ KÖMƏYİ İLƏ ATMOSFER ÇİRLƏNMƏSİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ ÜZRƏ EKSPERİMENTLƏRİN APARILMASI.....	38
2.1. Mobil ölçmə laboratoriyasının tərkibinə daxil olan ölçmə vasitələrinin funksional imkanları	38
2.2. Verilənlərin daxil edilməsinin sazlanan interfeysə malik proqramının iş prinsipi və alqoritmi	44
2.3. “İnterfeys” proqramının obyekt modeli	48
2.4. EXCEL və MATLAB proqramlarının köməyi ilə ölçmə məlumatlarının emalı.....	55
2.4.1. Məlumatların EXCEL proqramına daxil edilməsi əməliyyatları.....	55
2.4.2. Məlumatların MATLAB proqramına daxil edilməsi əməliyyatları.....	59
2.4.3. Monitorinqin aparılmasında eksperimental ölçmə verilənlərindən istifadə	63
II fəslin nəticələri	67
III FƏSİL. ATMOSFER ÇİRLƏNMƏSİNİN MONİTORİNGİNİN VERİLƏNLƏR BAZASI FAYLLARININ FORMATLARI VƏ PROQRAM TƏMİNATI	68
3.1. Monitorinqin verilənlər bazasının strukturu və əsas funksiyaları.....	68
3.2. Monitorinq verilənlərindən ibarət faylların formatları	70

3.3. Monitoringin verilənlər bazası ilə işləmək üçün proqramın yaradılması	79
3.3.1. Verilənlər bazalarını idarəetmə prinsipləri	79
3.3.2. “İnterfeys” proqramının fayllarından verilənlərin avtomatlaşdırılmış daxil edilmə funksiyasının işlənilməsi	81
3.3.3. XML faylından verilənlərin avtomatik daxil edilməsi funksiyasının işlənilməsi	84
3.3.4. EXCEL cədvəlindən verilənlərin avtomatik daxil edilməsi funksiyasının işlənilməsi	88
3.4. Monitoring aparılan ərazilərin elektron xəritəsinin yaradılması	89
3.5. Monitoringin elektron xəritəsinin yaradılmasında istifadə edilən MATLAB alqoritmləri	93
3.5.1. Monitoring aparılan sahənin təsviri üzərində müşahidə məntəqələrinin koordinatlarının hesablanması alqoritmı	93
3.5.2. Çırkənlənmənin yayılması təsvirinin qurulması alqoritminin iş prinsipi	95
III fəslin nəticələri	98

IV FƏSİL. ATMOSFER ÇİRKƏNLƏNMƏSİNİN MODELİNİN

QURULMASINDA ARQUMENTLƏRİN QUP UÇOTU

METODU	99
4.1. Eksperimental monitoring verilənlərinin emalında arqumentlərin qrup uçotu metodunun tətbiqi	99
4.2. Arqumentlərin qrup uçotu metodu əsasında atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi proqramı	103
4.3. Proqram istifadəçisinin qrafik interfeysinin elementlərinin xüsusiyyətləri	107
4.4. Arqumentlərin qrup uçotu metodu proqramının obyekt modelinin fəaliyyət prosedurları	113
4.4.1. Proqramın obyekt modeli	113
4.4.2. Atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması proqramının struktur sahələri	115
4.4.3. Monitoring nəticələrinin təqdim olunma proqramının fəaliyyət strukturu	116

4.4.4. Monitoring xəritəsinin Coğrafi İnformasiya Sistemi mühitində koordinatlara uyğun yerləşdirilməsi	118
4.5. Atmosfer çirklənməsinin monitoring verilənlərinin analizi və təqdimatında Coğrafi İnformasiya Sistemləri texnologiyaları.....	119
4.6. Atmosfer çirklənməsinin monitoringi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sisteminin modernləşdirilməsi.....	123
4.6.1. Proqram-instrumental sistemin modernləşdirilməsinin zəruriliyi	123
4.6.2. Modelləşdirmə üçün arqumentlərin seçilməsi	124
4.6.3. Modelləşdirmə, proqnozlaşdırılma və elektron xəritənin yaradılması prosesinin avtomatlaşdırılması.....	129
4.6.4. Monitoringin nəqliyyat xərclərinin azaldılması məqsədilə müşahidə nöqtələri arasında optimal hərəkət marşrutunun seçilməsi.....	130
4.6.5. Proqramın obyekt modeli və qrafik interfeysi	138
4.7. İşlənmiş əsas və köməkçi proqram təminatının əsas xüsusiyyətləri	143
IV fəslin nəticələri.....	144
NƏTİCƏ	145
İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT	146
ƏLAVƏ.....	157
İXTİSARLARIN SİYAHISI	159

GİRİŞ

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 səhrələşmə 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 kalibrləşdirməni həyata keçirməyə, həmçinin kifayət həcmdə informasiyanı yadda 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 müəyyənləşdirilməsi.

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 aprobeasiyası 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 müddəalar:

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, analoq 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 işlənilmişdir.

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

5. İşlənilmiş 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 işlənilmiş 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 Tədqiqatı 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, MAK, 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 mətnə şərh olunmuşdur.

Dissertasiya işinin **birinci fəslində** 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, müvafiq proqram təminatları haqqında məlumat verilmişdir.

Sonra həmin fəsildə 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.

Həmin fəsildə 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. Həmin faktorlar nəzərə alınmaqla statistik modelləşmə məsələsinin reqressiya tipli $y = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$ modeli şəklində formalaşması 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 fəsildə atmosfer çirklənməsi üzrə məlumatların toplanması, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının proqram-instrumental sisteminin strukturu müəyyənləşdirilmiş, onun tərkib hissəsinin funksional imkanları şərh edilmişdir.

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.

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. Sonra proqramın işə salınma variantlarından birinin seçilməsi üçün tələb olunan xüsusiyyətlər ayrı-ayrılıqda araşdırılmış, struktura daxil olan obyektlərin funksiyalarının təsnifatı verilmişdir.

Həmin fəsildə həmçinin vuyupordda 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. 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.

Həmin fəsildə həmçinin ölçmə məlumatlarının MATLAB proqramına daxil edilməsi əməliyyatlarının ardıcılığı verilmiş, ölçmə məlumatları qrafik təqdim olunmuşdur. 2012-2013-cü illər ərzində proqram-instrumental sisteminin iş qabiliyyətinin Bakı şəhəri üzrə seçilmiş lokal müşahidə məntəqələrinin məlumatları əsasında yoxlanıldığı göstərilmişdir. Sonra 2013-cü ilin yanvar ayından dekabra qədər aparılmış müşahidələrin nəticələri və meteoroloji parametrlərin ortaillik qiymətləri təqdim edilmişdir. Alınmış nəticələrin monitorinqin verilənlər bazasının yaradılması üçün əsas olduğu göstərilmişdir.

Üçüncü fəsildə atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin verilənlər bazasının strukturuna daxil olan cədvəllərin – ölçülən parametrlərin, müşahidə məntəqələrinin və müşahidələrin özlərinin təsviri verilmişdir. Sonra verilənlər bazasının əsas komponentləri arasındakı əlaqələr sxematik təqdim olunmuş, bu halda hər üç cədvələ aid olan sahələrin funksiyaları ayrılıqda şərh edilmişdir.

Həmin fəsildə 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 fəsildə 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. İki əsas məsələnin həllini təmin edən verilənlər bazasının idarəetmə sistemi işlənilmişdir. 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 proqram işlənilmiş, verilənlər bazasının idarə olunması proqramının görünüşü verilmişdir.

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 parametərə 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 elektron xəritələri əsasında monitoring sahəsinin koordinatları göstərilmiş və çirklənmənin konsentrasiyasının ədədi qiymətləri verilmişdir.

Dördüncü fəsildə 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 alqoritmin fəaliyyət ardıcılığı araşdırılmış, yaxınlaşma matrisi götürülmüşdür.

Bununla da atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi proqramının fəaliyyət funksiyaları müəyyənləşdirilmiş, blok-sxem və proqramın 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 yoxlanılmış model əvvəlcə göstərilmiş kriteriyaları ödəyirsə, onda alqoritmin işi sona çatır və modelin parametrləri çıxışa verilir. Əks halda növbəti model yoxlanılır. Axtarılan model tapılmayana qədər bu sıranın bütün modelləri yenidən yoxlanılır. Proqramın işçi sahəsi 2 əsas paneldən 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. Pəncərənin sağ tərəfində monitoring verilənlərilə alınmış proqnoz arasında müəyyən fərqi olduğu aşkar büruzə vermişdir.

Həmin fəsildə modelləşdirmə 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.

I FƏSİL. ATMOSFER ÇİRLƏNMƏSİ HAQQINDA MƏLUMATLARIN TOPLANMASI, MODELLEŞDİRİLMƏSİ VƏ PROQNOZLAŞDIRILMASI ÜSULLARI

1.1. Atmosfer çirklənməsi ilə bağlı olan problemlərin ümumi analizi

Yer kürəsinin ətrafındakı qaz təbəqəsi atmosfer olaraq qəbul edilmişdir. Atmosfer yer səthinə birbaşa bitişik olan troposfer təbəqəsindən və stratosfer, mezosfer və termosfer kimi digər təbəqələrdən ibarətdir. Dissertasiya işində troposferin, adi insanların praktiki olaraq bütün həyatlarını keçirdiyi və bir neçə yüz metrlik hissədən ibarət olan daha aşağı təbəqəsinin tədqiqatlarına baxılır. Buna görə də, gələcəkdə atmosfer çirklənməsi haqqında danışarkən biz onun məhz ən aşağı təbəqəsinin çirklənməsini nəzərdə tutacağıq.

Müasir dövrümüzdə dünyanın əksər ölkələrində atmosferin vəziyyət parametrlərinin öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyətə malik məsələ kimi qarşıya qoyulmuşdur. Atmosferin tərkibinin əsas komponentləri azot (78,08%), oksigen (20,95%), arqon (0,93%), karbon qazı (0,03%) və başqa qazlardır (0,01%). Qeyd edilməlidir ki, atmosfer parametrləri həmişə stabil qalmır, təbii və antropogen xarakterli müxtəlif mənbələrdən daxil olan qatışıqlar hesabına onun vəziyyəti müamədi olaraq dəyişir. Adətən atmosferin çirklənmə səviyyəsinin dəyişməsi zamana görə o qədər də sürətli olmur və müəyyən mənada fon təşkil edir. Təbii mənşəli qatışıqlar sırasına toz, duman, meşə yanğınları nəticəsində yaranan tüstülər, vulkanik qazlar, flora və fauna məhsulları və digərləri aiddirlər. Bununla yanaşı antropogen xarakterli mənbələr hesabına çirklənmə səviyyəsi daha tez dəyişir və kəmiyyətə yüksək olur. Baxılan halda nümunə kimi sənaye müəssisələrini, istilik elektrik stansiyalarını, daxili yanma mühərriki ilə çalışan nəqliyyat vasitələrinin əsas antropogen çirklənmə mənbələrinə aid etmək olar.

Əsas çirklənmə komponentləri toksiki olmayan karbon dioksidi (CO_2) və su (H_2O) buxarı birləşməsidir. Amma atmosfərə karbon oksid (dəm qazı), his, kükürd və

azot oksidi kimi zərərli vasitələr də atılır. Atmosferdə onların konsentrasiyasının artması mənfi nəticələrə gətirib çıxara bilər. Məsələn dəm qazı (CO) nəfəsalma zamanı insan qanının hemoqlobini ilə möhkəm kompleks birləşmələr əmələ gətirir və qana oksigenin daxil olmasının qarşısını alır. Dəm qazı neft və ya digər karbohidrogen ehtiyatlarının, müxtəlif qazların, yer təkindən çıxarılan ayrı-ayrı yanacaq növlərinin natamam yanması nəticəsində əmələ gəlir. Kükürd dioksidin (SO_2) uzun müddətli təsiri əvvəlcə təngnəfəs olmağa, sonra isə ağciyərin iltihabına və ya şişməsinə, ürəyin fəaliyyətində pozuntulara, qan dövranının pozulmasına və nəfəsalmanın dayanmasına gətirib çıxarır. Bundan əlavə bu qaz turşu tərkibli yağışların yaranmasında əsas mənbələrdən biridir.

Hər bir maddə üçün maksimal birdəfəlik və ortasutkalıq yol verilən qatılıq həddi (YVQH) normativləri müəyyənləşdirilmişdir və müasir dövrdə 500-dən artıq maddə üçün YVQH normativləri mövcuddur. Cədvəl 1.1.1, 1.1.2 və 1.1.3-də atmosferdə tez-tez rast gəlinən bəzi maddələr üçün YVQH-nin Azərbaycan [1], ABŞ [87] və Rusiya [31] standartlarına uyğun qiymətləri verilmişdir.

Atmosferin çirklənmə səviyyəsinin müəyyənləşdirilməsi üçün maye-qaz xromatoqrafiya üsulu uğurla tətbiq olunur. Atmosfer çirklənməsinin kimyəvi analizinin dəqiqliyi uducu cihazdan keçən hava itkisinin ölçülməsinin doğruluğundan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Tədqiqat zamanı maye-qaz sayğaclarının, reometrlərin və ya rotametrlərin köməyi ilə analiz üçün götürülmüş havanın miqdarı təyin edilir. Atmosfer havasının analizi zamanı ən geniş yayılmış sərfiyyat ölçü cihazlarından biri müxtəlif üzgəc formalı rotametrlərdir. Qaz xromatoqrafiyası üzvi və bioloji kimyada qarışıqların analizi üçün ən geniş tətbiq olunan metodlardan biri və eyni zamanda neft emalı və kimya sənayesində ən effektiv idarəetmə metodudur. Müşahidələrdən əlavə birbaşa atmosfer çirklənməsinin səviyyəsinə nəzarətdə başqa metodlar da istifadə olunur və onlara atmosfer yağıntılarından nümunələrin götürülməsi, qarda, torpaqda və bitkidə zərərli maddələrin tərkibinin müəyyən edilməsi də aiddir. Yağıntıların kimyəvi tərkibinin analizi nəticələri qarışıqların lokal tullantı mənbələrini qiymətləndirməklə yanaşı, bu qarışıqların hava kütlələri ilə birlikdə köçürülməsini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Digər metod isə atmosfer çirklənməsinin birbaşa

analizidir ki, müasir dövrdə o nisbətən az tətbiq olunur. Lakin sonralar xromatoqrafların ölçülərinin və kütləsinin azalmasına və həmçinin detektorların həssaslıq səviyyəsinin artması ilə əlaqədar həmin metod daha geniş istifadə olunacaqdır.

Cədvəl 1.1.1

Atmosferi çirkləndirən maddələrin Azərbaycanın dövlət standartına uyğun YVQH

Maddələrin adları	YVQH, mq/m ³
Toz	0.15
Kükürd	0.05
Azot 4 oksid	0.04
Hidrogen sulfid	0.008
Dəm qazı	3
Furfurol	0.05
Formaldehid	0.003
Ammonyak	0.04
Azot 2 oksid	0.4
His	0.15
Sulfat turşusu	0.3
Bərk fluoridlər	0.03
Hidrogen fluorid	0.005
Xlor	0.03

Cədvəl 1.1.2

Atmosferi çirkləndirən bəzi maddələrin ABŞ-ın National Ambient Air Quality Standards standartına uyğun YVQH

Maddə	YVQH
Qurğuşun (Pb)	0,15mq/m ³
Azot 2-oksidi (NO ₂)	1 saat ərzində 100 ppb
Ozon (O ₃)	8 saat ərzində 0,070 ppm
Aerozollar (PM)	1 il ərzində 12,0 mq/m ³
Kükürd dioksidi (SO ₂)	1 saat ərzində 75 ppb

Burada “ppb” – “Parts per billion”və ya milyardda olan hissələri, “ppm” isə uyğun olaraq “Parts per million” və ya milyonda olan hissələri göstərir.

Ölçmələrin dəqiqliyinin və həssaslığının artırılması monitoring aləti olan emalətmə proqramları üçün tələblərin artmasına gətirib çıxarır.Yəni atmosferdə olan

toksiki maddələrin təyin olunması üçün mükəmməl metodların proqram təminatının işlənilməsi zərurəti meydana çıxır.

Cədvəl 1.1.3

Atmosferi çirkləndirən bəzi maddələrin Rusiyanın dövlət standartına uyğun

YVQH

Maddə	YVQH, mq/m ³		Maddənin təhlükəlilik sinfi
	Maksimal birdəfəlik	Orta sutkalıq	
Azot dioksid	0,085	0,04	2
Kükürd dioksid	0,5	0,05	3
Karbon oksid	5,0	3,0	4
Toz (ölçülmüş maddələr)	0,5	0,15	3
Ammonyak	0,2	0,04	4
Sulfat turşusu	0,3	0,1	2
Fenol	0,01	0,003	2
Metal civə	-	0,0003	1

1.2. Atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsinin əsas metodikalarının təhlili

Əlbəttə, hər bir işin başlanğıc mərhələsi sahə üzrə icmalın aparılmasını tələb edir. Son dövrlərdə internetdə informasiya axtarışı aparmadan tam qiymətli, mükəmməl məlumatların toplanması qeyri-mümkündür. İnternetdə artıq 20 ilə yaxındır ki, davam edən inqilab sayəsində bütün dünya üzrə verilənlərin mübadiləsində əhəmiyyətli inkişafa nail olunmuşdur. İnternet resurslarının həcmi çox böyük sürətlə artır və informasiya mənbəyindən gündəlik istifadə etmədən alimin, mühəndisin yaxud proqramçının əldə etdiyi nəticələri təsəvvür etmək mümkün deyil. Ancaq qeyq etmək lazımdır ki, internet materiallarından istifadə olunması aşağıdakı müəyyən problemlərlə müşayiət olunur:

- həmişə ən yaxşı və uyğun olan informasiya mənbələrini asan identifikasiya etmək kifayət etmir;
- bir çox saytlar, o cümlədən baxılan sahə üzrə vacib saytlar tez-tez ünvanlarını

dəyişdirirlər;

– şəbəkədəki böyük həcmli informasiya tədqiqatçının diqqətini daha vacib elmi işlərdən yayındırır.

Amma bütövlükdə internet inqilabı alimlərin həyatını, tədqiqatların və işlərin aparılması üsullarını dəyişdirmişdir. Bu, xüsusilə baxılan tədqiqat sferasına aid olan ətraf mühit haqqında elmlər və kompüter elmləri üçün doğrudur.

Bu icmalın tərtib edilməsində atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi məsələlərində tanınmış proqram təminatı istehsalçılarının veb-saytlarında göstərilmiş sənədlər öyrənilmişdir. İstifadə olunan əbədiyyat siyahısında bu veb-saytların və həmçinin sənədlərin öyrənilməsi üçün daha çox faydalı məzmunu malik olan saytların ünvanları geniş şəkildə təqdim edilmişdir. Amma yuxarıda qeyd olunduğu kimi, bu fəslin yazıldığı zamandan müəyyən vaxt keçdiyinə görə bəzi istinadlar əlçatmaz ola bilər.

Atmosferin çirklənməsi modelləri xətti mənbələr yaxud nöqtəvi mənbələr tərəfindən atılan çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının, tərkibinin qiymətləndirilməsi üçün istifadə edilir [44]. Modelləşdirmənin nəticələrindən tədqiq olunan ərazidə çirklənmə səviyyəsinin yaxud yeni proseslərdən ayrılan çirkləndirici maddələri azaltmaq məqsədi ilə istifadə olunur. Baxılan bütün modellərdə çirkləndiricilərin yayılmasına və onların qarşılıqlı əlaqəsinə rəvac verən fiziki və kimyəvi proseslərin stimulyasiyası üçün riyazi üsullardan istifadə edilir. Bu zaman giriş parametri meteoroloji verilənlər çirkləndirici tullantıların kəmiyyət göstəriciləri və yayılma hündürlüyü göstərilir. Modellər bilavasitə atmosfərə atılan birinci növ çirkləndiriciləri qiymətləndirmək üçün bəzi hallarda isə birinci növ çirkləndiricilərlə əlaqə zamanı əmələ gələn kimyəvi proseslərin nəticəsi olan ikinci növ atmosfer çirkləndiricilərinin qiymətləndirilməsi üçün işlənir. Havanın keyfiyyətinin idarə olunması üçün atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi çox vacibdir. Bu faktor çirkləndirmə prosesində müəssisələrin payını təyin etmək eləcədə nəzarət edici təşkilatlarda təhlükəli çirklənmələrin azaldılması üçün strategiyanın işlənilib hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Məsələn, modelləşdirmə standartlar daxilində çirklənmə səviyyəsini təyin edən zərurət olduqda tullantıların idarə olunması üzrə

əlavə tələbləri müəyyənləşdirən yeni müəssisənin qeydiyyatında istifadə oluna bilər. Modelləşdirilmədə həmçinin insana və ətraf mühitə təsir mexanizminin azaldılması üçün qəbul edilən ekoloji proqramın qiymətləndirilməsinə də kömək edə bilər [45].

Mövcud modelləri müxtəlif əlamətlərinə görə təsnifatlaşdırmaq olar. Məsəfəyə görə təsnifatlaşdırmada bütün modellər 2 diapazona – qısa (20 km-dən az) və uzun diapazona (50 km-dən çox) bölünür. Birinci tip modellər iri şəhər və ya rayonların atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsində istifadə olunur. Bu modellərə ADMS (Advanced Dispersion Modeling System), AERMOD və SCAIL (Simple Calculation of Atmospheric Impact Limits) modellərini nümunə göstərmək olar. İkinci tip modellərə isə FRAME (Fine Resolution Atmospheric Multi-pollutant Exchange) [59] modelini nümunə göstərmək olar. Qeyd etmək lazımdır ki, burada modelləşdirməyə olan yanaşmalar çox güclü şəkildə bir-birindən fərqlənilir. Məsafənin artması ilə şaquli istiqamətdə tullantının yayılmasının miqyası planetə sərhəd qatının qalınlığı ilə müqayisə olunan şəkil alır və bircinslilik haqqındakı adi fərziyyələr sadələşdirilmiş modellərdən istifadə etməyə imkan vermir [24, s.18].

Baxılan halda birinci tip modelləşdirmə məsələlərinə baxılmışdır. Ona görə də modelləşdirmə metodlarının fiziki, riyazi və statistik metodlara bölünməsinə nəzərdə tutan digər bir təsnifatlaşdırma tətbiq etmək olar [47].

Fiziki modellər aerodinamik boruda şəhər rayonunun atmosfer çirklənməsinin yayılmasının simulyasiyası yolu ilə qurulur. Bu zaman faktiki olaraq şəhər və ya rayonun xarici simasını nüsxələmək və onu kiçildilmiş şəkildə yenidən təsvir etmək, çirkləndirici mənbələrlə bərabər meteoroloji faktorları yəni, küləyi və rütubəti də yaratmaq, modeldə havanın təzyiqini artırmaq və ya azaltmaq, bu mənbələri onların həqiqi mövqelərinə uyğun şəkildə yerləşdirmək lazımdır. Çirklənmə proseslərinin miqyasını azalması onların yenidən istehsalı, belə modellərin tətbiqini məhdudlaşdırır [18, s.46].

Riyazi modellərdə bütün prosesin bütövlükdə riyazi təsəvvüründən istifadə edirlər. Bu halda bütün çirkləndirici mənbələr haqqında tam və dəqiq verilənlərə malik olmaq, çirkləndirici hissəciklərin yayılması qanunlarını və həmçinin meteoroloji faktorların təsirini nəzərə almaq zəruridir. Onların tətbiq olunması

əvvəlcədən qəbul edilmiş fərziyyələr olmadan real fiziki və kimyəvi prosesləri tənliklərin köməyi ilə təsvir etmək qabiliyyətinin olmaması ilə məhdudlaşır.

Statistik metodları istifadə edən modellər kifayət qədər sadə olmasına baxmayaraq, səbəb-nəticə əlaqələrini açıq şəkildə təsvir edə bilmirlər. Buna görə də bu modellər özlərinin qurulmasında istifadə olunan verilənlərdən kənara ekstrapolyasiya edilə bilmirlər. Beləliklə, köhnə verilənlərdən asılılıq onların əsas çatışmazlığı olaraq qalmaqdadır. Bir halda ki, çirkləndirici maddə tullantılarının dəyişikliyi öncədən xəbərdarlıq etmirlər, onlar planlaşdırma üçün də istifadə oluna bilməzlər. Belə maddələr çirklənmələrin qısa müddətli, bir sıra hallarda isə orta müddətli proqnozu üçün yararlıdır. Lakin modelləşdirmə üçün verilənlərin daimi yenilənməsini tələb edirlər və uyğun olaraq özləri də zamana görə daima dəyişilməlidirlər.

Bu əlamətləri nəzərə almaqla atmosferin çirklənməsi modellərinin təsnifatını daha geniş sxemdə təqdim etmək olar (şəkil 1.2.1).

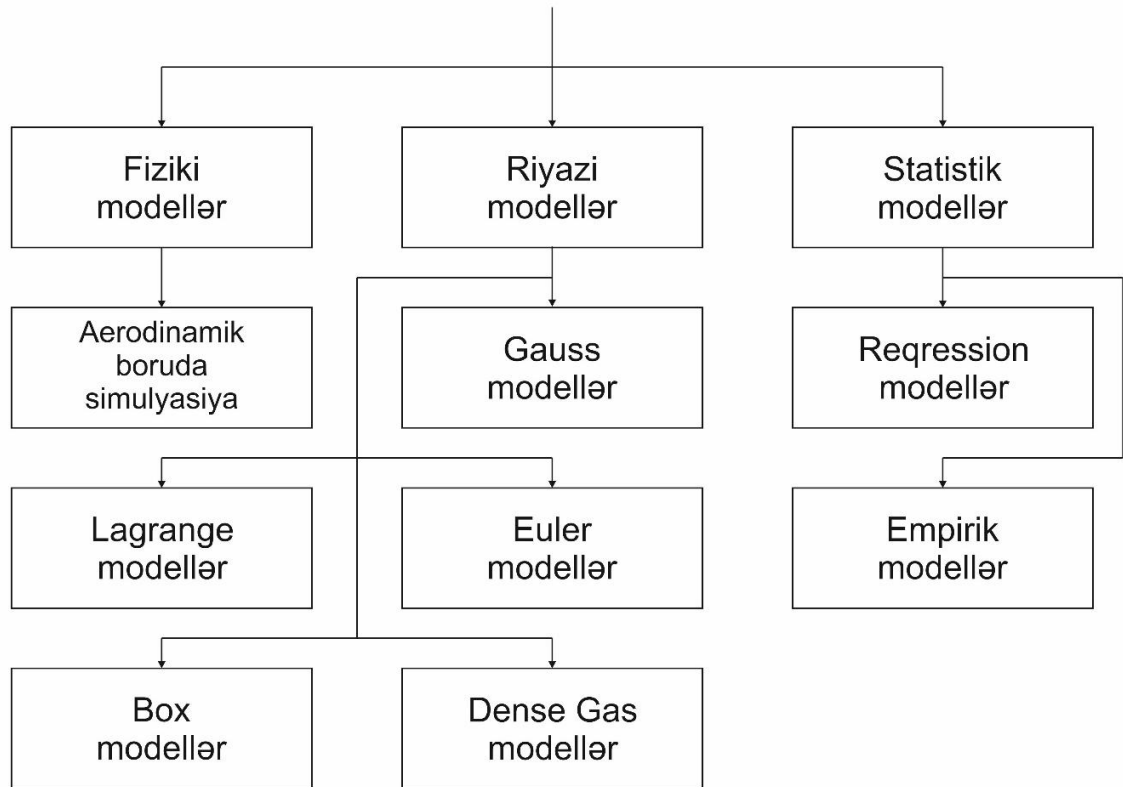
Çirklənmə mənbələri daimi olaraq fəaliyyətdə olan (stasionar) və müəyyən zamandan zamana özünü göstərən (qeyri-stasionar) ola bilər. Analoji olaraq, riyazi modellər də çirklənmə mənbəyinin tipinə uyğun olaraq stasionar və qeyri-stasionar modellərə bölünürlər.

Ən sadə və sürətli modellər çox saylı kompüter resursu tələb etmir və hesablamalar üçün az vaxt tələb olunur. Bununla yanaşı onlar heç bir yer relyefini, meteoroloji parametrlərin şaquli paylanması, xüsusi halda isə küləyin istiqamətini və sürətini nəzərə almırlar. Sxemdən göründüyü kimi, riyazi modellər üçün beş tip məlumdur: qapalı həcm modeli (Box modeli), Gauss modeli, Laqranj modeli, Eyler modeli, və sıxılmış qaz (Dense Gas) modeli.

Ən sadə model – Box modelidir. Bu model qutuya bənzər hər hansı hava hövzəsinin daxilində çirklənmələrin bərabər paylanmasını nəzərdə tutur [93]. Belə modellər havanın çirklənməsinin modelləşdirilməsində geniş istifadə olunur. Onlar xüsusi törəməli tənliklər vasitəsilə verilmiş üçölçülü Eyler modelləşdirilməsi əvəzinə sadə hesablama alətlərindən istifadə üçün imkan yaradır.

Lakin bərabər paylanma haqqındakı bu fərziyyə çox bəsit səslənir və bu

modeldən istifadənin məhdudiyyətinə gətirib çıxarır.



Şəkil 1.2.1. Atmosfer çirklənməsində istifadə olunan modellərin təsnifatı

Qauss modeli 1936-cı ildən məlumdur və ən geniş yayılmış model hesab edilir. Burada fərz edilir ki, hava çirkləndiricilərinin dispersiyası Qauss qanunu, yaxud ehtimalın normal paylanması üzrə baş verir. Qauss modelləri yer səthindəki və ya hər hansı yüksəklikdəki mənbədən əmələ gələn fasiləsiz çirklənmə şleyflərinin dispersiyasının proqnozlaşdırılması üçün daha çox istifadə olunur. Modelləşdirmədə istifadə olunan əsas alqoritm kəsilməz nöqtəvi mənbə üçün ümumiləşmiş dispersiya tənliyi hesab edilir.

Qauss modelindən istifadə etməklə ən çox yayılmış proqram təminatlarına AFTOX, ASPEN (Assessment System for Poulation Exposure Nationwide) və ISC3 (Industrial Source Complex) [75] proqramlarını nümunə göstərmək olar.

Laqranj modelində çirklənmələrin dispersiyasına zərrəciklərin təsadüfi hərəkəti kimi baxılır və böyük miqdarda zərrəciklərin hərəkətinin statistik parametrlərinin hesablanmasına əsaslanır. Laqranj modeli şleyf zərrəcikləri ilə birgə hərəkət edən

koordinat sistemindən istifadə edir, başqa sözlə, müşahidəçi yayılmış şleyfi izləyir. Laqranj modelinin tətbiqi təsadüfi tullantılar və ya ayrı-ayrı ekoloji proseslərin analizi üçün məqsədəuyğun hesab edilir.

Laqranj modelindən istifadə edən yayılmış proqram təminatına misal olaraq RAPTAD [104, s.427] və SCIPUFF (Second-order Closure Integrated PUFF) [91] proqramlarını nümunə göstərmək olar.

Eyler modeli Laqranj modelinə analojidir, lakin fərq ondan ibarətdir ki, o fəzada yeri dəqiq müəyyən olunmuş koordinat sistemindən istifadə edir, yəni müşahidəçi konkret hərəkətsiz nöqtədə yerləşir. Bu metod üzrə modelin hesablanması çox mürəkkəb olduğundan və uzun müddətli kompüter hesablamalarını tələb etdiyindən, adətən onlardan daim istifadə etmək əlverişli olmur. Ancaq bir çox hallarda, əgər zaman keçdikcə çirkləndirən maddələrin ayrılması şəraiti dəyişməz qalarsa, həmçinin çirkləndiricilərin köçürülməsi zamanı və küləyin sürəti 1 m/san-dən az olarsa, meteoroloji şərait dəyişməz qalarsa, hesablama prosesi sadələşdirilə bilər.

Eyler modelindən istifadə edən geniş yayılmış proqram təminatı olaraq HOTMAC [103, s.124] və Panache proqramlarını göstərmək olar.

Sıx qaz modellərində fərz olunur ki, çirkləndiricilərin zərrəcikləri havadan daha ağırdır və səthdə qala bilmək tendensiyasına malikdirlər. Daha geniş yayılmış modellərdən aşağıdakı üçün göstərmək olar:

- Arkanzas universitetində Cerri Havens və Ton Spayser tərəfindən işlənmiş DEGADİS modeli;
- Lourens adına Livermor Milli Laboratoriyasında işlənilmiş SLAB modeli [94];
- Shell Oil tədqiqat şöbəsi tərəfindən işlənilmiş HEGADAS (Heavy Gasdenser-than-airmodel) modeli [71].

Bundan başqa böyük miqdarda elə alternativ modellər mövcuddur ki, onlar yuxarıdakı əsas modellərin əlamətlərini özlərində ifadə edirlər və onların bir və ya bir neçəsindən modelləşdirmə əlamətlərini mənimsəyirlər [43].

Bununla əlaqədar geniş istifadə olunan bir çox modellərin ümumi xarakteristikaları araşdırılmış və sistemli təqdim edilmişdir. Həmin modellərin

İnternet icmalı aparılmaqla onların funksional imkanları və tətbiq sahələri aşağıdakı kimi müəyyənləşdirilmişdir. Geniş istifadə edilən atmosfer çirklənmələri modellərinin xüsusiyyətləri və qurulma prinsipləri aşağıdakılardan ibarətdir:

- **ADAM** (Air Force Dispersion Assessment Model). Bu model modifikasiya olunmuş Boks və Qauss modelidir. Modelin qurulması termodinamik və kimyəvi hadisələrin, istiliyin ötürülməsi effektlərinin, aerozolların və sıx qazın mövcudluğu nəzərə alınmaqla həyata keçirilir [64].

- **ADMS** (Qauss modeli qısa diapazonda). Modelin qurulması binaların coğrafiyası, yer relyefi, sahil xətti və digər relyef xüsusiyyətlərinin mövcudluğu nəzərə alınmaqla həyata keçirilir [53].

- **AERMAP** (DEM-model). Konversiya əsasında paylanan çirklənmənin DEM modellərinin qurulması üçün ərazinin preprocessorunu özündə ehtiva edir. DEM (Digital Elevation Model) – rəqəmsal relyef modeli AERMOD ilə birgə istifadə etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur [90].

- **CALINE 3** (Qauss modeli). Monitoring verilənlərinə əsaslanmışdır. Model ikitərəfli avtomobil yollarının yaxınlığında və sadə relyefə malik yerlərdə havanın çirklənməsinin təyin olunması üçün işlənmişdir [51].

- **AERMOD**. Dayanıqlı vəziyyətə malik dispersiya və şleyf modeli qısa məsafə diapazonunda işləyir. Emal zamanı səthdə olduğu kimi, yüksəklikdəki mənbələri və həmçinin burulğanın strukturunu nəzərə alır [41].

- **AFTOX** (Qauss modeli). Model səthdə yerləşən nöqtəvi mənbələrlə yanaşı müəyyən hündürlükdə mövcud olan fəza mənbələrinin və həmçinin fasiləsiz tullantılarla bərabər, birdəfəlik çirklənmə tullantılarının da emalını dəstəkləyir [42].

- **AP-42**. Compilation of Air Pollutant Emission Factors (Mobile Sources). Statistik model. Model avtomaşın və digər bu kimi yerini dəyişən obyektlərdən yaranan çirklənmələrinin emalını dəstəkləyir. Modelləşdirmə zamanı kənd təsərrüfatı və tikinti maşınları, təyyarə və mühərriklər, lokomotivlər və digər bu kimi mobil avadanlıq mənbələrinin məlumatlarının emalı üçün eksperimental verilənlərə malik cədvəldən istifadə edilir [60].

- **CTSCREEN** (Qauss modeli). CTDMPLUS modelinin skrining versiyasıdır

[96].

– **ASPEN** (Gauss modeli). Model şüalanma dispersiyasının hesablanması və həmçinin xəritə üzərinə köçürmə modullarına malikdir. Birbaşa şüalanma mənbəyinin yaxınlığında orta illik konsentrasiyanın qiymətləndirilməsi üçün tətbiq olunur. Giriş verilənləri kimi tullantılar haqqında məlumatlardan, meteoroloji və digər verilənlərdən istifadə olunur [86].

– **BLP** (Buoyant Line and Point - Gauss modeli). Model alüminium istehsal edən zavodlarda və digər sənaye obyektlərində meydana çıxan unikal problemlərin həlli üçün işlənilmişdir. Belə zavodlarda xətti mənbədən gələn çirkləndirici şleyf əvvəlcə meydana gəlir, sonra isə çökdürülür [49].

– **BlueSky** (Dispersiya modeli). Model meşə və tarlalarda yayıla biləcək yanğınlardan toplanmış effektin əvvəlcədən xəbər verilməsi üçün işlənilmişdir. Tüstülənmənin əvvəlcədən xəbər verilməsi üçün landşaft, yayılma və digər meteoroloji faktorlar nəzərə alınır [48].

– **DEGADIS** (sıx qaz modeli). Yer səthində sıx qaz (və ya aerosol) çirklənməsinin yayılmasının təbiətini simulyasiya edir [57].

– **CAL3QHC / CAL3QHCR** (Gauss modeli). Monitoring verilənlərinə əsaslanmışdır və CALINE3-ün daha müasir versiyasıdır. Hərəkət edən və dayanan nəqliyyat vasitələrinin olan magistralların yaxınlığında hava çirkləndiricilərinin (CO və ya PM) ümumi konsentrasiyasını qiymətləndirir. Bu modellər həmçinin kəsişən yollarda avtomobil növbələrinin uzunluğunu da qiymətləndirir. CAL3QHCR – bu daha müasir versiya olmaqla yerli meteoroloji verilənlər üçün zəruridir [51].

– **CALPUFF Modeling System** (Modelləşdirmə sistemi). Sistemin əsas komponentləri diaqnostik üçölçülü və meteoroloji CALMET modeli, atmosferin keyfiyyətinin CALPUFF dispersiya modeli və post emalı üçün proqram CALPOST paketidir. Meteoroloji faktorlar nəzərə alınmaqla nəqliyyat çirkləndiricilərinin təsirini öyrənir [88].

– **CAMEO** (Computer-Aided Management of Emergency Operations). Proqram paketi. CAMEO proqram paketi 3 komponentdən ibarətdir: CAMEO, ALOHA və MARPLOT. Kimya sahəsilə bağlı olan çirklənmələrin dispersion

modelləşdirilməsini təmin edir [54].

– **CALINE4** (California LINE Source Dispersion Model). Qauss modeli. Program seçilmiş marşrut boyu havanın keyfiyyətini modelləşdirir. Hərəkət yolu üzrə çirklənmə dispersiyasını təyin etmək üçün qarışıq zona yaxınlaşmasından istifadə edir [52].

– **CTDMPLUS** (Complex Terrain Dispersion Model Plus Algorithms for Unstable Situations). Qauss modeli. Ərazi hissəsinin sabilliyinin və mürəkkəbliyinin istənilən şəraitində tətbiq olunmaq üçün Qauss modeli əsasında işlənilmişdir [65].

– **EMS-HAP** (Emissions Modeling System for Hazardous Pollutants). Çirklənmənin şüalanması prosessoru. ASPEN və ya ISCST3 modellərindən istifadə edir. SAS proqramlaşdırma dilində yazılmış və istənilən UNIX platformasında işləmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Buna görə də SAS-ı bilmək tələb olunur [100, s.19].

– **HEGADAS**. Sıx qaz modeli. Şəhər mühitində sənaye və mürəkkəb landşaft şəraitində aerosolların konsentrasiyasının qiymətləndirilməsi üçün tətbiq olunur [106, s.21].

– **Emsoft** (Exposure Model for Soil-Organic Fate and Transport). Dispersiya modeli. Müəyyən zaman müddətində torpaqda qalan çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının təyin olunması və ya atmosferi çirkləndirən maddələrin kütlə axınının kəmiyyətə müəyyən olunması, həmçinin atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyasının hesablanması üçün istifadə oluna bilər [61].

– **HYROAD** (HYbrid ROADway Model). Alternativ model. Hərəkət, şüalanma və yayılma effektlərinin simulyasiyası üçün üç ədəd modulu özündə birləşdirir. Karbon oksidin və həmçinin avtomagistralların kəsişmə nöqtələrində nəqliyyat vasitələrindən ayrılan toksiki aerosolların bir saatda konsentrasiyasını təyin etməyə imkan verir [78].

– **FRAME** (Atmospheric Transport Model). Uzun diapozon. 1 km-dən 50 km-ə qədər ayırdetmə ilə azot və kükürd birləşmələrinin konsentrasiyasının qiymətləndirilməsi üçün elastik genişliyə malik alətdir [84].

– **IWAIR** (Industrial Waste Air Model). Alternativ model. Konkret hansı

tullantıların insan sağlamlığı üçün qəbul edilməz inhalyasiya riski yaratdığını qiymətləndirir [76].

– **HOTMAC** (High-Order Turbulence Meteorological Model). Eyler modeli. Şəhər ərazisində istilik və sərinlik mənbələri nəzərə alınmaqla atmosfer çirklənməsinin qiymətləndirilməsi üçün üçölçülü proqnozlaşdırma modelidir [102, s.166].

– **HYSPLIT** (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory). Laqranj modeli. Çirklənmənin yayılması trayektoriyalarının modelləşdirilməsinin təkmilləşdirilmiş sistemi olub, kimyəvi çevrilmələrin hesablanması modulundan ibarətdir [46].

– **IGEMS** (Internet Geographical Exposure Modeling System). Coğrafi informasiya sistemi. Səth və yeraltı suların, həmçinin atmosfer havasının çirklənməsini modelləşdirir. Modelləşdirmə nəticələrinin təsvir olunması üçün CİS – in imkanlarına malikdir [97].

– **ISC-PRIME** (Qauss modeli). Sənaye kompleksləri ilə bağlı olan geniş spektrli mənbələrdən ayrılan çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunur [55].

– **MMSOILS** (for DOS). Multimedia modeli. Qrunt və səth sularında, yerdə və atmosferdə toksiki kimyəvi maddələrin yayılmasını və onların qida zəncirinə kumulyativ təsir effektini öyrənir [85].

– **Mobile6** (Alternativ model). Nəqliyyat vasitələrindən ayrılan çirklənmənin modelləşdirilməsi, atmosferin çirklənməsinə səbəb olan bu vasitələrin nisbi rolunun müəyyən olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur [98].

– **OBODM** (Open Burn/Open Detonation Dispersion Model). Alternativ model. Yanma məhsullarının, köhnəlmiş döyüş sursatlarının utilizasiyasının və bərk raket yanacağının havanın keyfiyyətinə potensial təsirinin qiymətləndirilməsində istifadə olunmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur [89].

– **OCD** (Offshore and Coastal Dispersion Model). Qauss modeli. Sahilboyu rayonlarda xətti, nöqtəvi və zona mənbələrdən atmosfərə atılan dəniz tullantılarının qiymətləndirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Modelləşdirmə üçün dənizlə yanaşı,

hər saatdan bir sahil üzrə meteoroloji verilənlər də zəruridir [70].

– **OZIPR** (Ozone Isopleth Plotting Program Model). Boks modeli. Atmosferin toksiki çirklənməsinin qiymətləndirilməsi üçün birölçülü fotokimyəvi boks modeli [66].

– **Panache** (Eyler modeli). Atmosfer axınlarının modelləşdirilməsi üçün çoxsaylı proqram modullarının məcmusu. Atmosfer axınları və topoqrafiya, tikinti və landşaft nəzərə alınmaqla çirklənmənin yayılmasının simulyasiyası üçün tam üçölçülü Computational Fluid Dynamics (CFD) proqram paketinə malikdir [63].

– **Percent View** (Proqram utiliti). AERMOD və ISCST3 modellərinin işinin nəticəsi əsasında çirklənmənin konsentrasiyasının faizlə miqdarının hesablanması üçün nəzərdə tutulmuşdur [79].

– **RAPTAD** (Random Puff Transport and Diffusion). Laqranj model. Kompleks ərazilər üzərində də çirkləndirici maddələrin yerdəyişməsi və yayılması üçün üçölçülü meteoroloji modeldir [99].

– **PLUVUEII** (Modifikasiya olunmuş boks modeli). Ayrıca mənbədən alınan azot və kükürd oksidlərilə və aerozollarla çirklənmə nəticəsində atmosferin solğunluğunun və görünüş diapazonunun kiçilməsinin qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunur. Yerdəyişməni, yayılmanı, kimyəvi reaksiyaları və optik effektləri proqnozlaşdırır [105, s.95].

– **RTDM3.2** (Rough Terrain Diffusion Model). Qauss modeli. Yer səthi üzərində və ya bir neçə üst-üstə salınmış nöqtəvi mənbələrin bilavasitə yaxınlığında çirklənmənin qiymətləndirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur [67].

– **SCAIL** (Simple Calculation of Atmospheric Impact Limits). Qısa diapazon. Kənd təsərrüfatında mövcud olan yanma mənbələrindən əmələ gələn təsirin qiymətləndirilməsi üçün alətlər yığımıdır. İki modula – SCAIL Agriculture və SCAIL Combustion malikdir və hər iki model kükürdün, azotun və turşuluğun miqdarını kəmiyyətə qiymətləndirməyə imkan verir [92].

Yuxarıda göstərilmiş siyahıdan da göründüyü kimi, böyük sayda modellər statistik və ya hibrid modellər olmaqla yanaşı onlar statistik verilənlərdən istifadə edir. Həmçinin qeyd etmək lazımdır ki, statistik modellər müxtəlif ölkələrdə və ya

böyük dövlətlərin ayrı-ayrı rayonlarında işlənilib hazırlanır. Bu ilk növbədə meteoroloji şərtlər də daxil olmaqla digər şərtlərin də regiondan regiona fərqli olması ilə əlaqədardır. Buna görə də, hər bir böyük sənaye mərkəzinin öz məxsusi modeli yaradılır. Beləliklə, Bakı şəhərinin də atmosfer çirklənməsinin məxsusi statistik modelinin işlənilməsi zəruridir [6, s.177].

Ümumi şəkildə atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması məsələsi aşağıdakı diferensial tənliyin müəyyən başlanğıc və sərhəd şərtləri daxilində həlli kimi təyin oluna bilər [19, s.58]:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \sum_{i=1}^3 u_i \frac{\partial q}{\partial x_i} = \sum_{i=1}^3 \frac{\partial}{\partial x_i} k_i \frac{\partial q}{\partial x_i} - \alpha q \quad (1.2.1)$$

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 – qatışıqın çevrilməsi hesabına konsentrasiyanın dəyişməsinə təyin edən əmsaldır.

(1.2.1) tənliyi atmosferdə çirkləndirici maddələrin yayılması üzrə bir çox məsələlərin həlli üçün istifadə olunur. Onun köməyiylə ayrı-ayrı xarakteristikaya malik olan mühitlərdə müxtəlif tipli mənbələrdən yaranan atmosfer çirklənmələrini proqnozlaşdırmaq mümkündür. Həmçinin sənaye şəhərinin havasının insanların sağlamlığı üçün təhlükəli olan çirklənmə səviyyəsini keçməməsi məqsədilə sənaye müəssisələrinin tullantılarını idarə etmək olar.

Ümumi halda (1.2.1) tənliyinin analitik həlli mövcud deyil və onunla əlaqədar olaraq praktikada bu tənliyin müxtəlif sadələşdirilmiş variantları istifadə olunur. Ancaq əhəmiyyətli dərəcədə sadələşdirmələrə baxmayaraq (1.2.1) tənliyi kifayət qədər real geniş parametrləri olan hal üçün həllə malik deyil. Bundan başqa qeyd etmək lazımdır ki, (1.2.1) formasında riyazi modellər praktikada yalnız şəhərin bütün

sənaye müəssisələrinin tullantıları haqqında verilənlər məlum olduqda, istifadə oluna bilər. Əksər hallarda tullantılar haqqında informasiya mövcud olmur və yalnız orta aylıq verilənlər məlum olur. Bu səbəbdən də bir çox hallarda şəhərin havasının keyfiyyətinin operativ idarə olunması və atmosferin çirklənməsinin qısamüddətli proqnozlaşdırılması üçün riyazi modellərin tətbiqi imkanları məhdudlaşır.

Nəhayət, statistik modellər statistik analiz alətlərindən istifadə edirlər. Modelləşdirmə üçün atmosfer çirkləndiriciləri ilə yanaşı, həm də bir çox meteoroloji parametrlərin böyük həcmli ölçmə məlumatlarına malik olmaq da zəruridir. Həmin meteoroloji parametrlər çirklənmələrin konsentrasiyasının paylanmasına təsir edə bilər. Meteoroloji şərait atmosferdə maddələrin yayılmasına, daşınmasına və toplanmasına əhəmiyyətli dərəcədə nəzarət edir. Buna görə də onlar atmosferin monitorinqinin əmsalını təşkil edir. Əsas meteoroloji parametrlərə havanın temperaturu, təzyiqi və rütubətliliyi, vahid zamanda bir kvadrat santimetr yer səthinə günəşdən düşən işıq enerjisinin miqdarı, buludluluq, yağıntı və həmçinin küləyin istiqaməti və sürəti aid edilir.

Temperaturun artması atmosferi çirkləndirən bir çox maddələrin miqdarını da artırır. Digər tərəfdən temperaturun müəyyən dərəcəyə qədər aşağı düşməsi şəhər binalarının isidilməsi zərurətini ortaya qoyur ki, bu da çirklənmələrin artmasına gətirib çıxarır [15]. Həmçinin atmosfer qatının təzyiqi də hava çirkləndiricilərinin konsentrasiyasına təsir göstərir. Məsələn, ölçmə məlumatları göstərir ki, karbon oksidin və azot dioksidin miqdarı təzyiq aşağı düşdükcə, artır.

Rütubət ayrı-ayrı çirkləndiricilərin konsentrasiyalarına müxtəlif cür təsir edir. Belə ki, kükürd dörd oksidin (SO_4) toz konsentrasiyası azalır və həmin vaxt karbon oksidin (CO) konsentrasiyası havanın rütubətinin müxtəlif qiymətlərində demək olar ki, eyni kəmiyyətə malik olur. Əksinə, rütubətin artması ilə azot oksidin və azot dörd oksidin, həmçinin hidrogen sulfidin və fenolun konsentrasiyasının artımı müşahidə olunur [39].

İnsolyasiya səthin günəş işığı ilə şüalandırılması, yəni günəş radiasiyasıdır. Ehtimal olunan insolyasiya atmosferin vəziyyətindən və bulud örtüyündən asılıdır. Faktiki insolyasiya həmişə ehtimal olunan insolyasiyadan fərqlənir və yalnız təbii

müşahidələrlə təyin oluna bilər. İnsolyasiyanın hesablanması üçün həndəsi (məkan-zaman) və energetik üsullardan istifadə olunur. Həndəsi metodlar günəş şüaları axınının hansı istiqamətdən və hansı zaman ərzində daxil olmasını müəyyən edir. Energetik metodlar onların işıqlandırılmasını və ekspozisiyasını yaradan axının sıxlığını təyin edir. İnsolyasiyanın yaratdığı fotokimyəvi və bioloji effektlər atmosfer çirklənmələrinin yayılmasına təsir göstərir [14, s.18].

Buludluluq da həmçinin müəyyən dərəcədə təsir göstərir. İstilik turbulentliyi istilik axını ilə bağlıdır. Bulud örtüyü neytral dayanıqlığın əmələ gəlməsini təmin edərək istilik itkisini azaldır və ya artırır. Gecə vaxtı aydın səmada və zəif külək əsdiyi zaman atmosfer dayanıqlı olur, gündüz vaxtı isə analoji şərait atmosferin qeyri-dayanıqlığına səbəb olur.

Əgər küləyin istiqaməti çirkləndirici sahələrin yayılmasına təsir edən əsas faktordursa, onda küləyin sürəti bir çox hallarda əsas çirkləndiricilərin konsentrasiyasının artımını təmin edərək zərərli maddələrin toplanmasına və hərəkətinə zəmin yaradır. Bu halda tullantı mənbələrinə nəzərən daha yüksək konsentrasiyalı qatışıq zonaları küləkli rayonlarda formalaşır [36, s.382].

Yağıntılarda miqdarı, həmçinin atmosferdə çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasına güclü təsir edir. Məsələn, yağışdan sonra tozun miqdarı xeyli azalır. Həmçinin, azot dioksidin konsentrasiyası da azalır.

Beləliklə, belə nəticəyə gəlmək olar ki, atmosferi çirkləndirən maddələrin qatışıqların konsentrasiyasının vəziyyəti konkret bir rayonda meteoroloji parametrlərin müəyyən yığımından asılıdır.

Bununla da baxılan halda atmosfer çirkləndiricilərinin bəzi növləri haqqında və əldə olunmuş çirklənmə məlumatlarının zaman və məkana uyğun meteoroloji parametrləri haqqında statistik verilənlər toplanmışdır. Verilənlərin əldə edilməsi prosedurları daha ətraflı fəsil 2-də şərf olunmuşdur.

Statistik modelləşdirmə məsələsi aşağıdakı kimi ifadə olunan reqressiya tipli modelin alınmasına əsaslanmışdır:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (1.2.2)$$

burada y – çirkləndirici maddənin konsentrasiyası,

$x_1, x_2, \dots, x_m$ – isə verilən konsentrasiyanın qiymətinə əhəmiyyətli təsir göstərən meteoroloji parametrlərdir.

Regressiya analizinin əsas məqsədi (1.2.2) funksiyasının təyin olunmasından ibarətdir. Asılı olmayan $x_1, x_2, \dots, x_m$ parametrlərini başqa sözlə reqressor və ya prediktor, asılı olan y dəyişənini isə meyar adlandırırlar. Əsas məqsəddən aşağıdakı digər iki nəticə çıxır:

- prediktorların köməyiylə asılı dəyişənin qiymətinin öncədən söylənilməsi;
- kriterial dəyişənin variasiyasına müxtəlif prediktorların təsirinin təyini.

Praktikada regressiya xətti hər şeydən öncə axtarılan əyriyə ən yaxşı yaxınlaşan xətti funksiya (xətti regressiya) şəklində axtarılır. Bu isə ən kiçik kvadratlar üsulu ilə həyata keçirilir və real müşahidələrlə onların qiymətlərinin meylətmələrinin kvadratları cəmi minimallaşdırılır. Ancaq xətti funksiya prediktorların təsirini bəzən dəqiq əks etdirə bilmir. Onların təsir dərəcəsi fərqlənə bilər ki, bu da (1.2.2) tənliyinin həllinin hər hansı polinom şəklində axtarılmasını zəruri edir. 60-cı illərdə yaradılmış və müasir dövrdə də geniş yayılmış regressiya analizi üsullarından biri də arqumentlərin qrup uçotu metodudur (AQUM) [69]. Bu metoddan istifadə etməklə modelləşdirilmə prosedurları 4-cü fəsilə daha geniş nəzərdən keçirilmişdir.

Empirik modellərə gəldikdə isə onlar proqnozlaşdırma məsələlərində regressiya modellərinə nəzərən daha pis nəticələr verir. Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq dissertasiya işində statistik regressiya modelləşdirilməsi üsuluna daha geniş yer verilmişdir.

1.3. Atmosfer çirklənməsi üzrə məlumatların toplanması, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının proqram-instrumental sistemi

Beləliklə, aparılmış araşdırmalar nəticəsində iri sənaye şəhərində və ya hər hansı konkret rayonda mövcud olan atmosfer çirklənmələrinin proqnozlaşdırılması, modelləşdirilməsi və monitorinqi üçün yeni vasitənin işlənilib hazırlanması əsas

məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur.

Milli Aerokosmik Agentliyin Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunda işlənilib hazırlanmış və verilənlərin əldə edilməsinin, emalının və təqdim olunmasının bütün mərhələlərini əhatə edən proqram-instrumental sistemi belə bir vasitə kimi təqdim edilmişdir. İşdə əsasən emal nəticələrinin təqdim olunması, müxtəlif çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının proqnozlaşdırılması üçün modellərin qurulması və mövcud olan ilkin sensorlardan verilənlərin alınması prosesinin işlənilməsi mərhələləri əhatə edilmişdir. Həmçinin atmosfer çirklənmələrinin monitorinqinin aparılma sxemi, praktiki ölçmələrin yerinə yetirilməsi üçün istifadə olunan ilkin sensorların tərkibi, sınaq üsulları və təqdimatın nəticələri öz əksini tapmışdır.

Bu sistemin proqram hissəsi dörd əsas proqramdan ibarətdir: verilənlərin daxil edilməsi proqramı, modelləşdirmə proqramı, proqnozlaşdırma proqramı və təqdimat proqramı. Bundan əlavə sistemin tərkibinə atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin verilənlər bazası da daxildir.

Həmçinin, sistemin işinin təmin edilməsi üçün, bir neçə köməkçi proqramların işlənilməsi qərara alınmışdır. Bunlar monitorinqin elektron xəritəsinin müxtəlif laylarının yaradılması proqramı və müşahidə nöqtələrinin koordinatlarını və bu nöqtələr arasındakı optimal marşrutu təyin edən proqramlardır. Bu proqramlar iş zamanı Google Maps veb servisinin verilənlərindən istifadə edirlər.

Tədqiqat üçün verilənlər ilkin ötürücülər yığımının köməyiylə təqdim edilir. Sonrakı ötürücülər avtomobildə quraşdırılır və bunlar mobil ölçmə laboratoriyasını komplektləşdirir. Müəyyən edilmiş vaxtda mütəxəssislər qrupu əvvəlcədən təyin olunmuş marşrut üzrə həmin avtomobildə hərəkət edərək meteoroloji parametrlər və atmosfer çirklənmələri üzrə ölçmələr aparırlar. Alınmış verilənlər tərəfimizdən işlənilib hazırlanmış "İnterfeys" proqramının köməyiylə daxil edilir. Proqram kompüterin sərt diskində verilənlərin daxil edilməsini, vizuallaşdırılmasını və saxlanılmasını təmin edir. Verilənlərin daxil edilməsi "L-Card" (Rusiya) firmasının istehsalı olan E14-140 kontrollerinin köməyiylə həyata keçirilir [20, s.32].

Ölçmə prosesində monitorun ekranında dördə qədər giriş siqnallarını əks

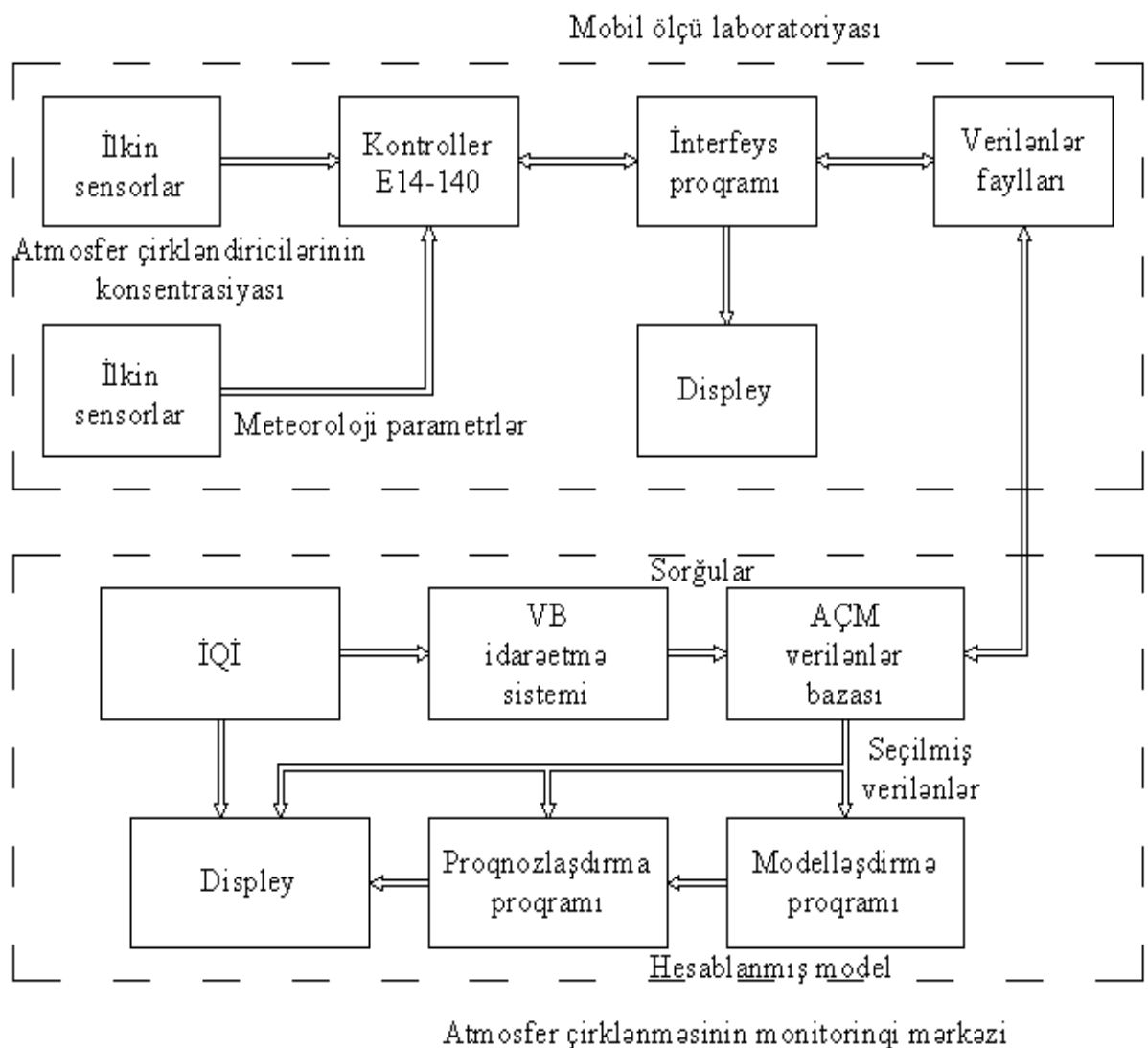
etdirmək, beləliklə ölçmə prosesinin gedişinə nəzarət etmək olar. Verilənlər sonradan emal etmək məqsədilə kompüterin sərt diskində saxlanılır. Eyni zamanda sərt diskdə status məlumatlarına malik olan və həmçinin ölçmənin koordinatlarını və vaxtını bildirən fayllarda saxlanılır.

Aparılmış ölçmələr əsasında atmosferin çirklənməsi monitorinqinin verilənlər bazası yaradılmış və müxtəlif formatlı fayllarda yerləşən verilənlərin bazaya daxil edilməsinin avtomatlaşdırılması üçün proqramlar işlənmişdir. Bu bazada monitorinq zamanı aparılmış bütün müşahidələrin verilənləri, həmçinin çirkləndirici maddələrin konsentrasiyası və ölçmələrin aparıldığı zaman mövcud olmuş meteoroloji şərtlər haqqında məlumatlar saxlanılır. Həmçinin yadda saxlanılan verilənləri konvertasiya utilitlərinin köməyiylə Excel və ya MATLAB kimi proqramlarda istifadə olunan fayl formatına çevirmək olar.

Təklif olunan sistemin ikinci vacib hissəsi olan tədqiq olunan prosesin modelinin qurulması proqramı MATLAB mühitində fəaliyyət göstərir. Onun yerinə yetirilməsi nəticəsində polinomun düsturu yaradılır. Bu polinom seçilmiş fiziki kəmiyyətin (verilən halda zərərli qarışıqların konsentrasiyasının) digər təsiredici faktorlardan, o cümlədən temperaturundan, küləyin sürətindən, istiqamətindən və s. asılılığını əks etdirir. Polinomun yaradılması AQUM-un məlum alqoritmlərindən birinin orijinal modifikasiyasının köməyiylə yerinə yetirilir [28, s.64].

Sistemin növbəti hissəsi proqnozlaşdırma proqramıdır və o əldə edilmiş modellərin əsasında proqnozun verilməsi üçün yaradılmışdır. Nəhayət, baxılan sistemin sonuncu hissəsi olan təqdimat proqramı monitorinq və ya proqnozlaşdırma nəticələrinin cədvəl və ya qrafik şəkildə göstərilməsi üçün təyin edilmişdir. Bu hissənin reallaşdırılması MATLAB proqram mühitində yerinə yetirilmişdir və o, son dövrlər dinamik inkişaf edən qGIS proqram mühitinə integrasiya etmək imkanı verir [4, s. 340]. Qeyd edək ki, qGIS proqramı ArcGIS və ya ERDAS Imagine kimi coğrafi informasiya sistemləri proqramları sinfinə daxildir.

Signalın əldə olunması və emalının yuxarıda təsvir olunmuş bütün mərhələləri (monitorinq, modelləşdirilmə və proqnozlaşdırılma mərhələləri), həmçinin sistemin struktur sxemi şəkil 1.3.1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1.3.1 Atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sistemin strukturu

Şəkildə: VB – verilənlər bazası, AÇM – atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, İQİ – istifadəçinin qrafik interfeysi.

Şəkildən görüldüyü kimi sistem aşağıdakı iki hissədən ibarətdir:

- müşahidə məlumatlarının alınması üçün nəzərdə tutulmuş mobil ölçü laboratoriyası;
- monitorinqin verilənlər bazasının təşkili, verilənlərin emalı və təqdim olunması, həmçinin modelləşdirmə və proqnozlaşdırma üçün nəzərdə tutulmuş atmosfer çirklənməsinin monitorinqi mərkəzi;

– “İnterfeys” proqramı kontrollerin köməyilə ilkin sensorların verilənlərinin sərt diskdə saxlanılmasını təmin edir.

İlkin sensorlar müxtəlif atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyasını və həmçinin meteoroloji faktorları ölçməyə imkan verir. Sensorlar analoq çıxış ilə yanaşı rəqəmsal çıxışa da malik ola bilər. “İnterfeys” proqramı bu iki formadan olan istənilən şəkildə olan verilənləri qəbul edə bilər. Kontrollerin tərkibində mövcud olan analoq-rəqəmsal çevirici (ARÇ) analoq verilənlərin yüksək dəqiqliklə rəqəmsal formata çevrilməsini yerinə yetirir. Verilənlərin daxil olunması hətta yüksək sürətlə həyata keçirilir. Verilənlər XML formatında və ya “İnterfeys” proqramının formatında saxlanıla bilər.

Monitorinqin verilənlər bazasının idarəetmə sistemi müxtəlif formatlı fayllardan verilənlərin daxil edilməsini və həmçinin verilənlər bazasının sorğular sisteminin köməyilə emal üçün seçimin əldə olunmasını təmin edir. Sistem üç müxtəlif məsələni-modelleşdirmə, proqnozlaşdırma və təqdimat prosesini realizə edə bilər.

Modelleşdirmə proqramının işinin nəticəsi verilmiş dəqiqliklə çirklənmənin konsentrasiyasının meteoroloji parametrlərdən asılılığını analitik şəkildə təqdim etməkdən ibarətdir. Alınmış düstur ekrana çıxarılmqla modellər cədvəlində saxlanılır. Proqnozlaşdırma proqramı alınmış modellərdən birinin əsasında çirklənməni hesablayır və təqdimat proqramına göndərir.

Təqdimat proqramı monitorinq sahəsində seçilmiş çirkləndiricinin konsentrasiyasının yayılmasını qrafiki və ya cədvəl şəklində göstərməyə imkan verir. Bu proqram üçün giriş verilənləri kimi verilənlər bazasından götürülmüş seçim verilənləri və ya proqnozlaşdırmadan sonrakı verilənlər istifadə oluna bilər. Bütün idarəetmə əməliyyatları istifadəçinin qrafik interfeysinin (İQİ) köməyilə həyata keçirilir. İstifadəçinin qrafik interfeysi (İQİ) əsas formadan və bir neçə köməkçi pəncərələrdən ibarətdir.

Beləliklə, atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelleşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının aparılması üçün işlənilmiş proqram-instrumental sistemin strukturu yuxarıda göstərilədiyi kimidir. Sistemin müxtəlif bloklarının konkret realizasiya sxemləri növbəti fəsillərdə daha ətraflı nəzərdən keçirilmişdir.

I fəslin nəticələri

1. Sənaye şəhər və ya rayonun ətraf mühitinin ekologi qiymətləndirilməsi üçün atmosfer çirklənmələrinin monitorinqinin aparılmasının əhəmiyyəti açıqlanmışdır.
2. Şəhər ərazisində yerləşən əsas atmosfer çirklənmələrinin növləri və onların mahiyyəti şərh edilmişdir.
3. Atmosfer çirklənmələri üzrə mövcud modellərin xarakteristikaları və xüsusiyyətləri sistemli təqdim olunmuşdur.
4. Atmosferdə çirklənmələrin yayılmasına meteoroloji faktorların təsiri və onların qiymətləndirilməsi üzrə yanaşmalar göstərilmişdir.
5. Atmosfer çirklənməsi haqqında məlumatın toplanılması, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün işlənilmiş proqram-instrumental sisteminin strukturu təqdim edilmişdir.

II FƏSİL. MOBİL ÖLÇMƏ LABORATORİYASININ KÖMƏYİLƏ ATMOSFER ÇİRKƏNLMƏSİNİN ÖYRƏNİLMƏSİ ÜZRƏ EKSPERİMENTLƏRİN APARILMASI

2.1. Mobil ölçmə laboratoriyasının tərkibinə daxil olan ölçmə vasitələrinin funksional imkanları

Artıq bir neçə ildir ki, Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Ekologiya İnstitutunda ətraf mühitin müxtəlif parametrlərinin monitorinqi üçün mobil ölçmə laboratoriyası fəaliyyət göstərir. Bu mobil kompleks vasitəsilə bəzi toksiki və partlama təhlükəli qazların konsentrasiyası, həmçinin aerosol şəklində olan partlama təhlükəli qazlar, çəkiliş aparılan ərazidə radiasiya durumu və digər meteoroloji parametrlər haqqında məlumatlar əldə olunur. Belə meteoroloji parametrlərə havanın rütubəti və temperaturu, küləyin istiqaməti və sürəti də daxildir.

Ölçmə məlumatları kompüterə xüsusi proqram təminatının köməyiylə daxil edilir və bu verilənlər naviqasiya məlumatları ilə müşayiət olunur. Qeyd edilməlidir ki, naviqasiya məlumatları ölçmə eksperimentlərinin aparıldığı yeri və vaxtı qeydə almağa imkan verir. Instrumental sistemin tərkibi bir neçə dəfə dəyişdirilmiş, bəzi cihazlar sıradan çıxmış, onların əvəzinə daha müasirləri əldə edilmiş və sistem əlavə qurğularla tamamlanmışdır. Ancaq bəzən bütün bunlar mövcud proqramla uyğunsuzluğa gətirib çıxarmışdır. Bu səbəbdən də tərəfimizdən monitorinq verilənlərinin daxil edilməsi və saxlanması üçün müvafiq proqram təminatı işlənilmişdir.

Hal-hazırda mobil laboratoriyanın tərkibinə aşağıdakı ölçü cihazları daxildir:

- MX6 iBrid multiqaz analizatoru altıya qədər müxtəlif toksiki və partlama təhlükəli qazlara nəzarət edir;
- IBTM-7K rütubəti və temperaturu göstərən bu cihaz havanın rütubətini $0 \div 99\%$ diapazonunda, temperaturunu isə $-20^{\circ} \div +60^{\circ}$ diapazonunda ölçür;
- ПЗ БП «Атмосфер» nümunə götürən cihazı aerosol vəziyyətində olan

çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasını ölçür;

– ГНOM-1 qaz analizatoru cihazı metanın müntəzəm təyin olunmasını həyata keçirərək atmosferdə partlama təhlükəli metan konsentrasiyasının tərkibinə operativ nəzarət etmək üçün hazırlanmışdır;

– MCK-AE1125 dozimet-radiometri radiasiyanın vəziyyətinə nəzarət edir;

– «Ассистент» küy və titrəyiş analizatoru səsi, infrəsəsi, ultrasəsi, ümumi və lokal titrəyişləri ölçür və onları analiz edir;

– PAA-10 aerosol radiometri radonun (Rn) və toronun (Tn) ekvivalent tarazlı həcmi aktivliyinin ekspress ölçülməsi üçün hazırlanmışdır.

MX6 iBrid multiqaz analizatoru multiqaz analizi üçün modernləşdirilmiş daşına bilən cihazdır və o DS2 Docking Station [72] və iNet sistemləri ilə [73] tam uyğunluq təşkil edir. Eyni zamanda həmin cihaz müxtəlif toksiki və partlama təhlükəli qazlara nəzarət etmək imkanına malikdir. Bu qazlara nümunə olaraq O₂, H₂S, CO, CO₂, LEL¹ qazlarını göstərmək olar. Cihazın tərkibinə fotoionizasiya detektoru (PID²) daxil edilmişdir. Təyin olunan qazların tam siyahısı cədvəl 2.1.1-də verilmiş [16], cihazın görünüşü şəkil 2.1.1-də göstərilmişdir.

IBTM-7K portativ termo hiqrometri bütün sutka ərzində nisbi rütubətin və temperaturun, həmçinin digər təsirsiz qazların qeydə alınması və onların müntəzəm olaraq ölçülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur [30]. IBTM-7K qurğusu havanın rütubətini 0 ÷ 99% diapazonunda, temperaturu isə -20° ÷ +60° diapazonunda ölçür. O, RS-232 interfeysinə və həmçinin ilkin çeviricini ölçmə blokuna qoşmaq imkanına malikdir. Cihazın görünüşü şəkil 2.1.2-də göstərilmişdir.

ПЗ БП «Атмосфера» nümunə götürən zond sənaye tullantılarının analizi zamanı çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının ölçülməsi məqsədilə qaz tullantılarından nümunələrin götürülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Sənaye tullantılarına əsasən toz, ağır metallar, turşu aerosolu, qələvilər və s. çirkləndirici maddələr aid edilir ki, bunlar da yüksək temperatura (300°C-ə qədər) və mənfi kimyəvi təsirə malikdirlər [32]. Cihazın görünüşü şəkil 2.1.3-də göstərilmişdir.

¹ LEL (Lower explosive limit) - partlama təhlükəsinin aşağı konsentrasiya həddi

² PID (Photo Ionization Detector) – foto ionizasiya detektoru

MX-6 iBrid cihazının köməyi ilə təyin edilən qazların ölçülmə diapazonları

Qaz	Diapazon
Yanar qazlar (LEL)	0 - 100%
Metan (CH ₄)	0 - 5%
Metan (CH ₄)	0 - 100%
Oksigen (O ₂)	0 - 30%
Dəm qazı (CO)	0 - 999 ppm
Dəm qazı (CO)	0 - 9,999ppm
Hidrogen sulfid (H ₂ S)	0 - 500 ppm
Hidrogen (H ₂)	0 - 999 ppm
Azot oksid (NO)	0 - 999 ppm
Xlor (Cl ₂)	0 – 99,9 ppm
Azot dioksid (NO ₂)	0 – 99,9 ppm
Kükürd dioksid (SO ₂)	0 – 99,9 ppm
Sianid (HCN)	0 - 30 ppm
Hidrogen xlorid (HCl)	0 - 30 ppm
Ammonyak (NH ₃)	0 - 200 ppm
Xlor dioksid (ClO ₂)	0 - 1 ppm
Fosfin (PH ₃)	0 - 5 ppm
Fosfin (PH ₃)	0 - 999 ppm
Etilen oksid (C ₂ H ₄ O)	0 - 10 ppm
Karbon qazı (CO ₂)	0 - 5%
VOC ³ LEL	0 - 2,000 ppm

Metanın müntəzəm təyin olunmasının ΓHOM-1 qaz analizatoru atmosferdə partlama təhlükəsinə qədər metanın konsentrasiyasının tərkibinə operativ nəzarət etmək üçün hazırlanmışdır [17]. O, nəzarət olunan qazın tam konsentrasiya diapazonuna malikdir. Yol verilə bilən əsas mütləq xətanın həddi $\pm 0,2$ olmaqla, cihaz rəqəmsal çıxışa malikdir (şəkil 2.1.4).

³ VOC (Volatile Organic Compound) – Uçucu orqanik birləşmələr



Şəkil 2.1.1. MX-6 iBrid multiqaz analizatorunun ümumi görünüşü



Şəkil 2.1.2. ИБТМ-7К portativ termo hiqrometrinin ümumi görünüşü



Şəkil 2.1.3. ПЗ БП «Атмосфера» nümunəgötürən zondun görünüşü



Şəkil 2.1.4. Metanı müntəzəm təyin edən THOM-1 qaz analizatorunun ümumi görünüşü

Daşına bilən və yüksək həssaslığa malik MKC-AE1125 dozimetr-radiometri radiasiya şəraitinə nəzarət, qamma şüalanma dozasının ambient ekvivalentinin gücünün ölçülməsi, bu şüalanma mənbələrinin axtarışı və aşkar olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur [22]. Həmçinin bu cihaz Cs-137-in xüsusi aktivliyinin operativ qiymətləndirilməsi, çirklənmiş müstəvi səthlərdən gələn alfa və beta hissəciklərinin axın sıxlığını təyin etmək üçün işlənilmişdir. Cihaz xüsusi adapterin köməyi ilə RS232 və ya USB interfeysi vasitəsilə ölçmə informasiyasını fərdi kompüterə ötürmək qabiliyyətinə malikdir (şəkil 2.1.5).



Şəkil 2.1.5. MKC-AE1125 dozimetr-radiometrinin ümumi görünüşü

Küy və titrəyişin «Assistent» analizatoru səsi, infrəsəsi, ultrasəsi, ümumi və lokal titrəmələri ölçür və analiz edir [13]. Ölçmənin nəticələri fləş karta (USB) yazıla və ya fərdi kompüterə ötürülə bilər (şəkil 2.1.6).

PAA-10 aerosol radiometri radonun və toronun ekvivalent tarazlı həcmi aktivliyinin ekspress ölçülməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur [33]. Ölçü xətası 30%-dən çox deyil, qurğu analoq çıxışa malikdir (şəkil 2.1.7).



Şəkil 2.1.6. «Assistent» küy və titrəyiş analizatorunun ümumi görünüşü



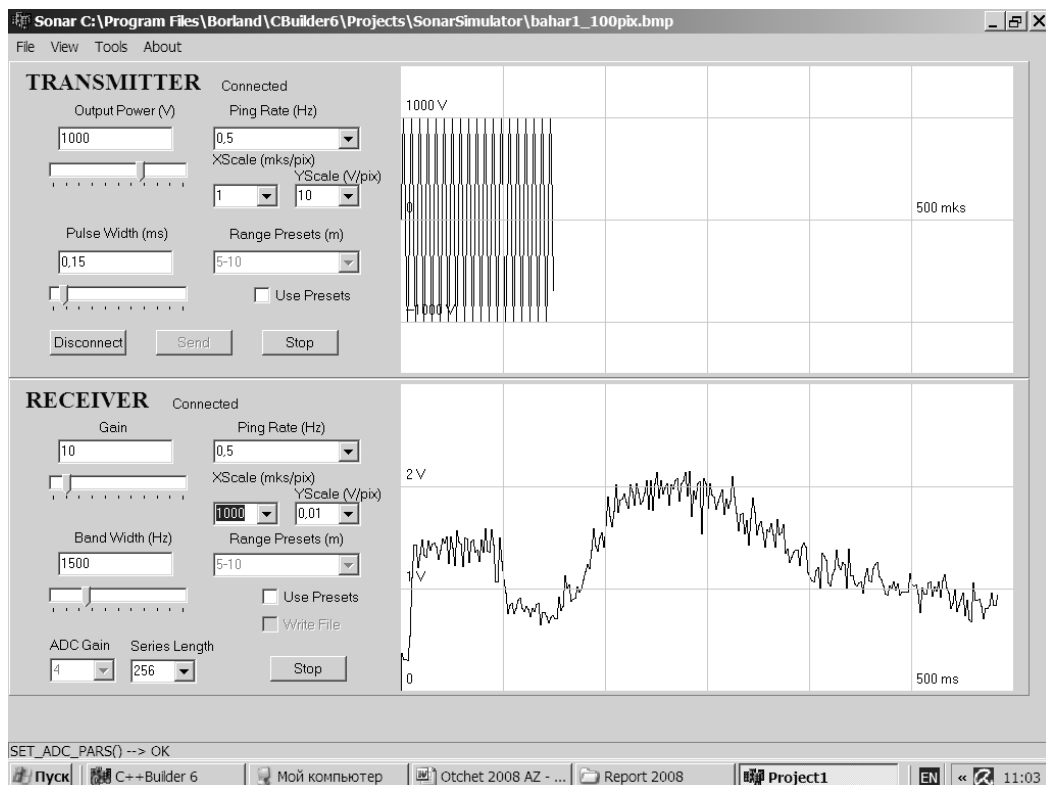
Şəkil 2.1.7. PAA-10 aerosol radiometrinin görünüşü

Funksional imkanları nəzərdən keçirilmiş bu cihazlar avtomatlaşdırılmış naviqasiya və kompüter avadanlıqları ilə birgə quraşdırılmışdır. Ölçmə işləri hərəkət zamanı da aparıla bilər. Ölçmələrin nəticələri GPS cihazının göstəriciləri ilə birlikdə kompüterə yazılır. Sonda isə bu verilənlər atmosfer çirklənməsinin elektron xəritəsinin hazırlanmasında istifadə olunur.

2.2. Verilənlərin daxil edilməsinin sazlanan interfeysə malik proqramının iş prinsipi və alqoritmi

Son bir neçə ildə Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutunda (TEKTİ) müxtəlif ölçü cihazları işlənilib hazırlanmış və bu istiqamətdə tədbirlər hal-hazırda da davam etdirilir. Onların əksəriyyəti analoq çıxışa malik olduğundan, son dövrlər bu cihazların verilənlərinin saxlanılması və emalı üçün fərdi kompüterə qoşulması məsələsi aktualıq kəsb etməyə başlamışdır. Belə qoşulmaların təmin edilməsi üçün xüsusi daxiletmə proqramlarının işlənilməsi tələb olunur.

Qeyd edilməlidir ki, bununla əlaqədar digər mütəxəssislərlə birgə daha əvvəl yandan baxış hidrolokatorunun və seysmik kompleksin kompüterə qoşulması üçün uyğun olaraq “Sonar” [21, s. 51] və “Seysmoqraf” [25, s. 33] proqramları işlənilmişdir. Göstərilən qurğular ölçü kanallarının sayına, diskretləşdirmə tezliyinə və digər parametrlərə görə bir-birindən fərqlənilirlər. Yandan baxış hidrolokatoru və seysmik kompleks üçün işlənilmiş proqramların görünüşü uyğun olaraq şəkil 2.2.1 və şəkil 2.2.2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.2.1. “Sonar” proqramının görünüşü



Şəkil 2.2.2. “Seysmoqraf” proqramının görünüşü

Şəkillərdən göründüyü kimi yandan baxış hidrolokatorunun iki ölçü kanalı (sol və sağ bortlar), seysmik kompleksin isə 15 (üç ölçü sensorunun hər birində beş kanal olmaqla) ölçü kanalı var. Bununla yanaşı bu qurğulardan verilənlərin daxil edilməsi qurğusunun hazırlanması zamanı müəyyən analogiyalar aparılmışdır. Eyni zamanda “L-Card” firmasının (Rusiya) istehsalı olan E14-140 kontroller-qurğusundan istifadə edilmiş [23] giriş verilənləri fayllarda analoji yazı formatı ilə saxlanılmış, onlar həmçinin monitorun ekranının bir və ya bir neçə sahəsində (vyuportlarda) nümayiş etdirilmişdir. Həmçinin, ən sonda Excel və ya MATLAB proqramlarından istifadə etməklə verilənlər faylını emal etmək üçün onun *xls* və *jpg* formatına çevrilməsi məsələsinə də baxılmışdır.

Yuxarıda deyilən bütün bu faktlar unifikasiya olunmuş və çevik interfeysə malik proqram təminatının yaradılması zərurətini qarşıya çıxarmışdır. Qeyd edilməlidir ki, bu interfeys istifadə olunan ölçü cihazlarına daha çox uyğun gəlməklə yanaşı istifadəçinin tələb etdiyi formada dəyişdirilə bilər. Bununla yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, artıq bu cür proqramlar verilənlərin kompüterə daxil edilməsi modullarını istehsal edən firmaların saytlarında mövcuddur və onlardan bir çoxu pulsuz versiyalar üçün məhdud imkanlı proqramlar təklif edirlər. Məsələn, proqramı yalnız verilənlərin saxlanması rejimi və ya onların vizuallaşdırılması rejimində istifadə etmək təklif

olunur. Həmin mənbələrdə eyni vaxtda hər iki rejimdə işləmək təklif edilmir, həmçinin giriş verilənlərinin həcmində də məhdudiyyətlər qoyulur.

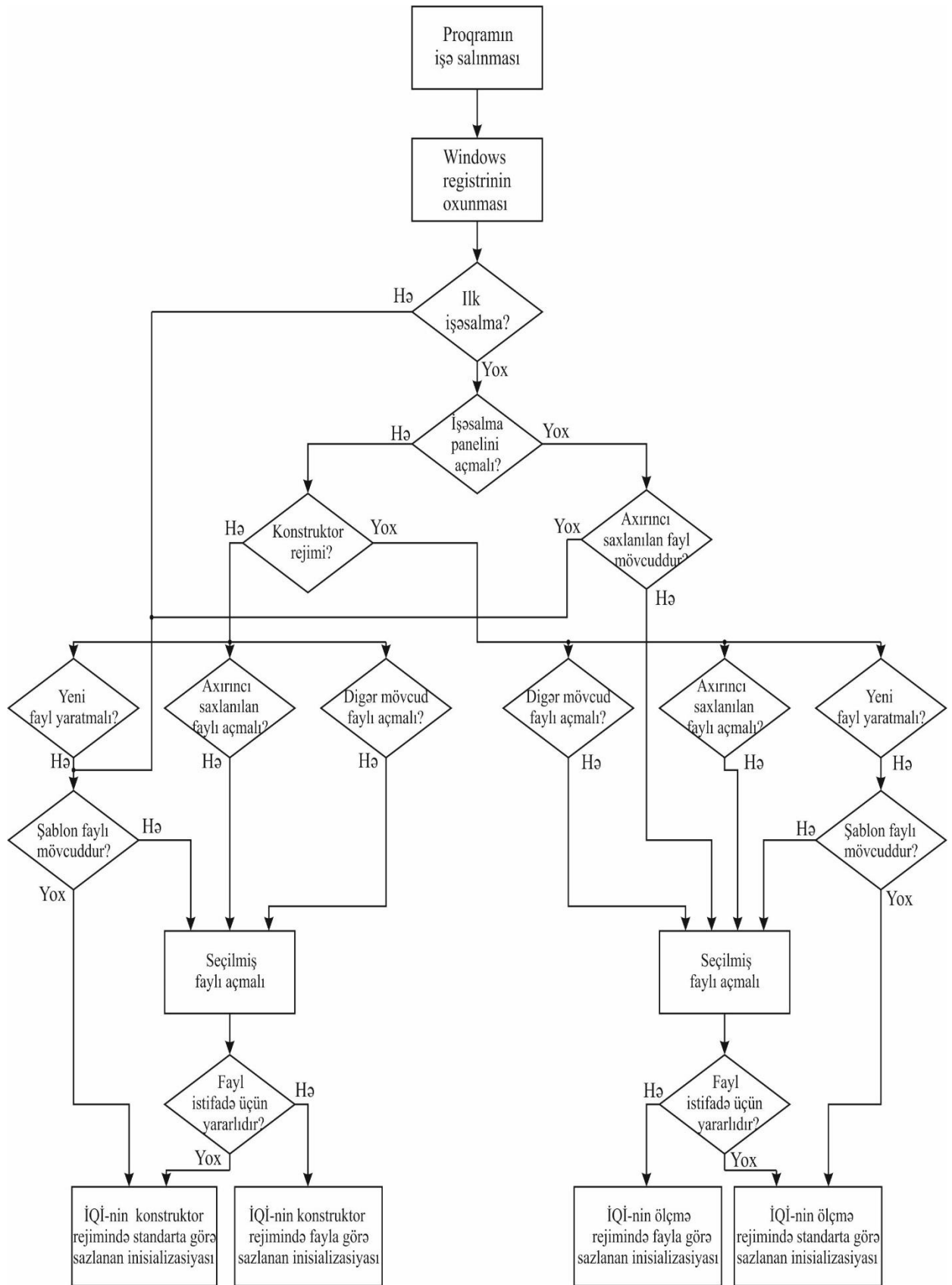
Bu məhdudiyyətlərin aradan qaldırılması üçün tərəfimizdən müxtəlif analoq ölçü qurğularından verilənlərin daxil edilməsi, saxlanması və vizuallaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuş “Interfeys” [35, s.114] proqramı işlənmişdir. Verilənlərin daxil edilməsi E14-140 kontrollerinin köməyi ilə yerinə yetirilir ki, bu zaman eyni vaxtda verilənlərin sərt diskdə saxlanması və giriş siqnallarının bir və ya bir neçə vuyportda vizuallaşdırılması təmin edilir. Vuyport dedikdə, miqyasın şaquli və üfüqi istiqamətdə nizamlanması, siqnal mənbələrinin dəyişdirilməsi və digər bu kimi idarəetmə komponentlərinin və təsvirin göstərilməsi üçün konteynerə malik ekran sahəsi başa düşülür. Proqramın özəlliyi ondan ibarətdir ki, o iki rejimdə işləyir: konstruktor rejimində və ölçmə rejimində. İstifadəçi konstruktor rejimində ölçü kanallarının sayını, ölçü parametrləri olan diskretləşdirmə tezliyini və gücləndirmə əmsalını, verilənlərin saxlanması üçün proqramın və faylın adını, ekranda vuyportların sayını, mövqeyini və digər parametrləri verə bilər. Beləliklə, istifadəçi proqramın interfeysinin dizaynını dəyişdirmək imkanına malikdir.

Yerinə yetirilmiş dəyişiklikləri daha sonra təkrar istifadə etmək üçün müvafiq proqram sazlamaları ilə faylda saxlamaq və həmçinin sazlama şablonları yaratmaq mümkündür. Şəkil 2.2.3-də işəsalma zamanı proqramın alqoritmi verilmişdir.

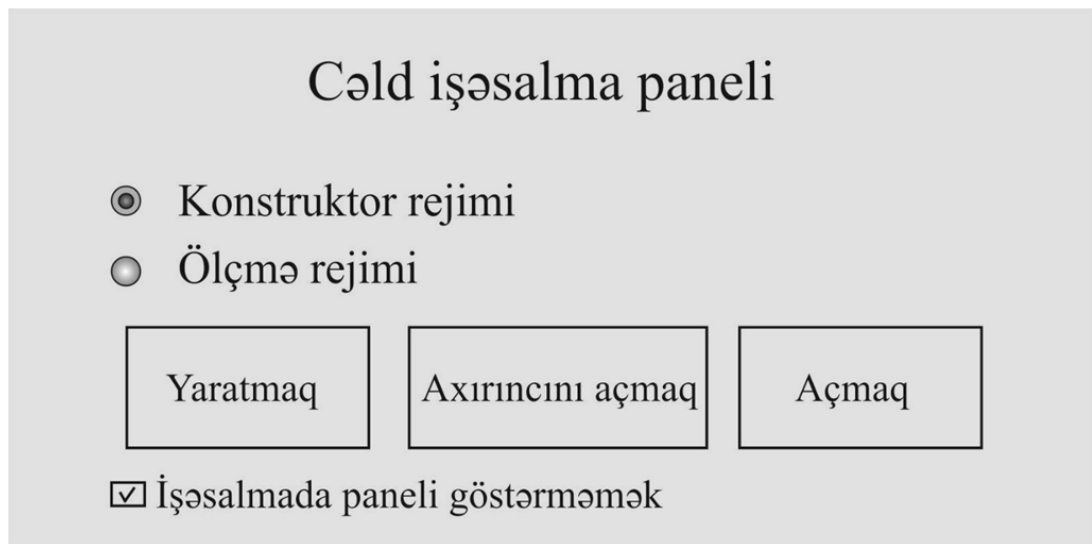
Proqramın sazlanması faylları və mövcud şablonlar haqqında informasiya Windows registrində HKLM/Software/MAKA/Interfeys açarında saxlanılır. İşəsalma zamanı proqram bu açarın qiymətlərini oxuyur. Birinci işəsalma zamanı proqram konstruktor rejimində şablon sazlamaları ilə açılır. Sonradan əgər sazlanma heç olmasa bir dəfə saxlanılıbsa, onda cəld işəsalma paneli çıxışa verilir və bu panelin köməyi ilə istifadəçi istənilən rejimlərdə proqramı açmaq, şablona əsasən yeni fayl yaratmaq, sazlanmış axırıncı saxlanılan faylı və ya istənilən başqa sazlanmış faylı açmaq imkanına malik olur.

Bununla yanaşı bütün faylların istifadə olunan formata uyğunluğu yoxlanılır. Əgər verilən fayl istifadə olunan formata uyğun gəlmirsə, zədələnmişsə və ya mövcud deyilsə, onda proqram susmaya görə olan sazlamalarla açılır. Cəld işəsalma

panelinin görünüşü şəkil 2.2.4-də təqdim edilmişdir.



Şəkil 2.2.3. İşəsalma zamanı proqramın algoritmi



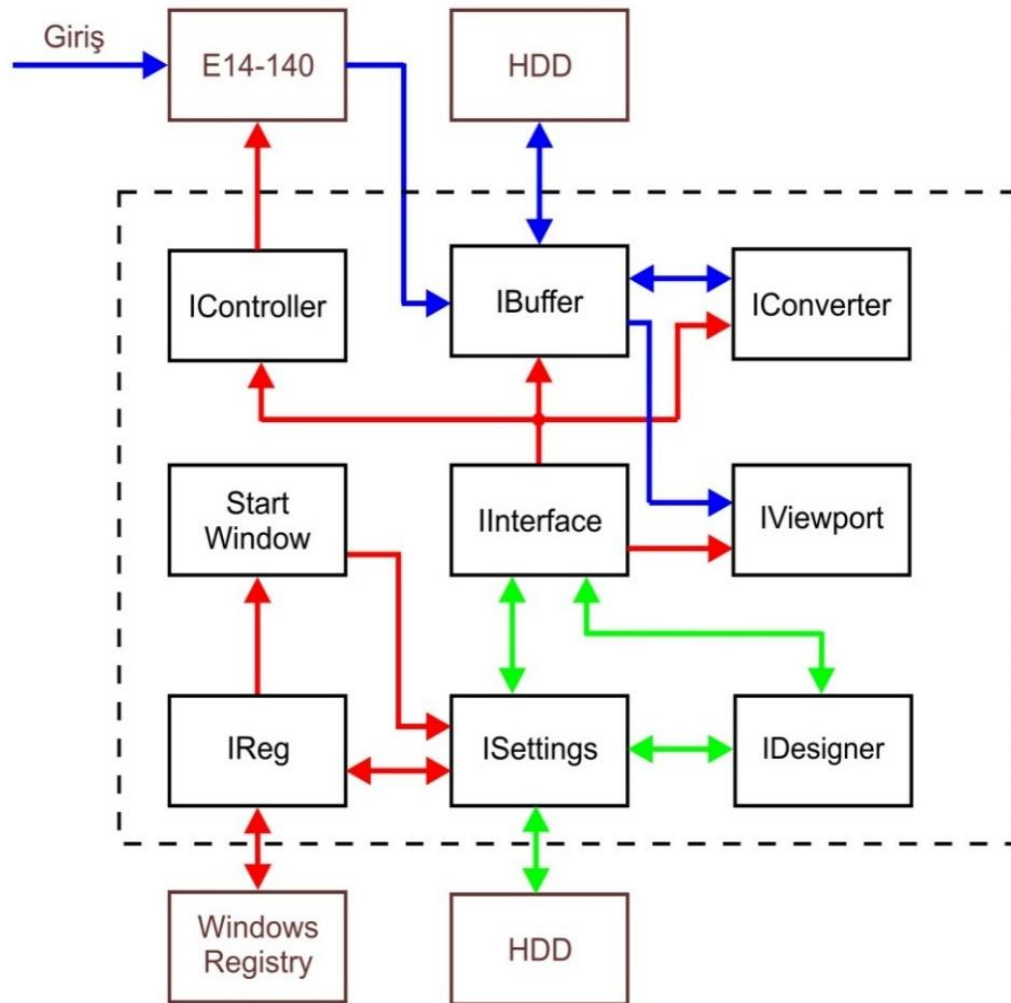
Şəkil 2.2.4. Cəld işəsalma paneli

“Yaratmaq” düyməsini basdıqdan sonra proqram şablondan sazlanmış konstruktor rejiminə keçir. Yadda saxlanılmış ən son sazlamaları yükləmək üçün «axıncını açmaq» düyməsini, istənilən digər fayldan sazlamaları yükləmək üçün isə «açmaq» düyməsini basmaq və açılan dialoq pəncərəsində lazım olan faylı seçmək lazımdır. İşəsalma zamanı bu panelin gizlədilməsi üçün “işəsalma paneli göstərməmək” işarəsini qoymaq lazımdır.

2.3. “İnterfeys” proqramının obyekt modeli

“İnterfeys” proqramının imkanlarının reallaşdırılması obyekt yönümlü proqramlaşdırmanı tətbiq etməklə mümkün olmuşdur. Proqramın obyekt modeli işlənmiş, onun funksiyaları isə yaradılmış obyektlər arasında paylanmışdır (şəkil 2.3.1). Proqramın obyektı ştrix xətlərlə əhatələnmiş sahənin daxilində yerləşir [12, s.57]. Ondən kənarda isə E14-140 kontrolleri, sərt diskdə (HDD) kompüterin yaddaş sahəsi və Windows reestrinin (Windows Registry) tərkibi yerləşir. Müxtəlif rəngli oxlarla göstərilməsi ölçmə verilənlərinin (göy), idarəedici siqnalların (qırmızı) və interfeysin konfiqurasiya məlumatlarının (yaşıl) keçməsi göstərilmişdir. Proqramın obyektləri bunlardır: IReg, ISettings, IDesigner, IInterface, IController, IBuffer, IViewport və IConverter. Hər adın əvvəlində I hərfi bu obyektlərin İnterfeys

proqramına aid olduğunu göstərir.



Şəkil 2.3.1. Proqramın obyekt modeli

IReg obyektı proqramın işəsalınma variantlarından birinin seçilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu obyekt proqramın əvvəlində yaradılır və aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

- KeyName;
- TemplateFileName;
- SettingsFileName;
- FirstLaunch;
- WorkingDirectory;
- ShowStartWindow;

Key Name xüsusiyyəti Interfeys proqramının parametrlərinin Windows reestrinin hansı qovluğunda olması haqqında məlumatı saxlamaqdan ibarətdir. Bu məlumatlar istifadəçi tərəfindən dəyişdirilə bilməz və onun adı həmişə SOFTWARE\MAKA\TEKTI\Interfeys kimi işlədilir.

TemplateName xüsusiyyəti şablon faylının adını göstərir. Bu fayl standart sazlanma ilə interfeys proqramının işə salınması üçün təyin edilmişdir. İstifadəçi bu şablonu dəyişə, həmçinin özünün məxsusi şablonunu yarada bilər. Standart üzrə bu xüsusiyyət – MyDocuments\Interfeys\Templates\Normal.itp adlandırılır.

SettingsFileName xüsusiyyəti istifadəçinin sazladığı əvvəlki faylların adlarından idarətdir. Belə fayllar bir neçə ola bilər, ona görə də burada ən axırncı sazlanmış faylın adı saxlanılır. Beləliklə, proqramın ilkin işə salınmasında bu xüsusiyyət heç bir məlumata malik olmur.

WorkingDirectory xüsusiyyəti ölçmə parametrləri saxlanılan qovluğun adından ibarətdir. Standartda onun qiyməti – MyDocuments\Interfeys\Data kimidir.

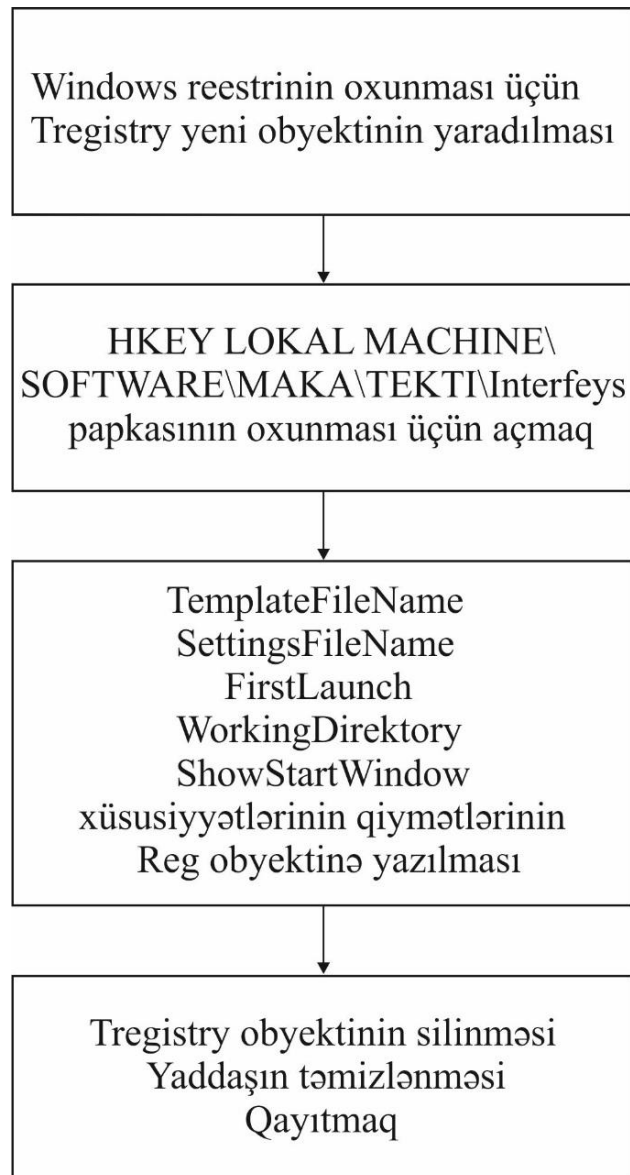
ShowStartWindow xüsusiyyətinin qiyməti əgər “1” vəziyyətində qoyulubsa, onda proqramın işəsalınma pəncərəsi aşağıdakı variantlarda açılacaq: konstruktor rejimində, yaxud ölçmə rejimində, şablon üzrə interfeysin sazlanması, yaxud axırncı saxlanılmış sazlanmaya görə. Standartda bu xüsusiyyətin qiyməti “1” dir.

Həmçinin bu obyekt iki metoddan ibarətdir: **ReadRegistry**, (Windows registrindən oxumaq) üçün və **WriteRegistry** (registrə yazmaq üçün).

Aşağıda **ReadRegistry** metodunun kodu verilmişdir.

```
void __fastcall RReg::ReadRegistry(void)
{
    TRegistry * pRegistry = new TRegistry(KEY_READ);
    pRegistry->RootKey = HKEY_LOCAL_MACHINE;
    pRegistry->OpenKey(KeyName, false);
    TemplateFileName = pRegistry->ReadString("TemplateName");
    SettingsFileName = pRegistry->ReadString("SettingsFileName");
    if(pRegistry->ReadString("FirstLaunch") == "1")
        FirstLaunch = true;
    else FirstLaunch = false;
    if(pRegistry->ReadString("WorkingDirectory") != "")
        WorkingDirectory = pRegistry->ReadString("WorkingDirectory");
    if(pRegistry->ReadString("ShowStartWindow") == "1")
        ShowStartWindow = true;
    else ShowStartWindow = false;
    delete pRegistry; pRegistry = NULL;
}
```

ReadRegistry metodunun alqoritminin blok sxemi şəkil 2.3.2-də verilmişdir.



Şəkil 2.3.2 ReadRegistry metodunun alqoritminin blok sxemi

ISettings obyekti proqram işləyən zaman interfeysin sazlanmasını saxlamaq üçündür. Sazlanmış faylın adı ya Windows reestrindən və ya **StartWindow** cəld işə salma pəncərəsi vasitəsilə götürülür. Bu şablon faylı, yaxud axırıncı saxlanılmış fayl və ya istənilən başqa mövcud istifadəçi faylı ola bilər. ISettings obyektı bu faylı oxuyur və faylın verilənlərinə uyğun olaraq sazlanmanı müəyyən edir. Əgər fayl mövcud deyilsə və ya zədələnmişsə, onda qiymətlər standartı uyğun yüklənir. Bundan sonra Reg elementinin vəziyyətindən asılı olaraq IDesigner və ya Interface

obyektlərinin inisializasiyası baş verir.

IDesigner obyektinin təyinatı proqramın sazlanmasında zəruri dəyişiklik etmək, onları faylda və ya fayl-şablonda saxlamaq və ölçmə rejiminə keçmək üçün istifadəçiyə imkan yaratmaqdan ibarətdir.

IInterface obyekti ölçmə rejimində proqramın işini təmin edir, ISettings obyektinin vəziyyətindən asılı olaraq istifadəçinin qrafik interfeysini inisializasiya edir və proqramın başqa obyektlərinin işini idarə edir.

IController obyekti E14-140 kontrollerini inisializasiya edir, ölçmə parametrlərini müəyyən edir, ölçmə prosesini başlayır və dayandırır. O, həmçinin IBuffer obyektinə ölçü verilənlərinin ötürülməsini təmin edir.

IBuffer obyekti E14-140 kontrollerindən verilənləri qəbul edir, kanallar üzrə onları bölür, sonra onları ekrana çıxarmaq üçün Viewportun bir və ya bir neçə obyektinə göndərir və ölçmə parametrlərini faylda saxlayır. Nəticədə, təkrar ekrana çıxarmaq və ya başqa formata çevirmək üçün bu verilənlər açılır. Bunun üçün bu verilənlər Converter obyektinə ötürülür. Çevrilmələrdən sonra verilənlər seçilmiş formatlı faylda saxlanılır.

Interfeysin konfiqurasiyasından asılı olaraq bir neçə **IViewport** obyekt

iyə yaradıla bilər (4-ə qədər). Onlardan hər biri kanalın seçilməsi və miqyaslaşma elementlərinə malik təsvirin çıxışa verilməsi üçün konteyner rolunu oynayır.

IViewport obyektinin əsas funksiyaları aşağıdakılardan ibarətdir:

- **Show**. Ölçmə rejiminin inisializasiyası zamanı Viewport panelinin çıxışa verilməsi. Viewport panelində siqnalın təsviri, gərginlik və zaman miqyaslarının idarəetmə elementləri və kanalın seçilməsi üçün konteyner yerləşdirilmişdir;

- **CleanViewport**. Təsvirin təmizlənməsi və konstruktor rejimində verilmiş parametrlərə qayıdış;

- **ShowActiveTable**. Konstruktor rejimində seçilmiş aktiv kanalların siyahısının əks etdirilməsi;

- **RestoreFrameParams**. Siqnalın təsviri freymlərə görə ayrılır və hər bir freymin özünün müddətinə malikdir. Yeni freymin başlanğıcında əvvəlki freymin təsviri silinir, bununla yanaşı freymin parametrləri başlanğıc vəziyyətə qayıdır;

- **CalculateXPos, CalculateYPos.** Siqnalın cari koordinatlarının X və Y oxları üzrə hesablanması;
- **Visualize.** Siqnalın cari qiymətlərinin əks etdirilməsi;
- **VoltageScaleMinus, VoltageScalePlus.** Şaquli istiqamətdə miqyasın dəyişməsi;
- **TimeScaleMinus, TimeScalePlus.** Üfüqi istiqamətdə miqyasın dəyişməsi;
- **ChannelChanged.** Kanalın dəyişməsi hadisəsinin emal edilməsi;
- **ShowVMax, ShowTMax.** Şaquli və üfüqi istiqamətlər üzrə təsvirin şkalasının çıxışa verilməsi.

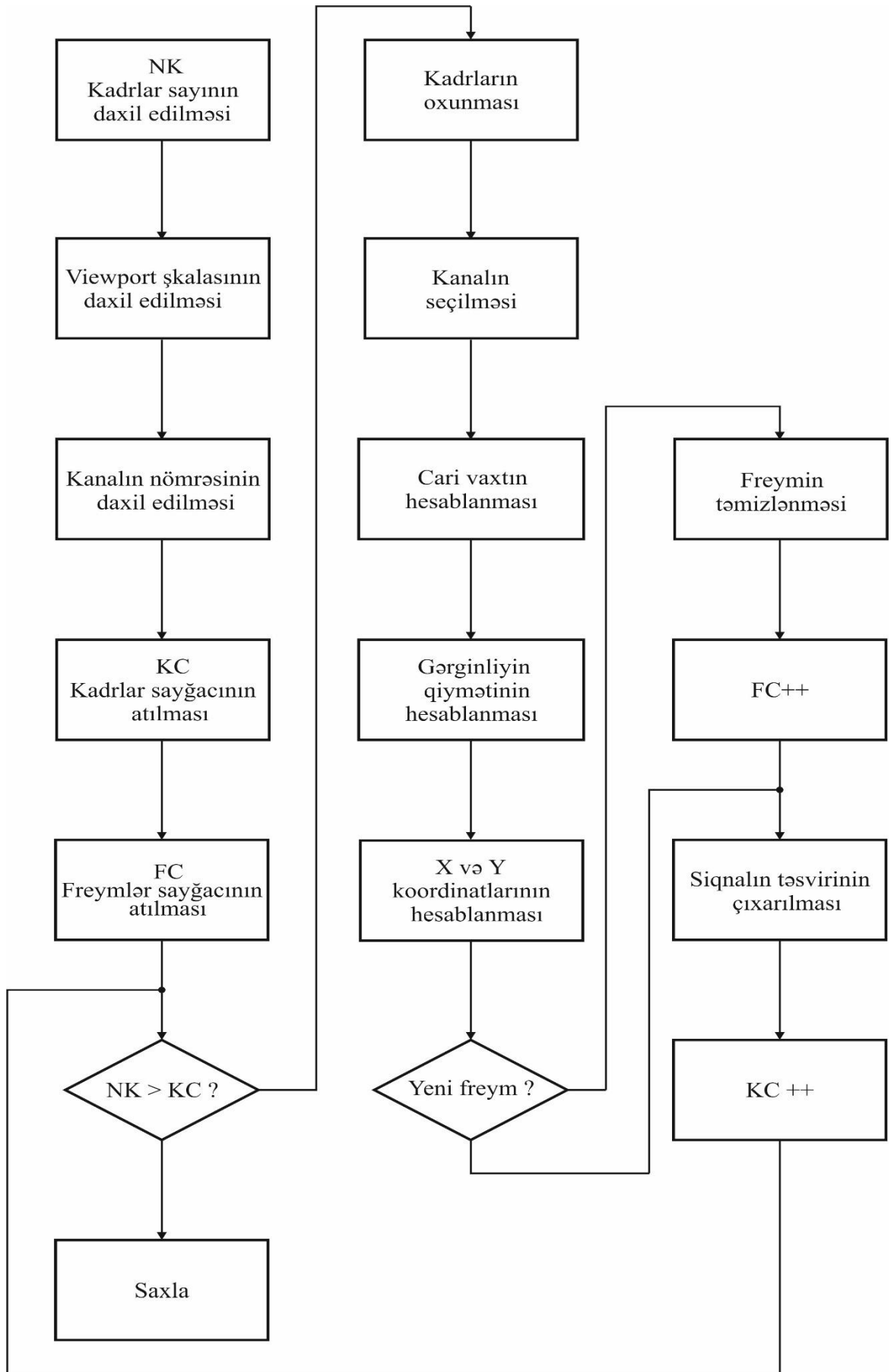
Vyuportda təsvirin çıxışa verilməsi alqoritm şəkil 2.3.3-də göstərilmişdir.

Bütün 4 vyuportlar eyni cür və bir alqoritm üzrə işləyirlər.

Alqoritm aşağıdakı kimi fəaliyyət göstərir. Ölçmə rejiminə keçən zaman proqram konstruktor rejimində müəyyən edilmiş kadrların sayının oxunmasını icra edir. Həmçinin üfüqi (vaxt) və şaquli (gərginlik siqnalı) istiqamətlər üçün viewportun şkala həddi və kanalın viewportda əks etdirilməsi üçün kanalın nömrəsi təyin edilir. Bu parametrlər həmçinin ölçmə rejiminin işə düşməsinə qədər viewportun özündə idarəetmə elementlərinin köməyi ilə istənilən vaxt seçilə bilər. Sonra isə kadr və freymlər sayğacları sıfıra gətirilir.

Qeyd edilməlidir ki, kadr dedikdə bütün kanalların vahid zaman anında kontroller vasitəsilə əldə edilmiş ölçmə dəsti başa düşülür. Freym dedikdə isə viewportun zaman şkalası üzrə əvvəldən axıra qədər siqnalın təsviri başa düşülür. Məsələn, əgər kadrların tezliyi 10 Hs-ə bərabərdirsə, onda kadrın periodu 100 ms olacaq. Əgər viewportun zamana görə şkala qiyməti 2s müəyyən edilibsə, onda freymə kontrollerin 20 kadri (2000/100) daxil olur. Bundan sonra viewport ölçmənin başlanmasını gözləyir. Ölçmə başlayanda kadrlar taymeri işə düşür. Taymer konstruktor rejimində təyin olunmuş kadrlar tezliyi ilə işləyir. Taymerdən gələn hər siqnal üzrə aşağıdakı əməliyyatlar yerinə yetirilir:

- kadrlar sayğacının qiymətinin əvvəlcədən müəyyən edilmiş qiymətləri keçib-keçmədiyi yoxlanılır. Əgər keçibsə, onda ölçmə başa çatır və proqramın dayandırılması baş verir;



Şəkil 2.3.3.Viewportda təsvirin çıxışa verilməsi alqoritmi

– ölçmə kadri kontrollerdən əvvəlcədən yaradılmış yaddaş buferinə yazılır. Buferin ölçüsü kanallar sayının signal kodunun ölçüsünə vurulmuş ədədə bərabərdir (SHORT tipli dəyişən – 2 bayt);

– ölçmənin cari vaxtı hesablanır $[(\text{taymer intervalı}) \times (\text{kadrlar sayğacı})]$;

– ötürülmüş kodlar, gücləndirmə əmsalı və verilən diapazon üçün kontrollerin korrektirovka əmsalları nəzərə alınmaqla gərginliyin real qiyməti hesablanır;

– monitorun ekranında signalın əks etdirilməsi üçün X və Y koordinatları hesablanır;

– yeni freymin yaradılmasının lazım olub-olmadığı müəyyən edilir. Əgər lazımdırsa, köhnə freymin təsviri ekrandan silinməli və freymlər sayğacının qiyməti 1 vahid artırılmalıdır. Əgər lazım deyilsə, əvvəlcədən hesablanmış koordinatlar nəzərə alınmaqla signalın cari qiyməti dərhal monitorun ekranına çıxarılmalıdır;

– kadrlar sayğacının qiyməti 1 vahid artırılmalıdır.

– əməliyyatların şərh olunmuş ardıcılığının birinci bəndinə qaydılmalıdır.

IConverter obyekti ölçmə parametrlərini standart formatlardan birinə, o cümlədən Excel cədvəl formatına, yaxud jpeg təsvir formatına çevirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Şəkil 2.3.4 və şəkil 2.3.5-də uyğun olaraq konstruktor və ölçmə rejimlərində proqramın görünüşü verilmişdir.

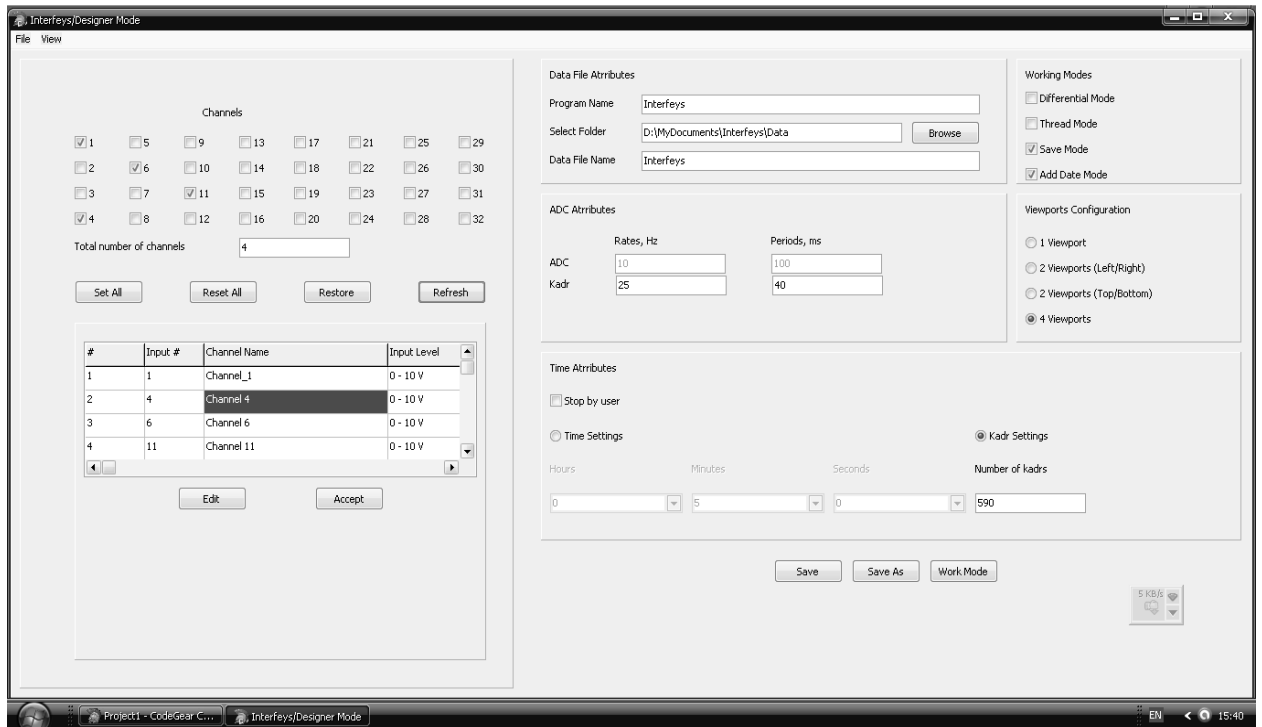
2.4. EXCEL və MATLAB proqramlarının köməyi ilə ölçmə məlumatlarının emalı

2.4.1. Məlumatların EXCEL proqramına daxil edilməsi əməliyyatları

Ölçmə məlumatlarının EXCEL və MATLAB kimi proqramlar vasitəsilə emalı üçün bu verilənlərdən ibarət faylların oxunması üçün xüsusi proqram modulları yaratmaq lazım gəlir. Məlum olduğu kimi İnterfeys proqramı ölçmənin başlanğıc anında 2 fayl yaradır:

– **ProgName_Date_Time.dat** – ölçmə məlumatları faylı;

– ProgName_Date_Time.isd – status informasiyası faylı.



Şəkil 2.3.4. Konstruktor rejimində proqramın görünüşü



Şəkil 2.3.5. Ölçmə rejimində proqramın görünüşü

EXCEL və MATLAB proqramlarında məlumatların daxil edilməsi və emalı metodları bir-birindən fərqləndiyinə görə də onlar ayrı-ayrılıqda şərh edilmişdir.

Məlumatların EXCEL proqramına daxil edilməsi alqoritmi aşağıdakı əməliyyatlar ardıcılığı kimi təqdim edilə bilər:

1. Status informasiyasına malik faylı açmaq.
2. Faylın ölçüsünü müəyyən etmək.
3. Həmin ölçülü bufer yaratmaq.
4. Məlumatları fayldan buferə oxumaq.

5. Bufer məlumatları əsasında aşağıdakı dəyişənlərin qiymətlərini müəyyən etmək (status informasiyalı faylın formatına bax):

- ProgramName (proqramın adı).
- ADT_Frequency (ARÇ-nin tezliyi).
- ChannelsQuantity (kanalların sayı).
- ExperimentDate (müşahidənin tarixi).
- ExperimentTime (müşahidənin vaxtı).
- FramesQuantity (freymlərin sayı).

Hər kanal üçün aşağıdakı dəyişənlərin qiymətlərini təyin etmək :

- ChannelNumber (kanalın nömrəsi).
- InputNumber (giriş nömrəsi).
- ChannelName (kanalın adı).
- InputLevel (giriş diapazonu).

6. Status informasiyalı faylı bağlamaq.

7. Excelin işçi kitabından Status Info adlı vərəq yaratmaq və bütün başqa vərəqləri silmək.

8. Status Info vərəqində cədvəl yaratmaq (cədvəl 2.4.1 və cədvəl 2.4.2).

9. Ölçmə məlumatları faylını açmalı.

10. Faylın ölçüsünü müəyyən etməli.

11. Faylın ölçüsünün $\text{NumberOfChannels} \times \text{NumberOfFrames} \times 2$ bayta bərabər qiymət almasına əmin olmaq.

12. Əgər belə deyilsə, faylın ölçü uyğunsuzluğu barədə məlumatı çıxışa vermək

və məlumatları daxil etmədən proqramdan çıxmaq.

13. Əgər belədirsə, proqramı davam etməli.

14. NumberOfChannels x 2 bayt ölçülü bufer yaratmaq.

15. Data adlı vərəq yaratmaq.

16. Data vərəqində aşağıdakı formada cədvəl yaratmaq (cədvəl 2.4.3)

17. NumberOfFrames ölçülü dövrdə aşağıdakı əməliyyatları yerinə yetirmək:

- məlumatları fayldan mübadilə buferinə köçürmək;
- məlumatları kanallar üzrə bölmək;
- cədvəl 2.4.3-ü kanallar üçün məlumatlarla doldurmaq;
- yazılmış kod və InputLevel kanalının səviyyəsi nəzərə alınmaqla gərginliyin

qiymətini hesablamaq

18. Dövr qurtardıqdan sonra kitabı ProgramName_Date_Time.xls adı altında saxlamaq.

19. Ölçmə məlumatlarından ibarət faylı bağlamaq.

20. Məlumatların daxil edilməsi proqramından çıxmaq.

Cədvəl 2.4.1

Status informasiyası (ümumi hissə)

Proqramın adı	AÇM	
ARÇ-in tezliyi, Hz	1	
Kanalların sayı	2	
Müşahidənin tarixi	10.11.2014	
Müşahidənin vaxtı	15:06:35	
Freymlərin sayı	52	

Cədvəl 2.4.2

Status informasiyası (kanal hissə)

Kanalın nömrəsi	1	2
Giriş nömrəsi	3	5
Kanalın adı	Dəm qazı	Kükürd
Giriş diapazonu	0 - 10 V	0 - 5 V

Beləliklə, ölçmə məlumatları EXCEL faylında saxlanılır və emal üçün əlverişlidir. Şəkil 2.4.1-də ölçmə məlumatları qrafik təqdim edilmişdir.

Məlumatların kanallar üzrə bölünməsi

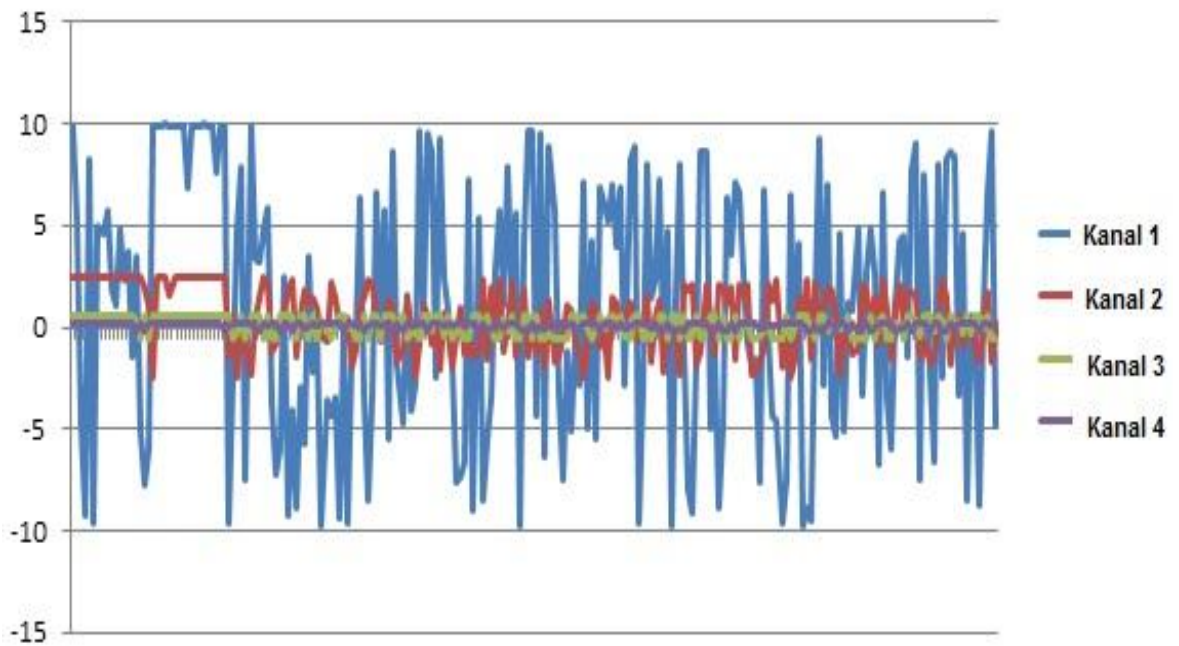
Kanal 1	Kanal 2	Kanal 3	Kanal 4
5,855344	2,108301	0,620727	0,059746
-3,75174	-1,15278	-0,62073	0,155182
-7,26314	-0,78199	-0,56179	0,155182
-5,94415	0,195735	0,620727	-0,13313
2,416571	0,741932	0,620727	0,020683
-9,29168	1,794804	0,620727	0,155182
-4,0618	2,303769	0,620727	-0,15518
-8,90501	-1,48474	-0,60085	0,155182
-2,96407	0,525254	0,620727	0,155182
-5,78515	1,815938	0,620727	-0,00739
3,437095	1,21191	-0,62073	0,112395
-2,26337	1,502136	0,620727	0,155182
0,234226	0,957923	-0,62073	0,008633
-9,76654	-0,39082	0,316787	0,155182
-3,5906	-0,74315	0,038787	0,155182
-4,37797	2,246624	-0,62073	0,147633
-3,51278	1,424315	0,077831	0,155182
-9,37469	0,117304	0,620727	0,155182
-0,23636	0,252728	0,620727	-0,15518
-9,68444	0,44728	-0,06295	0,155182
-1,1693	-1,91543	0,151074	0,155182

2.4.2. Məlumatların MATLAB proqramına daxil edilməsi əməliyyatları

Ölçmə məlumatlarının daxilətmə alqoritmi aşağıdakı əməliyyatların ardıcılığı şəklində verilə bilər:

1. Status informasiyalı faylı açmaq.

2. Faylın ölçüsünü müəyyən etmək.
3. Həmin ölçülü bufer yaratmaq.
4. Məlumatları fayldan buferə oxumaq.
5. Bufer verilənləri əsasında aşağıdakı dəyişənlərin qiymətini təyin etmək
(Status informasiyalı fayl formatına bax):
 - ProgramName (proqramın adı);
 - ADT_Frequency (ARÇ-nin tezliyi);
 - NumberOfChannels (kanalın nömrəsi);
 - ExperimentDate (müşahidə tarixi);
 - ExperimentTime (müşahidə vaxtı);
 - NumberOfFrames (freymin nömrəsi).

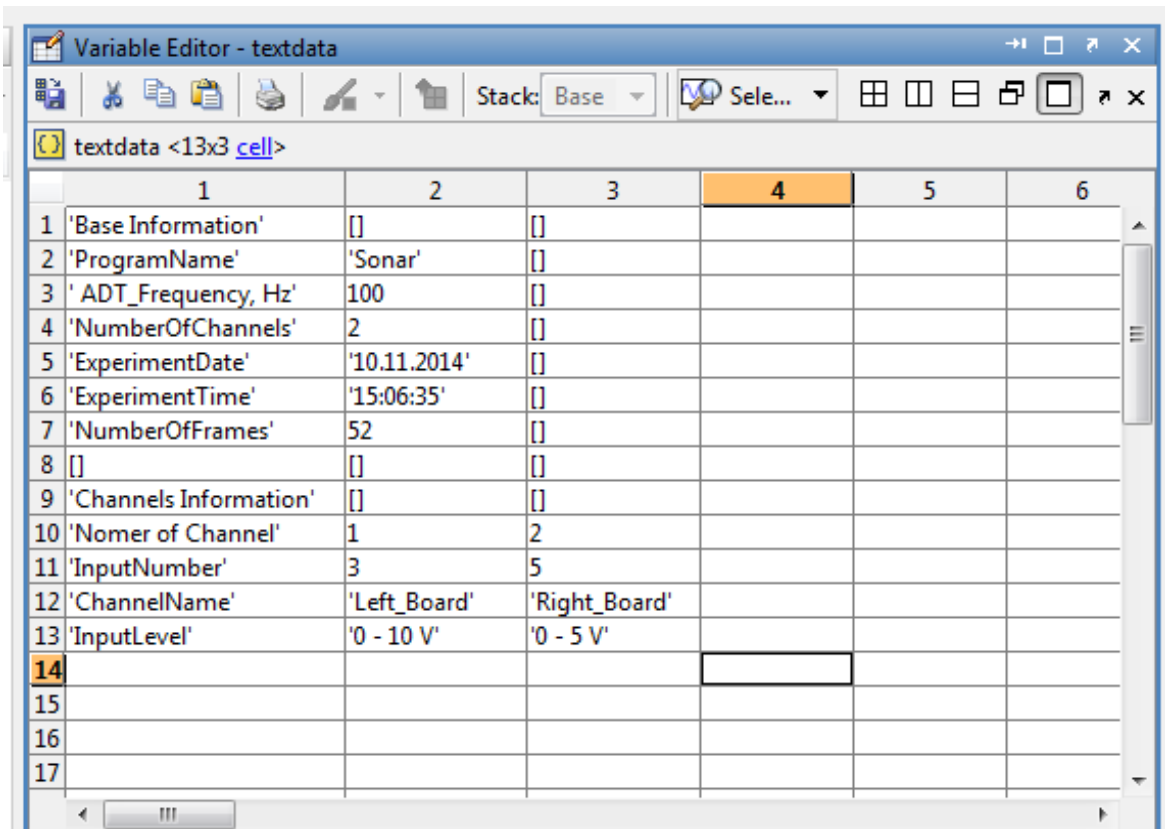


Şəkil 2.4.1. EXCEL faylında siqnalın qrafik təsviri

Hər bir kanal üçün aşağıdakı dəyişənlərin qiymətlərini təyin etmək.

- ChannelNomer (kanalın nömrəsi)
 - InputNumber (girişin nömrəsi);
 - ChannelName (kanalın adı);
 - InputLevel (giriş diapazonu).
6. Status informasiyalı faylı bağlamaq.

7. MATLAB proqramının işçi sahəsində yuxarıda göstərilən dəyişənlər görsənir (şəkil 2.4.2).
8. Ölçmə məlumatları faylını açmaq.
9. Faylın ölçüsünü müəyyən etmək.
10. Faylın ölçüsünün $\text{NumberOfChannels} \times \text{NumberOfFrames} \times 2$ bayta bərabər qiymət almasına əmin olmaq.
11. Əgər belə deyilsə, faylın ölçü uyğunsuzluğu barədə məlumatı çıxışa vermək və məlumatları daxil etmədən proqramdan çıxmaq.
12. Əgər belədirsə, proqramı davam etmək.
13. $\text{NumberOfChannels} \times 2$ bayt ölçülü bufer yaratmaq.
14. Kanalların sayına görə onların adına uyğun dəyişənlər yaratmaq. Hər bir dəyişən NumberOfFrames ölçülü massivi özündə təsvir edir.
15. Freymlərin saygacını 1-ə qoymaq.
16. NumberOfFrames ölçüsünə bərabər sayda aşağıdakı əməliyyatları aparmaq:
 - məlumatların fayldan buferə köçürülməsi;
 - məlumatların kanallar üzrə bölünməsi;



The screenshot shows the MATLAB Variable Editor window for a variable named 'textdata', which is a 13x3 cell array. The window has a toolbar with various icons and a 'Stack' dropdown set to 'Base'. The table below represents the data shown in the editor.

	1	2	3	4	5	6
1	'Base Information'	[]	[]			
2	'ProgramName'	'Sonar'	[]			
3	'ADT_Frequency, Hz'	100	[]			
4	'NumberOfChannels'	2	[]			
5	'ExperimentDate'	'10.11.2014'	[]			
6	'ExperimentTime'	'15:06:35'	[]			
7	'NumberOfFrames'	52	[]			
8	[]	[]	[]			
9	'Channels Information'	[]	[]			
10	'Nomer of Channel'	1	2			
11	'InputNumber'	3	5			
12	'ChannelName'	'Left_Board'	'Right_Board'			
13	'InputLevel'	'0 - 10 V'	'0 - 5 V'			
14						
15						
16						
17						

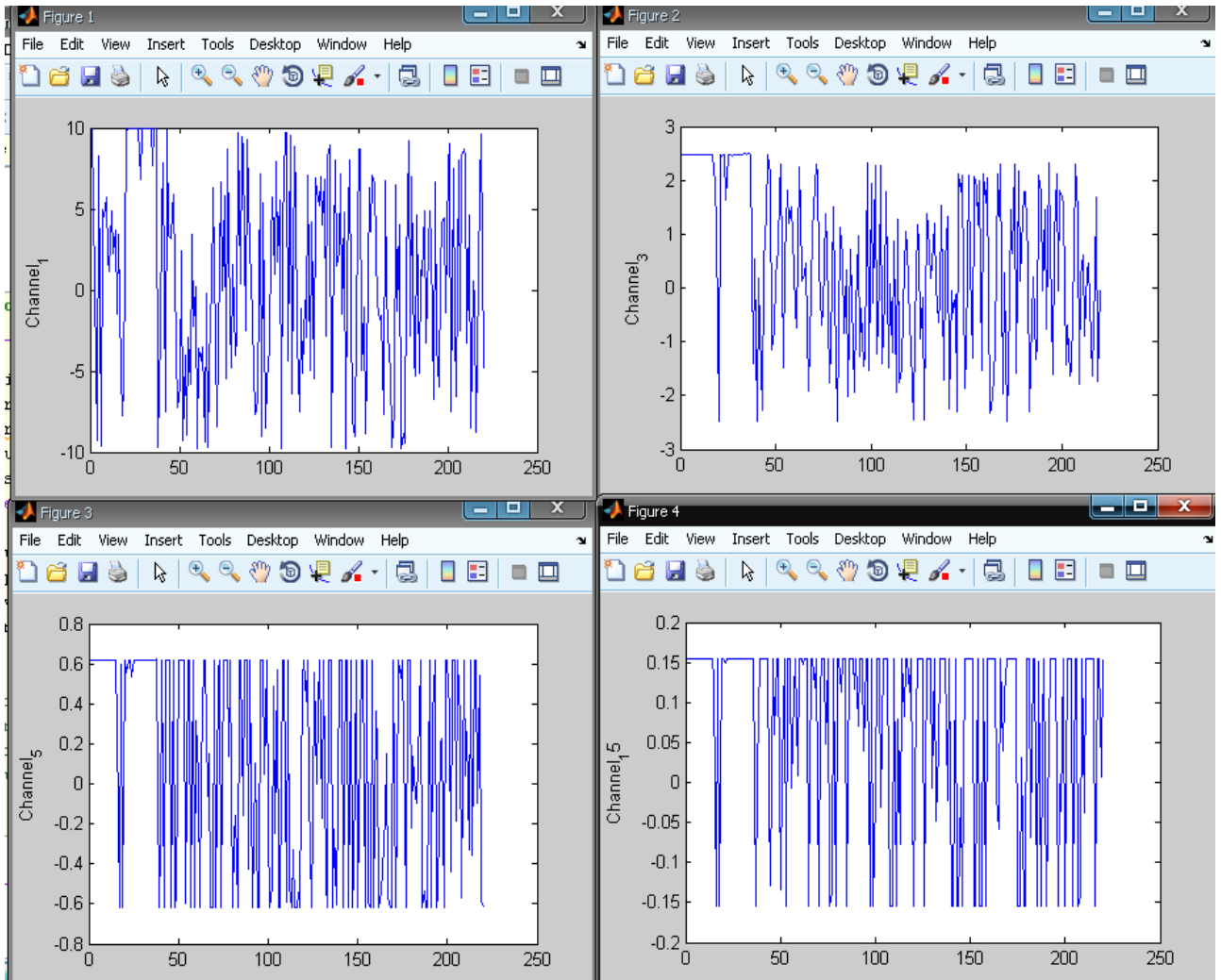
Şəkil 2.4.2. MATLAB proqramının işçi sahəsi

- həmin məlumatların əvvəl yaradılmış dəyişənlərinin mənimsənilməsi;
- yazılmış kod və InputLevel kanalının səviyyəsi nəzərə alınmaqla gərginliyin qiymətinin hesablanması;
- freymlər sayğacının inkrementi.

17. Dövrün sonunda faylı **ProgramName_Date_Time.mat** adı altında saxlamalı.

18. Ölçmə verilənləri faylını bağlamaq daxil olması verilənlərin proqramından çıxmaq.

Beləliklə, ölçmə verilənləri mat-faylda saxlanılmış və emal üçün əlverişlidir. Şəkil 2.4.3-də ölçmə məlumatları qrafik təqdim edilmişdir.



Şəkil 2.4.3. MATLAB-da siqnalın təsviri

2.4.3. Monitorinqin aparılmasında eksperimental ölçmə verilənlərindən istifadə

2012-ci və 2013-cü illər ərzində işlənmiş proqram təminatının sınağı keçirilmiş və bütövlükdə proqram-instrumental sistemin iş qabiliyyəti yoxlanılmışdır. Sahədə aparılan sınaqların nəticələrinə əsasən Bakı şəhəri üzrə aşağıda göstərilən ünvanlar müəyyən edilmiş (cədvəl 2.4.4) və sonradan həmin məntəqələrdə ölçmə eksperimentləri aparılmışdır.

2013-cü ilin yanvar ayından dekabr ayına qədər olan müddət ərzində aparılmış çoxsaylı müşahidələrin nəticələri cədvəl 2.4.5 və cədvəl 2.4.6-da təqdim edilmişdir. Cədvəl 2.4.5-də lokal müşahidə məntəqələrində atmosferi çirkləndirən əsas inqrediyentlərin orta illik qiymətləri verilmişdir. Cədvəl 2.4.6-da meteoroloji parametrlər olan temperatur, təzyiq, rütubət, küləyin sürəti və yağıntının orta aylıq qiymətləri göstərilmişdir.

Cədvəl 2.4.4

Lokal müşahidə məntəqələrinin yerləşdiyi ünvanlar

Məntəqənin №-si	Bakı şəhərinin rayonu	Ünvan
1	Səbayıl	Bibi-Heybət qəs, Məktəbli küç, 40
2	Xətai	NZS qəs, Babək pr, 66
3	Nərimanov	Heydər Əliyev pr, 66
4	Binəqədi	9-cu mkr., Mir Cəlal küç, 127
5	Nizami	Qara Qarayev pr, 71
6	Səbayıl	Qurban Abbasov küç, 16
7	Sabunçu	Sabunçu qəs, Məmmədəliyev küç, 6
8	Yasamal	Şərifzadə küç, 174
9	Xətai	Xudu Məmmədov küç, 3

Alınmış nəticələr monitorinqin verilənlər bazasının işlənilməsi və atmosferin çirklənmə modelinin qurulması üçün əsas olmuşdur.

Verilənlər bazasının ətraflı şərhə fəsil 3-də, modelləşdirmə prosesi isə fəsil 4-də verilmişdir.

Cədvəl 2.4.5

Lokal müşahidə məntəqələrində əsas çirkləndirici inqrediyentlərin ortaillik qiymətləri (2013-cü il üçün verilənlər)

Çirkləndirici inqrediyentin konsentrasiyası, mq/m ³													
Məntəqənin №-si	Toz	Kükürd qazı	Azot 4-oksidi	Hidrogen sulfid	Dəm qazı	Furfurol	Formal-dehid	Ammon-yak	Azot 2-oksidi	His turşusu	Bərk flüoridlər	Hidrogen flüorid	Xlor
1	0,3	0,009	0,03	0,001	3								
2	0,3	0,011	0,06	0,008		0,02	0,005	0,02					
3	0,3		0,07		3	0,02	0,004		0,03	0,01			
4			0,04				0,005				0,01	0,01	0,02
5			0,05	0,001	3	0,02		0,03		0,01			
6		0,009	0,05	0,001	3								
7	0,3	0,01	0,05	0,001	3	0,02							
8	0,3	0,011			2	0,02	0,005			0,02			
9		0,01	0,07	0,001	3					0,01			
YVQH	0,15	0,05	0,04	0,008	3	0,05	0,003	0,04	0,4	0,15	0,03	0,005	0,03

Əsas meteoroloji parametrlərin 2013-cü il üçün orta aylıq qiymətləri

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

Monitoring məlumatlarının analizi və sadalanan müxtəlif atmosfer çirkləndiricilərinin YVQH-la müqayisəsi aşağıdakı nəticələri verdi:

1. Toz. Ölçmələr monitoringin 5 məntəqəsində aparıldı və məlum oldu ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH- dən 2 dəfə çoxdur.

2. Kükürd. Ölçmələr monitoringin 6 məntəqəsində aparıldı və nəticələr göstərdi ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH-dan kifayət qədər azdır.

3. Azot 4 oksid. Ölçmələr monitoringin 9 məntəqəsində aparıldı və bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlərin YVQH-dan demək olar ki, 25-50% çox olduğu müəyyənləşdirildi.

4. Hidrogen sulfid. Ölçmələr monitoringin 6 məntəqəsində aparıldı və məlum oldu ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH-dan xeyli dərəcədə azdır. Ancaq Xətai rayonunda orta illik qiymətin YVQH-ə yaxın olduğu müəyyən edildi.

5. Dəm qazı. Ölçmələr monitoringin 7 məntəqəsində aparıldı və nəticələr göstərdi ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH-ə bərabərdir. Ancaq

Yasamal rayonunda orta illik qiymət YVQH-nın təxminən 70%-ni təşkil edir.

6. Furfurol. Ölçmələr monitorinqin 6 məntəqəsində aparıldı və nəticələr göstərdi ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH-dən 50% azdır.

7. Formaldehid. Ölçmələr monitorinqin 5 məntəqəsində aparıldı və nəticələr göstərdi ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH-dən təqribən 1,5-2 dəfə çoxdur.

8. Ammonyak. Ölçmələr monitorinqin ancaq 2 məntəqəsində aparıldı və nəticələr göstərdi ki, orta illik qiymətlər YVQH-dən 50% azdır.

9. Azot 2 oksid. Ölçmələr monitorinqin ancaq Nərimanov rayonunda aparıldı və nəticələr göstərdi ki, orta illik qiymətlər YVQH-ın təqribən 10%-ni təşkil edir.

10. His. Ölçmələr monitorinqin 4 məntəqəsində aparıldı və nəticələr göstərdi ki, bütün rayonlar üzrə orta illik qiymətlər YVQH-ın təqribən 10%-ni təşkil edir.

11. Sulfat turşusu. Ölçmələr monitorinqin ancaq Nərimanov rayonunda aparıldı və nəticələr göstərdi ki, orta illik qiymət YVQH-ın təqribən 10%-ini təşkil edir.

12. Bərk fluoridlər. Ölçmələr monitorinqin ancaq Binəqədi rayonunda aparıldı və nəticələr göstərdi ki, orta illik qiymətlər YVQH-ın təqribən 30%-ni təşkil edir.

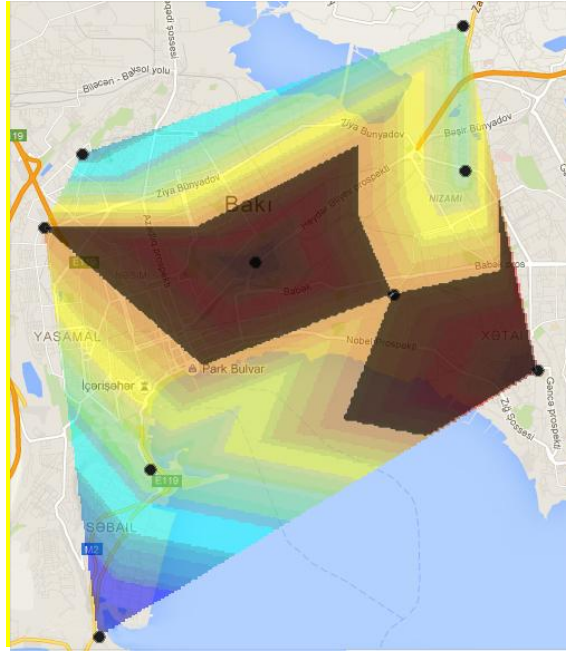
13. Hidrogen fluorid. Ölçmələr monitorinqin ancaq Binəqədi rayonunda aparıldı və nəticələr göstərdi ki, orta illik qiymət YVQH-dən 2 dəfə çoxdur.

14. Xlor. Ölçmələr monitorinqin ancaq Binəqədi rayonunda aparıldı və nəticələr göstərdi ki, orta illik qiymət YVQH-ın təqribən 70%-ni təşkil edir.

Şəkil 2.4.4-də atmosfer çirklənməsinin paylanması xəritəsi verilmişdir.

Azot 4-oksidin konsentrasiyasının orta illik qiymətləri götürülmüş, tünd sahələr YVQH-dən 1,5 dəfədən çox olduğunu göstərmişdir. Belə güclü artım şəhər mərkəzində gərgin avtomobil hərəkəti, həmçinin keçmiş Qara Şəhərdə formalaşmış intensiv sənaye istehsalı ilə izah olunur.

Ən zəif çirklənmə şəhərin şimal və cənub hissələrində müşahidə olunur. Şimalda bunlar relyefin hündür olması, cənubda isə dənizin yaxınlığı ilə şərtləndirilir. Ona görə də Bakı bulvarı və onun əsas hissəsi kifayət qədər təmiz ekoloji zonanı əhatə edir. Həm də bu ərazilərdə ən güclü və tez-tez rast gəlinən küləklər mövcuddur. Bunlar həmin çirklənməni başqa ərazilərə ötürürlər.



Şəkil 2.4.4. Azot 4-oksidin konsentrasiyasının paylanma xəritəsi

II fəslin nəticələri

1. AMAKA-da 2011 – 2015-ci illər ərzində fəaliyyət göstərmiş mobil ölçü laboratoriyasının tərkibinə daxil olan cihazların texniki imkanlarının müqayisəli analizi aparılmışdır.

2. Cihazların tərkibi dəyişdirilən zaman interfeysin də sürətli şəkildə dəyişilməsinə, obyekt yönümlü yanaşma tətbiq edilməklə onun etibarlılığının artırılmasına imkan verən verilənlərin daxil edilməsi, vizuallaşdırılması və saxlanması proqramı işlənilmişdir.

3. Yenidən qurula bilən interfeysə malik proqramın istifadə olunması proqramçının iştirakı olmadan müxtəlif ölçü kompleksləri istifadəçilərinin tələblərini ödəməyə imkan verdiyi göstərilmişdir.

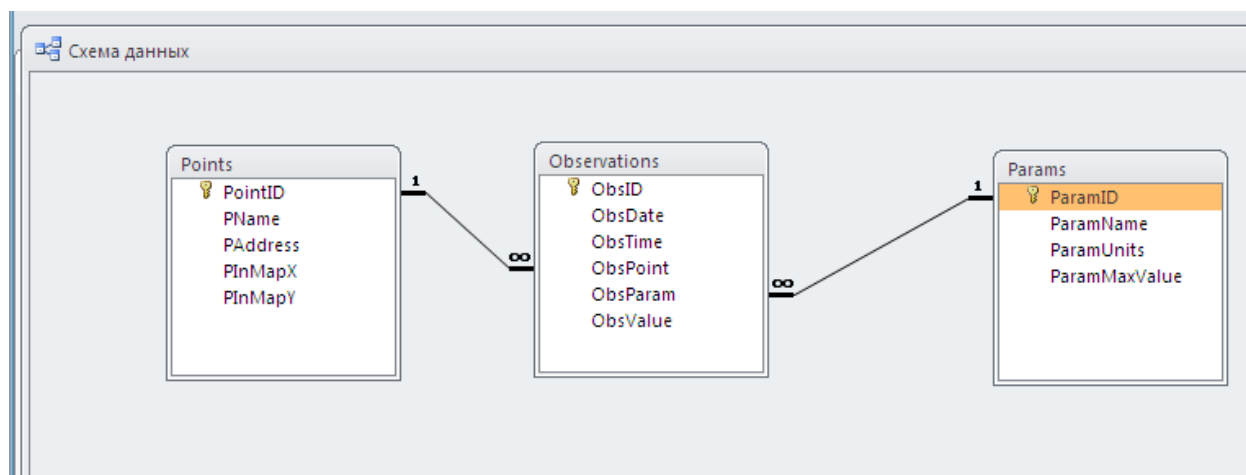
4. Mobil ölçü laboratoriyasının iştirakı ilə çoxsaylı ölçü sınaqlarının aparılması və sınaq nöqtələrinin koordinatlarının təyini metodikası işlənilmişdir.

5. Eksperimental müşahidələr əsasında əldə edilmiş verilənlərin sistemləşdirilməsi və statistik analizi aparılmış, müxtəlif meteoroloji faktorların çirklənmə proseslərinə təsir dərəcəsinin təyininin mümkünlüyü göstərilmişdir.

III FƏSİL. ATMOSFER ÇİRKƏNMƏSİNİN MONİTORİNGİNİN VERİLƏNLƏR BAZASI FAYLLARININ FORMATLARI VƏ PROQRAM TƏMİNATI

3.1. Monitoringin verilənlər bazasının strukturu və əsas funksiyaları

Monitoringin aparılması zamanı əldə olunmuş informasiya fayllarda saxlanılmışdır. Bu verilənlər toplandıqca monitoringlə bağlı olan bütün növ informasiyanın saxlanıla bildiyi verilənlər bazasının yaradılması məsələsi meydana çıxdı. Verilənlər bazasının ilkin strukturuna yalnız üç cədvəl – ölçülən parametrlər (Params), müşahidə məntəqələri (Points) və müşahidələrin özləri (Observations) daxil edilmişdir. Verilənlər bazası Microsoft Office proqram paketinin [82] tərkibinə daxil olan Microsoft Access proqramının köməyiylə [34] işlənilmiş və AÇM (Atmosfer Çirklənməsinin Monitoringi) adlandırılmışdır. AÇM-in verilənlər bazasının əsas komponentləri arasındakı əlaqə sxematik olaraq birgə təqdim edilmişdir (şəkil 3.1.1).



Şəkil 3.1.1. AÇM-in verilənlər bazasının sxematik təqdimatı

Params cədvəli dörd sahədən (ParamsID, ParamName, ParamUnits və ParamMaxValue) ibarətdir. ParamsID açar sahəsi özündə parametrin unikal identifikatorunu əks etdirir və “Params” cədvəlinə hər bir yeni yazı əlavə olunan

zaman bir vahid artır. ParamName mətn sahəsi ölçülən parametrin adından ibarətdir. ParamUnits mətn sahəsi verilən parametrin ölçü vahidlərinin adlarından ibarətdir. ParamMaxValue ədədi sahə isə ölçülən parametrlərin YVQH qiymətinə malikdir (əgər tətbiq olunarsa). Params cədvəli ölçülməsi nə vaxtsa monitoring zamanı aparılmış bütün meteoroloji faktorlar və atmosfer çirkləndiriciləri haqqında yazılardan ibarətdir.

“Points” cədvəli beş sahədən (PointID, PName, PAddress, PInMapX, PInMapY) ibarətdir. PointID açar sahəsi özündə müşahidə nöqtəsinin unikal identifikatorunu əks etdirir və Points cədvəlinə hər bir yeni yazı əlavə olunan zaman müvafiq olaraq o da bir vahid artır. PName mətn sahəsi verilmiş müşahidə nöqtəsinin adını göstərir. PAddress mətn sahəsi müşahidə nöqtəsinin tam ünvanını göstərir. PInMapX və PInMapY ədədi sahələri isə monitoringin elektron xəritəsində X və Y oxları üzrə müşahidə nöqtəsinin koordinatlarının qiymətlərini ifadə edir. Beləliklə, Points cədvəli xəritə üzərində bütün monitoring müşahidələrinin aparıldığı nöqtələrin adı, ünvanı və mövqeyi haqqında məlumatları özündə cəmləşdirir.

Observation cədvəli altı sahədən (ObsID, ObsDate, ObsTime, ObsPoint, ObsParam, ObsValue) ibarətdir. ObsID açar sahəsi özündə unikal müşahidə identifikatorunu əks etdirir və Observations cədvəlinə hər bir yeni yazı əlavə olunduqca, bir vahid artır. ObsDate və ObsTime sahələri isə müşahidənin aparılma tarixini və vaxtı göstərir. ObsPoint və ObsParam sahələri ölçülən parametrlərin və müşahidə nöqtəsinin identifikatorlarına uyğun olan ədədi qiymətlərdən ibarətdir. ObsValue ədədi sahəsi parametrin ölçülmüş qiymətlərindən ibarətdir. Beləliklə, Observations cədvəli monitoring zamanı aparılmış bütün atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyasında və meteoroloji parametrlərdə ölçmə qiymətlərini əks etdirir. Şəkildən göründüyü kimi Params və Observations cədvəlləri və həmçinin Points və Observations cədvəlləri “birisi-çoxun” tipli əlaqə ilə birləşmişdir. “Birisi-çoxuna” tipli əlaqə cədvəli baş cədvəlin bir yazısının tabeli cədvəlin bir neçə yazılışı ilə müqayisəsini təmin edir. Baxılan halda əsas cədvəllər Params və Points, tabeli cədvəl isə Observations olacaqdır. Həmin sxem verilənlərin izafiliyinin aradan qaldırılmasına və onların tamlığına zəmanət verir. Verilənlərin bazaya daxil edilməsi

zamanı müəyyən çətinliklər qarşıya çıxır. Yəni monitorinqin ilkin mərhələsində ölçmə verilənləri bir formatda saxlanıldığı halda, axırındakı mərhələdə bu verilənlər başqa formatda saxlanılır. Buna görə də monitorinq zamanı istifadə olunmuş müxtəlif formatlı fayllardan verilənlərin daxil edilməsinin avtomatlaşdırılması üçün xüsusi proqram təminatının işlənilməsi zərurəti qarşıya çıxdı [8, s.211].

3.2. Monitorinq verilənlərindən ibarət faylların formatları

Monitorinqin aparıldığı müddət ərzində ölçü verilənləri aşağıdakı kimi müxtəlif formatlarda saxlanılmışdır:

- “İnterfeys” proqramının formatları;
- XML formatı;
- EXCEL elektron cədvəl formatı;
- kağız daşıyıcıdakı yazılar.

“İnterfeys” proqramının formatı. “İnterfeys” proqramının birinci variantı bir eksperimentin verilənlərinin saxlanması üçün iki müxtəlif fayldan istifadə etmişdir: status informasiyası faylı və verilənlər faylı. Status informasiyası faylı bir neçə sətirdən təşkil olunmuş adi mətn faylından ibarətdir. Hər bir sətir özündə yalnız bir dəyişənin qiymətini əks etdirir və qiymətlərin düzülmüş ardıcılığı əvvəlcədən müəyyən olunmuşdur. Məsələn, birinci sətir proqramın adını, ikinci sətir müşahidə məntəqəsinin adını, üçüncü isə ARÇ-nin diskretləşdirilmə tezliyini göstərir. Cədvəl 3.2.1-də status informasiyasına malik fayl nümunəsi göstərilmişdir.

Cədvəl 3.2.1-dən göründüyü kimi status informasiyası faylı on bir sətirdən ibarətdir. Bütün qiymətlər konstruktor rejimində işləyən “İnterfeys” proqramı vasitəsilə verilir. Birinci sətir atmosfer çirklənməsinin monitorinqi üçün “İnterfeys” proqramından istifadə olunduğunu göstərir. Sonra ölçmələrin Bibiheybət müşahidə məntəqəsində aparıldığı göstərilir, yəni bütün parametrlərin saniyədə bir dəfə ölçülməsi həyata keçirilir. Kanalların sayı ölçülən parametrlərin sayını göstərir. Freymlərin sayı isə ölçmələrin neçə dəfə aparılacağını ifadə edir. Bir freym dedikdə

bütün parametrlərin bir dəfə və eyni vaxtda ölçülməsi başa düşülür.

Cədvəl 3.2.1

Status informasiyasına malik fayl nümunəsi

No	Dəyişən	Dəyişənin qiymətinin nümunəsi
1	Proqramın adı	Monitoring
2	Müşahidə məntəqəsinin adı	Bibiheybət
3	ARÇ-nin tezliyi	1
4	Kanalların sayı	2
5	Freymlərin sayı	5
6	1-ci kanalın adı	Kükürd
7	Kontrollerin giriş nömrəsi	1
8	Giriş diapazonu	1
9	2-ci kanalın adı	Azot 4 oksid
10	Kontrollerin giriş nömrəsi	2
11	Giriş diapazonu	3

Parametrlərin bir neçə dəfə ölçülməsi orta qiymətin hesablanması yolu ilə daha dəqiq nəticələr almağa imkan verir. Növbəti sətirlərdə kanalların xassələrinin qiyməti yazılmışdır. Belə ki, 6-cı sətirdə birinci kanalın adı “Kükürd” olaraq verilmişdir. Bu parametrin ötürücüsü kontrollerin birinci girişinə qoşulmuş (7-ci sətir) və bu giriş üçün ölçülən siqnalın diapazonu $\pm 10V$ (8-ci sətir) müəyyən edilmişdir. Analoji olaraq, azot 4 oksid ötürücüsündən gələn siqnal (9-cu sətir) kontrollerin ikinci girişinə (10-cu sətir) ötürülür və ölçülən siqnalın diapazonu isə $\pm 2,5V$ (11-ci sətir) təşkil edir. Yəni hər bir ölçülən parametr üçün faylda üç sətir istifadə olunmuş, beləliklə, status informasiyası faylının sətirlərinin sayı $4+3*NC$ qiymətini almışdır. Burada NC- ölçü kanallarının (və ya parametrlərin) sayıdır.

Monitoring zamanı “İnterfeys” proqramının koməyilə yazılmış ikinci fayl bilavasitə ölçmə verilənlərindən ibarətdir. Bu fayl ikilik verilənlərdən təşkil olunmaqla yalnız emal olunmamış ARÇ-nin kodunu özündə əks etdirir. ARÇ-nin kod ölçüsü iki bayta bərabərdir. Onda yuxarıda göstərilmiş nümunəyə (cədvəl 3.2.1) uyğun olaraq ölçü verilənlərindən ibarət faylın həcmi $NC*NF*2$ bayt olacaqdır. Burada NF – freymlərin sayıdır. Bu halda verilənlər faylının həcmi 20 bayt olur və o

aşağıdakı kimi göstərilə bilər:

8B 8A 8B 8A 8C 8B 8F 8A 8D 89 EOF

Baxılan halda aşağıdakıları qeyd etmək yerinə düşərdi:

- verilənlərin onaltılıq təqdimatından istifadə olunmuşdur;
- EOF (End-of-file) – faylın sonudur.

Yuxarıda göstərilmiş iki faylın adına proqramın adı, ölçmənin tarixi və vaxtı, faylın tipi daxildir. Status informasiyası faylları txt tipli, verilənlər faylı isə dat tiplidir. Beləliklə, baxılan nümunə üçün artıq bu fayllar **monitorinq_20131006_141057.txt** və **monitorinq_20131006_141057.dat** adlarına malik ola bilərlər. Göründüyü kimi həmin adlar bu faylların həmin anda mənşəyini, həmçinin tarixini (06.10.2013) və vaxtını (14:10:57) təyin edə bilər. Fayllar monitorinqin aparılması zamanı əldə edilmişdir.

Bu iki tip fayldan başqa tam, hərtərəfli emal üçün hər bir ölçülən parametrlər və hər bir giriş diapazonu üçün ötürücü xarakteristikalarından ibarət üçüncü fayl tələb olunur. Bu verilənlərin köməyiylə ARÇ-nin kodu ölçülən parametrlərin real qiymətinə çevrilir, yəni aşağıdakı çevrilmə həyata keçirilir:

Parametrin qiyməti = (ARÇ-nin kodu-B) × A + ölçü vahidləri.

Burada A və B ölçülən parametrlərin ötürmə xarakteristikalarının əmsallarıdır adətən (A<1 , B>0). Deyilənlər nəzərə alınmaqla ötürmə xarakteristikaları faylından olan yazı nümunəsi təqdim edilmişdir (cədvəl 3.2.2).

Cədvəl 3.2.2

Ötürmə xarakteristikaları faylından olan yazı nümunəsi

Giriş diapazonu	Kükürd		Azot 4 dioksid	
	A	B	A	B
1	0,000787	80	0,001181	80
2	0,000197	80	0,000295	80
3	0,000049	7F	0,000074	80
4	0,000012	7F	0,000019	7F

Buradan belə bir nəticə çıxır ki, əldə olunmuş verilənlərin tam və hərtərəfli emal olunması üçün hər üç tip faylın birgə istifadəsi tələb olunur. Bu isə şübhəsiz müəyyən

çatışmazlıq yaradır, belə ki, fayllardan hər hansı birinin zədələnməsi və ya itməsi monitoring nəticələrinin itməsinə səbəb ola bilər. Ancaq nəzərə alınmalıdır ki, “İnterfeys” proqramı hər şeydən əvvəl verilənlərin kompüterə axın şəklində daxil edilməsi üçün işlənilib hazırlanmışdır. Bu cür daxiletmədə böyük miqdarda verilənlər yüksək sürətlə daxil edilir və axın yaradır. Axın yüksək prioritetə malik olduğuna görə Windows əməliyyat sistemi bütün digər proseslərin yerinə yetirilməsini müvəqqəti olaraq dayandırır və dayandırılan proseslərin təkrar yerinə yetirilməsi axın başa çatdıqdan sonra təmin olunur. Adətən axın zamanı kontrollerin müvəqqəti buferində saxlanılan bütün verilənlər kompüterə daxil edilir. Yalnız bütün verilənlər kompüterə daxil edildikdən sonra Windows əməliyyat sistemi dayandırılmış digər proseslərin yerinə yetirilməsini davam etdirir. Buna görə də axının keçmə vaxtının qısaldılması məqsədilə bütün email prosesləri sonraya saxlanılır. Beləliklə, “İnterfeys” proqramının tətbiqinin öz müsbət cəhətləri vardır. Belə ki, onun köməyi ilə statistik email prosedurlarını təmin edən böyük həcmdə verilənlərin əldə olunması mümkün olur.

XML formatı. Monitoring zamanı o qədər də çox olmayan sayda parametrlər ölçüldüyündən, “İnterfeys” proqramını modifikasiya etmək qərara alınmış, bundan əlavə verilənlər faylını XML-ə yaxın formatda saxlamaq nəzərdə tutulmuşdur. Qeyd edək ki, HTML (Hyper Text Markup Language) [101] və XML (eXtensible Markup Language) [62] formatları özünün asan şəkildə anlaşılmasına və istifadə üçün sadəliyinə görə geniş tətbiq olunur. Bu formatlar teqlər və qiymətlərdən ibarət olan mətn fayllarıdır. Teq özündə hansısa xassəni ifadə edir və bucaq şəkilli mötərizə daxilində yazılır. Buna nümunə olaraq *<parameter>* teqini göstərmək olar. Bu açan teq adlanır. Bundan başqa bağlayan teq də möcuddur və bu teq əlavə olaraq “/” işarəsi daxilində yazılır. Bağlayan teqə nümunə olaraq *</parameter>* teqini göstərmək olar. Açan və bağlayan teqlər arasındakı bütün informasiya bu teqin qiymətilə bilavasitə əlaqəlidir. Beləliklə, teqlər iyerarxik struktura malikdir və bir-birinin daxilində yerləşə bilər. HTML və XML formatları arasındakı fərq ondan ibarətdir ki, HTML formatı əvvəlcədən təyin olunmuş məhdud sayda teqlərə malikdir, XML formatında isə istifadəçi öz teqlərini yarada bilər. Baxılan halda

aşağıda göstərilmiş əsas teqlər yığımı qəbul edilmişdir (cədvəl 3.2.3).

Cədvəl 3.2.3

Əsas teqlər yığımının adları və qiymətləri

Teqin adı	Teqin qiyməti
<header>	Faylın statusunu və tipini özündə cəmləşdirir
<body>	Verilənlər bazasına daxil etmək üçün verilənlərə malikdir
<status>	Old və New qiymətləri ala bilir. Informasiyanın fayldan verilənlər bazasına daxil edilib-edilməməsi göstərilir
<type>	Obs, Pnt və ya Prm qiymətlərini alır. Faylın müşahidə verilənlərinin, yeni bəndlərin və ya ölçü parametrlərinin daxil edilməsi üçün nəzərdə tutulduğunu göstərir
<date>	Ölçmənin aparıldığı tarixi göstərir
<time>	Ölçmənin aparıldığı zamanı göstərir
<point>	Ölçmənin aparıldığı məntəqənin adını göstərir
<param>	Ölçülən parametrin adını göstərir
<value>	Ölçülən parametrin qiymətini göstərir
<unis>	Verilmiş parametr üçün ölçü vahidlərini göstərir

Bundan başqa əlavə teqlər yığımı da qəbul edilmişdir. Əlavə teqlər monitorinqin verilənlər bazasının Points və Params cədvəllərinə yeni yazıların əlavə edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Əlavə teqlər yığımının tərkibinə daxil olanlar aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir. (cədvəl 3.2.4).

Cədvəl 3.2.4

Əlavə teqlər yığımının adı və qiymətləri

Teqin adı	Teqin qiyməti
<point_address>	Ölçmənin aparıldığı məntəqənin ünvanını göstərir
<point_in_map_X>	Monitorinqin elektron xəritəsi üzərində üfüqi istiqamətdə ölçmənin aparıldığı məntəqənin mövqeyini göstərir
<point_in_map_Y>	Monitorinqin elektron xəritəsi üzərində şaquli istiqamətdə ölçmənin aparıldığı məntəqənin mövqeyini göstərir
<param_max_value>	Ölçülən parametrin mümkün olan konsentrasiya həddini göstərir

Bununla da müşahidə verilənlərindən ibarət olan fayl nümunəsi göstərilmişdir.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<acm>
  <header>
    <status>new</status>
    <type>obs</type>
  </header>
  <body>
    <date>06.10.2013
      <point>BibiHeybat
        <time>14:10:57
          <param>Kükürd
            <value>0.009</value>
            <unit>mg/m3</unit>
          </param>
          <param>Azot 4 oksid
            <value>0.05</value>
            <unit>mg/m3</unit>
          </param>
        </time>
      </point>
      <point>Şarifzade
        <time>15:17:50
          <param>Kükürd
            <value>0.01</value>
            <unit>mg/m3</unit>
          </param>
          <param>Azot 4 oksid
            <value>0.05</value>
            <unit>mg/m3</unit>
          </param>

```

```

</time>
</point>
</date>
</body>
</acm>

```

Nümunədən göründüyü kimi fayl iki hissədən ibarətdir. Birinci hissə **header** (başlıq) adlanır və fayldakı informasiyanın verilənlər bazasına ötürülməsinin lazım olub-olmadığını müəyyən edir. Eyni zamanda bu hissə fayldakı informasiyanın, ölçmə haqqındakı yeni yazıların, yeni ölçmə aparılan nöqtələrin və ya yeni ölçmə parametrlərinin bazaya əlavə olunub-olunmaması üçün nəzərdə tutulduğunu göstərir. XML faylı birinci səviyyəli ancaq bir teqə malik olduğundan, “acm” teqi əlavə edilmişdir. Bununla da “header” və “body” teqləri ikinci səviyyəli olmuşdur. “Body” (gövde, əsas hissə) hissəsində müşahidənin xassələri, aparılma tarixi, yeri, ölçülən parametrlər və alınmış qiymətlər haqqında informasiya verilmişdir. Göründüyü kimi, həmin gün müşahidələr iki yerdə yəni, Bibiheybət və Şərifzadə məntəqələrində aparılmışdır. Hər iki nöqtədə müxtəlif vaxtlarda kükürd və azot 4 oksid çirkləndiricilərinin konsentrasiyaları haqda informasiya əldə edilmişdir. Beləliklə, verilmiş fayl monitorinqin verilənlər bazasının Observations cədvəlinə dörd yeni yazının əlavə olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Bununla da yeni müşahidə nöqtəsinin əlavə olunması üçün fayl nümunəsi aşağıdakı kimi olmuşdur.

```

<acm>
  <header>
    <status>new</status>
    <type>pnt</type>
  </header>
  <body>
    <point>Bibi Eybat
    <point_address> Пос. Биби-Эйбат, ул.Мектебли, 40
    </point_address>

```

Excel elektron cədvəllər formatı “İnterfeys” proqramı monitorinqin ilkin mərhələsində hələ hazır olmadığına görə istifadə olunmamışdır. Buna görə də baxılan mərhələdə monitorinq verilənləri Excel cədvəlində [81] yerləşdirilmişdir (şəkil 3.2.1).

B	C	D	E	F	G	H	I	J
No	Date	Time	Point	Point_Address	Parameter	Value	Param_Unit	Max_Value
1	14.05.2013	11:00:15	Bibi Eybat	Bibi Eybat settl., Mekt	Toz	0.3	mg/m3	0.15
2	14.05.2013	11:00:25	Bibi Eybat	Bibi Eybat settl., Mekt	Kukurud	0.009	mg/m3	0.05
3	14.05.2013	11:00:40	Bibi Eybat	Bibi Eybat settl., Mekt	Azot 4 oksid	0.03	mg/m3	0.04
4	14.05.2013	11:01:25	Bibi Eybat	Bibi Eybat settl., Mekt	Hidrogen sulfid	0.001	mg/m3	0.008
5	14.05.2013	11:02:00	Bibi Eybat	Bibi Eybat settl., Mekt	Dem qazi	3	mg/m3	3
6	21.05.2013	10:23:12	NZS	NZS settl., Babek 66	Toz	0.3	mg/m3	0.15
7	21.05.2013	10:23:19	NZS	NZS settl., Babek 66	Kukurud	0.011	mg/m3	0.05
8	21.05.2013	10:23:33	NZS	NZS settl., Babek 66	Azot 4 oksid	0.06	mg/m3	0.04
9	21.05.2013	10:23:45	NZS	NZS settl., Babek 66	Hidrogen sulfid	0.008	mg/m3	0.008
10	21.05.2013	10:23:53	NZS	NZS settl., Babek 66	Furfurol	0.02	mg/m3	0.05
11	21.05.2013	10:24:12	NZS	NZS settl., Babek 66	Formaldehid	0.005	mg/m3	0.003
12	21.05.2013	10:24:52	NZS	NZS settl., Babek 66	Ammonyak	0.02	mg/m3	0.04

Şəkil 3.2.1. Müşahidə yazılarından ibarət Excel cədvəlinin fragmenti

Təbii ki, bu cədvəlin hər bir yazısı müşahidə nəticələri haqqında da dolğun informasiya verir. Və bu məlumat hər növbəti sətirdə təkrar yazılır. Məsələn, cədvəldə müşahidə nöqtələrinin ünvanları, ölçülən parametrlərin ölçü vahidləri və atmosfer çirkləndiricilərinin yol verilən qatlıq həddinin qiymətləri təkrar olunur. Ona

görə də izafi verilənlərə malik olan xanalar sarı rənglə digərlərindən ayrılmışdır. Həqiqətən də müşahidə məntəqələrinin ünvanlarını və ölçü parametrlərini hər bir məntəqə üçün yalnız bir dəfə göstərmək kifayət edərdi. Hər bir parametr üçün ölçü vahidlərini və YVQH-ni yalnız bir dəfə göstərmək olardı. Beləliklə, cəmi on iki yazıdan ibarət olan bu kiçik cədvəldə təkrar informasiyanın olduğu on səkkiz xana aşkar edilmişdir.

Kağız daşıyıcılardakı yazılar

Qeyd edilməlidir ki, monitoringin aparılmasına hazırlıq mərhələsində yalnız proqram-instrumental sisteminin strukturu və müşahidə nöqtələrinin yerləri seçilən halda ölçmə nəticələri jurnalə köçürülmüşdür. Təbii ki, bu yazılar verilənlər bazasına yalnız əllə daxil edilə bilər. Şəkil 3.2.2-də monitoring jurnalından bir fraqment göstərilmişdir.

Point : Mikrorayon 9
 Address: 9 mikrorayon, Mir Cəlal 127
 Date : 04.06.2012

Time	Parameter	Value	Limit
11:32:34	Azot-4-oksid	0,04	mg/m ³
11:32:44	Formaldehid	0,005	mg/m ³
11:33:14	Bərk flüoridlər	0,01	mg/m ³
11:33:50	Hydrogen flüorid	0,01	mg/m ³
11:34:30	Klor	0,02	mg/m ³

Şəkil 3.2.2 Müşahidə yazılarından ibarət jurnalın fraqment

Monitoring zamanı yaradılmış istifadə olunan bütün yazı tipləri bu cür müfəssəl nəzərdən keçirilmişdir. Verilənlərin daxil edilməsinin avtomatlaşdırılması üçün

xüsusi proqram təminatının yaradılması metodikası növbəti bölmədə şərh edilmişdir.

Asanlıqla görmək olar ki, bu yazılarda təkrarlanan verilənlər mövcuddur. Ona görə bir neçə aydan sonra bütün toplanılmış verilənlər atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin verilənlər bazasına köçürülmüşdür.

3.3. Monitorinqin verilənlər bazası ilə işləmək üçün proqramın yaradılması

3.3.1. Verilənlər bazalarını idarəetmə prinsipləri

Verilənlər bazası ilə işləmək üçün mövcud olan proqramlar istifadəçiyə bazanın cədvəllərində saxlanılan verilənlərlə əməliyyat aparmağa imkan verir. Verilənlər bazası informasiyanı strukturlaşdırılmış şəkildə saxlayır və informasiyanı müxtəlif proqramlar arasında paylamağa imkan verir. C++Builder [50] və ya MATLAB [80] kimi sürətli proqram hazırlama vasitələri relyasiya tipli verilənlər bazası üçün proqramlar işləyib hazırlamağa imkan verir. Microsoft Access verilənlər bazası relyasiya tipli verilənlər bazasına aiddir. Bu bazanın cədvəlləri ilə işləmək üçün relyasiya hesablamaları kimi tanınmış əməliyyatlardan istifadə olunur.

Verilənlər bazası ilə işləmə alqoritmi əsasında MATLAB-a bir neçə zəruri əməliyyat və ya komanda daxil edilmişdir. Verilənlər bazası ilə əlaqələrin qurulmasına qədər verilənlərin mənbəyini müəyyənləşdirmək lazımdır. Verilənlərin mənbəyi verilənlərin özündən və həmçinin lazımi verilənləri seçmək üçün zəruri olan informasiyadan ibarətdir. Belə informasiya verilənlər bazasına qoşulma drayverindən, eyni zamanda onun yerindən, yəni serverin və ya şəbəkənin adından təşkil olunmuşdur.

Verilənlər mənbəyilə iş qoşulma drayverinin (ODBC və ya JDBC) köməyilə həyata keçirilir. Bu drayverlərin tətbiqi verilənlər bazasının idarəetmə sistemilə proqramın qarşılıqlı əlaqəsini inifikasiya etməyə, onların tətbiqi nəticəsində proqram təminatının verilənlər bazasının idarəetmə sisteminin təchizatçısından və proqram-aparat platformasından asılı olmağa imkan verir.

ODBC (Open Database Connectivity) drayveri [83] verilənlər bazasına

müdaxilə üçün proqram interfeysi olmaqla Microsoft firmasının Simba Technologies [56] ilə əməkdaşlığı sayəsində yaradılmışdır. 1990-cı illərin əvvəllərində verilənlər bazasının bir neçə təchizatçıları olmuş, onların da hər biri məxsusi interfeyslə çalışmışlar. Proqrama bir neçə verilənlər mənbəyi ilə əlaqədə olmaq zərurəti yarandıqda, o zaman verilənlər bazasının hər biri ilə qarşılıqlı əlaqə üçün onların öz kodunu yazmaq lazım gəlirdi. Qarşıya çıxan problemin həll edilməsi üçün Microsoft və digər firmalar standart interfeys yaratdılar. Bu interfeys müxtəlif tipli verilənlərin ayrı-ayrı mənbədən alınması və oraya göndərilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. İnterfeys Open Database Connectivity və ya verilənlər bazası ilə açıq qarşılıqlı əlaqə mexanizmi adlandırıldı. ODBC-in koməyi ilə tətbiqi proqramçılar verilənlərə müraciət edərkən yalnız bir giriş interfeysindən istifadə etmək üçün proqramlar işləyib hazırladılar.

JDBC (Java Database Connectivity) drayveri [77] istənilən cədvəl tipli, xüsusilə də relyasiya tipli verilənlər bazasında saxlanılan verilənlərə girişə imkan verən proqram interfeysdir. Bu proqram interfeysi Sun Microsystems [95] firması tərəfindən hazırlanmışdır (sonralar bu firma Oracle firması tərəfindən satın alınmışdır [74]). Adətən Java proqramları xüsusi bayt-koda translyasiya olunur. Buna görə də onlar kompüterin arxitekturasından asılı olmayaraq istənilən virtual Java maşında işləyə bilirlər.

Monitorinqin verilənlər bazası ilə iş üçün proqramın işləyib hazırlanması aşağıdakı iki məqsədi daşımışdır:

- müxtəlif mənbələrdən, yəni “İnterfeys” proqramının fayllarından, XML fayllarından və EXCEL cədvəlindən verilənlərin bazaya avtomatik daxil edilməsi;
- monitorinq nəticələrinin təqdim olunması və həmçinin atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün verilənlərin ixtiyari seçiminin əlavə edilməsi.

Sonuncu funksiya 4-cü fəsildə ətraflı şərh olunmuşdur.

Sonrakı bölmədə isə “İnterfeys” proqramının fayllarından, XML fayllarından və EXCEL cədvəllərindən verilənlərin bazaya daxil edilməsi funksiyalarının təsviri və alqoritmləri verilmişdir.

3.3.2. “İnterfeys” proqramının fayllarından verilənlərin avtomatlaşdırılmış daxil edilmə funksiyasının işlənilməsi

Qeyd edilməlidir ki, baxılan bölmədə haqqında danışılan və bu və ya digər funksiyalar vastəsilə yerinə yetirilən bütün əməliyyatları ümumi və xüsusi əməliyyatlara bölmək olar. Ümumi əməliyyatların köməyilə funksiya verilənlər bazası ilə qarşılıqlı əlaqədə olur. Xüsusi əməliyyatlar isə müxtəlif formatlı fayllarda verilənlərin oxunmasını təmin edir. Həmin funksiyanın əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, müşahidə nəticələrini daxil etmək üçün iki faylı, yəni status informasiyalı faylı və verilənlər faylını açmaq lazımdır. Bundan başqa bütün ölçülən parametrlər üçün ötürücülük xarakteristikalarını yaddaşa daxil etmək tələb olunur. Beləliklə, proqramın işçi alqoritmi aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir:

1. Windows registrinin köməyilə hər bir ölçülən parametr üçün ARÇ-nin giriş kodunun ötürücülük xarakteristikasından ibarət faylı açmaq.
2. Ötürücülük xarakteristikalarının əmsallarını proqramın işçi sahəsinə yenidən yazmaq. Burada $A(i, k)$ – dəyişənlərdir və $i = 1, \dots, NC$; $k = 1, \dots, 4$.
3. Ötürücülük xarakteristikaları faylını bağlamaq.
4. Status informasiya faylını açmaq (məsələn, monitoring _20131006_141057.txt).
5. Bu faylın zədələnmədiyini yoxlamaq.
6. Əgər fayl zədələnibsə, onu bağlamaq, alqoritmin yerinə yetirilməsini saxlamaq və istifadəçinin növbəti komandasının gözlənilməsinə keçmək.
7. Əgər fayl qaydasındadırsa, onu oxumaq və bu fayldakı qlobal dəyişənlərin qiymətlərini yenidən yazmaq, yəni
 - proqramın adı (ProqName);
 - müşahidə məntəqəsinin adı (myPoint);
 - ARÇ-nin disketləşdirmə tezliyi (ADT_Freq);
 - kanalların sayı (NC);
 - freymlərin sayı (NF);
 - hər bir kanal üçün ölçülən parametrlərin adları (myParam (i), $i = 1, \dots, NC$);
 - kanalların giriş diapazonu (CLevel (i, k), $i = 1 \dots NC$, $k = 1, \dots, 4$).

8. Faylın adına görə müşahidə tarixini təyin etmək (myDate).
9. Faylın adına görə müşahidələrin başlama vaxtını təyin etmək (myStartTime).
10. Status informasiya faylını bağlamaq.
11. Baxılan müşahidəyə uyğun olan verilənlər faylını tapmaq (uyğunluq faylın adına görə müəyyən olunur, baxılan nümunədə isə bu 20131006_141057.dat monitoring faylı olacaq).
12. Bu faylın zədələnmədiyini yoxlamaq.
13. Əgər fayl zədələnməmişdirsə, onu bağlamaq, alqoritmin yerinə yetirilməsini dayandırmaq və istifadəçinin növbəti komandasını gözləmək.
14. Əgər fayl qaydasındadırsa, verilənləri fayldan myBuffer buferinə yazmaq, (buferin ölçüsü $NC \times NF \times 2$ bayta bərabərdir).
15. Monitoring verilənləri faylını bağlamaq.
16. Qoşulma taymautunu və drayveri müəyyənləşdirərək verilənlər bazasına qoşulmanı təmin etmək. Faiz (%) işarəsilə başlayan sətirlər şərtləri ifadə edir.
 logintimeout (5); % qoşulma taymautu 5 saniyəyə bərabərdir.
 dbpath = 'C:\acm.mdb'; % fayla gedən yol.
 conurl = ['jdbc:odbc:Driver={Microsoft Access Driver ...
 (*.mdb)};DSN="";DBQ=' dbpath']; % drayver
 con = database("","','sun.jdbc.odbc.JdbcOdbcDriver', conurl);
 % verilənlər bazasına qoşulma
17. Müşahidə məntəqəsinin myPointID identifikatorunu təyin etmək:
 % SQL sorğusu
 SelectStr = 'Points.PointID';
 InnerJoin1Str = '(Params INNER JOIN';
 InnerJoin2Str = ' (Points INNER JOIN Observations ON Points.PointID = ...
 Observations.ObsPoint)';
 InnerJoin3Str = ' ON Params.ParamID = Observations.ObsParam)';
 % sorğunun icrası
 curs = exec(con, ['SELECT ' SelectStr ' FROM ' InnerJoin1Str ...
 InnerJoin2Str InnerJoin3Str ' WHERE PName= ' "" myPoint ""']);

```

setdbprefs('DataReturnFormat','cellarray');
% verilənlərin MATLAB-ın işçi sahəsinə ötürülməsi
curs = fetch(curs, 1);
myPointID = curs.Data{1};
close(curs);

```

18. Dövrə kanalların sayına ($i=1,...,NC$) bərabər olan iterasiya sayının köməyi ilə ölçülən parametrlərin myParamID(i) identifikatorlarını təyin etmək, yəni:

```

% SQL sorğusu
SelectStr = 'Params.ParamID';
InnerJoin1Str = '(Params INNER JOIN';
InnerJoin2Str = ' (Points INNER JOIN Observations ON Points.PointID = ...
                Observations.ObsPoint)';
InnerJoin3Str = ' ON Params.ParamID = Observations.ObsParam)';
% sorğunun icrası
curs = exec(con, ['SELECT ' SelectStr ' FROM ' InnerJoin1Str ...
                InnerJoin2Str InnerJoin3Str ' WHERE ParamName= ' ...
                ''' myParam(i) ''']);
setdbprefs('DataReturnFormat','cellarray');
% verilənlərin MATLAB-ın işçi sahəsinə ötürülməsi
curs = fetch(curs, 1);
myParamID(i) = curs.Data{1};
close(curs);

```

19. Buferin bCounter sayğacını sıfırlamaq.

20. Dövrə, freymlərin sayına bərabər olan iterasiya sayının köməyi ilə ($i=1,...,NF$) 21-ci bəndindəki əməliyyatı yerinə yetirmək.

21. Dövrə kanalların sayına bərabər olan iterasiya saylarının köməyi ilə 22-25-ci əməliyyatları yerinə yetirmək.

22. Buferin sayğacını artırmaq.

23. ParamValue parametrlərinin real qiymətini təyin etmək. yəni

ParamValue = (myBuffer (bCounter) – B(i, CLevel(i))) * A(i, CLevel(i)).

24. Verilənlər bazasına SQL-instruksiyasına malik sorğunu generasiya etmək %
sütunların adları

```
colnames = {'ObsDate', 'ObsTime', 'ObsPoint', 'ObsParam', 'ObsValue'};  
% eksport edilən verilənlər  
exdata(1,1) = {myDate};  
exdata(1,2) = {myTime};  
exdata(1,3) = {myPointID};  
exdata(1,4) = {myParamID(i)};  
exdata(1,5) = {paramValue};  
get(con, 'AutoCommit');  
% verilənlərin əlavə edilməsi  
fastinsert(con, 'Observations', colnames, exdata);  
commit(con);
```

25. Verilənlər bazasına qoşulmanı bağlamaq:

```
Close(con);
```

26. İstifadəçinin növbəti komandasını gözləmək.

Diqqət yetirilməlidir ki, verilmiş funksiya faylda məhz neçə müşahidənin olduğunu və eyni zamanda bütün parametrlər üzrə eyni sayda müşahidələrin aparılmalı olduğunu əvvəlcədən bilir. Növbəti funksiya isə bir neçə fərqli xüsusiyyətlərə malikdir.

3.3.3. XML faylından verilənlərin avtomatik daxil edilməsi funksiyasının işlənilməsi

Baxılan funksiyanın əvvəlkindən fərqi ondan ibarətdir ki, müşahidənin parametrlərinin, məntəqəsinin, tarixinin və vaxtının seçilməsi teqlərin qiymətlərinin köməyi ilə həyata keçirilir. Əgər faylda bu teqlərdən birinin qiyməti yoxdursa onda, yazının verilənlər bazasına daxil edilməsi mümkün olmaz. Eyni zamanda verilənlər faylı digər müşahidələr haqqında tam informasiyaya malik olduğuna görə müvəqqəti olaraq bağlanmır. İkinci fərq ondan ibarətdir ki, teqin qiyməti dəyişmədiyi müddətdə o bütün sonrakı yazılara mənimsədilir. Beləliklə, <point> teqinin qiymətini bir dəfə

müəyyən edilməklə (məsələn, Bibiheybətdə) bu qiymət avtomatik olaraq bütün sonrakı müşahidələrə mənimsədiləcək. Mənimsəmə prosesi bu teqin qiyməti dəyişənə qədər davam edəcək. Həmçinin funksiya teqlərinin oxunması dəyişənlərin müəyyənləşdirilməsi, verilənlər bazasından müşahidə məntəqəsinin identifikatorlarının və parametrlərin əldə olunması, həmçinin müşahidə nəticələri barədə yazıların bazaya daxil edilməsi əməliyyatlarından ibarətdir. Aşağıda təsvir edilmiş funksiya yalnız bir XML faylının verilənlərini emal etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Funksiyanın alqoritmi aşağıdakı komandalar ardıcılığından ibarətdir:

1. Müşahidə verilənlərindən ibarət XML faylını açmaq.
2. Qlobal dəyişənləri inisializasiya etmək:
 - faylın statusu (status);
 - verilənlər bazası ilə aparılan əməliyyatın tipi (type);
 - müşahidənin tarixi (date);
 - müşahidə məntəqəsi (point);
 - müşahidə vaxtı (time);
 - müşahidə olunan parametrlər (param);
 - parametrlərin qiyməti (value);
 - parametrlərin ölçü vahidləri (units);
 - müşahidə məntəqəsinin tam ünvanı (point_address);
 - monitorinqin elektron xəritəsi üzərində məntəqənin X və Y oxları üzrə mövqeyi (point_in_map_X və point_in_map_Y);
 - əgər tətbiq edilərsə, parametrlərin yol verilən konsentrasiya həddi (param_max_value).
3. Verilənlər bazasına daxil edilmiş yazıların saygacını sıfıra gətirmək.
4. Verilənlər bazasında dəyişdirilmiş yazıların saygacını sıfıra gətirmək.
5. Faylın məzmununu müxtəlif leksik vahidlərə bölmək. Bunlara açan və bağlayan teqlər və onların qiymətləri daxildir.
6. Əgər <status> teqinin qiyməti “old”-a bərabədirsə, onda bu verilmiş faylın daha əvvəl istifadə olunduğunu göstərir. Bu zaman faylı bağlamaq, fayldakı məlumatların verilənlər bazasında mövcud olması barədə göstərmək və funksiyadan

çıxmaq lazımdır.

7. Teqlərin qiymətini 3-cü bənddə qeyd edilmiş uyğun dəyişənlərə mənimsətmək.

8. Əgər type == "obs"-sə, onda 11-ci bəndə keçmək.

9. Əgər type == "pnt"-sə, onda 19-cu bəndə keçmək.

10. Əgər type == "prm"-sə, onda 24-cü bəndə keçmək.

11. Açıq və bağlayan <param> teqlərinin sayına bərabər müşahidələrin sayını təyin etmək.

12. Hər bir müşahidə üçün 12 – 17-ci bəndləri yerinə yetirmək.

13. Müşahidə üçün bütün date, point, time, param, value və units dəyişənlərinin müəyyən edildiyinə əmin olmaq.

14. Əgər yuxarıda göstərilən dəyişənlərdən heç olmasa biri təyin edilməyibsə, onda növbəti müşahidənin emalı üçün 12-ci bəndə keçmək. Əgər bundan sonra müşahidələr yoxdursa, onda faylı bağlamaq və verilənlər bazasına daxil edilmiş yazıların sayı haqqında məlumat vermək. Funksiyadan çıxmaq.

15. Points cədvəlində müşahidə nöqtəsinin unikal identifikatorunu (PointID) point dəyişəninə qiymətinə görə təyin etmək üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Əgər bu cədvəldə belə müşahidə nöqtəsi haqqında informasiya yoxdursa, onda bu barədə məlumatı çıxışa vermək və növbəti müşahidənin emalı üçün 12-ci bəndə keçmək. Bundan sonra yeni müşahidələr yoxdursa, onda faylı bağlamaq və verilənlər bazasına daxil edilmiş yazıların sayı haqqında məlumat vermək. Funksiyadan çıxmaq.

16. Params cədvəlində ölçülən parametrin unikal identifikatorunu (ParamID) param dəyişəninə qiymətinə görə təyin etmək üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Əgər bu cədvəldə belə parametr haqqında informasiya olmazsa, onda bu barədə məlumatı çıxışa vermək və növbəti müşahidənin emalı üçün 12-ci bəndə keçmək. Bundan sonra yeni müşahidələr yoxdursa, onda faylı bağlamaq və verilənlər bazasına daxil edilmiş yazıların sayı haqqında məlumat vermək. Funksiyadan çıxmaq

17. Observations cədvəlinə yeni bir yazının əlavə olunması üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Verilənlər bazasındakı hər bir yazı parametr, onun

qiyməti, müşahidənin tarixi, vaxtı və müşahidə nöqtəsinin qiymətlərindən ibarətdir.

18. Yazının verilənlər bazasına əlavə olunmasını yoxlamaq. Əgər o, uğurla əlavə olunubsa, onda bazaya daxil edilmiş yazıların saygacını artırmaq və növbəti müşahidə mövcud olarsa, onu emal etmək üçün 12-ci bəndə keçmək. Bundan sonra yeni müşahidələr olmazsa, onda faylı bağlamaq və verilənlər bazasına daxil edilmiş yazıların sayı haqqında məlumat vermək. Funksiyadan çıxmaq.

19. Verilənlər bazasında haqqındakı informasiyaya əlavə olunmuş və ya dəyişikliklər edilmiş müşahidə məntəqələrinin sayını təyin etmək. Bu say açan və bağlayan <point> teqlərinin sayına bərabərdir.

20. Hər bir əlavə olunan və ya dəyişdirilən yazı üçün 21 – 23 bəndlərini yerinə yetirmək.

21. Points cədvəlində müşahidə nöqtəsinin unikal identifikatorunu (PointID) point dəyişəninin qiymətinə görə təyin etmək üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Əgər bu cədvəldə artıq belə müşahidə nöqtəsi varsa, onda göstərilmiş identifikatora malik yazının dəyişdirilməsi üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Sorğuya nöqtənin adı, ünvanı və onun monitorinqin elektron xəritəsi üzərindəki koordinatları haqqında verilənlər daxildir. Dəyişdirilmiş yazıların saygacını artırmaq.

22. Əgər bu cədvəldə belə müşahidə nöqtəsi haqqında informasiya mövcud deyilsə, onda Points cədvəlinə yeni bir yazının əlavə olunması üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Yazıya məntəqənin adı, ünvanı və onun monitorinqin elektron xəritəsi üzərindəki koordinatlarının qiyməti daxildir. Yazının verilənlər bazasına əlavə edilməsini yoxlamaq. Əgər yazı uğurla əlavə edilərsə, onda bazaya daxil edilmiş yazıların saygacını artırmaq.

23. Əgər daha bir yeni və ya dəyişdirilmiş müşahidə nöqtəsi haqqında informasiya əlavə etmək lazımdırsa, onda 21-ci bəndə keçmək. Əgər digər nöqtələr haqqında verilənlər yoxdursa onda faylı bağlamaq və bazaya daxil edilmiş yeni və dəyişdirilmiş yazıların sayı haqqında məlumatı çıxarmaq. Funksiyadan çıxmaq.

24. Verilənlər bazasında haqqındakı informasiyaya əlavə olunan və ya dəyişikliklər aparılan müşahidə parametrlərinin sayını təyin etmək. Bu say açan və

bağlayan <param> teqlərinin sayına bərabərdir.

25. Hər bir əlavə olunan və ya dəyişdirilən yazı üçün 26 – 28 bəndlərini yerinə yetirmək.

26. “Params” cədvəlində parametrin unikal identifikatorunu (ParamID) “param” dəyişəninə qiymətinə görə təyin etmək üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Əgər bu cədvəldə artıq belə parametr mövcuddursa, onda göstərilən identifikatorlu yazının dəyişdirilməsi üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Əgər tətbiq olunarsa, onda sorğuya parametrin adını, ölçü vahidlərini və ən son konsentrasiya həddini ifadə edən verilənlər daxildir. Dəyişdirilmiş yazıların saygacını artırmaq.

27. Əgər bu cədvəldə belə müşahidə nöqtəsi haqqında informasiya mövcud deyilsə, onda Points cədvəlinə yeni bir yazının əlavə olunması üçün verilənlər bazasına sorğu göndərmək. Əgər tətbiq olunarsa, onda sorğuya parametrin adını, ölçü vahidlərini və ən son konsentrasiya həddini ifadə edən verilənlər daxildir. Verilənlər bazasına yazının əlavə olunmasını yoxlamaq. Əgər o, uğurla əlavə edilərsə, onda bazaya daxil edilmiş yazıların saygacını artırmaq.

28. Əgər daha bir yeni və ya dəyişdirilən parametr haqda informasiya əlavə etmək lazımdırsa, onda 26-cı bəndə keçmək. Əgər digər parametrlər haqqında verilənlər yoxdursa, onda faylı bağlamaq və bazaya daxil edilmiş yeni və dəyişdirilmiş yazıların sayı haqqında məlumatı çıxarmaq. Funksiyadan çıxmaq.

3.3.4. EXCEL cədvəlindən verilənlərin avtomatik daxil edilməsi funksiyasının işlənilməsi

Excel-də yerləşən verilənləri MATLAB-ın işçi sahəsinə import etmək üçün bir neçə üsul mövcuddur:

- mübadilə buferindən istifadə etməklə verilənlərin daxil edilməsi;
- vərəqin və dəyişənlərin interaktiv seçilməsi;
- verilənlərin diapazonunun oxunması.

Baxılan nümunədə müşahidə nəticələrindən ibarət cədvəlin oxunması üçün MATLAB-ın tərkibinə daxil olan verilənlərin importu masterindən istifadə edilmişdir.

Həmin proqramın işlənməsi əvvəl alınmış bütün verilənləri bir gün ərzində daxil etməyə imkan verdi. İnformasiyanın verilənlər bazasında saxlanması monitoring nəticələrinin daha rahat təqdim olunması üçün toplanılmış verilənlərin gələcəkdə coğrafi informasiya sisteminə inteqrasiyasına imkan verəcəkdir.

3.4. Monitoring aparılan ərazilərin elektron xəritəsinin yaradılması

Qeyd edilməlidir ki, Bakı kimi iri sənaye şəhərlərində monitoring bir neçə fərqli nöqtədə aparılır. Sonra ölçülmüş qiymətlər şəhərin xəritəsi üzərinə köçürülür və monitoringin aparıldığı bütün ərazilər üzrə çirkləndirici maddələrin paylanmasını əks etdirən təsvir yaradılır. Şəhərin xəritəsi, monitoringin aparıldığı fərqli məntəqələrin yeri və müxtəlif çirkləndirici maddələrin paylanmasını əks etdirən təsvirlər şəklində müxtəlif laylarında yerləşdirilir. Bu şəkil atmosfer çirklənməsinin çoxsaylı elektron xəritəsini özündə əks etdirir. Alınmış xəritə isə öz növbəsində, cədvəldə göstərilmiş ölçü verilənləri və status informasiyası ilə birlikdə coğrafi informasiya sisteminin verilənlər bazasına daxil edilir. Bu əməliyyat monitoring nəticələrinin sonrakı emalı və təqdim olunması məqsədini daşıyır. Status informasiyası isə ölçmənin aparıldığı yeri və vaxtı özündə ehtiva edir. Beləliklə, elektron xəritənin əsas elementlərindən biri ölçmələrin üzərində aparıldığı məntəqələrin də göstərildiyi şəhər planının təsviridir. Lakin bu planda monitoringin aparıldığı bütün nöqtələri coğrafi olaraq dəqiq yerləşdirmək o qədər də asan deyil.

Əvvəlki fəsildə atmosfer çirklənməsinin monitoringinin necə aparılması artıq şərh olunmuşdur. Cədvəl 2.4.4-də müşahidələrin aparıldığı məntəqələrin ünvanları göstərilmişdir. Ölçmə verilənləri əldə olunduqdan sonra müşahidə nöqtələrini Bakı şəhərinin xəritəsi üzərində dəqiq yerləşdirmək zərurəti yarandı. Bu məsələnin həlli üçün Google Maps saytıdan [68] istifadə edildi. Həmin sayt interaktiv xəritələri təmin edir, eyni zamanda dünyanın bir çox ölkələrinin aerokosmik çəkilişlərini və çoxsaylı obyektlərə hərəkət istiqamətlərini də göstərir.

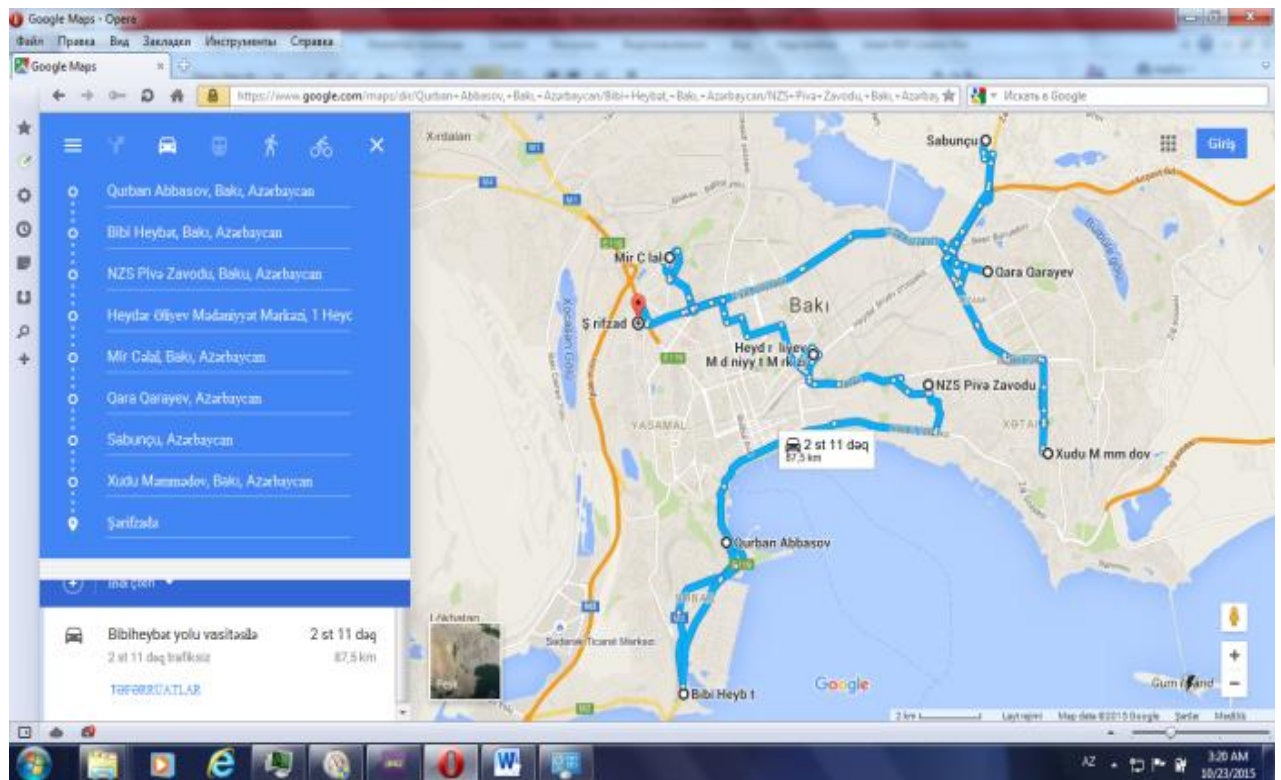
Monitoringin elektron xəritəsinin yaradılmasının əsas mərhələləri aşağıda göstərilmiş ardıcılıqla həyata keçirildi. Onlayn rejimdə Google Maps saytında Bakı

şəhərinin xəritəsi açıldı. Saytın sol tərəfindəki mavi rəngli panel istiqaməti göstərir. Əgər bu panelə getmə və təyinat məntəqələrinin ünvanlarını daxil etsək, onda xəritə üzərində bu məntəqələri birləşdirən mümkün marşrutlardan biri görünəcəkdir. Məntəqələrin özləri isə qara dairəciklərlə göstərilir. Bir neçə ünvanı ardıcıl daxil etsək, bütün məntəqə və marşrutlar xəritədə əks olunacaqdır. Beləliklə, monitorinqin aparıldığı bütün doqquz nöqtənin ünvanını daxil etməklə Bakı şəhərinin üzərində həmin məntəqələrin dəqiq göstərildiyi xəritə alınmışdır (şəkil 3.4.1.a). Bu şəkil ris 1.jpg faylında saxlanılır (şəkil 3.4.1.b).

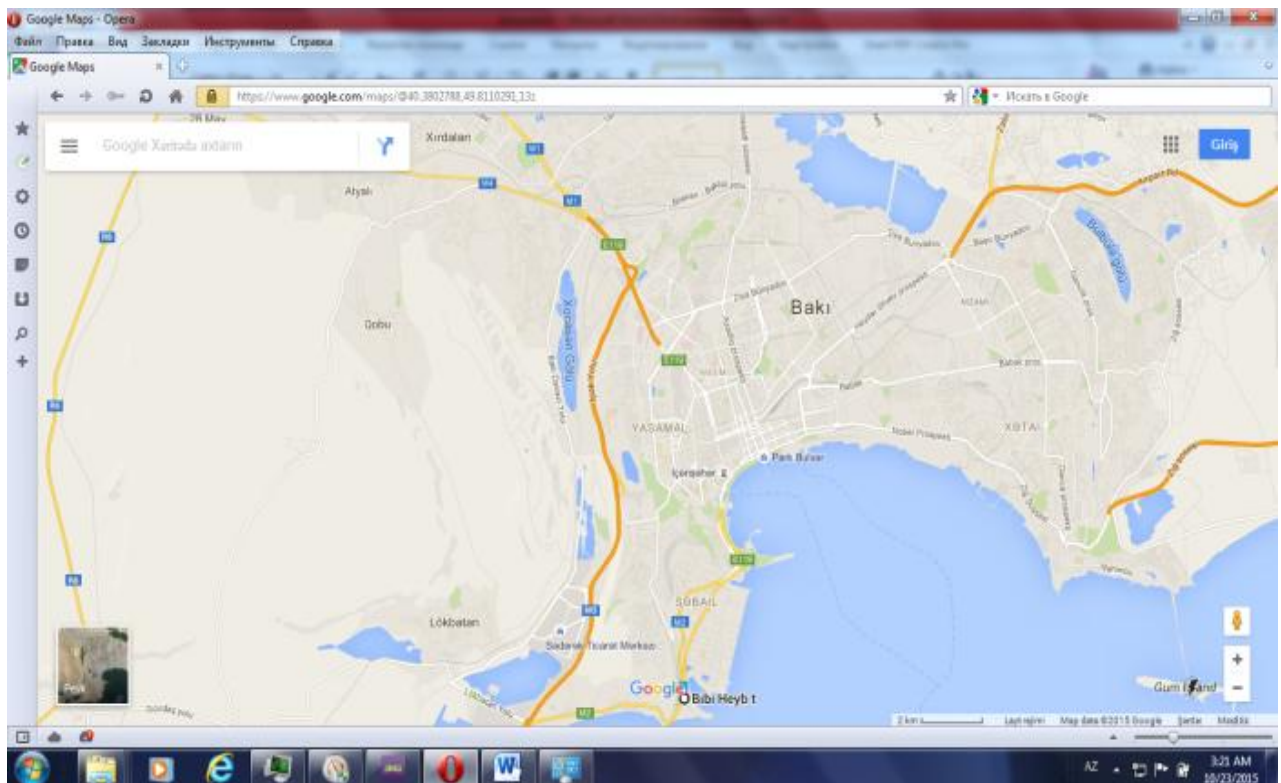
Sonra hər iki şəkli eyni qaydada elə kəsilir ki, bütün müşahidə məntəqələri onun həddləri daxilində yerləşir. Qrafik redaktorun köməyiylə (məsələn, Adobe Photoshop) müşahidə nöqtələrinin şərti işarələri yeni laya nüsxə edilir (şəkil 3.4.2) [5, s.206].

Baxılan halda alınmış xəritənin ölçüləri 506x583 təşkil etmişdir (piksəllərlə). MATLAB proqramının köməyiylə bütün müşahidə məntəqələrinin koordinatları həmçinin piksəllərlə təyin edilmişdir (cədvəl 3.4.1). Cədvəlin birinci sütununda müşahidə məntəqəsinin nömrəsi (cədvəl 2.4.4-ə uyğun olaraq), ikinci və üçüncü sütunlarında məntəqənin təsvir üzərindəki koordinatları, dördüncü sütununda isə azot 4-oksidi qazının həmin məntəqələrdə ölçülmüş konsentrasiya qiymətləri verilmişdir.

Verilmiş məntəqələrdə konsentrasiya məlumatları və təsvir üzərində həmin məntəqələrin koordinatları əsasında MATLAB proqramının köməyiylə Delone trianqulyasiyası qurulmuşdur [58]. Bu zaman alınmış təsvir şəklində əlavə olunur. Şəkil isə iki laydan – yəni monitorinq sahəsinin xəritəsindən və müşahidə məntəqələrinin şərti xəritəsindən ibarətdir. Trianqulyasiyanın alınan nəticələri şəkil 3.4.3-də göstərilmişdir. Delone trianqulyasiya metodu müstəvidə interpolasiyanı həyata keçirmək imkan verir. Bunun üçün təsvir matrisasının müşahidə nöqtələrində çirklənmənin qiymətlərini daxil etmək lazımdır. Bu halda qiymətlər cədvəl 3.4.1-dən götürülmüşdür. Şəkil 3.4.3-dən görüldüyü kimi ən böyük çirklənmə səviyyəsi çoxlu avtomobil yollarının olduğu şəhərin mərkəzi hissəsində müşahidə olunur. Bu vəziyyət fəaliyyət göstərən çox saylı sənaye müəssisələrinə malik olan Xətai rayonunda da indiyə qədər müşahidə olunur [10, s.125].

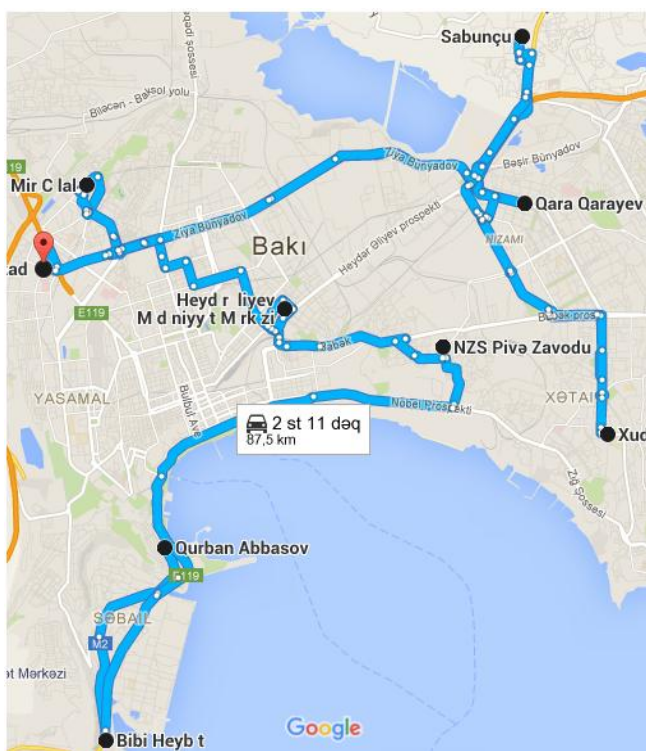


a)

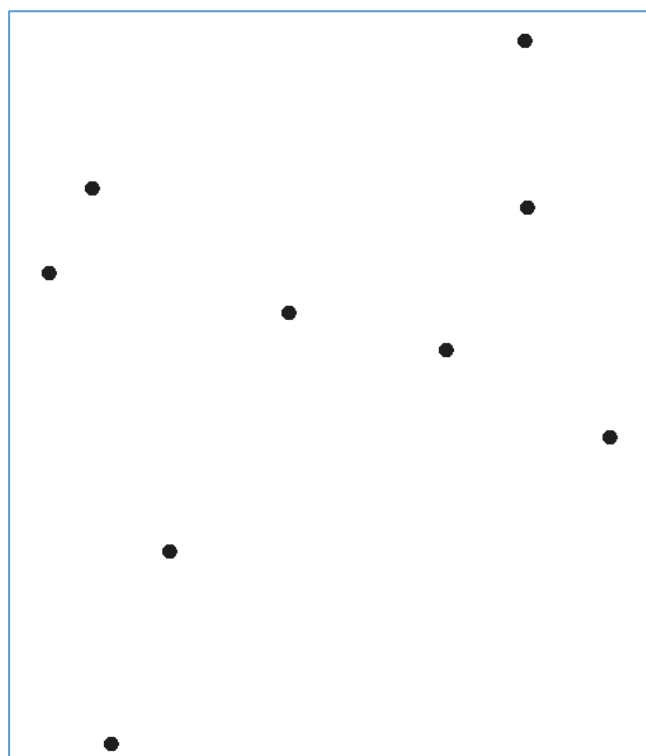


b)

Şəkil 3.4.1. Bakı şəhəri üzərində müşahidə məntəqəsi göstərildiyi (a) və göstərilmədiyi (b) xəritələr



a)



b)

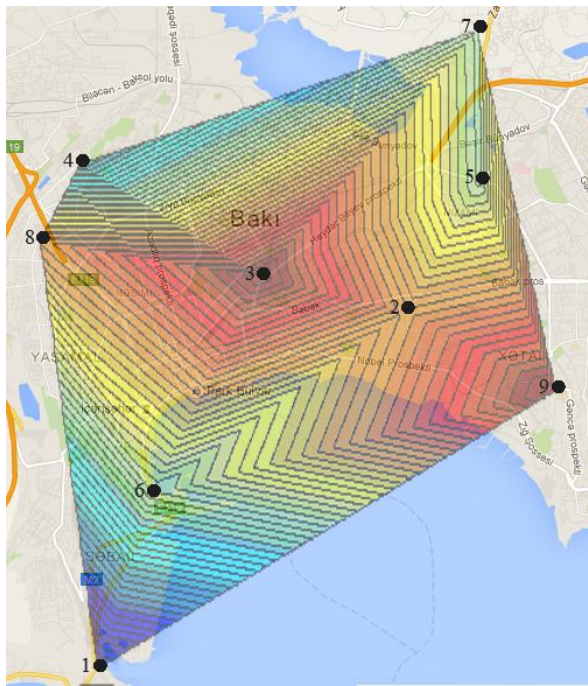
Şəkil 3.4.2. Monitoring sahəsinin xəritəsi (a) və müşahidə məntəqələrinin yeri (b)

Cədvəl 3.4.1

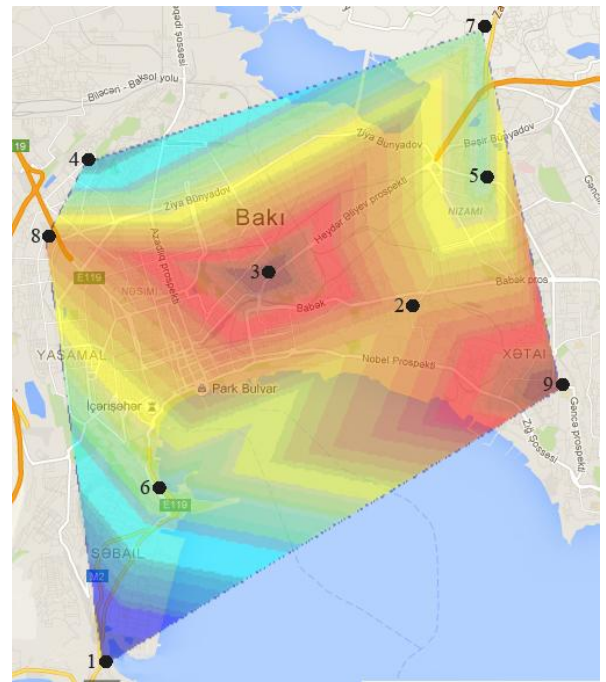
Müşahidə məntəqələrinin koordinatları və çirklənmə konsentrasiyaları

Nö- si	X - koordinatı	Y - koordinatı	Konsentrasiya mg/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

Beləliklə, təklif olunan metod tez bir zamanda monitoringin elektron xəritəsini yaratmağa və müxtəlif çirklənmələrin konsentrasiyasının paylanması əyani şəkildə göstərməyə imkan verir.



a)



b)

Şəkil 3.4.3. Monitoring sahəsində çirklənmənin paylanmasını göstərən və sərhəd xətlərinə malik (a) və sərhəd xətlərinə malik olmayan (b) xəritələri

3.5. Monitoringin elektron xəritəsinin yaradılmasında istifadə edilən MATLAB alqoritmləri

3.5.1. Monitoring aparılan sahənin təsviri üzərində müşahidə məntəqələrinin koordinatlarının hesablanması alqoritmi

Təqdim olunan proqram MATLAB mühitində işlənilmiş və o, Image Processing Toolbox və Database Toolbox əlavə paketlərinə daxil olan funksiyalardan istifadə edir. Proqramın alqoritmi onun işə salınması, verilənlərin əldə edilməsi və ilkin emalı, nəticələrin hesablanması, saxlanması və təqdim olunması üzrə əməliyyatları özündə cəmləşdirir.

Proqramın işə salınması nəticəsində global dəyişənlərin və istifadəçinin qrafik interfeysinin inisializasiyası prosesi baş verir. Qlobal dəyişənlərə aşağıdakılar daxildir:

- müşahidə məntəqəsinin təsvirinə malik faylın adı;

- məntəqənin adı;
- məntəqənin ünvanı;
- monitoring xəritəsində məntəqənin koordinatları.

İstifadəçi interfeysi aşağıdakı ActiveX komponentlərindən ibarət formaya malikdir:

- təsviri çıxışa verən Image konteyneri;
- verilənləri cədvəl şəklində çıxışa verən StringGrid komponenti;
- proqramın alqoritmi işəsalma əməliyyatlarının komandasından ibarət Main Menu baş menyusu;
- müşahidə məntəqəsinin təsvirinə malik faylın seçilməsi üçün OpenFileDialog standart dialog komponenti;
- hesablama nəticələrinin monitoringin verilənlər bazasının Points cədvəlinə yazılması üçün Database Toolbox paketindən olan komponentləri.

Proqramın interfeysinin görünüşü şəkil 3.5.1-də göstərilmişdir.

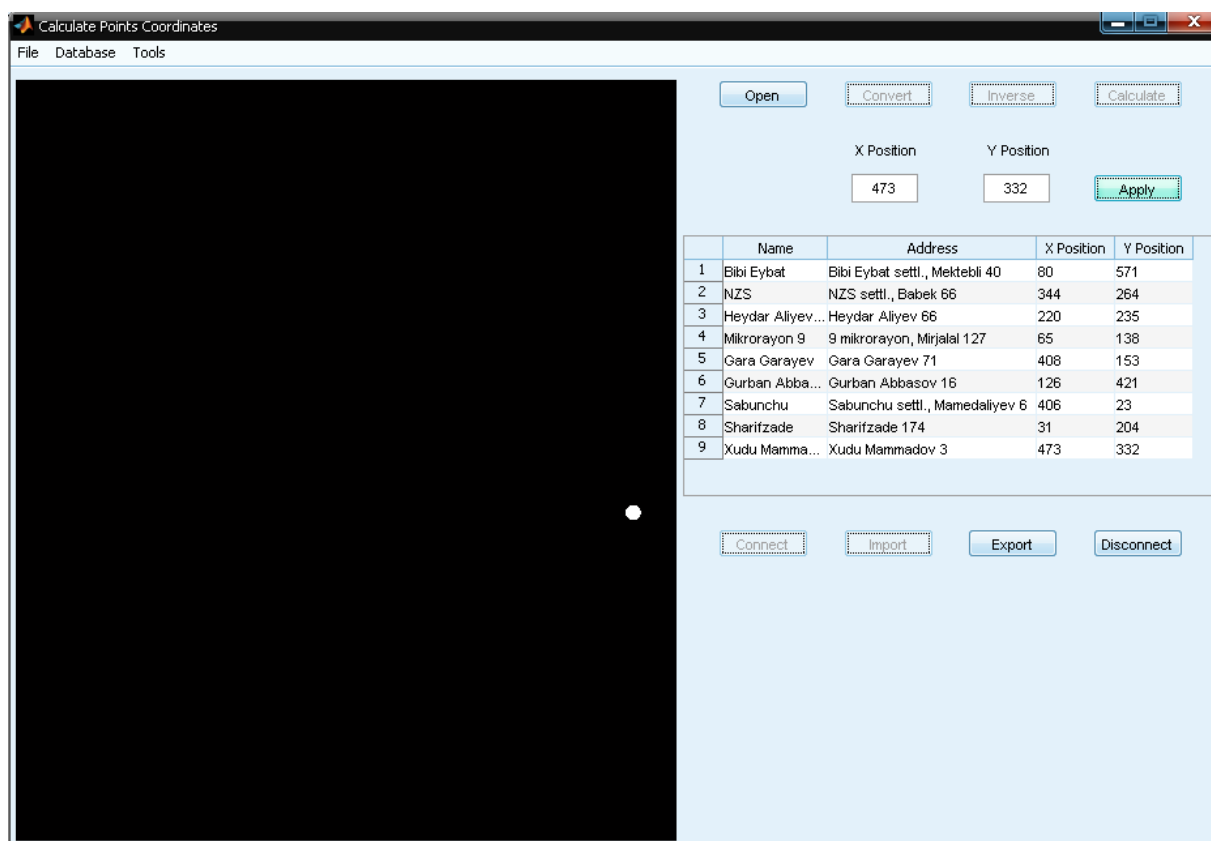
Verilənlərin əldə edilməsi üçün monitoringin verilənlər bazasına qoşulmasını təmin etmək (“Data Panel” panelindəki “Connect” düyməsini sıxmaqla) və Points cədvəlindəki verilənləri StringGrid komponentinə yükləmək (“Import” düyməsi) tələb olunur. Şəkil 3.5.1-dən göründüyü kimi 9 müşahidə məntəqəsi haqqında verilənlər cədvələ yüklənmişdir. Sonra isə hər bir müşahidə məntəqəsinin təsviri yüklənilir (“Image” panelindəki “Open” düyməsi).

Şəkildə 9-cu nöqtənin (Xudu Məmmədov) təsviri görünür.

İlkin emal mərhələsində rəngli təsvirdən (RGB, 24 bit) alınmış təsvir əvvəlcə ikirəngliyə çevrilir (“Convert” düyməsi), sonra isə inversiya olunur (“Inverse”). Bu isə proqramın qara fonda ağ sahələrin xarakteristikalarını təyin edə bilməsi ilə bağlıdır.

Emal mərhələsində ağ rəngli qonşu piksellərdən təşkil olunmuş qapalı oblast ayrılır (“Calculate” düyməsi). Eyni zamanda ərazinin sahəsi, onun mərkəzi və digər bu kimi müxtəlif xarakteristikalar təyin edilir. Lakin baxılan halda mərkəzin koordinatları maraq kəsb edir və onlar iki mətn sahəsində əks olunur. Cədvəldə lazımi müşahidə məntəqəsi olan sətri ayırmaqla “Apply” düyməsi sıxılır və zaman

alınmış informasiya cədvəlin “X Position” və “Y Position” sahələrinə yazılır.



Şəkil 3.5.1. Müşahidə məntəqələrinin koordinatlarını təyin edən proqram

Bütün müşahidə məntəqələrinin təsvirlərinin emalından və onların koordinatlarının hesablanmasından sonra cədvəl tamamilə dolur. “Export” düyməsini sıxdıqdan sonra bu informasiya monitorinqin verilənlər bazasının “Points” cədvəlinə yenidən yazılır.

Qeyd edilməlidir ki, bu proqramı yeni verilənlərin daxil edilməsi üçün də istifadə etmək olar. Əgər “Points” cədvəlində verilmiş müşahidə məntəqəsi haqqında informasiya yoxdursa, onda bu cədvələ yeni yazı əlavə ediləcəkdir.

3.5.2. Çırkənlənmənin yayılması təsvirinin qurulması alqoritminin iş prinsipi

Həmin proqram MATLAB mühitində işlənilib hazırlanmışdır və Image Processing Toolbox və Database Toolbox əlavə paketlərinin funksiyalarından istifadə edir. Proqramın alqoritmi onun işə salınması, məsələnin qoyuluşu, verilənlərin alınması və ilkin emalı, nəticələrin hesablanması, saxlanması və təqdim olunması

üzrə əməliyyatlardan ibarətdir.

Proqramın işə salınması qlobal dəyişənlərin və istifadəçinin qrafik interfeysinin inisializasiyasını əhatə edir. Qlobal dəyişənlərə aşağıdakılar daxildir:

- maraq parametri, yəni atmosfer çirkləndiricisinin adı;
- marağın zaman oblastı, yəni başlanğıc və son tarixlər arasındakı interval;
- marağın coğrafi oblastı, yəni verilənlərin emalı həyata keçirilən müşahidə məntəqələrinin massivi.

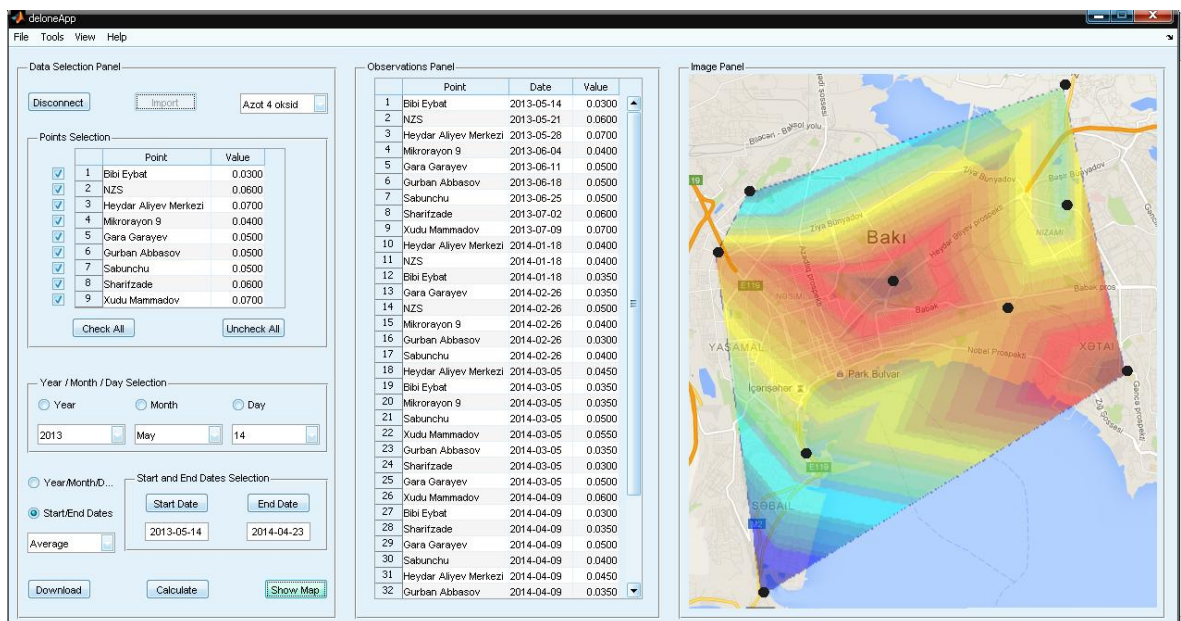
İstifadəçi interfeysi ActiveX komponentlərindən ibarət aşağıdakı formaya malikdir:

- uyğun olaraq monitoring sahəsinin, müşahidə məntəqələrinin şərti işarələrinin və çirklənmənin yayılmasının təsvirini özündə əks etdirən, bir-birinin üzərində yerləşdirilmiş eyni ölçülü üç ədəd Image komponentindən ibarət təsvirlərin çıxışa verilməsi üçün nəzərdə tutulmuş konteyner;

- çirkləndirici parametrin, müvəqqəti zaman intervalının və coğrafi ərazinin, həmçinin parametrin qiymətlərinin (orta, minimal, maksimal və digər) statistik emalı funksiyalarının seçilməsi üçün nəzərdə tutulmuş ActiveX elementləri;

- monitoringin verilənlər bazasındakı məlumatlara qoşulmaq və onların importu üçün Database Toolbox paketindən olan komponentlər.

Proqram interfeysinin görünüşü şəkil 3.5.2-də göstərilmişdir.



Şəkil 3.5.2. Çirklənmənin paylanma təsvirinin qurulması proqramının görünüşü

Proqramın interfeysi üç paneldən ibarət formaya malikdir (parametrin, zamanın, sahənin və emal funksiyasının qiymətlərinin verilməsi üçün “Data Selection Panel”, qiymətlərin cədvəl şəklində təqdim olunması üçün “Observations Panel” və çirklənmənin paylanma təsvirini göstərmək üçün “Image Panel”).

Proqram işə salındıqdan sonra avtomatik olaraq monitoringin verilənlər bazasına qoşulmanı həyata keçirir və bazadan nəzərdə tutulan parametrlərin (“Parameters” cədvəlindən) müşahidə məntəqələrinin (“Points” cədvəlindən), həmçinin birinci və sonuncu müşahidə tarixlərinin (“Observations” cədvəlindən) siyahısını yükləyir.

“Data Selection Panel” panelinin köməyiylə məsələnin qoyuluşu üçün lazım olan parametri seçmək (açılan “Parameter” siyahısından), zaman intervalını vermək (“Start Date” və “End Date” düymələrini sıxmaqla), açılan “Points” siyahısından ən azı üç müşahidə məntəqəsini seçmək və müşahidə verilənlərinin statistik emalı funksiyasını (açılan “Function” siyahısından) vermək tələb olunur.

Parametrin daxil edilmiş qiymətləri, tarix və müşahidə məntəqələri nəzərə alınmaqla verilənlərin əldə olunması üçün bazaya sorğu göndərilir. İlk emaldan sonra sorğunun nəticələri seçilmiş statistik funksiya nəzərə alınmaqla “Observations Panel” panelindəki cədvəlin “Value” sütununa yerləşdirilir. Statistik emal hər bir müşahidə üçün ayrılıqda pilləli sxem üzrə yerinə yetirilir. Belə ki, əvvəlcə dəqiqə və ya saat kimi zaman intervalları üçün axtarılan qiymətlər (seçilmiş emaletmə funksiyası ilə təyin olunan) hesablanır. Belə olan halda bu intervalda bir neçə nəticənin alınması şərt kimi irəli sürülür. Sonra isə gün, həftə, ay və il kimi zaman intervalları üçün axtarılan qiymətlər hesablanır.

Eyni zamanda verilənlər bazasının “Points” cədvəlindən monitoring sahəsinin təsviri üzərində seçilmiş məntəqələrin koordinatları haqqında uyğun verilənlər cədvəlin “X” və “Y” sütunlarına yüklənir. Beləliklə, bu cədvəldən alınan verilənlər çirklənmənin paylanmasının hesablanması üçün giriş verilənləri rolunu oynayır.

Çirklənmənin paylanması, Delone trianqulyasiya metodundan istifadə etməklə ikiölçülü interpolyasiya yolu ilə qurulur. Hesablamanın nəticəsi monitoring sahəsinin xəritəsi üzərinə yerləşdirilə bilən təsvirlə, daha doğrusu ikiölçülü matrislə ifadə olunur. Üfüqi və şaquli istiqamət üzrə rəng dərəcələrinin və addımların sayını

verməklə bu təsviri lazımi keyfiyyət və ayırdetmədə almaq olar.

III fəslin nəticələri

1. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin verilənlər bazası işlənilmiş, onun idarəetmə sisteminin strukturu müəyyənləşdirilmişdir.

2. Müşahidə nəticələrinin alınmış müxtəlif formalı fayllardan monitorinqin verilənlər bazasına daxil edilməsinin avtomatlaşdırılması üçün tərtib edilmişdir.

3. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin çoxlaylı elektron xəritəsinin yaradılması metodu təklif olunmuşdur.

4. Monitorinqin elektron xəritəsində müşahidə məntəqələrinin koordinatlarını təyin etmək və həmçinin çirklənmənin yayılması təsvirini qurmaq üçün proqramlar işlənilmişdir.

IV FƏSİL. ATMOSFER ÇİRLƏNMƏSİNİN MODELİNİN QURULMASINDA ARQUMENTLƏRİN QRUP UÇOTU METODU

4.1. Eksperimental monitoring verilənlərinin emalında arqumentlərin qrup uçotu metodunun tətbiqi

Yuxarıda qeyd olunduğu kimi əldə edilmiş verilənlərin xarakteri atmosfer çirklənmələrinin meteoroloji şəraitdən asılılıq modelini qurmağa imkan verir. Bu model planı monitoring nəticəsində əldə edilmiş statistik verilənlərin reqressiya analizi əsasında qurulur. Müxtəlif çirkləndiricilərin konsentrasiyası və bu konsentrasiyalara təsir göstərən meteoroloji faktorlar haqqında verilənlər monitoringin aparılma tarixi, vaxtı və yeri haqqında məlumatlarla birlikdə verilənlər bazasına daxil edilir. Modelin qurulması üçün arqumentlərin qrup uçotu metodundan (AQUM) istifadə edilmişdir [27, s.40]. Bu metod ilk dəfə olaraq Ukraynanın Kibernetika institutunda (Kiyev şəhəri) professor A.Q.İvaxnenko tərəfindən təklif edilmişdir [26]. Qeyd edilməlidir ki, bu metod eksperimental verilənlərin emalının müxtəlif məsələlərinin həlli üçün bütün dünyada geniş yayılmışdır. Metod mürəkkəb sistemlərin riyazi modelləşdirilməsinə induktiv yanaşmanın realizasiyasını özündə əks etdirir. Müxtəlif riyaziyyatçılar tərəfindən metodun tədqiqi göstərdi ki, AQUM fiziki qanunauyğunluğun identifikasiyası, çoxölçülü proseslərin approksimasiyası, ayrı-ayrı hadisə və proseslərin qısa və uzunmüddətli proqnozu, fiziki sahələrin ekstrapolyasiyası, fiziki obrazların tanınması və bu kimi digər problemlərin həllində səmərəli nəticələr verir.

Dünyanın bir çox alimləri arqumentlərin qrup uçotu metodu nəzəriyyəsinin və bu metod əsasında proqram təminatının işlənilməsi üçün bir araya gəldilər. Bununla əlaqədar parametrik (polinomial) və qeyri-parametrik (klasterizasiya və analogiyadan istifadə edən) alqoritmlər işlənilib hazırlanmışdır. Baxılan fəsildə isə bu alqoritmlərdən biri haqqında geniş şərh verilmiş və məhz onun əsasında atmosfer çirklənmələrinin modelləşdirilməsi üçün proqram yaradılmışdır.

AQUM nəzəriyyəsinin əsas nəticəsi ondan ibarətdir ki, qeyri-dəqiq küylənmiş verilənlər olduqda və qısa seçimlər zamanı minimum kriteriya dəqiqliyi daha yüksək, sturukturu isə tam fiziki modelin sturukturundan daha sadə olan qeyri-fiziki modeli göstərir. Əgər kriteriya bütün verilənlər üzrə hesablanırsa, onda o daxili kriteriya adlanır. Əgər kriteriya modelin əmsallarının qiymətləndirilməsi üçün istifadə olunmayan informasiya əsasında hesablanırsa, onda o xarici kriteriya adlanır. Alqoritmin seçilməsi verilənlərdə təsvir olunmuş informasiyanın tamlığından və dəqiqliyindən, eyni zamanda həll olunan məsələnin tipindən asılıdır.

AQUM-un mahiyyəti kriteriya kəmiyyətinin prediktorlardan asılılıq modellərinin ardıcıl sınaqdan keçirilməsindən ibarətdir. Əgər seçilmiş model daha əvvəl göstərilən tələbləri, yəni hər hansı kriteriyanı ödəyirsə, onda alqoritmin işi sona çatır və bu modelin parametrləri çıxışa verilir. Əks halda isə növbəti model yoxlanılır. Növbəti modelin seçilməsi istifadə olunan alqoritmədən asılıdır. Modellər eyni mürəkkəblikdə ola bilərlər. Bu halda hesab edilir ki, onlar eyni bir sıraya daxildirlər. Eyni sıradan olan bütün modelləri bir-bir seçərək və lazımi nəticəni əldə etmədən digər sıraya keçilir ki, bu da modelin mürəkkəbliyini artırır.

AQUM tez-tez istifadə olunduğu zaman, bu modelin polinomunun dərəcəsinin artdığını göstərir. Yenidən bu sıradan olan bütün modellər bir-bir seçilir. Alqoritmin işinin davam etdirilməsi əvvəlki kimi seçilmiş kriteriya əsasında müəyyən olunur. Əgər model bu kriteriyanı ödəmirsə, onda alqoritm öz işini davam etdirir və hər sırada modelin mürəkkəbliyini artırır. Beləliklə, alqoritmin işi kifayət qədər uzun vaxt tələb edə bilər. Eyni zamanda AQUM-un alqoritmələrinin yığılması isbat edilmişdir. Bu isə o deməkdir ki, kriteriyanı ödəyən axtarılan model gec və ya tez tapılacaqdır. Bəs o optimal olacaqmı? Əgər seçim üçün bütün mümkün modellər istifadə olunarsa, o zaman optimallıq təmin olunacaq, lakin bu çox vaxt tələb edəcək. Alqoritmin sürətləndirilməsi üçün adətən növbəti sıradan olan daha mürəkkəb modellərin alınması məqsədilə əvvəlki modellərdən yalnız seçilmiş kriteriyaya daha çox uyğun olanları istifadə edilir. Seçilmiş ən yaxşı modellərin sayını göstərən F seçim azadlığı adlanır. F -in M -ə yaxınlaşan böyük qiymətlərində alqoritm bütün modellərin tam olaraq seçilməsini təmin edir. Yeni sıraya keçən zaman modelin

mürəkkəbliyini dəyişən qanun iterasiya qaydası adlanır. AQUM-un əsas alqoritmlərinə kombinator alqoritmləri və çoxsıralı iterasiya alqoritmlər aid edilir.

AQUM-un xətti iterasiya alqoritmının xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, iterasiya qaydası dəyişməz qalmır və hər yeni sıraya keçərkən dəyişir. Seçimin ilk sırasına aşağıdakı şəkildə olan sadə strukturlu bütün modellər aid edirlər:

$$y=a_0+a_1 x_i, \quad i=1,2, \dots,M. \quad (4.1.1)$$

Burada a_0, a_1 - model polinomunun əmsalları,

x_i – arqumentləridir.

Bu modellərdən isə kriteriya üzrə F sayda ən yaxşısı seçilir. İkinci sırada strukturuna görə daha mürəkkəb olan modellər seçilir. Onlar yalnız F sayda ən yaxşı modellər üçün qurulmuşdur:

$$y=a_0+a_1 x_i+a_2 x_j, \quad i=1,2, \dots,F; \quad j=1,2, \dots,M; \quad F \leq M. \quad (4.1.2)$$

Burada a_0, a_1, a_2 - model polinomunun əmsalları,

x_i, x_j – arqumentləridir.

Üçüncü sırada daha mürəkkəb modellər seçilir, yəni

$$y=a_0+a_1 x_i+a_2 x_j+a_3 x_k; \quad i=1,2, \dots,F; \quad j=1,2, \dots,F; \quad k=1,2,\dots,M. \quad (4.1.3)$$

Burada a_0, a_1, a_2, a_3 - model polinomunun əmsalları,

x_i, x_j, x_k – arqumentləridir.

Beləliklə, kriteriya minimumunun qiyməti azalana qədər davam edir.

Əmsalların qrup uçotu metodunun iterasiya alqoritmləri mürəkkəb sistemlərin modelləşdirilməsinin axtarış alqoritmlərini özündə əks etdirir. Onların köməyiylə qeyd olunmuş modellər sinfində seçilmiş hər hansı kriteriya əsasında optimal hesab olunan modelin axtarışı həyata keçirilir. Xüsusilə AQUM-un iterasiyalı polinomial alqoritmlərindən istifadə səmərəli hesab edilir. Məsələn, bir çox tədqiqatlarda konkret

nümunələr əsasında bu alqoritmlərin digər məlum metodların alqoritmlərinə nəzərən üstünlükləri nümayiş etdirilir. Ancaq müsbət keyfiyyətlərə malik olmasına baxmayaraq, bu alqoritmlərin bəzi çatışmazlıqları da vardır. Belə alqoritmlərdən istifadə olunmaqla alınmış modellər xeyli dərəcədə mürəkkəb olurlar. Belə ki, məsələn [40, s. 20]-də göstərilmiş nümunədəki alqoritmlər bu modellərin praktikada tətbiqini çətinləşdirir.

Hesablamanın bu cür çoxsıralılıq səhvi iterasiyadan iterasiyaya artır və iterasiya prosedurlarının gedişində sintez olunan modellərin parametrlərinin qiymətləndirilməsinin dəqiqliyinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Bu isə yekun modelin strukturunun və onun parametrlərinin dəyişməsinə gətirib çıxara bilər.

İterasiya polinomial alqoritmə iterasiya qaydası bütün sıralar üçün eyni olur. Məsələn, birinci sıradan olan modellər aşağıdakı şəkildədir:

$$y=a_0+a_1x_i+a_2x_ix_j. \quad (4.1.4)$$

Burada a_0, a_1, a_2 - birinci sıradan olan model polinomunun əmsalları, x_i, x_j - arqumentləridir.

İkinci sıradan olan modellər belədir:

$$z=b_0+b_1y_i+b_2y_iy_j. \quad (4.1.5)$$

Burada b_0, b_1, b_2 - ikinci sıradan olan model polinomunun əmsalları, y_i, y_j - arqumentləridir.

Üçüncü sıradan olan modellər isə aşağıdakı formadaadır:

$$w=c_0+c_1z_i+c_2z_iz_j. \quad (4.1.6)$$

Burada c_0, c_1, c_2 - üçüncü sıradan olan model polinomunun əmsalları, z_i, z_j - arqumentləridir.

Beləliklə, hər bir növbəti sırada arqument olaraq əvvəlki sıradan olan çıxış

kəmiyyətləri götürülür.

Qeyd edək ki, bu üsulda modellərin bir hissəsi buraxıla bilər ki, bu da “çoxsıralılıq səhvi”-nin meydana gəlməsinə səbəb olur. Amma yuxarıda qeyd olunduğu kimi AQUM alqoritmlərinin yığılması artıq isbat olunmuşdur.

Buna görə də AQUM alqoritmlərini realizə edən proqram kifayət qədər çevik olmaqla yanaşı, həm də alqoritmın əsas parametrlərinin nizamlanmasını da təmin etməlidir.

4.2. Arqumentlərin qrup uçotu metodu əsasında atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi proqramı

Atmosfer çirklənmələrinin modelləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş “AQUM” adlı proqramın fəaliyyət funksiyaları aşağıdakı kimidir. Əvvəlcə qlobal dəyişənlər inisializasiya olunur. Onlara n – müşahidələrin sayı, m – prediktorların sayı və f – sərbəstlik dərəcələrinin sayı kimi dəyişənlər daxil edilir. Sonra ekrana istifadəçinin qrafik interfeysi çıxarılır. Proqram MATLAB proqramlaşdırma dilində yaradılmışdır və Windows əməliyyat sistemi mühitində işləyir. İstifadəçi baş menyunun və ya digər idarəetmə elementlərinin köməyiylə proqramın əsas funksiyalarından istifadə etmək imkanına malikdir. Modelləşdirmə üçün tələb olunan verilənləri fayldan və ya verilənlər bazasından əldə etmək, həmçinin bu verilənləri əllə daxil etmək olar. Verilənlərin daxil edilməsindən sonra yaxınlaşma matrisi qurulur. Proqram işin əvvəlində ilk m sayda sütunu prediktorların müşahidə verilənlərindən, növbəti sütunu sıfırlardan, daha sonrakı sütunu vahidlərdən və sonuncu f sayda sütunu isə sıfırlardan ibarət olan matrisi əks etdirir (şəkil 4.2.1). Beləliklə, verilmiş matrisin ölçüsü $n \times p$ -yə bərabər olur. Burada p - matrisin sütunlarının sayıdır və $p = m + 2 + f$ kimi təyin olunur. Alınmış modellərin və sıranın ən yaxşı modellərinin saxlanılması üçün eyni zamanda f ölçülü iki massiv yaradılır.

İterasiyaların hamısında bütün modellər eyni bir funksiyanın köməyiylə hesablanır. Bu funksiyanın arqumentləri qismində ardıcıl seçim və yerinə qoymaq

yolu ilə bütün matrisin verilənləri istifadə olunur. Baxılan halda istifadə olunan funksiya aşağıdakı kimidir:

$$X = x_i + x_j \times x_k \quad \text{və ya} \quad X = [x_i x_j \times x_k]. \quad (4.2.1)$$

Burada x_i, x_j, x_k ($i, j, k = 1, \dots, p$) – matrisin i -ci, j -ci və k -ci sütunlarının qiymətləridir.

	m				f					
n	x_{11}	x_{12}	$\dots$	x_{1m}	0	1	0	0	$\dots$	0
	x_{21}	x_{22}	$\dots$	x_{2m}	0	1	0	0	$\dots$	0
	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$	$\dots$
	x_{n1}	x_{n2}	$\dots$	x_{nm}	0	1	0	0	$\dots$	0

Şəkil 4.2.1. Yaxınlaşma matrisinin ilkin vəziyyəti

Onda $\hat{Y}$ modellərini $\hat{Y} = A \times X$ və ya $\hat{Y} = A_1 \times x_i + A_2 \times x_j \times x_k$ şəklində göstərmək olar. $A = [A_1 A_2]$ əmsalları $A = (X' \times X)^{-1} \times X' \times Y$ kimi hesablanır. Burada X' matrisi – X -in transponirə edilmiş qiymətləri, Y – seçilmiş atmosfer çirkləndiricisinin (monitorinq veriləninə) qiymətidir.

Sonra ən kiçik kvadratlar üsulunun köməyiylə qiymətləri $\hat{Y}^2 - Y^2$ fərqinin minimal qiymətinə, yəni monitorinq verilənlərinə ən yaxın olan f sayda model seçilir. Bu modellərin qiymətləri matrisin sonuncu f sayda sütununa yazılır və növbəti sıradan olan (növbəti iterasiyanın) modellərin hesablanmasında istifadə olunur.

(4.2.1) funksiyasının köməyiylə alınmış bu modellər faktiki olaraq polinom olduğundan, hər iterasiyadan sonra polinomun dərəcəsi, onun hədlərinin sayı və nəticədə isə modelin mürəkkəbliyi artır. Artıq bir neçə iterasiyadan sonra polinomun hədlərinin sayı bir neçə yüzə çatır. Beləliklə, alınmış modeli analitik şəkildə tam əyani göstərmək mümkün olmasa da, o kompüter proqnozlaşdırılması üçün kifayət

edir. Proqram işə başlamazdan əvvəl iterasiyaların sayını və ya tələb olunan modelləşdirmə dəqiqliyini vermək olur. Lazım olan dəqiqliyə çatdıqdan sonra proqramın icrası sona çatır.

Proqramın başa çatmasının digər variantı aşağıdakı kimidir. Hər iterasiyadan sonra bu və əvvəlki iterasiyaların ən yaxşı modelləri arasındakı fərq tapılır. Əgər növbəti iterasiya sırasından sonra bu fərq əhəmiyyətli dərəcədə azalırsa, onda proqram öz işini dayandırır, sonuncu sıranın ən yaxşı modeli həqiqi model kimi qəbul edilir və proqramın işinin nəticəsi ekrana çıxarılır. Bu nəticələr qrafik və cədvəllər şəklində, alınmış modelin özü isə düstur şəklində təqdim edilir.

Şəkil 4.2.2-də hazırlanmış modelləşdirmə proqramının alqoritminin blok-sxemi göstərilmişdir.

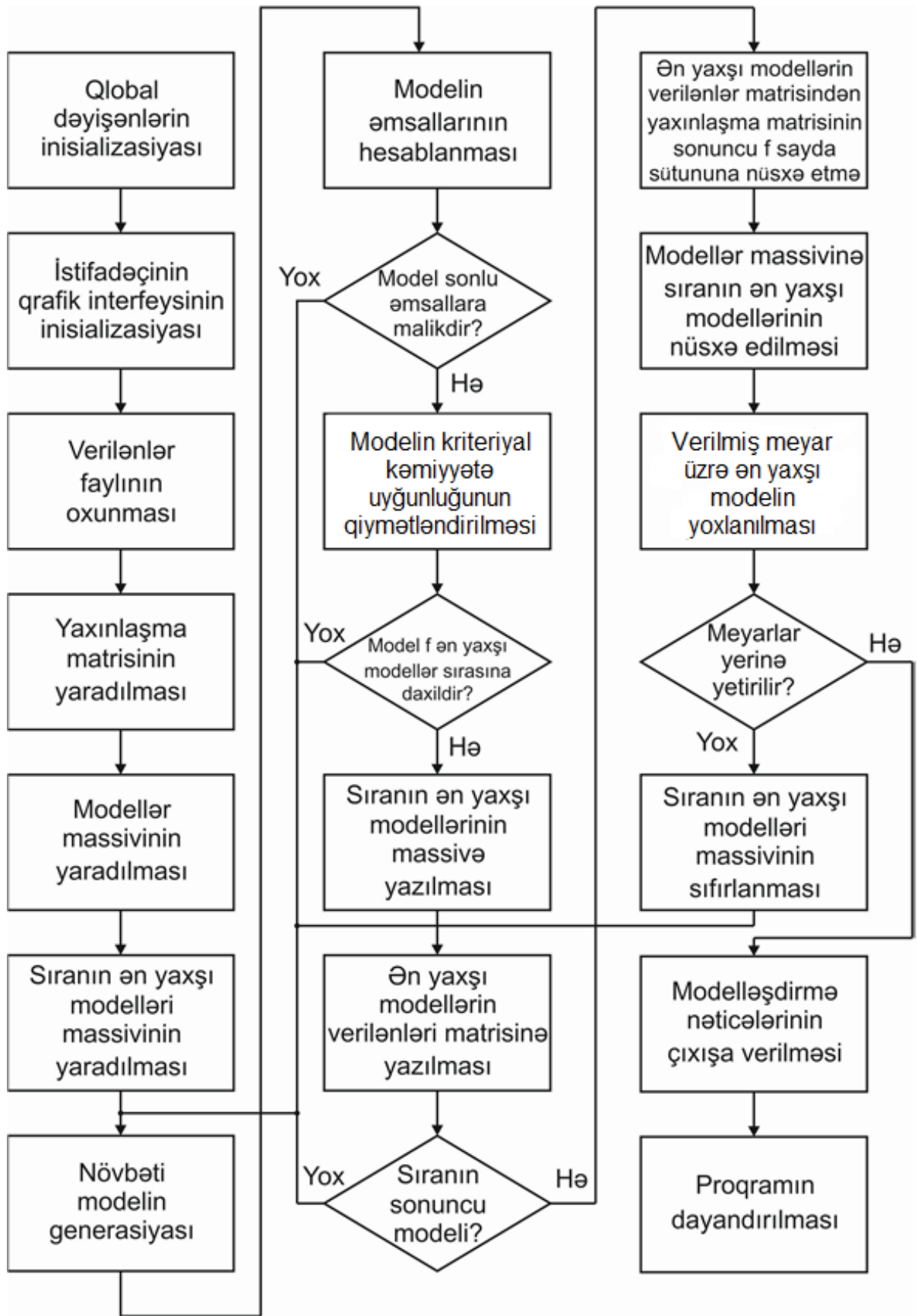
Proqramın iş qabiliyyəti test nümunəsində yoxlanılmışdır. Bu halda verilmiş düstur əsasında kriterial kəmiyyət hesablanmış və əldə olunmuş qiymətə küylər əlavə edilmişdir. Proqram polinomun müxtəlif dərəcələri üçün sınaqdan keçirilmişdir. Sınaqların nəticələri aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir (cədvəl 4.2.1).

Cədvəl 4.2.1.

İterasiyaların sayının əlavə edilmiş küydən asılılığı

Modelin polinom dərəcəsi	Küy	Modelin hesablanması üçün iterasiyaların sayı
1	10%	1
1	30%	2
2	10%	2
2	30%	3
3	10%	5
3	30%	7

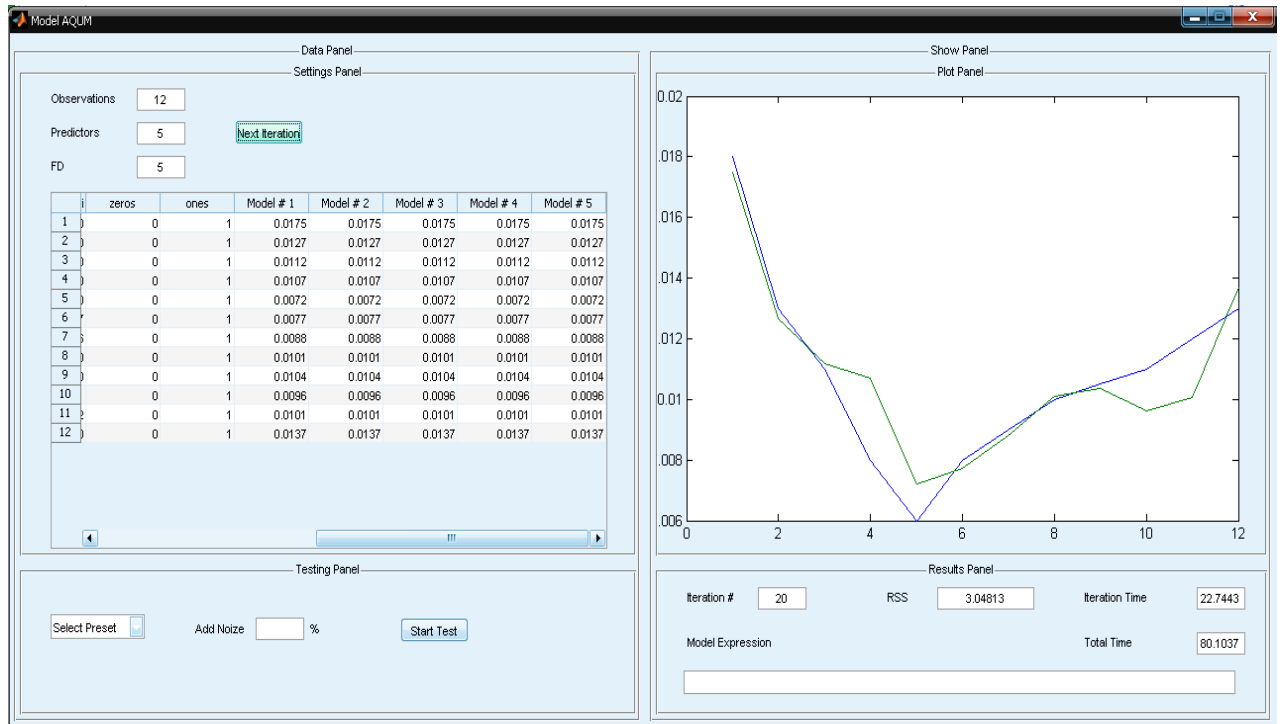
Beləliklə, metod güclü küylənmiş verilənlər şərti daxilində özünün yararlı olduğunu göstərdi. Sınaqlardan sonra proqramın köməyi ilə kükürd qazının konsentrasiyasının əsas meteoroloji parametrlərdən asılılıq modelləri qurulmuşdur. Modelləşdirmə üçün tələb olunan ilkin verilənlər kimi atmosfer çirklənməsinin monitorinqi zamanı əldə edilmiş verilənlərdən istifadə edilmişdir (fəsil 2).



Şəkil 4.2.2. Atmosfer çirklənmələrinin modelləşdirilməsi proqramının algoritminin blok-sxemi

4.3. Proqram istifadəçisinin qrafik interfeysinin elementlərinin xüsusiyyətləri

AQUM əsasında atmosfer çirklənməsinin modelləşdirilməsi proqramının interfeysinin görünüşü şəkil 4.3.1-də göstərilmişdir.



Şəkil 4.3.1. İstifadəçinin qrafik interfeysinin görünüşü

Şəkildən göründüyü kimi proqramın işçi sahəsi iki əsas paneldən və bir neçə alt paneldən ibarətdir. Sol tərəfdə giriş verilənləri paneli, sağ tərəfdə isə çıxış nəticələri paneli yerləşir.

Sol panelin yuxarı hissəsində müşahidələrin sayı ("Observations"), monitorinqin meteoroloji parametrlərinin sayı ("Predictors") və modelin qurulması üçün seçilmiş sərbəstlik dərəcələrinin sayı (FD) haqqında informasiya verilmişdir.

Aşağıda yaxınlaşma matrisinin cari vəziyyətini əks etdirən cədvəl verilmişdir (şəkil 4.3.2).

Bu matris monitorinq verilənlərindən ("Orta temperatur", "Havanın təzyiqi", "Orta rütubət", "Küləyin orta sürəti", "Orta yağıntı miqdarı" sütunları), iki xidməti

vektordan (“Zeros” və “Ones” sütunları) və əvvəlki iterasiyadan alınmış f sayda ən yaxşı modellərin (“Model #1”, “Model #2”, ... “Model # f ”) qiymətlərindən ibarətdir. İlk sıranın əvvəlində ən yaxşı modellərin iterasiyaları hələlik mövcud olmadığından, başlanğıcda onların qiymətləri sıfıra bərabərdir. Yaxınlaşma matrisi üçün parametrlərin qiymətlərini əllə və ya monitorinqin verilənlər bazasından daxil etmək olar.

Orta temperatur	Havanın tezliyi	Orta rutubət	Kuleyin orta sürəti	Orta yağintı miqdarı	zeros	ones	Model # 1	Model # 2	Model # 3	Model # 4	Model # 5
5.5000	1.0066e+03	83	2.6000	59.5000	0	1	0.0140	0.0139	0.0135	0.0135	0.0135
6.9000	1.0106e+03	90	2.5000	58.2000	0	1	0.0132	0.0132	0.0131	0.0131	0.0131
8.8000	1.0058e+03	84	4	10.1000	0	1	0.0127	0.0126	0.0126	0.0126	0.0126
12.9000	1.0075e+03	81	2.6000	55.9000	0	1	0.0113	0.0113	0.0115	0.0115	0.0115
20.2000	1.0054e+03	77	1.7000	4.9000	0	1	0.0089	0.0090	0.0095	0.0096	0.0096
24.6000	1.0008e+03	72	2.4000	7	0	1	0.0079	0.0079	0.0084	0.0084	0.0084
26.4000	999.6000	67	3.3000	6	0	1	0.0080	0.0079	0.0079	0.0079	0.0079
25.8000	1.0028e+03	63	2	9.2000	0	1	0.0086	0.0086	0.0080	0.0081	0.0081
21.9000	1.0028e+03	72	3.2000	44.9000	0	1	0.0088	0.0088	0.0091	0.0091	0.0091
15.9000	1.0114e+03	78	2.9000	51	0	1	0.0104	0.0105	0.0107	0.0107	0.0107
12.3000	1.0119e+03	81	2.3000	52	0	1	0.0115	0.0116	0.0116	0.0117	0.0117
5.6000	1.0154e+03	78	3.2000	69.8000	0	1	0.0141	0.0141	0.0135	0.0135	0.0135

Şəkil 4.3.2. Bir iterasiya sırasından sonra yaxınlaşma matrisinin vəziyyəti

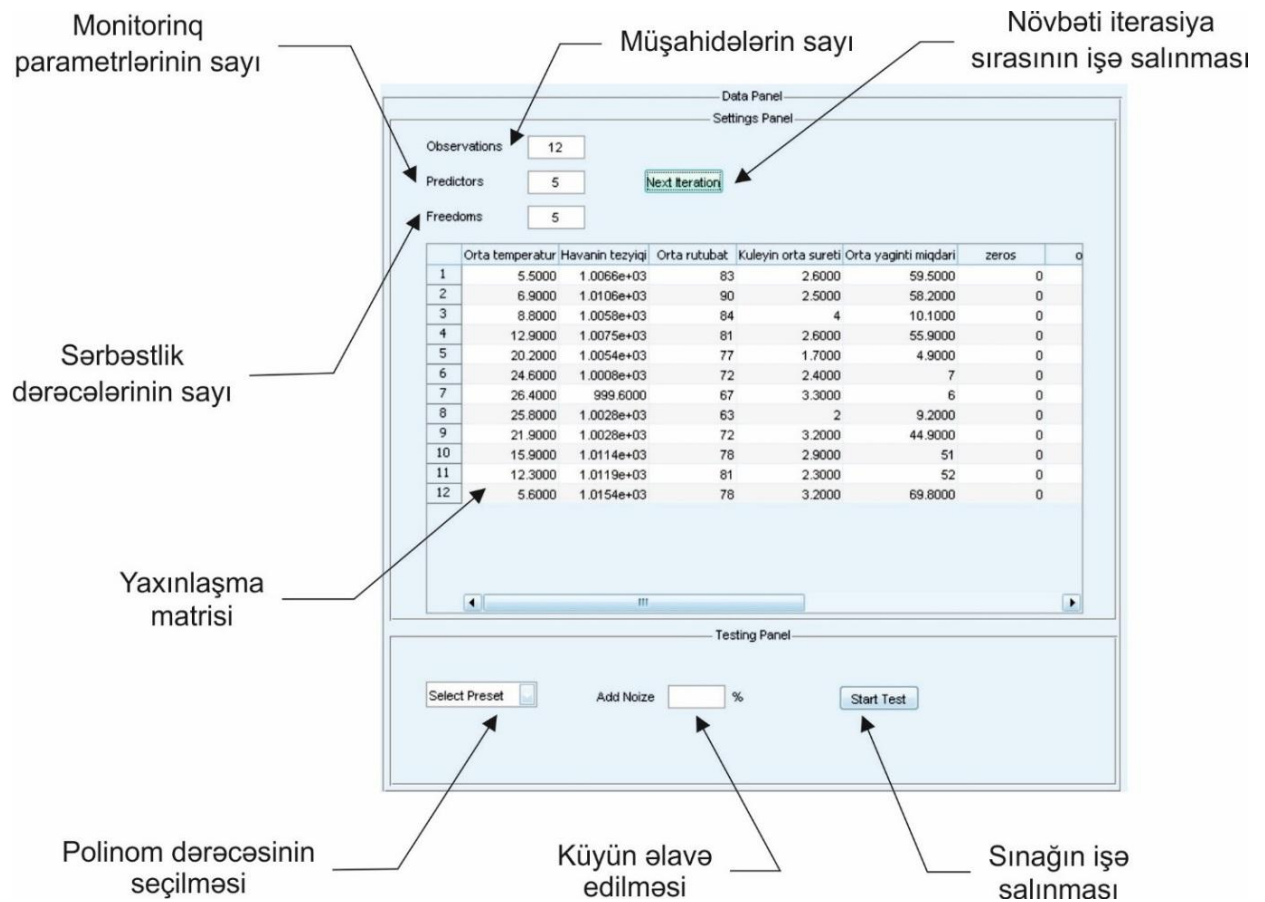
Bundan əlavə aşağı hissədə proqramın sınağının aparılması üçün panel yerləşir. Burada proqramın yoxlanılması üçün polinomun dərəcəsinə seçmək (“Select Preset”), küy əlavə etmək (“Add Noise”) və sınağa başlamaq (“Start Test”) olar. Şəkil 4.3.3-də sol panel izahlı şəkildə verilmişdir.

Sağ paneldə modelləşdirmə nəticələri haqqında informasiya qrafik və cədvəl şəklində təqdim edilmişdir. Panelin əsas elementlərinin funksional təyinatı şəkil 4.3.4-də ətraflı şərh edilmişdir.

Hər bir iterasiya sırasının sonunda onun nömrəsi, bu sıranın emalına və modelləşdirməyə sərf olunan ümumi zaman göstərilir. Əvvəlcə eksperimental verilənlərə ən yaxın modelin düsturu hesablanır, sonra bu modelin qrafiki yenidən qurulur, hesablanmış və eksperimental verilənlər arasındakı fərqə baxılır.

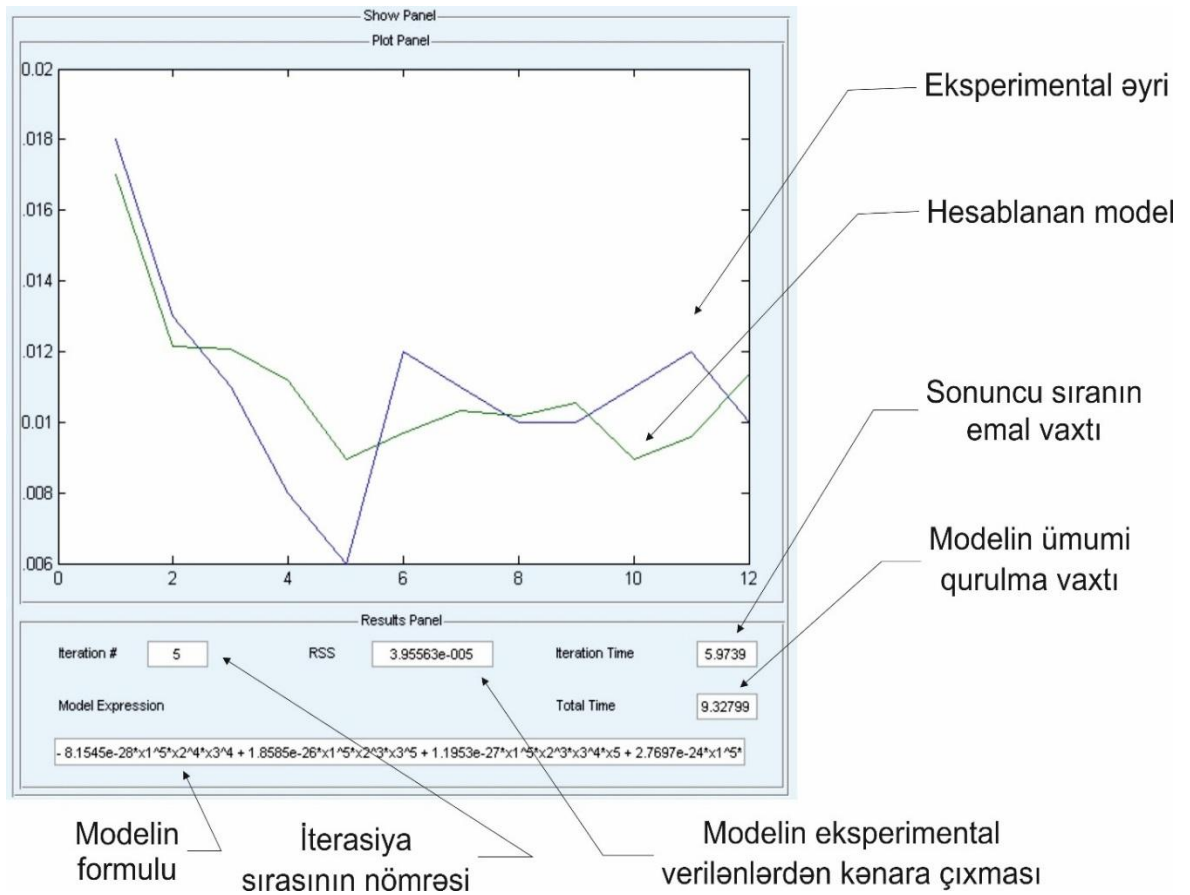
Bütün iterasiyalar əllə, yarım-avtomatik və ya avtomatik rejimdə aparıla bilər. Əl rejimində hər bir iterasiya sırası “Next Iteration” düyməsini sıxdıqdan sonra iş başlayır. Yarım-avtomatik və ya avtomatik rejimlər seçilən zaman bu düymənin adı

“Run Iterations” adı ilə əvəzlənir. Bu seçim əməliyyatı “Tools→Options→Processing Mode” baş menyusunun köməyi ilə yerinə yetirilir. Burada da iterasiyalar sırasının sayını (yarım avtomatik rejim üçün) və ya proqramın dayandırılması üçün kriteriyaları (avtomatik rejim üçün) vermək olar. Birinci halda proqram göstərilən sayda sıra yerinə yetirilənədək işləyəcəkdir. İkinci halda isə proqram iki ardıcıl sıranın yerinə yetirilməsindən sonra əldə edilən hesablanmış və eksperimental kəmiyyətlər arasındakı fərq göstərilmiş kriteriyadan az olana qədər işləyəcəkdir.



Şəkil 4.3.3. Sol panelin elementləri

Modelləşdirmə zamanı müəyyən nəticələr asılılıqlar alınmış, cədvəl 4.3.1 və qrafik 4.3.1-də bir iterasiya sırasının yerinə yetirilmə vaxtının, növbəti sıra üçün seçilmiş modellərin sayından asılılığı göstərilmişdir. Təbii ki, modellərin sayının artması ilə əlaqədar olaraq yaxınlaşma matrisinin ölçüləri artmağa başlayır və hər bir sıranın yerinə yetirilməsinə sərf olunan zaman da əhəmiyyətli dərəcədə artır.



Şəkil 4.3.4. Sağ panelin elementləri

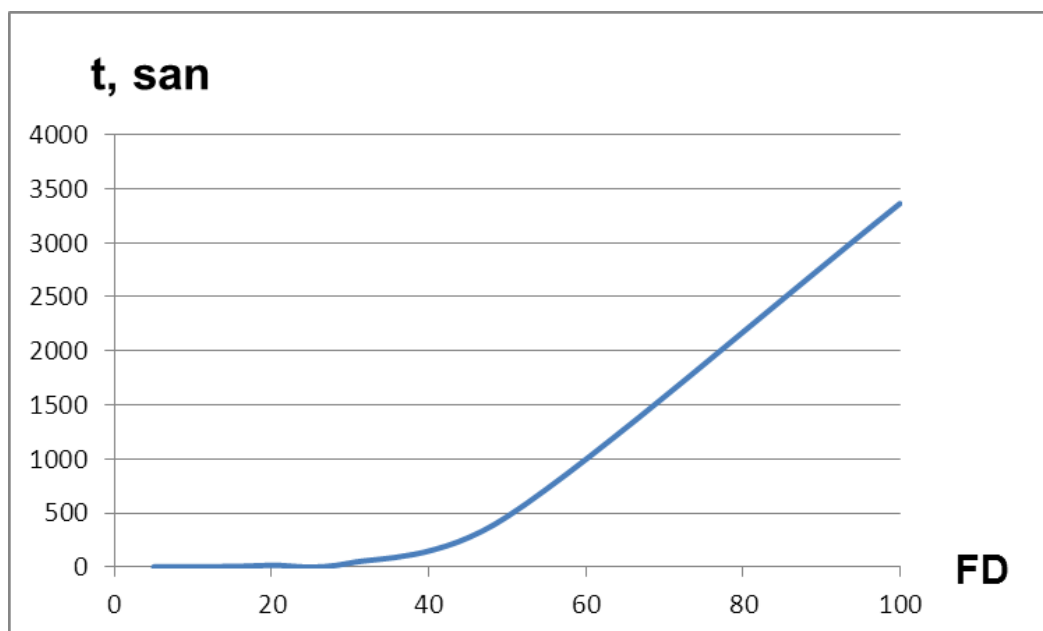
Cədvəl 4.3.1

Modellərin sayı və bir iterasiya sırasının yerinə yetirilmə vaxtı

FD	t, san
5	0,740603
10	1,668985
15	5,218693
20	16,15161
30	37,62443
50	465,8634
100	3363,175

Cədvəl 4.3.1-dən göründüyü kimi, seçilmiş modellərin sayının artması ilə bir iterasiya sırasının orta yerinə yetirilmə vaxtı xeyli artır. Məsələn, xüsusi halda modellərin sayı 100-ə yaxın olarsa, onda sıranın yerinə yetirilmə vaxtı bir saat təşkil

edə bilər. Beləliklə, eksperimental verilənlərə yaxın bir modelin qurulması üçün bir neçə saat tələb oluna bilər. Ölçmə verilənləri 3 GHz takt tezlikli Pentium® Dual Core CPU E5700 prosessoruna, 2 GB operativ yaddaşa və 32 bitlik Windows XP əməliyyat sisteminə malik kompüterdə emal edilmişdir.

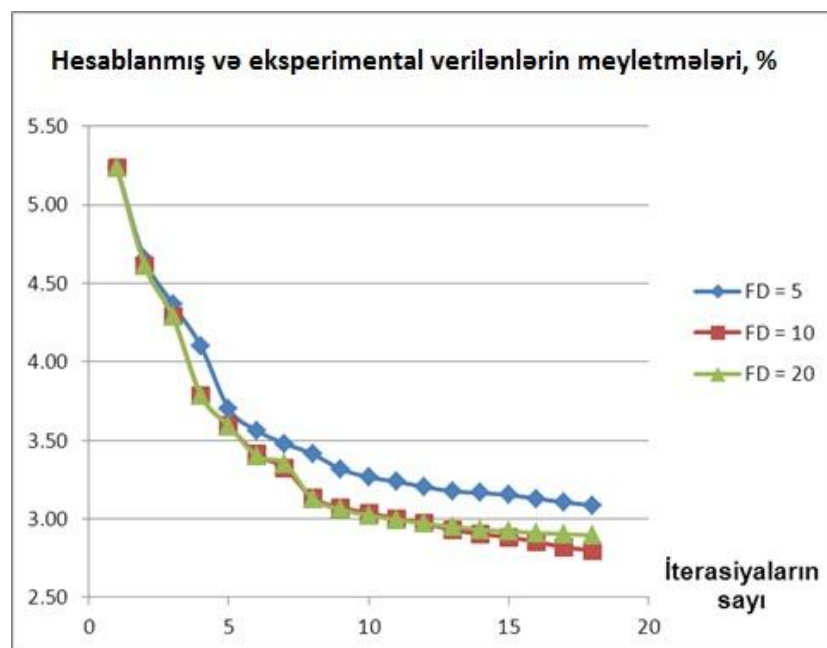


Qrafik 4.3.1. Bir iterasiya sırasının yerinə yetirilmə vaxtının modellərin sayından asılılığı

Cədvəl 4.3.2-də modelin qiymətlərinin xətasının eksperimental verilənlərdən və iterasiya sırasının nömrəsindən asılılığı əyani təqdim edilmişdir. Xətanı hesablamaq üçün RSS-in (Residual Sum of Squares) 2-ci dərəcədə kökünün eksperimental verilənlərin orta qiymətinə nisbətən istifadə edilmişdir. Seçilmiş modellər sayının üç halı üçün asılılıqlar göstərilmişdir.

Qrafik 4.3.2-də cədvəl 4.3.2-in verilənləri əsasında qurulmuş qrafiklər əks olunmuşdur. Alınmış nəticələrin analizi göstərir ki, növbəti sıra üçün seçilmiş modellərin sayının artması modelləşdirmənin dəqiqliyini artırır.

“Xətanın dəyişməsi”parametrini avtomatik rejimdə modelləşdirmə prosesinin dayandırılmasında kriteriya kimi istifadə etmək olar. Məsələn, 0,01% qiymətində modelləşdirmə prosesinin sona çatdırılması üçün 15 – 20 sıra tələb olunur.



Qrafik 4.3.2. Hesablanmış və eksperimental verilənlərin meylətmələri

Cədvəl 4.3.2.

Seçilmiş modellər sayının müxtəlif qiymətləri üçün hesablanmış və eksperimental kəmiyyətlərin meylətmələrinin asılılığı

Sıra nömrəsi	FD = 5		FD = 10		FD = 20	
	Meylətmə	Meylətmənin dəyişməsi	Meylətmə	Meylətmənin dəyişməsi	Xəta	Meylətmənin dəyişməsi
1	5,24		5,24		5,24	
2	4,65	0,58	4,61	0,62	4,61	0,62
3	4,37	0,28	4,29	0,32	4,29	0,32
4	4,10	0,27	3,79	0,50	3,79	0,50
5	3,70	0,40	3,59	0,20	3,59	0,20
6	3,56	0,14	3,41	0,18	3,40	0,19
7	3,48	0,08	3,32	0,09	3,35	0,05
8	3,41	0,07	3,13	0,19	3,13	0,23
9	3,32	0,10	3,07	0,06	3,06	0,07
10	3,27	0,05	3,04	0,04	3,02	0,04
11	3,24	0,03	3,00	0,03	3,00	0,03
12	3,20	0,03	2,97	0,03	2,97	0,03
13	3,18	0,03	2,93	0,04	2,95	0,02
14	3,17	0,01	2,90	0,03	2,93	0,02
15	3,15	0,01	2,88	0,02	2,92	0,01
16	3,13	0,02	2,85	0,03	2,91	0,01
17	3,11	0,02	2,82	0,04	2,90	0,01

4.4. Arqumentlərin qrup uçotu metodu proqramının obyekt modelinin fəaliyyət prosedurları

4.4.1. Proqramın obyekt modeli

Qeyd edilməlidir ki, yerinə yetirilən funksiyaların sayının artması proqram kodunun həcmnin böyüməsi və proqramların mürəkkəbləşməsi nəticəsində prosedur yönümlü proqramlaşdırmadan obyekt yönümlü proqramlaşdırmaya keçid tendensiyası müşahidə olunmuşdur. Prosedur yönümlü proqramlaşdırmada verilənlər funksiyalara ötürülür və onlar isə öz növbəsində həmin verilənlər üzərində zəruri əməliyyatları yerinə yetirirlər. Obyekt yönümlü proqramlaşdırmada isə verilənlərin və əməliyyatların obyekt daxilində inkapsulyasiyası baş verir ki, onlar da interfeys vasitəsilə bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə olurlar.

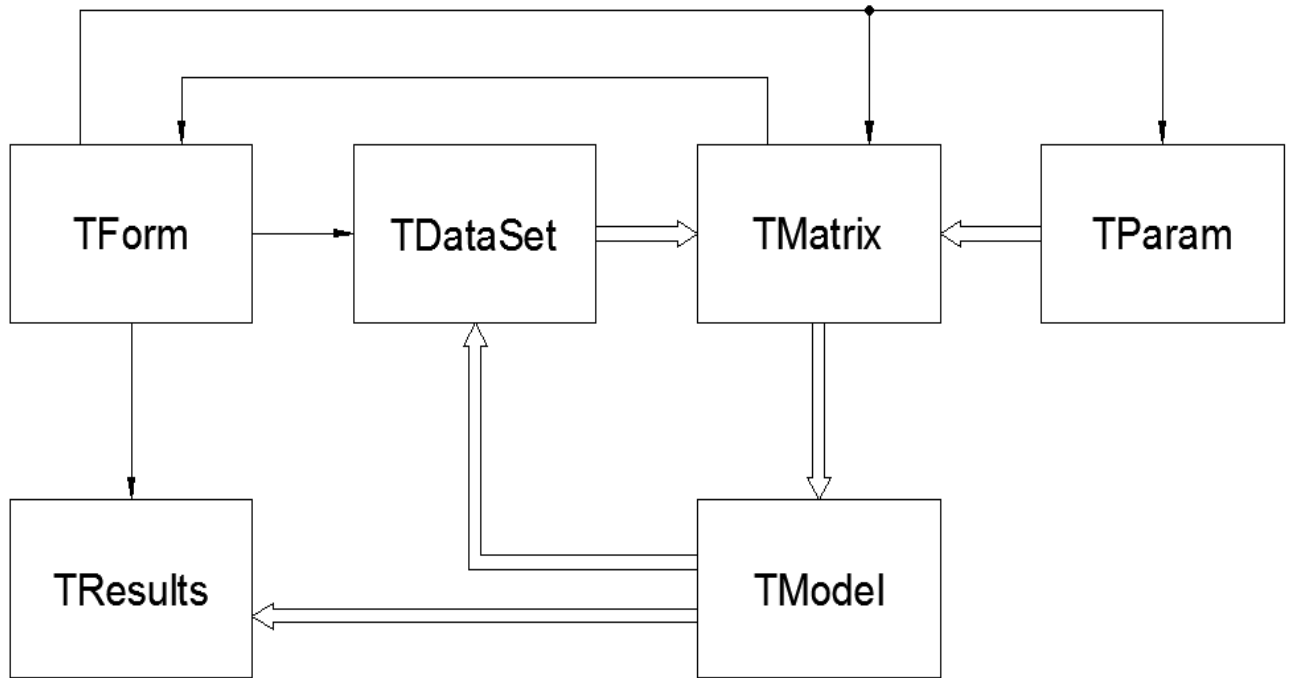
Beləliklə, obyekt yönümlü proqramlaşdırmanın tətbiqi müəyyən səhvlərdən qaçmağa, etibarlılığı artırmağa və digər siniflərin obyektləri üçün yazılmış bir çox funksiyaları təkrar istifadə etməyə imkan verir. Obyektlər və interfeyslər birlikdə proqramın obyekt modelini təşkil edir. Şəkil 4.4.1-də “AQUM” proqramının obyekt modeli göstərilmişdir.

Şəkildə qalın oxlarla verilənlərin axını, nazik oxlarla isə idarəedici siqnalların axını göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, “AQUM” proqramının obyekt modeli aşağıdakı obyektlərdən ibarətdir:

- TDataSet. Bu obyekt verilənlərin sonrakı emalında onların müvəqqəti saxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur və həmçinin birinci iterasiya sırasından sonra ölçüsü dəyişən matrisdən ibarətdir;
- TModel. Bu obyekt alınmış modellərin eksperimental verilənlərə yaxınlıq dərəcəsinə görə çeşidlənməsi və onlardan müəyyən sayda ən yaxşılarının saxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur;
- TParam. Bu obyekt özündə eksperimental əldə olunmuş verilənləri saxlayan bir vektoru ehtiva edir və hər bir sırada verilənlər alınmış modellərlə müqayisə olunur;
- TResults. Bu obyekt modelləşdirmə nəticələrini cədvəl və grafik formada

çıxış vermək üçün nəzərdə tutulmuşdur;

- TForm. Bu proqramın əsas obyektı olmaqla verilənlər faylının oxunması və onun TDataSet və TMatrix obyektlərinə yenidən yazılması prosesini idarə edir, həmçinin dayanma şərti yerinə yetirilərkən proqramın işinin sona çatdırılmasını təmin edir.



Şəkil 4.4.1. “AQUM” proqramının obyekt modeli

Obyekt modeli nöqtəyi nəzərdən proqram aşağıdakı kimi işləyir. İlk növbədə əsas forma (TForm obyektı) monitoring verilənləri faylını açır, meteoroloji parametrlərin qiymətlərini TDataSet obyektinə, çirklənmə konsentrasiyasının qiymətlərini isə TParam obyektinə yazır. Emal üçün seçilmiş verilənlərə fayldakı bütün verilənlər və ya yalnız hər hansı meyarə uyğun olanlar daxil edilə bilər. Məsələn, bu yalnız keçən ay üzrə olan verilənlər və ya göstərilmiş müşahidə nöqtəsində alınmış verilənlər ola bilər. Beləliklə, seçim TDataSet və TParam obyektlərinin ölçülərini təyin edir. Birinci obyekt $n \times m$, ikinci obyekt isə $n \times 1$ ölçülüdür. Digər modelləşdirmə parametrləri, məsələn, f sərbəstlik dərəcələrinin sayı müəyyənləşdikdən sonra modelləşdirmə prosesi işə başlayır. Bu proses bir neçə iterasiya sırasının aparılmasından ibarətdir.

Birinci sıradan əvvəl TMatrix obyektı yaradılır. Yuxarıda göstərildiyi kimi onun

ölçüləri $n \times p$ - dir. Matrisin ilk m sayda sütununa TDataSet obyektinin verilənləri yenidən yazılır. Hər bir sırada p^3 sayda model generasiya olunur. Onlardan sonlu əmsallara malik olanları TParam obyektindəki qiymətə ən yaxın olan f sayda modelin seçilməsi və çeşidlənməsi üçün TModel obyektinə göndərilir. Sıranın sonuncu iterasiyasından sonra seçilmiş f sayda qiymətlər yenidən TDataSet obyektinə yazılır. Beləliklə o, $n \times f$ ölçülü olur. Bundan başqa TModel bu sıranın içərisindən seçilmiş f sayda model üçün riyazi ifadələrə malikdir. Bundan sonra baş forma proqramın işinin sona çatması şərtinin yerinə yetirilib-yetirilməməsini yoxlayır, başqa sözlə alınmış modelin TParam obyektinin eksperimental verilənlərinə kifayət qədər yaxın olub-olmaması yoxlanılır. Bu şərt ödənilən halda ən yaxşı modelin alınmış qiymətləri və riyazi ifadəsini qrafik və cədvəl şəklində təqdim etmək üçün TResults obyektinə ötürülür. Əgər sona çatma şərti ödənilmirsə, onda TDataSet-də olan verilənlər TMatrix matrisinin sonuncu f sayda sütununa yenidən yazılır və növbəti model sırasının generasiyası başlayır. AQUM-un alqoritmlərinin yığılması isbat olunduğuna görə, hər hansı növbəti sıradan sonra başa çatma şərti müəyyən bir vaxtda yerinə yetirilir və proqram öz işini dayandırır.

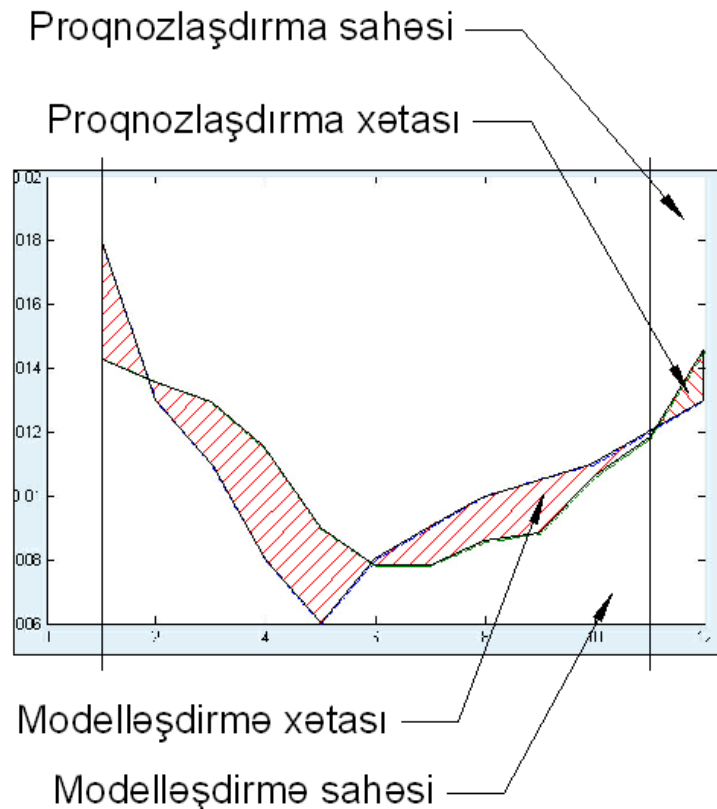
4.4.2. Atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması proqramının struktur sahələri

Atmosferin çirklənmə modelinin alınmasından sonra qısa və orta müddətli proqnozlar vermək mümkün olmuşdur. Qısa müddətli proqnoz dedikdə növbəti gün üçün proqnoz, orta müddətli proqnoz dedikdə isə gözlənilən meteoroloji verilənlər əsasında orta aylıq və ya orta illik qiymətlərin proqnozlaşdırılması başa düşülür. Bu məqsədlə proqrama proqnozlaşdırma funksiyası əlavə olunmuşdur. Bir tərəfdən bu funksiya giriş argumenti kimi seçilmiş çirkləndiricinin konsentrasiyasının meteoroloji faktorların qiymətlərindən asılılığının əvvəlki mərhələdə alınmış düsturlarından, digər tərəfdən isə həmin faktorların özlərinin gözlənilən qiymətlərindən istifadə edir.

Əvvəlki fəsildə atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin verilənlər bazası şərh edilmişdir. Bu bazanın yaradılması əldə edilmiş bütün verilənləri bir yerə toplamağa imkan vermişdir. Həmin bazanın idarəetmə sisteminin işlənilməsi maraq doğuran

istənilən verilənləri (zamana və seçilmiş parametərə görə) əldə etməyə, onları emal etməyə (istənilən seçim üzrə minimal, maksimal və orta qiymətləri əldə etməyə) və cəmi bir SQL sorğunun köməyiylə onları proqnozlaşdırmanın işçi sahəsinə daxil etməyə imkan vermişdir.

Şəkil 4.4.2-də atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması üçün işlənmiş proqramın görünüşü verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi əvvəlcə modelləşdirmə (şəklin böyük hissəsi), sonra isə proqnozlaşdırma (sağdan nazik zona) yerinə yetirilir. Modelləşdirmə və proqnozlaşdırma xətləri ştrixlənmiş sahələrlə göstərilmiş, baxılan halda proqnozlaşdırma xətası 11,5% təşkil etmişdir.



Şəkil 4.4.2. Atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması proqramının görünüşü

4.4.3. Monitoring nəticələrinin təqdim olunması proqramının fəaliyyət strukturu

Fəsil 2-də mobil ölçmə laboratoriyasının köməyiylə monitoringin aparılması üsulu təsvir edilmişdir. Xüsusi halda, verilənlərin kompüterə daxil edilməsini təmin edən “İnterfeys” proqramına ətraflı şəkildə baxılmışdır. Lakin qeyd edilməlidir ki, mobil ölçmə laboratoriyasında quraşdırılmış proqram təminatı aşağıdakı digər

funksiyaları da yerinə yetirir:

- əsas müşahidə məntəqələrinin yerləşdiyi ərazilərlə birləşən monitoring sahəsinin çoxsaylı elektron xəritəsinin çıxışa verilməsi;
- yeni müşahidə məntəqələrinin koordinatlarının daxil edilməsi;
- yeni müşahidə fayllarının saxlanması üçün cari tarixə malik qovluğun yaradılması;
- müşahidə verilənlərinə və status informasiyasına malik XML fayllarının generasiyası və bu faylların yuxarıda göstərilən qovluğa yazılması;
- monitoring verilənlərinin nümayişi.

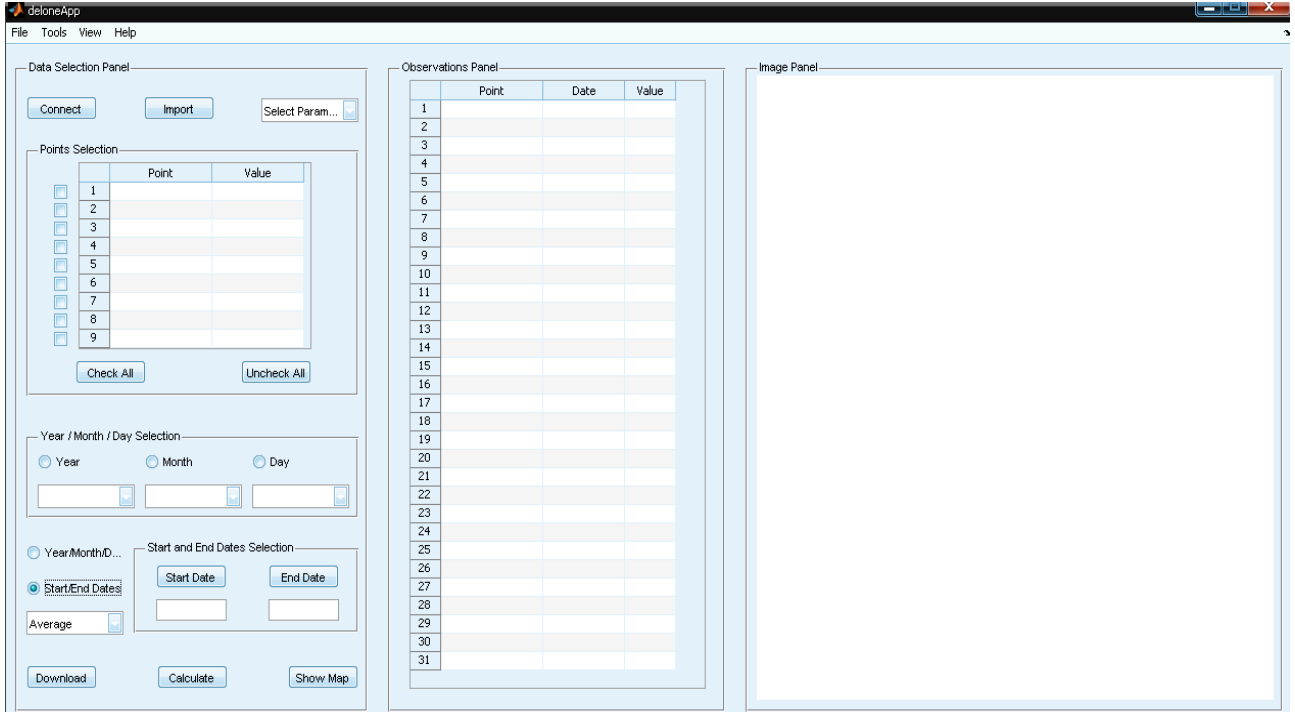
Həmin funksiyalar müxtəlif müşahidə məntəqələrində bütün monitoring prosesinin aparılmasını əlverişli edir. Bu və digər funksiyaların təmin edilməsi üçün “DemoMon” proqramı işlənilmişdir.

Şəkil 4.4.3-də proqramın işə salınmasından sonrakı görünüşü verilmişdir. İşlənilmiş proqram müxtəlif müşahidə məntəqələrində aparılmış monitoring nəticələri haqqında informasiya vermək və ya bütövlükdə ümumi mənzərəni göstərmək imkanına malikdir. Bu məqsədlə proqramın iki rejimdə işləməsi təmin edilir.

Proqram işə düşən zaman elektron xəritə pəncərəsi açılır. Bu proqramın əsas rejimidir. Həmin rejimdə pəncərənin sağ tərəfində monitoringin aparıldığı bütün sahəni əhatə edən çoxsaylı elektron xəritə çıxışa verilir. Birinci layda bu sahənin təsviri yerləşir. Bütün sonrakı laylar (məsələn, müşahidə məntəqələrinin və seçilmiş atmosfer çirkləndiricisinin konsentrasiyasının paylanması təsvirinin şərti işarələri) tematik laylardır. Proqram MATLAB mühitində işləyir və layların yerləşdirilməsi bir neçə Axes komponentinin üst-üstə salınması yolu ilə həyata keçirilir. Hər bir belə komponent təsvirin çıxışa verilməsi üçün konteynerdən ibarətdir. Monitoring nəticələrinin qrafik təsvir edilməsindən başqa, cədvəl verilənlərinin göstərilməsi imkanına da baxılmışdır.

Seçilmiş zaman müddəti və parametr üçün monitoring nəticələri müşahidə tarixinə görə çeşidlənmiş orta paneldə əks etdirilir. Sol panel bütün qiymətlərin seçilməsi üçün təyin edilmişdir (tarix, parametr, məntəqələr, müşahidənin aparıldığı

yer, verilənlərin emalı funksiyası). Şəkil 4.4.4-də SQL sorğusunun göndərilməsindən sonra və bunun əsasında verilənlər bazasından alınmış nəticələrin proqramın pəncərəsindəki görünüşü verilmişdir [38, s.44].

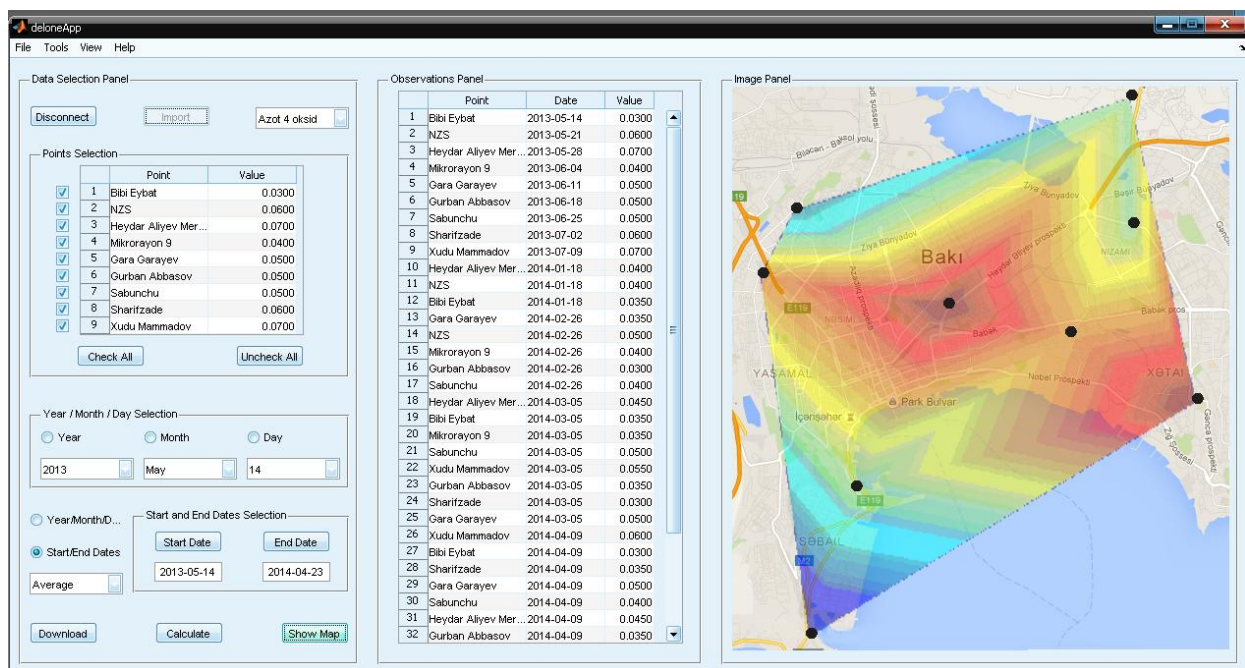


Şəkil 4.4.3. Proqramın işə salındandan sonrakı görünüşü

4.4.4. Monitoring xəritəsinin Coğrafi İnformasiya Sistemi mühitində koordinatlara uyğun yerləşdirilməsi

Üçüncü fəsilə internet resurslarının və o cümlədən çoxsaylı monitoring xəritəsinin sürətli şəkildə yaradılması üçün Google Maps saytının imkanlarından istifadə etmək üsulları təsvir edilmişdir. Coğrafi koordinatlara bağlantı üçün tanınmış Google Earth proqramından və MATLAB proqramının tərkibinə daxil olan Map ToolBox komponentinin kartoqrafiya alətlərindən istifadə edilmişdir.

Cədvəl 4.4.1-də monitoringin müşahidə məntəqələri üçün əldə edilmiş koordinatlar göstərilmişdir. X sütununda olan verilənlər Qrinvich meridianından olan məsafəni, Y sütunundakı verilənlər isə ekvatoradan olan məsafəni göstərir.



Şəkil 4.4.4. Proqramın verilənlər bazasından alınmış nəticələrdən sonrakı görünüşü

Cədvəl 4.4.1.

Monitorinqin müşahidə nöqtələrinin coğrafi koordinatları

Nö	X, km	Y, km
1	5546,096	4911,004
2	5556,203	4922,964
3	5551,494	4924,234
4	5545,514	4927,991
5	5558,743	4927,409
6	5547,948	4916,878
7	5558,796	4932,489
8	5544,085	4925,397
9	5561,442	4920,423

4.5. Atmosfer çirklənməsinin monitorinq verilənlərinin analizi və təqdimatında Coğrafi İnformasiya Sistemləri texnologiyaları

Prinsipcə tədqiqat işinin başlanğıcında qoyulmuş məsələni artıq həll edilmiş

hesab etmək olar. Həqiqətən də sistemin cihaz və proqram hissələrinin tərkibi göstərilmiş, bütün tədqiqat mərhələləri üçün, yəni monitoring verilənlərinin daxil edilməsi, onların verilənlər bazasında saxlanması, modelləşdirilməsi, proqnozlaşdırılması və bütün bu proseslərin vizuallaşdırılması üçün yeni proqramlar işlənilmişdir.

Lakin, hər bir monitoringin mütləq şəkildə müəyyən bir coğrafi əraziyə bağlandığını nəzərə alaraq əldə edilmiş nəticələrlə kifayətlənməyərək sistemin proqram hissəsinin potensial istifadəçisinin xeyrinə daha bir addım atmağa çalışmaq və tədqiqatın nəticələrini coğrafi informasiya sisteminə inteqrasiya etmək daha məqsədəuyğun olardı.

Atmosfer çirklənməsinin monitoringi sahəsində həll olunan tipik məsələlər müxtəlif problemləri əhatə edir. Bunlara hava mühitinin vəziyyətinin, müxtəlif çirkləndirici inqrediyentlərin keyfiyyət və kəmiyyət tərkibinin qiymətləndirilməsi, dəyişikliklərin qısa, orta və uzun müddətli dövr üçün proqnozlaşdırılması, çirklənmənin yayılmasının əyani nümayişi və həmçinin eksperimental və emal verilənlərinə rahat yanaşmanın təmin olunması daxildir. Bütün bu alətlər ERDAS Imagine, ArcGIS, qGIS və s. kimi müasir coğrafi informasiya sistemlərinin arsenalında mövcuddur. Həqiqətən də istənilən coğrafi informasiya sisteminə üç aspektdə baxmaq olar. Bir tərəfdən bu yönəldilmiş cədvəl, sorğu və hesabat sistemlərinə malik olan verilənlər bazasıdır. İkinci bir tərəfdən isə bu həm vektor qrafikası, həm də olduğu kimi, rastr qrafikası ilə eyni dərəcədə idarə oluna bilən rahat qrafik redaktordur. Nəhayət, üçüncü bir tərəfdən yuxarıda sadalananlar da daxil olmaqla ən geniş yayılmış coğrafi informasiya sistemləri çoxsaylı təsvirlərin və digər meta-verilənlərin kompleks emalı üçün güclü xüsusi alətlər yığımına malikdir. Başqa sözlə desək, coğrafi informasiya sistemləri böyük həcmli informasiyanın rahat şəkildə daxil edilməsini və etibarlı saxlanılmasını, tələb olunan verilənlərin əldə edilməsini, onların sürətli və keyfiyyətli emalını və nəticələrin aşkar şəkildə nümayişini təmin edir.

Bununla yanaşı yaxın zamanlara qədər baxılan sahədə CİS texnologiyaları geniş tətbiq edilməmişdir. Son dövrlər CİS texnologiyalarının kütləvi şəkildə tətbiq

olunması bir tərəfdən hesablama və proqram vasitələrinin sürətli inkişafı, digər tərəfdən toplanmış informasiyanın əhəmiyyətli dərəcədə artması ilə bağlıdır. Burada verilənlərlə yanaşı, həm də onlarla iş metodlarının birgə istifadəsinə imkan verən internet inqilabının da böyük rolu vardır.

Eyni zamanda CİS-dən uğurla istifadə etmək ilk növbədə operator heyətinin keyfiyyətli hazırlığını və uzun sürən əməliyyatlar üçün vaxt sərfiyyatını tələb edir. Məhz buna görə də verilənlərlə hər bir iş seansında bir və daha çox parametrlərin daxil edilməsinə vaxt itirməmək üçün CİS-in emal mühitini proqramlaşdırmaq vacibdir. “Interfeys” proqramının layihələndirilməsi zamanı şablonların yaradılması üzrə böyük təcrübə qazanıldığına görə digər işlərə də tətbiq etməyə cəhd olundu. O da məlumdur ki, verilənlərin əldə olunması mərhələsində tətbiq olunmuş şablonlar, kiçik dəyişiklik edilməklə emalətmə və təqdimat mərhələlərində də işləyirlər. Bu fəslin növbəti hissələrində emalətmənin və verilənlərin CİS mühitinə çıxarılmasının avtomatlaşdırılmış proqramından bəhs edilmişdir. Qeyd edək ki, bu proqram mahiyyətə Windows platformasında işləyir və CİS-in bütün üstünlüklərindən istifadə edir.

Proqram aşağıdakı tələblər nəzərə alınmaqla işlənilmişdir:

- verilənlərin daxil edilməsi sahəsində müşahidə fayllarını və həmçinin CİS mühitində ümumi qəbul olunmuş standart formatlı faylları oxumağı bacarmalıdır;
- redaktəetmə sahəsində həm cədvəl verilənlərini, həm də təsvirlərin fraqmentlərini əllə redaktə etməyə imkan verməli, yəni ayırıcı alətlərə malik olmalıdır;
- emalətmə sahəsində proqnozlaşdırma parametrlərinin idarə olunması üçün rahat alətlərə və həmçinin bir və ya bir neçə təsiredici faktorlar haqqında biliklər olmadıqda belə, əməliyyatların uğurla aparılması üçün əvvəlcədən təyin olunmuş şablonlara və ya presetlərə (xassələr toplusuna) malik olmalıdır;
- çıxışa verilmə sahəsində verilənləri zaman və məkan əlamətlərinə və həmçinin keyfiyyət parametrlərinə görə süzgəcdən keçirmək qabiliyyətinə malik olmalıdır;
- nəticələrin təqdim olunması sahəsində onların cədvəl və qrafik şəkildə

nümayiş etdirilməsi alətlərinə malik olmalıdır;

- saxlanılması sahəsində bütün ümumi qəbul olunmuş formatları istifadə etməyi və həmçinin müşahidə fayllarının formatını dəstəkləməyi bacarmalıdır.

Qeyd edilməlidir ki, CİS qismində son dövrlər dinamik inkişaf edən ArcGIS proqramı seçilmişdir. Aparılmış monitorinq və modelləşdirmənin nəticələri əsasında yaradılmış verilənlər bazasını və çoxlaylı elektron xəritələri bu CİS-ə ötürmək zərurəti yarandı.

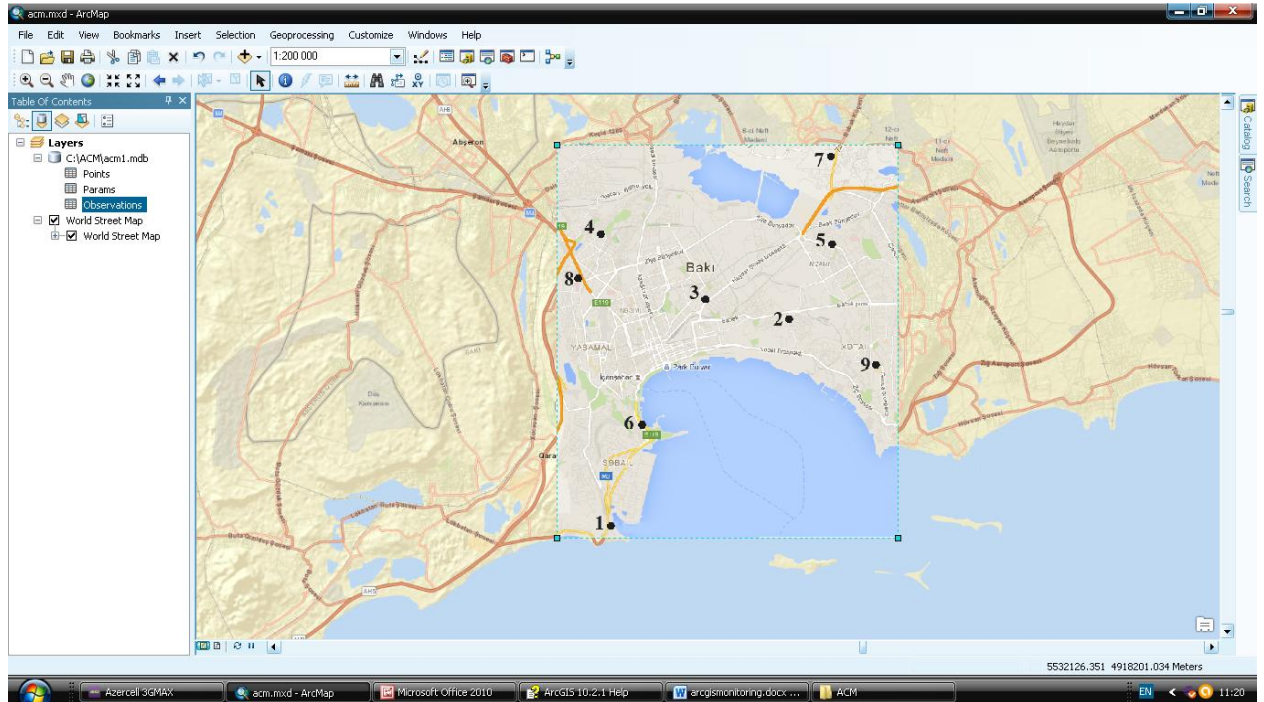
ArcGIS proqram paketi üç əsas proqramdan ibarətdir: ikiölçülü təsvirlərin emalı üçün ArcMap və üçölçülü modellərin qurulması üçün ArcGlobe və ArcScene proqramları. Bir qayda olaraq ArcMap-da tipik iş sessiyası aşağıdakı bir neçə mərhələdən ibarətdir:

- layihənin yaradılması;
- onlayn resurslara qoşulma və lazımi region üçün baza xəritəsinin yüklənməsi (baxılan halda bu monitorinq aparılan Bakı şəhərinin xəritəsidir);
- verilənlərin mənbəyinə qoşulma (baxılan halda bu monitorinqin verilənlər bazasıdır);
- çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının yayılması xəritəsi şəklində olan əldə olunmuş təsvirlərin xəritə üzərinə yerləşdirilməsi.

Sonuncu məsələ MATLAB proqramının köməyi ilə həll edilmişdir. Təsvirlərin emalı sahəsində ArcGIS proqramının imkanları kifayət qədər yüksək olduğundan, bütün tematik laylar bu proqramın tərkibinə daxil olan ikiölçülü interpolasiya funksiyalarının köməyi ilə əldə edilə bilər. Eyni zamanda ArcGIS proqramında coğrafi bağlantı, başqa sözlə coğrafi koordinatların yüksək dəqiqliklə əldə olunması da rahat şəkildə öz həllini tapır. Bu məqsədlə bütün müşahidə məntəqələri üçün tələb olunan dəqiqliklə shp (shape) laylarını yaratmaq tələb olunur. Koordinatlar yerin baza xəritəsi üzrə avtomatik olaraq hesablanır.

Şəkil 4.5.1-də ArcGIS proqramının işlədiyi zaman baza xəritəsinə və monitorinqin verilənlər bazasına qoşulduqdan sonra monitorun ekranından götürülmüş təsir verilmişdir. Şəklin mərkəzində baza xəritəsi fonunda monitorinqin aparıldığı sahə, şəklin solunda isə monitorinqin verilənlər bazasının bütün

cədvəllərinin qoşulduğu sahə göstərilmişdir.



Şəkil 4.5.1. ArcGIS proqramının görünüşü

4.6. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sistemin modernləşdirilməsi

4.6.1. Proqram-instrumental sistemin modernləşdirilməsinin zəruriliyi

Əvvəlki bölmələrdə Abşeron yarımadasında atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sisteminin işlənilməsi üzrə son illər ərzində MAKDA-da yerinə yetirilmiş işlər təsvir edilmişdir. Qeyd edilməlidir ki, 2017-ci ilə qədər eksperimental verilənlər əldə edilmiş, monitorinqin verilənlər bazası yaradılmış, bütün zəruri proqram modulları işlənilmiş və ilkin sınaqlar aparılmışdır.

Sistemin proqram hissəsi monitorinqin, modelləşdirmənin və proqnozlaşdırmanın aparılmasını, nəticələrin cədvəl və elektron xəritə şəklində çıxışa verilməsini təmin edən proqram bloklarından ibarətdir. Seçilmiş atmosfer

çirkləndiricisi modeli atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyasının meteoroloji faktorlardan asılılığını ifadə edir [2, s.29-30].

Proqramın sınaqları kiçik modelləşdirilmə (5%-dən az) və proqnozlaşdırma (10%-dən az) xətasının olduğunu göstərmişdir.

Lakin bununla yanaşı sistemin çatışmazlıqları da olmuş, işlənilmiş bütün proqramlar bir-birindən ayrı şəkildə fəaliyyət göstərmiş və ümumi qrafik interfeysə malik olmamışlar. Həmçinin, müxtəlif atmosfer çirkləndiricilərinin modellərinin qurulması üçün eyni bir parametrlər toplusu tətbiq edilmişdir ki, bu da modelləşdirməni məhdudlaşdırmışdır. Bütün deyilənləri nəzərə alaraq həmin sistemin modernləşdirilməsi zərurəti qarşıya çıxmışdır.

Sistemin modernləşdirilməsi 2017-ci ildə MAKKA-da yerinə yetirilmiş “Abşeron yarmadası ərazisində atmosfer çirklənməsinin qiymətləndirilməsi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram təminatının işlənilməsi” mövzusu çərçivəsində yerinə yetirilmişdir. Sistemin modernləşdirilməsi çərçivəsində təklif olunan əsas yeni funksiyalar aşağıdakılardan ibarətdir [9, s.42]:

1. Ayrı-ayrı modellərin qurulması üçün müxtəlif sayda arqumentlərin seçilməsi imkanı.
2. Modelin, proqnozun və elektron xəritənin qurulması prosesinin avtomatlaşdırılması.
3. Monitorinqin nəqliyyat xərclərinin azaldılması məqsədilə müşahidə nöqtələri arasındakı optimal hərəkət marşrutunun hesablanması.

4.6.2. Modelləşdirmə üçün arqumentlərin seçilməsi

Qeyd edilməlidir ki, modelin qurulması zamanı arqumentlər toplusunu dəyişməyin qeyri-mümkün olması modelləşdirmə proqramı üçün aşkar olunmuş məhdudiyyətdir. Lakin indi proqramın qrafik interfeysinin tərkibinə daxil edilmiş yeni panelin yaradılması yolu ilə bu məhdudiyyət aradan qaldırılmışdır. Bu panel modelləşdirmə və proqnozlaşdırmanın sazlanması paneli adlandırılmış və onun görünüşü şəkil 4.6.1-də verilmişdir [11, s.40].

Modelling and Forecasting Settings

Model Settings

Select Arguments

☒ Orta temperatur
☒ Havanin tezyiqi
☒ Orta rutubat
☒ Kuleyin orta sureti
☐ Orta yaginti miqdari

Check All

Uncheck All

Select Model Type

☐ Daily 14.03.2013 - 27.08.2013 (167 days)
☒ Weekly 18.03.2013 - 25.08.2013 (23 weeks)
☐ Monthly 01.04.2013 - 31.07.2013 (4 months)
☐ Annual Modeling Unavaible

☒ Use Only Full Weeks and Months

Apply

Forecast Settings

☒ Make Forecast ☐ Show Map

Selected Forecast

Type: Weekly

Date: 26.08.2013 - 01.09.2013

Make All

Şəkil 4.6.1. Modelləşdirmə və proqnozlaşdırmanın sazlanması panelinin görünüşü

Şəkildən göründüyü kimi panel iki hissəyə bölünmüşdür. Yuxarı hissədə modelləşdirmə parametrləri, aşağı hissədə isə proqnozlaşdırma paneli qurulmuşdur.

Modelləşdirmə panellərinin sazlanması. Panelin yuxarı hissəsində modelin qurulması üçün argumentlər kimi seçilə biləcək bütün ölçü parametrlərinin siyahısını

özündə əks etdirən cədvəl yerləşir. Baxılan halda bu siyahı beş meteoroloji faktordan- temperatur, təzyiq, rütubət, küləyin sürəti və yığıntının miqdarından ibarətdir. Operator zəruri parametrləri qeyd edir. Məhz onlar nəticədə yaxınlaşma matrisinə daxil ediləcək və AQUM metodu əsasında modelləşdirmə prosesində arqumentlər kimi istifadə olunacaqlar. Beləliklə, arqumentlərin seçimi üçün olan yeni funksiya proqrama zəruri şəkil dəyişmə verir və onu çoxfaktorlu mükəmməl modelləşdirmə proqramı halına salır.

Qeyd etmək lazımdır ki, proqramda cəmi bir arqumentin seçilməsi imkanı olmasına baxmayaraq, əgər yalnız bir arqument seçilmişdirsə, onda MATLAB proqramlaşdırma paketinin tərkibinə daxil olan “polyfit” funksiyasının köməyiylə approksimasiya metodu əsasında polinom şəklində olan modelləşdirmə AQUM metoduna görə olan modelləşdirmədən daha effektiv və sürətli olacaqdır.

Bütün arqumentlərin sürətli seçimi üçün “Check All” düyməsi, sürətli sıradan çıxarılması üçün isə “Uncheck All” düyməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Arqumentlərin seçilməsindən sonra operator qurulması tələb olunan modelin tipini seçir. Modellər birgünlük, həftəlik, aylıq və illik modellərə bölünür. Belə modelləri dövrü modellər adlandırmaq olar. Modelləşdirmə və proqnozlaşdırmanın sazlanması panelinin necə açılmasına qədər operator tərəfindən sorğu panelinin köməyiylə modelləşdirmə üçün intervalın başlanğıc və son tarixlərinin qiymətləri artıq daxil edilir. Bu qiymətlər sazlanma panelində çıxışa verilir. Bundan başqa bu intervalda günlərin, tam həftələrin, ayların və illərin sayı hesablanır. Bu hansı gün, həftə, ay və il sayına görə modelin qurulacağını göstərmək üçün edilmişdir. Seçilmiş intervala daxil olan həftələr, aylar və illər tam hesab edilir. Məsələn, şəkil 4.6.1-də göstərildiyi kimi 14.03.2013-cü ildən 27.08.2013-cü ilə qədər olan seçilmiş interval üçün aşağıdakı dövrü modellərin qurulması mümkündür:

1. Günlük model. Bu modelin qurulması üçün 14.03.2013-cü ildən 27.08.2013-cü ilə qədər olan 167 günün verilənləri istifadə olunacaqdır.
2. Həftəlik model. Bu modelin qurulması üçün 18.03.2013-cü ildən 25.08.2013-cü ilə qədər olan 23 həftənin verilənləri istifadə olunacaqdır.
3. Aylıq model. Bu modelin qurulması üçün 01.04.2013-cü ildən 31.07.2013-cü

ilə qədər olan 4 ayın verilənləri istifadə olunacaqdır.

4. İllik model. Baxılan halda seçilmiş interval bir il müddətindən az olduğundan, illik modelin qurulması mümkün hesab edilir.

Göründüyü kimi baxılan halda modelləşdirmə üçün yalnız tam həftələrin, ayların və illərin verilənlərindən istifadə edilmişdir. Amma proqramda tam olmayan həftələrin, ayların və illərin verilənlərindən istifadə etməklə modelləşdirmənin mümkünlüyünə baxılmışdır. Modelləşdirmə üçün seçilmiş intervala qismən daxil olan həftə, ay və illər tam olmayanlar hesab edilir. Tam olmayan həftə, ay və illərə görə modelləşdirmə aparmaq üçün operator “Use only full weeks and months” elementindəki işarəni ləğv etməlidir. Bu halda günlük modeldən başqa bütün növ modellərin qurulması üçün atıq 11.03.2013-cü ildən 01.09.2013-cü ilə qədər olan 25 həftənin verilənləri, aylıq modelin qurulması üçün 01.03.2013-cü ildən 31.08.2013-cü ilə qədər olan 6 ayın verilənləri, illik modelin qurulması üçün isə 01.01.2013-cü ildən 31.12.2013-cü ilə qədər 1 ilin verilənləri istifadə olunacaqdır. Beləliklə, modelin tipi seçilmiş müvəqqəti intervala görə üstünlüyə malik olacaq və sonuncu isə intervaldakı ilk və son həftələrin, ayların və illərin sərhədlərinə qədər genişlənmə yolu ilə avtomatik korreksiya olunacaqdır.

Tam olmayan həftələr, aylar və illəri istifadə edən modellər tam dövrləri istifadə edənlərlə müqayisədə daha kobud görünə bilərlər. Məsələn, baxılan halda qeyri-tam verilənlər üzrə qurulan illik model hər şeydən əvvəl tamamilə yanlış görünür.

Həftəlik modelin qurulmasına başlamazdan əvvəl verilənlər üzərində ilkin emal prosedurları yerinə yetirilməlidir. Bu emal prosesi xaraktercə statistikdir və faktiki olaraq seçilmiş modelin tipindən asılı olaraq verilənlərin orta qiymətinin tapılması ilə məhdudlaşır.

Gündəlik model üçün verilənlərin ilkin emalı. Əgər bir gün ərzində hansısa parametrin bir neçə dəfə ölçülməsi aparılmışdırsa, onda ilk öncə bu ölçmələrin orta qiyməti tapılmalıdır. Sonra isə orta günlük qiymətlər modelləşdirmə proqramına ötürüləcəkdir.

Beləliklə, modelin qurulması üçün $a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n$ verilənlər yığımı istifadə olunur. Burada n – seçilmiş intervaldakı günlərin sayı, a_i isə i -ci gün üçün orta

qiymətdir və aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$a_i = \frac{1}{k_i} \sum_{j=1}^{k_i} b_j . \quad (4.6.1)$$

Burada k_i – i -ci gündəki ölçmələrin sayı,

b_j – isə i -ci gündəki j -ci ölçmənin nəticəsidir.

Həftəlik model üçün verilənlərin ilkin emalı. Burada emal iki mərhələdə yerinə yetirilir. Birinci mərhələdə hər bir gün üçün ayrıca əldə olunmuş verilənlərin orta qiyməti tapılır. İkinci mərhələdə isə ayrıca olaraq hər bir həftə üçün orta qiymətlər hesablanır. Sonra emal olunmuş verilənlər modelləşdirmə proqramına ötürülür. Beləliklə, modelin qurulması üçün $c_1, c_2, \dots, c_i, \dots, c_w$ verilənlər yığımı istifadə olunur.

Burada w – seçilmiş intervaldakı həflərin sayı,

c_i isə i -ci həftə üçün orta qiymət,

$$c_i = \frac{1}{l_i} \sum_{j=1}^{l_i} a_j \text{ kimi təyin olunan } l_i - i\text{-ci həftədə ölçmələrin sayı,}$$

a_j – i -ci həftənin j -ci günündə ölçmələrin orta qiymətidir və (4.6.1) düsturu ilə tapılır.

Aylıq model üçün verilənlərin ilkin emalı. Burada da emal iki mərhələdə yerinə yetirilir. Birinci mərhələdə ayrıca olaraq hər bir gün üçün əldə olunmuş verilənlərin orta qiyməti tapılır. İkinci mərhələdə isə, hər bir ay üçün orta qiymətlər hesablanır. Sonra emal olunmuş verilənlər modelləşdirmə proqramına ötürülür. Beləliklə, modelin qurulması üçün $d_1, d_2, \dots, d_i, \dots, d_p$ verilənlər yığımı istifadə olunur.

Burada p – seçilmiş intervaldakı ayların sayı,

d_i – i -ci ay üçün orta qiymətdir:

$$d_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} a_j . \quad (4.6.2)$$

Burada m_i – i -ci aydakı ölçmələrin sayı,

a_j – i -ci ayın j -ci günündəki ölçmələrin orta qiymətidir və (4.6.1) düsturu ilə tapılır.

İllik model üçün verilənlərin ilkin emalı. Burada emal artıq üç mərhələdə yerinə

yetirilir. Birinci mərhələdə hər bir gün üçün ayrıca əldə olunmuş verilənlərin orta qiyməti hesablanır. İkinci mərhələdə hər ay üçün ayrıca olaraq orta qiymətlər hesablanır. Nəhayət, ikinci mərhələdə hər bir il üçün ayrıca olaraq orta qiymətlər hesablanır, sonra emal olunmuş verilənlər modelləşdirmə proqramına ötürülür. Beləliklə, modelin qurulması üçün $e_1, e_2, \dots, e_i, \dots, e_r$. verilənlər yığımı istifadə olunur.

Burada r – seçilmiş intervaldakı illərin sayı,

$$e_i - i\text{-ci il üçün orta qiymətdir və } e_i = \frac{1}{s_i} \sum_{j=1}^{s_i} d_j \text{ kimi hesablanır,}$$

s_i – i -ci ildə ölçmələr aparılan ayların sayı,

d_j – i -ci ilin j -ci ayının orta qiymətidir və (4.6.2) düsturu ilə tapılır.

Panelin köməyi ilə aparılmış bütün dəyişikliklərin tətbiqi üçün “Apply” düyməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Beləliklə, sazlama panelinin üst hissəsinin köməyi ilə modelin tipini seçməklə bərabər, həm də AQUM metodu əsasında modelləşdirmə üçün arqumentlər qrupunun tərkibini də müəyyən etmək mümkün olur.

4.6.3. Modelləşdirmə, proqnozlaşdırma və elektron xəritənin yaradılması prosesinin avtomatlaşdırılması

Yuxarıda göstəriləni kimi, əvvəlcə modelləşdirmə və proqnozlaşdırma mərhələləri ayrı-ayrı proses kimi götürülmüşdür. Belə ki, proqnoz yalnız model əsasında yaradıla bilər. Hətta proqnozun tipi yalnız modelin seçilmiş tipinə görə təyin edilir. Bundan başqa monitorinqdə olduğu kimi daha aşkar proqnozlaşdırılma nəticələri məhz elektron xəritə şəklində göstərilə bilər. Bütün bu deyilənləri nəzərə alaraq modelin qurulmasını, proqnozun yaradılmasını və nəticələrin elektron xəritə şəklində təqdim edilməsini avtomatlaşdıraraq bu funksiyaları birləşdirmək qərara alınmışdır. Analoji olaraq monitorinqin verilənlər bazasından seçimin əldə edilməsi avtomatik olaraq verilənlərin ilkin emalı ilə və nəticələrin monitorinqin elektron xəritəsi şəklində çıxarılması ilə müşayiət olunur. Qeyd edək ki, çirklənmənin yayılmasını (elektron xəritənin ölçü layı) yalnız ən azı üç müşahidə nöqtəsində çirklənmə haqqında verilənlər məlum olduqda hesablamaq olar. Bu məsələ

yayılmanın əldə edilməsi üçün, Delone trianqulyasiyasından istifadə faktı ilə şərtləndirilir. Beləliklə, modernləşdirmədən sonra proqram elektron xəritəni iki rejimdə çıxışa verə bilər. Birinci rejim verilənlər bazasından seçimin əldə edilməsindən dərhal sonra baş verir. Alınmış verilənlər ilkin emaldan keçir və hər bir qeyd olunmuş müşahidə nöqtəsi üçün orta qiymətlərin cədvəli şəklində çıxışa verilir. Bundan dərhal sonra çirklənmənin yayılması layı qurulur və monitorinqin elektron xəritəsi tərtib edilir.

İkinci rejim modelin alınması, proqnozun tərtibi və onun elektron xəritə şəklində təsvirindən ibarətdir. Avtomatlaşdırmanı, yəni modelləşdirmə proqnozlaşdırma və proqnozun elektron xəritə şəklində çıxarılması proseslərinin ardıcıl işə salınmasını modelləşdirmənin proqnozlaşdırmanın sazlanma panelindəki “Make Forecast” elementi yerinə yetirir. Eyni zamanda aşağı hissədə hansı tip proqnoz və onun hansı dövr üçün veriləcəyi barədə məlumat əks olunur. Şəkil 4.6.1-də göstərildiyi kimi baxılan halda 26.08.2013-cü ildən 01.09.2013-cü ilə qədər olan dövr üçün həftəlik proqnoz seçilmişdir.

Beləliklə, proqramın modernləşdirilməsi bir neçə prosesi avtomatlaşdırmağa və modelləşdirmənin və proqnozlaşdırmanın əyaniliyini artırmağa imkan vermişdir.

4.6.4. Monitorinqin nəqliyyat xərclərinin azaldılması məqsədilə müşahidə nöqtələri arasında optimal hərəkət marşrutunun seçilməsi

Məlum olduğu kimi monitorinqin mahiyyəti ayrı-ayrı zaman və nöqtələrdə müxtəlif çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasının ölçülməsi üzrə aparılan tədbirlərdən ibarətdir. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin aparılması kifayət qədər uzun bir proses olmaqla onun həyata keçirilməsi üçün tələb olunan xərclər aşağıdakılardan ibarətdir:

- avtomobilin müşahidə nöqtələri arasında hərəkəti üçün icazə, yanacaq və istismar xərcləri;
- ölçü cihazlarının əldə olunması və onların avtomobildə quraşdırılması xərcləri;
- amortizasiya xərcləri;

- işlənən və köməkçi materiallar;
- təşkilati, o cümlədən monitorinqin aparılması metodikasının işlənilməsi xərcləri;
- personalın əmək haqqının ödənilməsi xərcləri;
- əlavə və digər xərclər.

Göstərilən siyahıda ən çox xərc yanacaq xərclərinin payına düşür ki, bunu da monitorinqin müşahidə nöqtələri arasındakı hərəkət marşrutunu optimallaşdırmaqla azaltmaq olar. 2013-2014-cü illərdə Milli Aerokosmik Agentliyində Bakı şəhərinin doqquz müşahidə məntəqəsi üzrə atmosfer çirklənməsinin monitorinqi aparılmışdır. Bu zaman havanın tərkibində mövcud olan dəm qazı, azot oksidi, formaldehid, furfurool və digər zəhərli qaz və aerosolların miqdarına nəzarət həyata keçirilmişdir. Ölçmələr üçün müxtəlif cihazlar, o cümlədən altıya qədər müxtəlif toksiki və partlama təhlükəsi olan qazlara nəzarət edən MX 6 iBrid multiqaz analizatoru, ИБТМ-7К rütubət və temperatur ölçəni, aerosol vəziyyətində çirkləndirici maddələrin konsentrasiyasını ölçmək üçün ПЗБП «АТМОСФЕРА» nümunə götürən zond cihazı və digər ölçü qurğuları Rusiya istehsalı olan “UAZ” maşınında quraşdırılmışdır. Beləliklə, həmin maşının bortunda mobil-ölçmə laboratoriyası komplektləşdirilmişdir. Mütəxəssislər qrupu planlaşdırılmış məntəqələrə getmiş və monitorinq müşahidələri aparmışlar. Həmin müşahidələrdə iqtisadi səmərəliliyin qiymətləndirilməsi yeni texnologiyaların tətbiqi ilə birbaşa bağlıdır.

Dünya internet şəbəkəsinin sürətli inkişafı alimlərin, mühəndislərin, tədqiqatçıların əməyini köklü şəkildə asanlaşdırmışdır. Müxtəlif elm və bilik sahələrinə aid olan elektron resurs və saytların sürətlə artması nəticəsində artıq yeni qurğuların və ya proqram təminatının işlənilməsi üçün lazım olan informasiyanı cəmi bir neçə saniyə ərzində əldə etmək mümkün olmuşdur. Bu zaman Google, Baidu, Yahoo, Yandex, Bing və digər böyük veb-servislər əhəmiyyətli rol oynayırlar. Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda sadalanan axtarış sistemlərinin siyahısı onlar arasında lider olan Google (bütün istifadəçi sorğularının 65%-ni təşkil edir) axtarış sisteminin köməyiylə cəmi 0,37 saniyə ərzində əldə edilmişdir. Buna görə də Bakı şəhərinin atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin aparılmasına hazırlıq zamanı Google-un veb-

servislərindən biri olan Google Maps-dən istifadə edilmişdir. Dissertasiya işinin ikinci fəslindəki cədvəl 2.4.4-də ölçmələrin aparıldığı bütün müşahidə nöqtələrinin siyahısı verilmişdir. Bununla yanaşı ölçü cihazlarına malik maşının yerləşdiyi bir nömrəli bazanı da bu siyahıya əlavə etdik. Növbəti monitoring nöqtəsinə hər bir çıxış bazadan başlamış və bazaya qayıtmaqla da sona çatmışdır. Cədv.4.6.2-də bazasının və monitoring tədbirlərinin aparıldığı bütün nöqtələrin ünvanları göstərilmişdir.

Cədvəl 4.6.2

Bazanın və monitoringin müşahidə nöqtələrinin ünvanları

Məntəqənin №-si	Ünvan
1	S.S.Axundov küç, 2
2	Bibi-Heybət qəs, Məktəbli küç, 40
3	NZS qəs, Babək pr, 66
4	Heydər Əliyev pr, 66
5	9-cu mkr, Mir Cəlal küç, 127
6	Qara Qarayev pr, 71
7	Qurban Abbasov küç, 16
8	Sabunçu qəs, Məmmədəliyev küç, 6
9	Şərifzadə küç, 174
10	Xudu Məmmədov küç, 3

Cədvəl 4.6.2-də göstərilmiş birinci məntəqə monitoring verilənlərinin emalı mərkəzi və mobil ölçmə laboratoriyasına aid qarajın yerləşdiyi ərazidir. Buradan digər məntəqələrə qədər optimal hərəkət marşrutunun təyin edilməsi, yanacaq xərclərinin azaldılması və hərəkət vaxtının qısaldılması üçün xüsusi kompüter proqramı işlənilmişdir. Proqram üçün giriş verilənləri tanınmış veb-servis olan “Google Maps”-dən istifadə etməklə əldə olunmuşdur. Bunun üçün həmin saytda bütün mümkün kəsişmələrdə bütün monitoring məntəqələrinin ünvanları daxil edilmişdir. Bu halda sayt ilk daxil edilmiş məntəqədən ikinciyə qədər olan minimal yolun uzunluğunu və bu yolun qət edilməsi üçün tələb olunan zaman haqqında informasiya vermiş, sonra isə ünvanlar yerlərlə əvəz edilmişdir. Beləliklə, müşahidə məntəqələrinin bütün kombinasiyalı variantları üçün onlar arasındakı məsafələr cədvəli tərtib olunmuşdur (cədvəl 4.6.3).

Cədvəl 4.6.3

Monitoring nöqtələri arasındakı yolun uzunluğu, km

Çıxma məntəqəsinin nömrəsi	Gəlib çatma məntəqəsinin nömrəsi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		17,4	11,6	8,0	4,1	9,4	11,5	12,9	6,3	14,7
2	17,5		16,2	14,0	21,9	20,8	6,3	22,0	21,0	18,2
3	12,6	17,5		8,3	15,7	6,6	11,3	10,1	18,9	5,4
4	6,9	13,4	7,2		8,9	9,6	7,3	10,8	11,6	10,2
5	3,6	22,0	19,3	12,3		13,7	12,9	13,5	3,6	20,6
6	10,8	21,7	6,8	8,2	15,1		15,5	6,2	14,3	6,0
7	13,9	5,9	13,7	11,4	13,5	18,3		19,5	15,6	16,6
8	12,4	22,6	11,1	9,2	12,9	5,4	16,5		15,9	12,3
9	5,6	17,6	17,7	10,7	3,6	12,1	9,3	15,6		19,0
10	15,6	19,7	5,8	11,2	23,2	8,7	14,3	13,6	22,3	

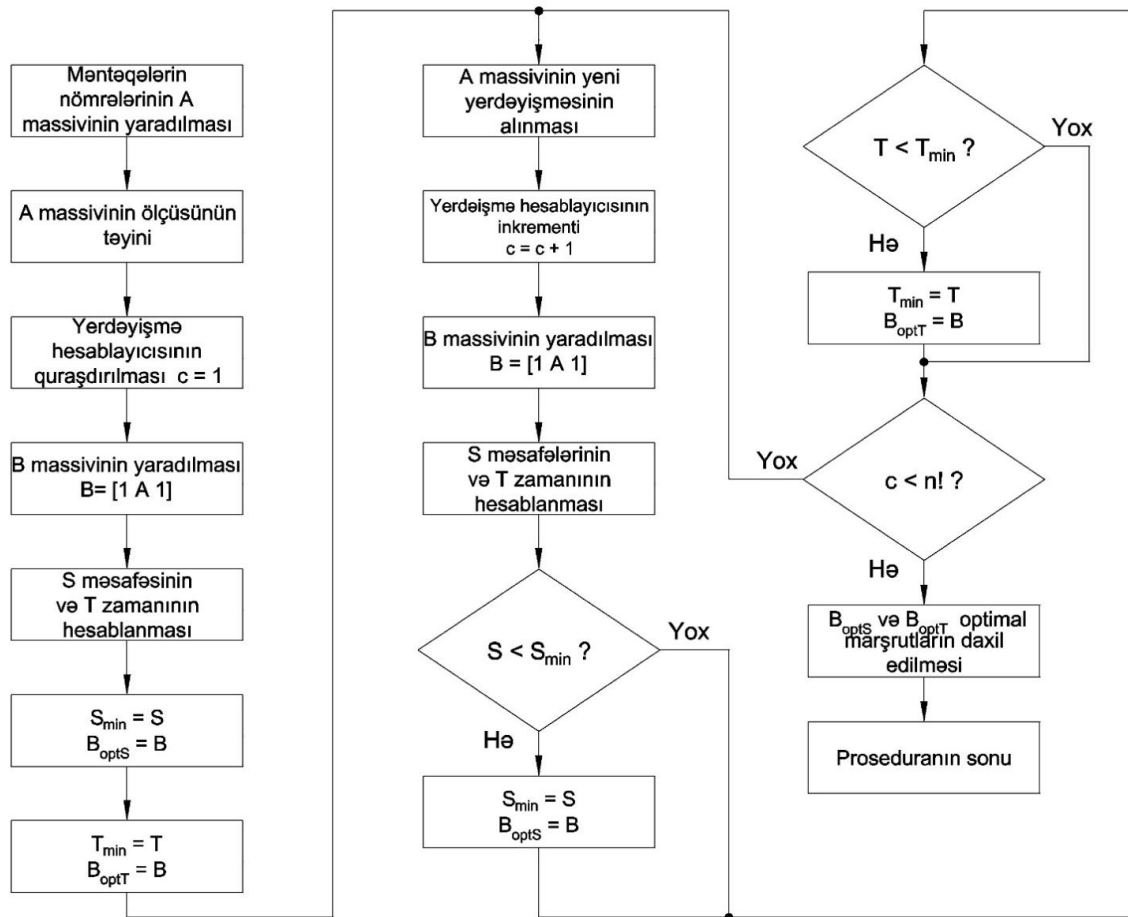
Analoji cədvəl monitoring məntəqələri arasındakı yolu qeyd etmək üçün lazım olan zaman üçün də tərtib edilmişdir (cədvəl 4.6.4).

Cədvəl 4.6.4

Məntəqələr arasındakı hərəkət üçün zaman sərfiyyatı, dəq

Çıxma məntəqəsinin nömrəsi	Gəlib çatma məntəqəsinin nömrəsi									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		33	28	13	13	14	26	19	17	28
2	30		25	20	27	28	11	29	22	25
3	30	34		18	38	18	28	22	32	19
4	15	24	15		22	12	18	13	20	16
5	12	30	35	21		22	32	29	15	36
6	19	35	18	13	25		26	12	20	15
7	29	10	24	19	29	25		28	25	25
8	18	33	21	12	32	8	24		20	22
9	13	25	30	18	15	18	22	22		32
10	29	35	13	20	38	19	28	23	33	

Optimal marşrutun təyini proqramının alqoritmi şəkil 4.6.2-də verilmişdir.



Şəkil 4.6.2. Optimal marşrutun təyini proqramının algoritmi

Təklif olunan proqram aşağıdakı kimi işləyir. Əvvəlcə qeyd edilmiş gündə bütün ölçmələrin aparılmasının tələb olunduğu bütün müşahidə məntəqələrinin nömrələri daxil edilmişdir. Bu cədvəl 4.6.2-də göstərilmiş istənilən n sayda nöqtə ola bilər. Belə yerdəyişmələrin sayı $n!$ qədərdir.

Yerdəyişmələrin generasiyası üçün Deykstranın algoritmi istifadə olunmuşdur. Hər bir növbəti yerdəyişmə özündə bu məntəqələr arasındakı hərəkət qaydasını əks etdirir. Cədvəl 4.6.3-də olan verilənlər əsasında yerdəyişmənin köməyiylə seçilmiş qaydada monitoring məntəqə və əksinə bazaya dönüş üçün olan ümumi yolun uzunluğu hesablanır. Həmçinin, çıxış anından bazaya qayıdış anına qədər olan vaxt da hesablanır. Ölçülən məsafə və zamanların ən yaxşı və ən pis qiymətləri, həmçinin bu nöqtələrdəki hərəkət qaydası yadda saxlanılır. Beləliklə, ən qısa və ən uzun, ən sürətli və ən uzun müddətli yollar təyin edilir.

Deykstranın algoritmi aşağıdakı şəkildə işləyir. Fərz edək ki, n ölçülü ədədlər massivi verilmişdir. Bu ədədlərin bütün mümkün yerdəyişmələrini əldə etmək üçün

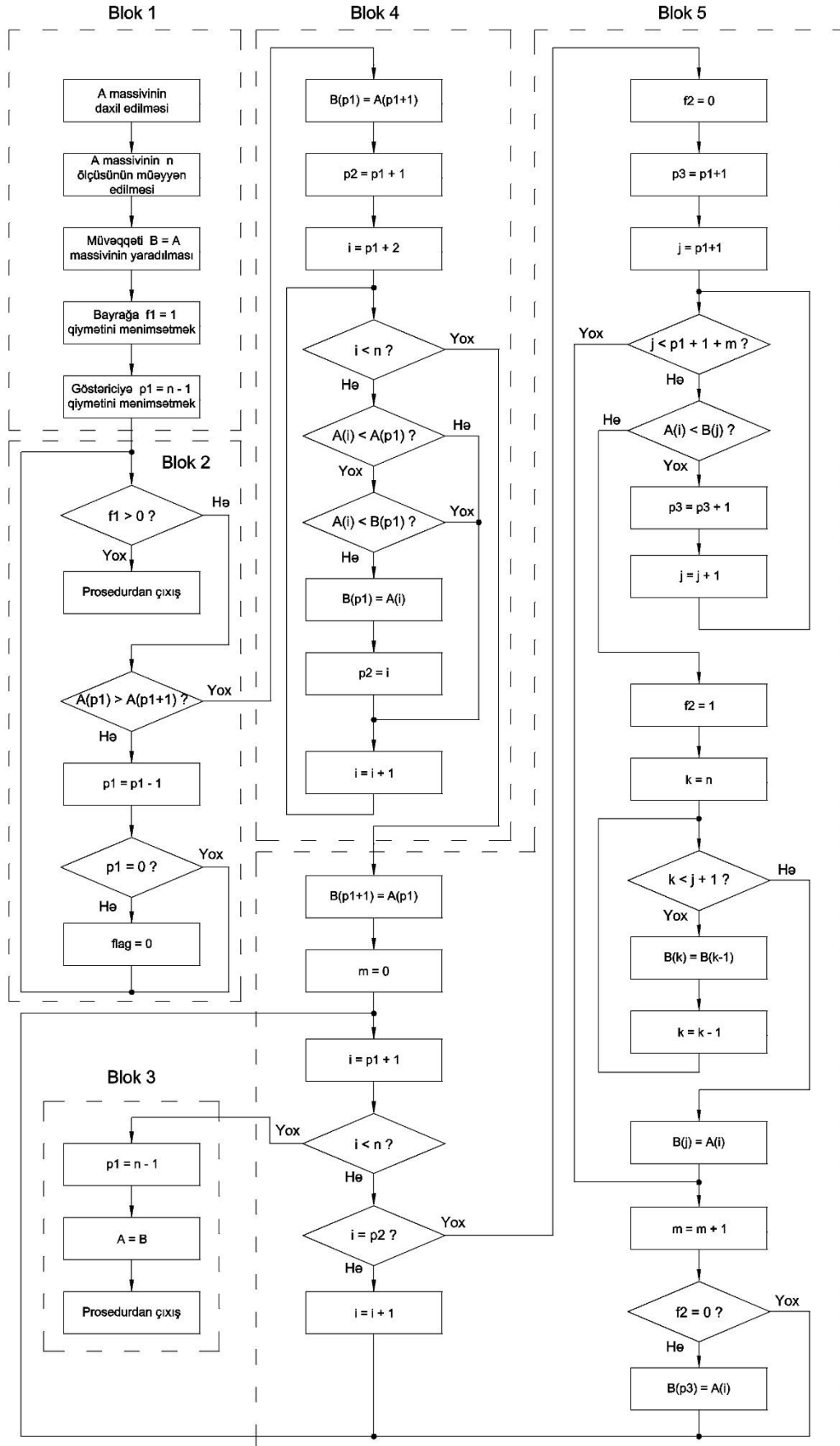
massiv elementlərin artımı üzrə nizamlanmalıdır. Alqoritmın işi nəticəsində artım üzrə nizamlanmış $n!$ sayda yerdəyişmələr alınacaqdır. Beləliklə, sonuncu alınmış yerdəyişmə azalma üzrə nizamlanmış ilkin ədədlər massivindən ibarət olacaqdır. Məsələn, [1 2 3 4 5] massivini götürsək, bu massiv birinci yerdəyişmədir. Növbəti yerdəyişmələr isə [1 2 3 5 4], [1 2 4 3 5], [1 2 4 5 3] və s., sonuncu [5 4 3 2 1] olacaqdır.

Alqoritm $A(i) < A(i+1)$ bərabərsizliyini ödəyən ədədlər cütünün axtarışından başlayır. Burada i - ədədin massivdəki yerinin nömrəsidir. Bu ədədlər cütünün axtarışı massivin sonundan, yəni $i = n - 1$ indeksindən başlayır. Əgər $A(i)$ və $A(i+1)$ bərabərsizliyi ödənmirsə, onda i -ni bir vahid azaltmaq və $A(i)$ və $A(i+1)$ -i yenidən müqayisə etmək lazımdır. Əgər belə cüt tapılmazsa, yəni $i=0$ olarsa, onda bu o deməkdir ki, verilən massivdə artıq bütün mümkün yerdəyişmələr aparılmışdır. Əgər $A(i) < A(i+1)$ şərti ödənilərsə, onda yerdəyişmə etmək lazımdır. Bu isə iki mərhələdə baş verir. Birinci mərhələdə massivin $A(i)$ elementi və $A(i+1), \dots, A(n)$ elementdən ən kiçik, amma eyni zamanda $A(i)$ -dən böyük olanı seçilir və onların mövqeləri dəyişdirilir. İkinci mərhələdə massivin yerdə qalan $A(i+1), \dots, A(n)$ elementlərinin artımı üzrə yeni bir yerdəyişmə olur. Deykstranın alqoritmını realizə edən prosedurun sxemi şəkil 4.6.3-də göstərilmişdir.

Şəkildən göründüyü kimi alqoritmın bütün əməliyyatlarını öz funksiyalarına görə beş bloka bölmək olar. Blok 1 alqoritmlərin qəbul edilməsi və lokal dəyişənlərin yaradılması üçün təyin edilmişdir. Alqoritmlər kimi o , A massivini və n ölçüsünü qəbul edir. Blok 1-də B massivi, $f1$ -prosedurdan çıxış bayrağı və yerdəyişmə üçün massivin elementinə $p1$ göstəricisi yaradılır.

Blok 2 yerdəyişmə imkanının müəyyən edilməsi üçün, həmçinin massivin elementləri artıq azalma üzrə nizamlanıqda, yəni yerdəyişmənin mümkün olmadığı halda, prosedurdan çıxmaq üçün təyin edilmişdir. Bu $p1$ göstəricisinin qiyməti massivin həddlarından kənara çıxdığı halda, yəni $p1=0$ olduqda baş verir. Bu zaman $f1$ bayrağının qiyməti dəyişir və bundan sonra müqayisələr aparılmır. Bayrağın qiyməti çağırılan proqrama qaytarılır ki, bu da bütün yerdəyişmələrin sona çatdığını göstərir. Yerdəyişmə imkanının təyin edilməsi üçün $A(p1) < A(p1+1)$ bərabərsizliyi

yoxlanılır. Əgər bərabərsizlik ödənilirsə onda idarəetmə blok 2-yə ötürülür.



Şəkil 4.6.3. Deykstranın algoritmi

Blok 3 isə əksinə, yeni başa çatmış yerdəyişmənin qiymətini çağırılan proqrama qaytarır. Bu yerdəyişmənin müvəqqəti B massivində mütəmadi olaraq necə yaradılması daha sonra göstəriləcək. Yerdəyişmənin yaradılması sona çatdıqdan sonra o, A massivinə yenidən yazılır və çağırış proqramına qaytarılır. Bundan başqa $p1$ göstəricisi yenidən massivin axırdan ikinci mövqeyinə yerləşdirilir.

Blok 4 komanda ilə blok 2-dən işə salınır və ilkin massivin $p1$ mövqeyinə yerləşdiriləcək elementinin müəyyən edilməsi üçün təyin edilmişdir. Daha əvvəl göstəriləndi kimi bu element $A(p1+1), \dots, A(n)$ elementlərindən kiçik, lakin $A(p1)$ elementlərindən isə böyük olmalıdır. Fərz edək ki, bu elementin A massivindəki indeksi $p2$ olacaq. Bu indeks yadda saxlanılır. Hər bir əməliyyatdan sonrakı bütün dəyişikliklər yalnız müvəqqəti B massivi üzərində aparılır. A massivi blok 4 və blok 5-in bütün komandalarının icra edildiyi müddətdə dəyişməz olaraq qalır. Beləliklə, blok 4-ün komandaları sona çatdıqdan sonra B massivinin $p1$ mövqeyinə artıq zəruri olan ədəd, yəni $B(p1) = A(p2)$ ədədi yazılmış olur.

Nəhayət, blok 5 $p2$ mövqeyi istisna olmaqla A massivinin $p1$ mövqeyindən başlayaraq n -ci mövqeyinə qədər yerdə qalan elementlərinin son nizamlanmasını həyata keçirir. Artım üzrə nizamlanmış bütün bu elementlər B massivinin $p1+1, \dots, n$ -ci yazılırlar. Beləliklə, blok 5-in əməliyyatları sona çatdıqdan sonra B massivində artıq yeni yerdəyişmə mövcud olur. Sonra blok 3 onu A massivinə yenidən yazır və çağırış proqramına qaytarır. Bu əməliyyatla da yerdəyişmə proseduru sona çatır.

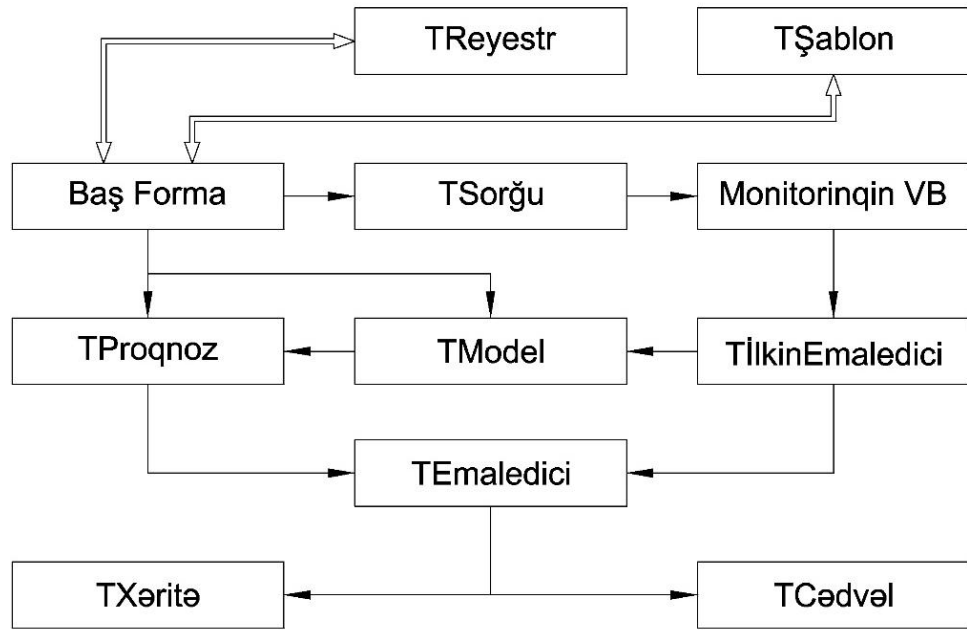
Şəkil 4.6.4-də bütün müşahidə məntəqələri arasında optimal hərəkət marşrutunun göstəriləndiyi monitorinqin elektron xəritəsi verilmişdir [7, s.151]. Məntəqələrin nömrələri cədvəl 4.6.2 – 4.6.4-də göstərilmiş nöqtələrə uyğun seçilmişdir.

Proqram MATLAB mühitində yazılmış və yüksək sürətlə işləmişdir. Cəmi bir saniyə ərzində müşahidə nöqtələri arasındakı optimal hərəkət marşrutu təyin edilir. Göstərilmiş metodun effektivliyinin izahı üçün aşağıdakı rəqəmləri göstərmək kifayətdir. Belə ki, optimal və ən uzun yol arasındakı fərq, hansını seçməyin mümkün olması, bütün doqquz müşahidə nöqtələrinin marşrutlarının 96 km və sərf olunan zamanın 2 saatdan çox olması göstərilə bilər. Beləliklə, düzgün olmayan marşrut

4.6.5. Proqramın obyekt modeli və qrafik interfeysi

Aparılmış modernləşdirmə nəticəsində ayrı-ayrı proqramların birbaşa baş formadan çağırılması, vahid işçi sahənin yaradılması və sistemin yeni funksiyalarla tamamlanması təmin edilir. Yeni proqram obyekt yönümlü proqramlaşdırmadan istifadə etməklə MATLAB mühitində yazılmışdır. Buna görə də onun funksiyalarının təsviri üçün ayrı-ayrı proqram modullarından ibarət olan və şərti olaraq obyektlər adlandırılan proqram sxeminin göstərilməsi əlverişli hesab edilmişdir. Bu obyektlərdən hər biri özünün müəyyən funksiyalarının yerinə yetirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Obyektlər öz aralarında və baş forma ilə qarşılıqlı əlaqədə

olurlar. Proqramın obyekt modeli şəkil 4.6.5-də göstərilmişdir.



Şəkil 4.6.5. Proqramın obyekt modeli

Proqramın işi onun baş forması ilə idarə olunur. Monitorinqin verilənlər bazasına qoşulduqdan sonra proqram cavab olaraq aşağıdakı informasiyanı əldə edir:

- monitorinq zamanı ölçmələri aparılan və məhz atmosfer çirkləndiriciləri və meteoroloji parametrlər kimi iki qrupa bölünən bütün parametrlərin siyahısı;
- ölçmələrin aparıldığı bütün yerlərin siyahısı;
- monitorinqin başlanma və bitmə tarixləri.

Operator siyahıdan lazım olan çirkləndiricini seçər, bir və ya bir neçə monitorinq aparılan nöqtələri qeyd edə və ölçmələrin başlanma və bitmə tarixlərini verə bilər. Daxil edilmiş qiymətlər əsasında proqramın TSorğu obyektini verilənlər bazasına sorğu göndərir. Yuxarıda göstərilmiş meyarları ödəyən ölçmələrin qiymətləri ilkin emal üçün TİlkinEmaledici obyektinə ötürülür. İlk emaldan sonra verilənlər nəticələrin çıxarılmasına hazırlıq üçün TEmaledici obyektinə və ya modelləşdirmə üçün TModel obyektinə ötürülə bilər.

Model çoxfaktorlu modelləşdirmədə özünü təsdiq etmiş arqumentlərin qrup uçotu metodu əsasında qurulur. Modelin qurulması üçün operator siyahıdan zəruri arqumentin sayını seçir. Beləliklə, bu proqram konkret atmosfer çirkləndiricilərinin

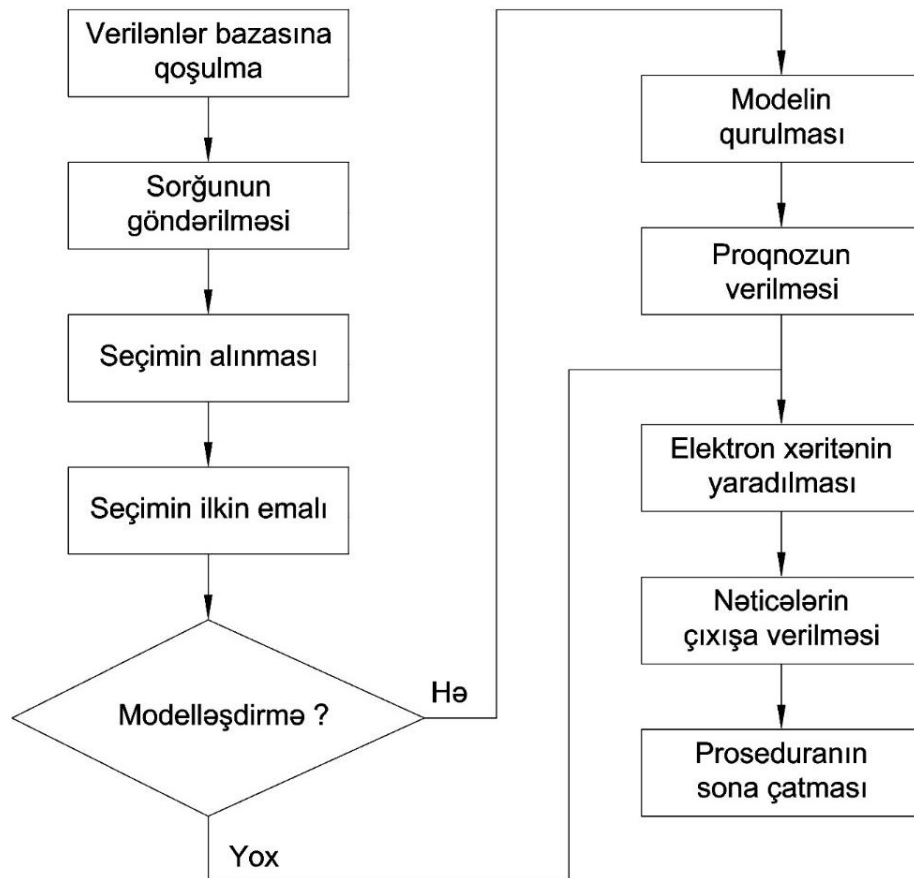
dəyişən argument sayından asılılığını əks etdirən müxtəlif modellər almağa imkan verir. Modelin formulu qismüddətli və ortamüddətli proqnozu əldə etmək üçün TProqnoz obyektinə ötürülür. Proqnozlaşdırmanın nəticəsi isə nəticələrin çıxışa hazırlanması üçün yuxarıda sadalanan TEaledici obyektinə ötürülür. Monitorinqin və proqnozun nəticələri cədvəl və ya qrafik şəkildə çıxışa verilə bilər. Nəticələrin cədvəl şəklində çıxarılmasını TCədvəl obyektini təmin edir. Ölçmələrin aparıldığı bütün nöqtələrdə seçilmiş dövr üzrə orta qiymətlər və həmçinin bütün monitorinq sahəsi üzrə də yekun orta qiymət çıxarılır. TXəritə obyektini nəticələrin üç laydan ibarət olan elektron xəritə şəklində göstərilməsi üçün yaradılmışdır. Birinci lay monitorinq yerinin xəritəsini özündə əks etdirir. İkinci layda dairələrlə ölçmələrin aparıldığı bütün nöqtələr qeyd edilmişdir. Üçüncü layda isə Delone trianqulyasiyasının köməyi ilə qurulmuş seçilmiş atmosfer çirkləndiricisinin konsentrasiyasının yayılması əks olunmuşdur.

Yuxarıda göstəriləndi kimi proqram müxtəlif atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyalarının fərqli meteoroloji faktorlardan asılılığını modelləşdirməyə imkan verir. Hər dəfə hansı parametrlərin argumentlər kimi istifadə olunmasını yenidən seçməmək üçün modellərin sazlanmasını şablonlarda saxlamaq olar. Bu məqsədlə TŞablon obyektini yaradılmışdır. Şablon faylı meteoroloji faktorların modelləşdirilməsində nəzərə alınan çirkləndiricinin, müşahidə nöqtələrinin yeri və tarixlərinin və həmçinin modelin tipi və proqnoz haqqında informasiyaya malik ola bilər. Modelin tipi monitorinqin verilənlər bazasında olan informasiyanın hansı ilkin statistik emalının yerinə yetirilməsini göstərir. Proqnozun tipi qismüddətli (gün, həftə, ay) və ya ortamüddətli (yarımillik, illik) proqnozları göstərir. Əgər şablonda hansısa informasiya yoxdursa, onda standart qiymətlər tətbiq edilir. İnformasiya şablonda teqlər və onların qiymətləri şəklində yazılır. Nəhayət, Windows-un reyestri ilə qarşılıqlı əlaqədə olmaq üçün TReyestr obyektini yaradılmışdır. Bu obyektə standart proqram sazlamaları saxlanılır. Reyestrin köməyi ilə şablondakı standart sazlamalara malik olan yeni işçi layihəni, sonuncu istifadə olunmuş layihəni və ya istənilən digər mövcud layihəni açmaq olar. Beləliklə, seçimin əldə edilməsinin, modelin qurulmasının və proqnozun verilməsinin, həmçinin monitorinqin və

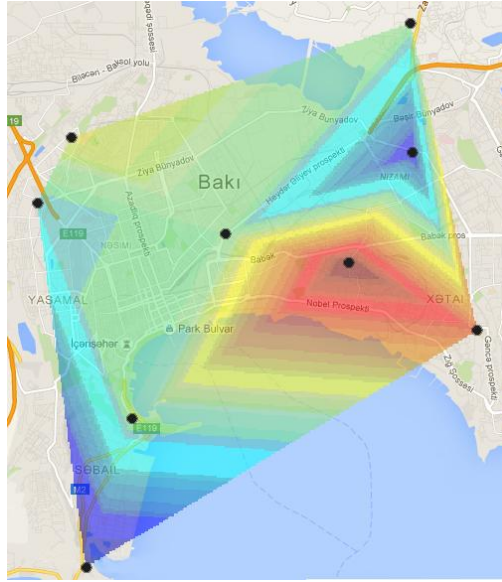
proqnozlaşdırmanın nəticələrinin təqdim olunması üçün yuxarıda təsvir edilmiş bütün prosedurları şəkil 4.6.6-da göstərilmiş alqoritm şəklində realizə etmək olar [37, s.50]. Proqramın qrafik interfeysi sorğunun yaradılması, nəticələrin cədvəl və elektron xəritə şəklində əks etdirilməsi üçün nəzərdə tutulmuş bir neçə paneli özündə saxlayan baş formadan, həmçinin modelləşdirmə, proqnozlaşdırılma və parametrlərin seçilməsi üçün bir neçə köməkçi pəncərədən ibarətdir.

Şəkil 4.6.7-də 2013-cü ildə Bakı şəhərində aparılmış monitorinqin nəticələrinə görə çirkləndirici kükürd qazının atmosferdəki maksimal konsentrasiyasının yayılmasını əks etdirən elektron xəritə verilmişdir.

Beləliklə, işlənilmiş proqram öz iş qabiliyyətliyini, iş prosesindəki rahatlığını, yüksək modelləşdirmə və proqnozlaşdırma dəqiqliyini, modelləşdirmə üçün arqumentlərin seçilməsi imkanının olmasını və nəticələrin təqdim olunmasının əyaniliyini təsdiq etmişdir. Tədqiqatın nəticələrinə əsasən Odessa şəhərinin atmosfer çirklənməsinin elektron xəritəsi qurulmuşdur [3, s.208].

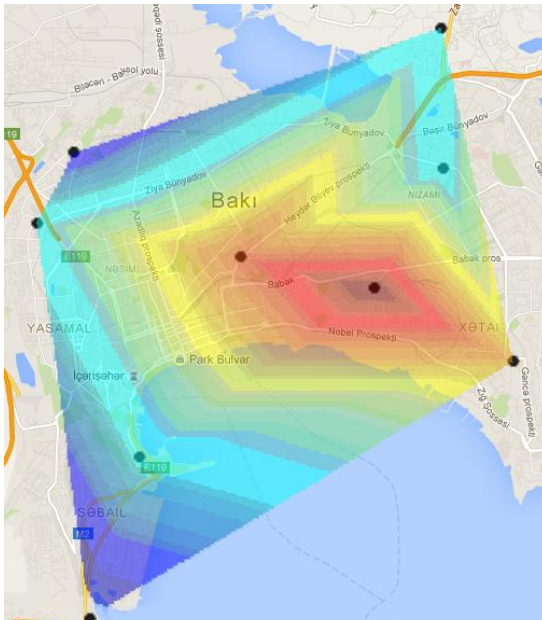


Şəkil 4.6.6. Atmosfer çirkləndiricisinin monitorinq verilənlərinin emalı prosedurunun alqoritmi

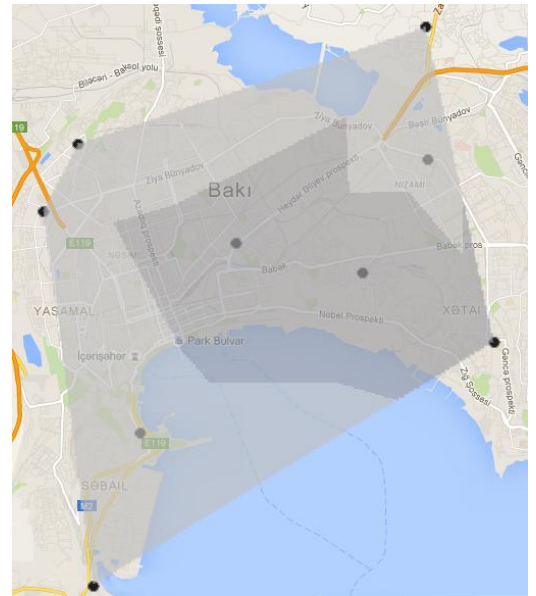


Şəkil 4.6.7. Bakı şəhərinin rayonları üzrə kükürd qazının maksimal illik qiymətlərinin paylanması

İşlənilmiş proqramın daha bir üstünlüyü aşağıdakından ibarətdir. Çırkəndiricilərin müxtəlif birləşmələrini təhlil edərək, atmosferin çirklənmə indekslərini hesablamaq və havanın keyfiyyət xəritələrini yaratmaq mümkündür. 4.6.8 şəkilində Bakı şəhərinin atmosfer çirklənmə indeksinin xəritəsi (a)-da və atmosferin çirklənmə səviyyələrinin xəritəsi isə (b)-də göstərilmişdir [29, s.323].



a)



b)

**Şəkil 4.6.8. Bakı şəhərinin atmosfer çirklənmə indeksinin xəritəsi (a),
Bakı şəhərinin atmosferin çirklənmə səviyyələrinin xəritəsi (b)**

4.7. İşlənilmiş əsas və köməkçi proqram təminatının əsas xüsusiyyətləri

Beləliklə, həyata keçirilmiş araşdırmaların nəticəsi olaraq atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün, həmçinin ölçmə nəticələrinin saxlanılmasını və nümayişini təmin edən proqram təminatı işlənilmişdir. Bütün işlənilmiş proqram təminatı şərti olaraq əsas və köməkçi proqramlara bölünmüş və aşağıda onların əsas xüsusiyyətləri göstərilmişdir:

Əsas proqramların xüsusiyyətləri:

1. Atmosfer çirklənməsinin konsentrasiyası haqqında sensorlardan alınan məlumatların kompüterə daxil edilməsi proqramı ("Interfeys").

Özəllik: proqramın interfeysi sensorlar dəstinin dəyişikliyi zamanı asanlıqla yenidən qurula bilər (Proqram C++ dilində yazılmışdır).

2. MS Access mühitində işlənilmiş monitorinqin verilənlər bazası proqramı.

Özəllik: VB-nin idarəetmə sistemi müxtəlif formatlı fayllardan məlumatların daxil edilməsinə imkan verir (Proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

3. Arqumentlərin qrup uçotu metodunun istifadəsinə əsaslanan modelləşdirmə proqramı.

Özəllik: müxtəlif modellərin qurulması zamanı arqumentlərin sayını dəyişdirməyə imkan verir (proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

4. Proqnozlaşdırma proqramı.

Proqnozlaşdırmanın dəqiqliyi 15%-dən azdır (proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

5. Atmosfer çirklənməsinin paylanması nüməyişi proqramı.

Özəllik: həm monitorinqin nəticələri üzrə, həm də proqnozlaşdırmalar haqqında elektron xəritələr yaratmağa imkan verir (proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

Köməkçi proqramların xüsusiyyətləri:

6. Elektron xəritənin 1-ci və 2-ci laylarının qurulması proseduru. 1-ci lay – monitorinq zonasının planını, 2-ci lay müşahidə məntəqələrinin yerini göstərir.

Özəllik: laylar Google Maps veb-xidmətindən istifadə etməklə alınmışdır. Bu halda plan müşahidə məntəqələrinin yerləşməsinə uyğun olaraq optimal qurulmuşdur.

7. Planda müşahidə məntəqələrinin koordinatlarının təyini proqramı (proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

8. Ölçmələrin aparılması zamanı müşahidə məntəqələri arasındakı optimal marşrutun təyini proqramı.

Özəllik: Google Maps veb-xidmətinin məlumatlarından istifadə edilmişdir (proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

9. Müxtəlif atmosfer çirkləndiricilərinin konsentrasiyasının paylanması qurulması proqramı.

Özəllik: konsentrasiyanın paylanması hesablanması üçün Delone trianqulyasiyası istifadə olunur (proqram MATLAB dilində yazılmışdır).

IV fəslin nəticələri

1. AQUM əsasında atmosferin çirklənmə modelinin qurulması metodu işlənilmişdir.

2. AQUM əsasında qurulmuş atmosferin çirklənmə modelinin qurulmasını realizə edən proqram işlənilmişdir. Proqramın alqoritminin, obyekt modelinin və qrafik interfeysinin təsviri verilmiş və sınaqları aparılmışdır.

3. Proqramın köməyi ilə təsiredici meteoroloji faktorların gözlənilən qiymətləri əsasında gələcəkdə atmosferin çirklənməsini proqnozlaşdırmağa imkan verən modellər qurulmuşdur.

4. Çirkləndiricilərin verilmiş qiymətləri, ərazi və zaman intervalı üzrə seçimin əldə olunmasını təmin edən monitorinqin verilənlər bazasının idarəetmə sistemi işlənilmişdir.

5. Monitorinqin yaradılmış elektron xəritəsinin coğrafi koordinatlara bağlantısı həyata keçirilmiş, alınmış nəticələr ArcGIS coğrafi informasiya sisteminin verilənlər bazasına daxil edilmişdir.

NƏTİCƏ

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 işlənilmiş və onun fəaliyyət prosedurları müəyyənləşdirilmişdir.
3. “İnterfeys” proqramı fayllarından, XML fayllarından və EXCEL cədvəllərindən monitorinqin müşahidə nəticələrinin VB-yə daxil edilməsi prosedurları və onların idarə olunma proqramı işlənilmişdir.
4. VEB servisdən istifadə etməklə xəritə üzərində müşahidə məntəqələrinin vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsinə və onların arasındakı optimal marşrutun seçilməsinə imkan verən monitorinqin aparılması metodikası işlənilmişdir.
5. AQUM əsasında atmosferin çirklənmə modellərinin qurulmasını realizə edən proqram işlənilmiş, obyekt modelinin və qrafik interfeysin təsviri verilmiş, sınaqlar aparılmışdır.
6. Qurulmuş modellər və meteoroloji faktorların gözlənilən qiymətləri əsasında atmosfer çirklənməsinin proqnozlaşdırılması proqramı işlənilmişdir.
7. Müəyyən zaman və məkan kriteriyaları üzrə konkret çirkləndiricilər üçün verilənlərin seçimini, onların paylanması elektron xəritələrdə təsvirini, həmçinin CIS mühitinə inteqrasiyasını təmin edən monitorinqin VB-nin idarəetmə sistemi işlənilmişdir.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Online hava keyfiyyəti məlumatları: [Elektron resurs] / URL: <http://eco.gov.az/az/onlayn-hava-keyfiyyeti-melumatlari>.
2. Mustafazadə, N.X. Abşeron yarımadasında atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılmasının aparılması üçün proqram kompleksinin işlənməsi // – Bakı: Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, – 2017. Cild 20, №3 (20),- s. 28-33.
3. Mustafazadə, N.X. Atmosfer çirklənməsinin monitorinq verilənlərinin emalının və modelləşdirilməsinin avtomatlaşdırılması // First International Scientific-Practical Conference: Modern Information, Measurement and Control Systems: Problems and Perspectives (MIMCS-2019), – Baku: Azerbaijan State Oil and Industry University, – 1-2 July, – 2019, – s.208.
4. 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, – Bakı: Qafqaz Universiteti, – 17-18 Aprel, – 2015, – s. 339-340.
5. Mustafazadə, N.X. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqinin elektron xəritəsinin yaradılması // Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların “Gənclər və elmi innovasiyalar” mövzusunda Respublika elmi-texniki konfransının materialları, – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti, – 2016, – s. 205-207.
6. Mustafazadə, N.X. Bakı şəhərinin atmosfer çirklənməsinin monitorinqi və modelləşdirilməsi // – Bakı: Azərbaycan Texniki Universiteti, Elmi Əsərlər, – 2015. Cild 1, № 4, – s. 175-181.
7. Mustafazadə, N.X. Atmosfer monitorinqində nəqliyyat xərclərinin azaldılması üsulu / N.X.Mustafazadə, G.X.Əliyeva // – Bakı: “Azərıtıfıaq” Azərbaycan Kooperasiya Universiteti, “Kooperasiya” elmi-praktiki jurnal, – 2018.

№3 (50), – s.148-153.

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

9. Süleymanov, T.İ. Atmosfer çirklənməsinin monitorinqi, modelləşdirilməsi və proqnozlaşdırılması üçün proqram-instrumental sisteminin modernləşdirilməsi / T.İ.Süleymanov, N.X.Mustafazadə // – Bakı: Azərbaycan Milli Aerokosmik Agentliyinin Xəbərləri, – 2019. Cild 22, №1 (22), – s. 42-47.

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

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

12. Агаев, Ф.Г. Объектная модель программы “İnterfeys” / Ф.Г.Агаев, Р.К.Гулузаде, Н.Х.Мустафазаде [и др.] // Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства, – Bakı, – 2015. Том 18, №2 (18), – с. 57-63.

13. Анализатор шума и вибрации «Ассистент»: [Электронный ресурс] / URL: https://ntm.ru/UserFiles/File/product/shum_i_vibr/rukovodstvo_asistent.pdf

14. Бахарев, Д.В. О нормировании и расчете инсоляции / Д.В.Бахарев, Л.Н.Орлова // – Москва: Светотехника, – 2006. № 1, – с.18-27.

15. Влияние метеорологических параметров на состояние загрязнения воздушного бассейна: [Электронный ресурс] / URL: <http://ecology-education.ru/index.php>

16. Газоанализатор мультигазовый MX-6 iBrid: [Электронный ресурс] / URL: <http://www.geo-ndt.ru/pribor-1765-gazoanalizator-myltigazovii-mx-6->

ibrid.htm

17. Газоанализатор непрерывного определения метана ГНОМ-1: [Электронный ресурс] / URL: <http://granat-e.ru/gnom-1.html>

18. Горлин, С.М. Изучение обтекания моделей рельефа и городской застройки в аэродинамической трубе / С.М.Горлин, И.М.Зражевский // – Санкт-Петербург: Труды ГГО, – 1971. Вып. 234, – с. 45-49.

19. Groshkov, A.N. Задача оптимального управления линейными объектами с распределенными параметрами (на примере управления качеством воздухом промышленного города) / А.Н.Грошков, В.С.Мельник // – Москва: Автоматика, – 1980. №1, – с. 57-66.

20. Guluzade, R.K. Программа ввода данных с настраиваемым интерфейсом / Р.К.Гулузаде, М.А.Абдуллаева, И.Г.Захаров [и др.] // Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства, – Баку: – 2014. Том 17, №1 (17), – с. 32-35.

21. Guluzade, R.K. Использование модуля E14-140 и программы “Sonar” для управления гидролокатором бокового обзора / Р.К.Гулузаде, М.А.Абдуллаева, С.В.Свеженцева [и др.] // Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства, – Баку: – 2009. Том 12, №3 (12), – с. 49-53.

22. Дозиметры-радиометры МКС-АТ1125, МКС-АТ1125А: [Электронный ресурс] / URL: <https://atomtex.com/ru/dozimetry-radiometry/dozimetry-radiometry-mks-at1125-mks-at1125a>

23. E14-140. Внешний модуль АЦП/ЦАП на шину USB: [Электронный ресурс] / URL: <http://lcard.ru>

24. Замай, С.С. Модели оценки и прогноза загрязнения атмосферы промышленными выбросами в информационно-аналитической системе природоохранных служб крупного города. Учебное пособие / С.С.Замай, О.Э.Якубайлик; – Красноярск: Краснояр. гос. ун-т., – 1998. 109 с.

25. Ибадов, А.А. Оперативная обработка сейсмической информации программой «SEYSMOQRAF» / А.А.Ибадов, Н.Х.Мустафазаде, Р.К.Гулузаде [и

др.] // Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства, Баку: – 2013. Том 16, №4 (16), – с. 29-33.

26. Ивахненко, А.Г. Ивахненко Г.А. Обзор задач, решаемых по алгоритмам Метода Группового Учета Аргументов (МГУА) / А.Г.Ивахненко, Г.А.Ивахненко: [Электронный ресурс] / URL: <http://gmdh.net/articles/rus/obzorzad.pdf>.

27. Мамедов, М.И. Применение метода группового учета аргументов для обработки данных мониторинга загрязнения атмосферы / М.И.Мамедов, Р.К.Гулузаде, Н.Х.Мустафазаде // – Баку: Известия Азербайджанского Национального Аэрокосмического Агентства. – 2015. Том 18, №3 (18), – с. 40-44.

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

29. Мустафазаде Н.Ч. 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.

30. Портативный термогигрометр ИВТМ-7К: [Электронный ресурс] / URL: <http://www.tehno.com/product.phtml?uid=B00120031585>

31. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений. ГН 2.1.6.3492-17: [Электронный ресурс] / URL: <http://docs.cntd.ru/document/556185926>

32. Пробоотборный зонд ПЗ БП «Атмосфера»: [Электронный ресурс] / URL: http://granat-e.ru/zond_pz_bm_atmosfera.html

33. Радиометр аэрозолей РАА-10: [Электронный ресурс] / URL: <http://ntm.ru/products/133/7278>

34. Реляционная СУБД Microsoft Access: [Электронный ресурс] / URL: <https://products.office.com/ru-ru/access>

35. Рудой, Е.М. Применение программы "Interfeys" для мониторинга атмосферных загрязнений / Е.М.Рудой, М.М.Гаджиев, Н.Х.Мустафазаде Measuring and computing devices in technological processes. №3 (52), 2015, с.114-117. Khmelnitsky, 2015
36. Степанова, Н.В. Влияние комплекса метеорологических условий на загрязнение атмосферного воздуха города / Н.В.Степанова, А.П.Шлычков // – Казань: Казанский медицинский журнал – 2004. Том 85, №5, – с. 380-383.
37. Сулейманов, Т.И. Автоматизация моделирования и прогнозирования атмосферного загрязнения / Т.И.Сулейманов, Н.Х.Мустафазаде, Р.К.Гулузаде [и др.] // – Одесса: Автоматизация Технологических и Бизнес Процессов – 2019. Том 11, №1, – с.47-52.
38. Сулейманов, Т.И. Обработка данных мониторинга атмосферных загрязнений города Баку / Т.И.Сулейманов, Н.Х.Мустафазаде, Р.К.Гулузаде // – Москва: Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика – 2016. №10, – с.41-45.
39. Фетисова Л.М., Короткова Н.В., Фетисова Н.А. Методы оценки и прогноза загрязнения воздуха: [Электронный ресурс] / URL: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/121.pdf
40. Юрачковский, Ю.П. Восстановление полиномиальных зависимостей на основе самоорганизации // – Москва: Автоматика – 1981. №4, – с.20-26.
41. AERMOD View: [Electronic resource] / URL: <http://weblakes.com/products/aermod/?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
42. AFTOX Model. Description and user's guide: [Electronic resource] / URL: <http://www.epa.gov/ttn/scram/userg/nonepa/aftoxdoc.zip>
43. Air Modeling Software. Software and Apps: [Electronic resource] / URL: <http://www.ehsfreeware.com/amodclean.htm>
44. Air Pollution Information System. Air Pollution Modelling (quick reference): [Electronic resource] / URL: <http://www.apis.ac.uk/air-pollution-modelling>
45. Air Quality Models. TTN – Support Center for Regulatory Atmospheric

Modeling / US EPA: [Electronic resource] / URL:
<http://www.epa.gov/scram001/aqmindex.htm>

46. Air Resources Laboratory. HYSPLIT – Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model: [Electronic resource] / URL:
<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>

47. Anjali Srivastava¹ and B.Padma S.Rao. Urban Air Pollution Modeling: [Electronic resource] / URL: <http://www.intechopen.com/books/air-quality-models-and-applications/urban-air-pollution-modeling>

48. BlueSky Modeling Framework: [Electronic resource] / URL:
<http://www.airfire.org/bluesky/>

49. Buoyant Line and Point Source: [Electronic resource] / URL:
<https://www3.epa.gov/scram001/userg/regmod/blpug.pdf>

50. C Builder: [Electronic resource] / URL: cppbuilder.ru/

51. CAL Roads View. Detailed Description: [Electronic resource] / URL:
www.scisoftware.com/environmental_software/detailed_description.php?products_id=104

52. CALINE4 – A Dispersion Model For Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways: [Electronic resource] / URL:
<https://www.weblakes.com/products/calroads/resources/docs/CALINE4.pdf>

53. Cambridge Environmental Research Consultants. Environmental Software and Services: [Electronic resource] / URL: <http://www.cerc.co.uk/environmental-software.html>

54. CAMEO (Computer-Aided Management of Emergency Operations) : [Electronic resource] / URL: <https://www.epa.gov/cameo>

55. Consequences Analysis of Using ISC-PRIME Over the Industrial Source Complex Short Term Model: [Electronic resource] / URL:
<https://www3.epa.gov/scram001/7thconf/iscprime/prmrpt.pdf>

56. Data access Connectivity and Analytics Solutions: [Electronic resource] / URL: <http://www.simba.com>

57. DEGADIS (Dence Gas Dispersion model). Description and user guide:

[Electronic resource] / URL: gcmd.nasa.gov/records/DEGADIS-Model.html

58. Delaunay Triangulation: [Electronic resource] / URL: <http://www.mathworks.com/help/matlab/math/delaunay-triangulation.html>

59. Department for Environment Food and Rural Affairs: [Electronic resource] / URL: <http://pollutantdeposition.defra.gov.uk/frame>

60. Emissions Factors & AP 42, Compilation of Air Pollutant Emission Factors: [Electronic resource] / URL: <https://www3.epa.gov/ttnchie1/ap42/>

61. EMSOFT User's Guide: [Electronic resource] / URL: https://ofmpub.epa.gov/eims/eimscomm.getfile?p_download_id=505701

62. Extensible Markup Language (XML) – W3C: [Electronic resource] / URL: <https://www.w3.org/XML/>

63. Fluidyn PANACHE. Atmospheric Pollution & Industrial Risk Analysis: [Electronic resource] / URL: <http://www.fluidyn.com/fluidyn/panache>

64. Global Change Master Directory. ADAM – Air Force Dispersion Assessment Model: [Electronic resource] / URL: http://gcmd.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=GCMD_Services&KeywordPath=ServiceParameters%7CMODELS%7CREGULATORY+MODELS&EntryId=ADAM-Model&MetadataView=Full&MetadataType=1&lbnode=mdlb3

65. Global Change Master Directory. Complex Terrain Dispersion Model Plus Algorithms for Unstable Situations: [Electronic resource] / URL: http://gcmd.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=GCMD_Services&KeywordPath=ServiceParameters%7CMODELS%7CREGULATORY+MODELS&EntryId=CTDMPLUS-Model&MetadataView=Full&MetadataType=1&lbnode=mdlb3

66. Global Change Master Directory. OZIPR Model: [Electronic resource] / URL: <http://gcmd.nasa.gov/records/OZIPR-Model.html>

67. Global Change Master Directory. RTDM3.2 - Rough Terrain Diffusion Model: [Electronic resource] / URL: <http://gcmd.nasa.gov/KeywordSearch/Metadata.do?Portal=GCMD&MetadataType=1&MetadataView=Full&KeywordPath=&EntryId=RTDM3.2-Model>

68. Google Maps: [Electronic resource] / URL: <https://maps.google.com>

69. Group Method of Data Handling: [Electronic resource] / URL: <http://www.gmdh.net/>
70. Hanna S., Schulman L., Paine R.J., Pleim J. Offshore and Coastal Dispersion (OCD) Model. Users guide: [Electronic resource] / URL: https://www.researchgate.net/publication/236372178_Offshore_and_Coastal_Dispersion_OCD_Model_Users_guide
71. HEGADAS Model. User's guide: [Electronic resource] / URL: http://www.hgsystem.com/user_guide/hegadas.html
72. Industrial scientific gas detecting people. DS2 Docking Station: [Electronic resource] / URL: <https://www.indsci.com/content.aspx?id=2771>
73. iNet Systems Inc: [Electronic resource] / URL: <http://www.inetsystems.net/>
74. Integrated Cloud Applications and Platform Services: [Electronic resource] / URL: <http://www.oracle.com/index.html>
75. ISC3 (Industrial Source Complex) User Guide: [Electronic resource] / URL: <http://www.epa.gov/ttn/scram/userg/regmod/isc3v1.pdf>
76. IWAIR User's Guide: [Electronic resource] / URL: <https://www3.epa.gov/wastes/nonhaz/industrial/tools/iwair/iwairu-3.pdf>
77. JDBC Tutorial: [Electronic resource] / URL: <http://www.tutorialspoint.com/jdbc/>
78. Kumares C. Sinha and Samuel Labi. Transportation Decision-making. Principles of Project Evaluation and Programming. Impacts of Transportation Interventions on Air Quality: [Electronic resource] / URL: <https://engineering.purdue.edu/~srg/book/files/PDF/10.%20Impacts%20on%20Air%20Quality.pdf>
79. Lakes Environmental. Percent View – Freeware: [Electronic resource] / URL: <http://www.weblakes.com/products/Percent/index.html>
80. MATLAB – MathWorks: [Electronic resource] / URL: www.mathworks.com/products/matlab/
81. Microsoft Excel Online: [Electronic resource] / URL: <https://office.live.com/start/Excel.aspx>

82. Microsoft Office Home: [Electronic resource] / URL: <https://www.office.com/>
83. Microsoft Open Database Connectivity (ODBC) : [Electronic resource] / URL: [https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms710252\(v=vs.85\).aspx](https://msdn.microsoft.com/en-us/library/ms710252(v=vs.85).aspx)
84. Modelling the Deposition and Concentration of Long Range Air Pollutants: Final Report: [Electronic resource] / URL: http://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat05/1003151141_FRAME_Final_report_2009_10_09b.pdf
85. Multimedia benchmarking analysis for three risk assessment models: RESRAD, MMSOILS, and MEPAS: [Electronic resource] / URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9202488>
86. National Air Toxics Assessment (NATA) Study: [Electronic resource] / URL: <http://www.epa.gov/ttn/atw/nata/>
87. National Ambient Air Quality Standards: [Electronic resource] / URL: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>.
88. Official CALPUFF Modeling System: [Electronic resource] / URL: <http://www.src.com/>
89. Open Burn/Open Detonation Dispersion Model. User's guide: [Electronic resource] / URL: <https://www3.epa.gov/scram001/userg/nonepa/obodmvol1.pdf>
90. Running AERMAP: [Electronic resource] / URL: <https://www.beeline-software.com/LinkClick.aspx?fileticket=C5isKQqJhW8%3D&tabid=403&mid=851>
91. Second-order Closure Integrated PUFF Model (SCIPUFF). Model Overview: [Electronic resource] / URL: <http://www.epa.gov/ttn/scram/7thconf/information/scipuff.pdf>
92. Simple Calculation of Atmospheric Impact Limits: [Electronic resource] / URL: <http://www.scail.ceh.ac.uk/>
93. Simple Models: [Electronic resource] / URL: <http://acmg.seas.harvard.edu/people/faculty/djj/book/bookchap3.html>
94. SLAB Model. Description and user's guide: [Electronic resource] / URL: www.epa.gov/scram001/models/nonepa/SLAB.PDF

95. Sun Microsystems: [Electronic resource] / URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Sun_Microsystems
96. Technology Transfer Network. Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling. Screening Models: [Electronic resource] / URL: https://www3.epa.gov/scram001/dispersion_screening.htm
97. United States Environmental Protection Agency. IGEMS/CSM-Internet Geographical Exposure Modeling System / Chemical Safety Mapper: [Electronic resource] / URL: <https://www.epa.gov/tsca-screening-tools/igemscsm-internet-geographical-exposure-modeling-systemchemical-safety-mapper>
98. United States Environmental Protection Agency. User's Guide to MOBILE6.1 and MOBILE6.2. Mobile Source Emission Factor Model: [Electronic resource] / URL: <https://www3.epa.gov/otaq/models/mobile6/420r03010.pdf>
99. US EPA's Guidelines for Air Quality Models. Appendix B To Appendix W Of Part 51 - Summaries Of Alternative Air Quality Models: [Electronic resource] / URL: http://www.ysasoft.com/publications/pdf%20files/hr_epa_guidelines.pdf
100. Strum, M. User's Guide for the Emissions Modeling System for Hazardous Air Pollutants (EMS-HAP) Version 3.0 / M.Strum; – U.S. Environmental Protection Agency, – 2004. Pp.448.
101. W3C HTML: [Electronic resource] / URL: <https://www.w3.org/html/>
102. Williams, M.D. A Mesoscale Meteorological Model to Predict Wind Flow in the Valley of Mexico / M.D.Williams, G.Sosa, V.Mora // Numerical Simulations in the Environmental and Earth Sciences, Cambridge University Press, Cambridge: – 1997. Pp.166-173.
103. Yamada, T. HOTMAC: Model Performance by Using Project WIND Phase I and II data / T.Yamada, T.Henmi; // American Meteorological Society, Mesoscale Modeling of the Atmosphere, Ed. R.A.Pielke and R.P.Pearce, – Boston, MA: – 1994. – Pp. 123-135.
104. Yamada, T. Lagrangian Dispersion Model for Nonneutrally Buoyant Plumes // – Journal of Applied Meteorology, – 2000. №39, – pp. 427-436.
105. Zannetti, P. Air Pollution Modeling. Theories, Computational Methods

and Available Software / P.Zanetti – Springer, 1990. – 425 p.

106. Zapert, J.G. Evaluation Of Dense Gas Simulation Models. / J.G.Zapert, R.J.Londergan, H.Thistle; – East Hartford, CT: EPA Publications, – 1991. – 107 p.

ӨLAVӨ 1-ci vərəq

ӨЛАҮӨ 2-сi вөрөқ

İXTİSARLARIN SİYAHISI

AÇM	– atmosfer çirklənməsinin monitorinqi
AQUM	– arqumentlərin qrup uçotu metodu
CİS	– coğrafi informasiya sistemləri
ETİ	– elmi-tədqiqat işi
İQİ	– istifadəçinin qrafik interfeysi
MAKA	– Milli Aerokosmik Agentliyi
TEKTİ	– Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu
VB	– verilənlər bazası
YVQH	– yol verilən qatılıq həddi
HDD	– Hard Disk Drive (sərt disk)
HTML	– Hyper Text Markup Language
JDBC	– Java Database Connectivity
ODBC	– Open Database Connectivity
XML	– Extensible Markup Language