

UOT 004.042

Abdullayev S.H.¹, Həsənov A.S.²

¹AMEA İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

² Ukrayna MEA və Ukrayna Təhsil və Elm Nazirliyinin informasiya texnologiyaları və sistemləri üzrə Beynəlxalq elmi-tədris mərkəzi

¹depart5@iit.ab.az, ²ayding44@rambler.ru

QEYRİ-STASİONAR ZAMAN SİRALARININ İNTEQRASIYA OLUNMUŞ TƏHLİL TEXNOLOGİYASI

Məqalədə qeyri-stasionar zaman sıralarının təhlili məsələsinə kompleks şəkildə yanaşılır. Belə ki, proqram vasitələrinin inteqrasiyası verilənlərin təhlili prosesinin avtomatlaşdırılmasına, həmçinin prosesin əsas xüsusiyyətlərinin və parametrlərinin öyrənilməsi müddətinin azaldılmasına imkan yaradır. Bu da öz növbəsində alınan nəticələrin yüksək dəqiqliyini və istifadə rahatlığını təmin edir.

Açar sözlər: qeyri-stasionar zaman sıralarının təhlili, proqram vasitələrinin inteqrasiyası, testləşdirmə, ən yaxşı modelin seçimi, qərarların qəbul olunması.

Giriş

Zaman sıralarının təhlili texnologiyasının kompleks yanaşma əsasında təkmilləşdirilməsi ətraf mühitdə baş verən müxtəlif hadisə və proseslərin tədqiqi üçün istifadə olunan modellərin keyfiyyətinin yüksəldilməsində səmərəli vasitələrdən biridir. İnformasiyaların işlənilməsi vasitələrinin təkmilləşməsi və inkişafı ilə əlaqədar zaman sıralarının kompleks təhlili məsələləri bu gün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Zaman sıraları ilə verilən maliyyə-iqtisadi, texniki, texnoloji və digər məsələlərin həllində əhəmiyyətli mərhələlərdən biri də təhlil olunan proses haqqında lazımi bilgilərin alınmasıdır. Əsas məqsəd gələcəkdə qərarların qəbul edilməsi üçün modelləşdirici və proqnozlaşdırıcı sistemlərin qurulmasından ibarətdir. İnteqrasiya prosesi və interfeysli vasitələrin istifadəsi prosedurları olmadan bu tip məsələlərin səmərəli həlli mümkün deyil. Bununla yanaşı stasionar olmayan qeyri-xətti zaman sıralarının təhlili üçün tədqiqatçıların səmərəli istifadəçi interfeysli sistemlərə tez-tez ehtiyacı olur. Burada əsas çətinliyi qeyri-xətti və stasionar olmayan dinamik proseslərin təhlili yaradır. Deyilənləri nəzərə alaraq, məqalədə uyğun metodların seçilməsi, onların istifadə olunma dəqiqliyinin müəyyən olunması və nəticədə qərarların qəbul edilməsi və proqnozların keyfiyyətinin artırılması üçün modifikasiya və inteqrasiyanın bir sıra metodları təklif olunur.

Qeyri-stasionar zaman sıralarının təhlili texnologiyalarının yaradılması üçün hal-hazırda bir sıra ümumi yanaşmalar məlumdur. Onlara müxtəlif metodikaları [1, 2], tətbiqi proqram paketlərini (statistik Statgraphics Plus for Windows, Eviews, Matlab və başqalarını) [3] aid etmək olar.

Lakin, bu tədqiqatlarda proseslərin (bunlar idarəetmə obyektləri də ola bilər) əsas xassələri ya heç tədqiq olunmur, və yaxud da onlara səthi yanaşılır. Öyrənilməsi vacib olan belə xassələr üçün əsasən aşağıdakı bilgilərin əldə olunması vacibdir: stasionarlıq (qeyri-stasionarlıq) qeyri-stasionar zaman sırasına hər hansı bir həddin əlavə edilməsini nəzərə almaqla uyğun modeli seçmək imkanı verir; heteroskedastivlik, yəni zaman sırasının şərti və şərtsiz dispersiyasının dəyişməsi modeldə onun proqnoz qiymətini nəzərə almağa və modelin adekvatlığını artırmağa imkan verir; təhlil olunan prosesin kointeqrasiya xassəsi (kointeqrasiya – iki və daha çox prosesin öz aralarında əlaqəli olması), yəni zaman sıralarının qarşılıqlı əlaqəsi uzun müddət inkişafda olduqda, sıraya tarazlıq halında olduğu zaman düzəliş aparmağa və bununla da onları təsvir edən modellərin dəqiqliyini artırmağa imkan verir. Bu proseslərin modelləşdirilməsi iki və daha çox zaman sırasının uzunmüddətli tarazlıq vəziyyəti və inkişafı üçün modelinin qurulmasını

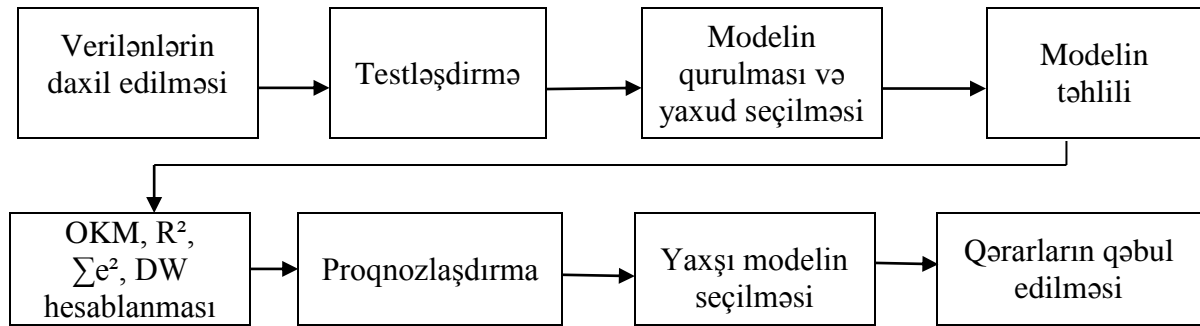
təmin edir [4]. Zaman sırasında bütün halları aşkara çıxarıb öyrənməkdən ötrü zaman sırası təhlilinin əhəmiyyətli mərhələsi olan birinci mərhələdə hər hansı prosesə adekvat modelin qurulması üçün testləşdirmə aparılır. Bu halda modelə onun prosesə adekvat statistik və proqnoz xassələrini yaxşılaşdırmaq üçün əlavə hədd qoşulur. Əgər seçilmiş model üzrə prosesin tədqiqi çoxsaylı suallara cavab vermirsə, başqa yanaşma və yaxud metodu seçmək lazımdır. Bu metodların yenidən emalı və yararlı metodun seçilməsi zamana görə ləngiyə bilər, amma müddətə görə təmin etməyə bilər.

Eyni zamanda kompleks və avtomatlaşdırılmış təhlildə, bir qayda olaraq, tədqiqatçı üçün çoxlu əlavə imkanlar yaranır.

Məsələnin qoyuluşu

Zaman sıralarının təhlili sistemlərinə artan tələbləri ödəmək məqsədilə (modelləşdirmə və proqnozlaşdırma) və əsaslandırılmış qərarların qəbul edilməsi üçün müasir informasiya texnologiyalarının imkanlarını maksimum nəzərə almaqla, qeyri-xəttiliyi, qeyri-stasionarlığı və dinamikliyi ilə ifadə olunan məsələlər üçün kompleks təhlil sistemini qurmaq lazımdır. Kompleks təhlil üçün zaman sıralarının müxtəlif xassələrə görə inteqrasiya olunmasını nəzərə alaraq ən yaxşı modelin (adekvatlıq mənasında) seçilməsi təklif olunur.

Şəkil 1-də zaman sıralarının təhlilinin əsas mərhələlərinin blok-sxemi təqdim edilmişdir.



Şəkil 1. Zaman sıralarının təhlili mərhələləri

Tələb olunan verilənləri yüklədikdən sonra prosesin qeyri-xətti və yaxud qeyri-stasionar olduğunu təhlil etmək üçün onu təyin etməyə imkan verən uyğun testin seçilməsi proseduru yerinə yetirilir. Uyğun kriteriya üzrə biliklər bazasından ən yaxşısını seçmək üçün tələb olunan model çıxarılır. Belə ardıcılıq vacibdir, ona görə ki, nəticədə qərarların qəbul edilməsi üçün yeni biliklərin alınmasına imkan yaranır. Belə əsaslandırılmış sistemli yanaşmanın gələcək inkişafı kompleks təhlildir ki, bu da bir neçə qarşılıqlı əlaqəli proqram paketləri ilə inteqrasiya olunmuş sistemin qurulmasını təmin edir.

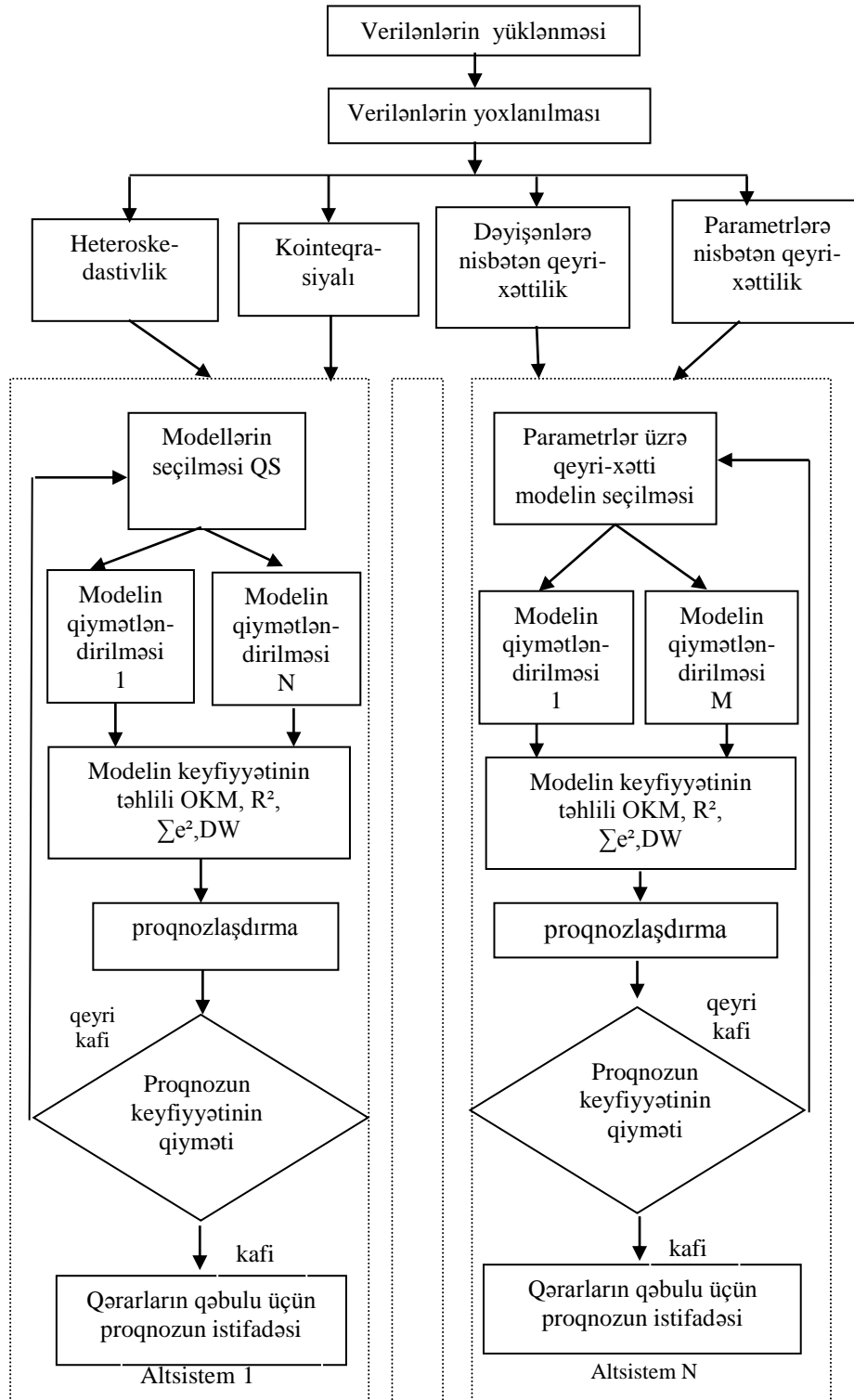
Zaman sıralarının inteqrasiya olunmuş təhlil metodikası

Əksər hallarda zaman sıralarının belə təhlili üçün kifayət qədər tədqiq olunmuş modellər dəsti və zaman sırasının qeyri-stasionarlığa, heteroskedastivliyə və kointeqrallığa görə testləşdirmə metodlarını özündə birləşdirən biliklər bazası yaratmaq lazımdır. Buraya həmçinin onların qiymətləndirmə kriteriyaları, proseslər və onların xassələri haqqında yeni alınmış biliklər qoşulmalıdır.

Belə yanaşmada, tədqiqatların avtomatlaşdırılması və rahatlığı üçün, yəni tədqiq olunan proseslərin müddətinin azaldılması məqsədilə əksər prosedurları vahid modulda birləşdirmək olar.

Şəkil 2-də zaman sıraları təhlilinin inteqrasiya olunmuş sxemi göstərilmişdir. Konkret proseslər üzrə əsaslandırılmış qərarlar qəbul etmək məqsədilə zaman sıralarının kompleks təhlili üçün sistemə bütün lazımi qovşaqlar qoşulur.

Verilənlər yükləndikdən sonra onların testləşdirilməsi aparılır, statistik və proqnoz xarakteristikalarını hesablamaq üçün model seçilir.



Şəkil 2. Verilənlərin təhlili məsələlərinin həlli üçün inteqrasiya olunmuş yanaşma sxemi

Tətbiq edilən metodlar və proqram vasitələri

Qeyri-stasionar zaman sıralarının təhlili ənənəvi olaraq Boks-Cenkins metodikası ilə həyata keçirilir. Bundan başqa, bu məqsədlər üçün ehtimal yanaşmaları, Bayes şəbəkələri (BŞ), neyron şəbəkələr və ya qeyri-səlis çoxluqlar aparatından, genetik və immun sistemlərindən, süni intellekt sistemlərindən və s. istifadə olunur [5].

Baxmayaraq ki, Boks-Cenkins modelləri bu gün yenə öz populyarlığını itirməyib, ancaq zaman sıralarının təhlili üçün son illərdə ehtimal metodlarından daha çox istifadə olunur. O cümlədən, Bayes şəbəkələri, neyron şəbəkələr, genetik və immun sistemləri və başqa şəbəkələr geniş tətbiq edilir [6]. Qurulmuş Bayes şəbəkələrində təhlil edilən verilənlərin aşkar forması zaman sıraları təhlilini əhəmiyyətli dərəcədə yüngülləşdirməyə imkan verir. Bundan başqa, Bayes şəbəkələri yüksək keyfiyyətli proqnoz alınmanı həyata keçirir və proseslərin geniş sinfinin analizinə tətbiqin universallığını təmin edir. Biliklərin təqdim edilməsinin məntiqi və produktiv modelləri süni intellekt sistemlərinin inkişafı ilə əlaqədar böyük populyarlıq əldə etmişdir.

Zaman sıralarının təhlili proseduru riyazi və proqnozlaşdırıcı modellərin seçilməsi ilə başlayır. Bu mərhələdə alınan modellərin statistik və proqnoz xüsusiyyətləri əvvəlki modellərin xüsusiyyətləri ilə müqayisə edilir, nəticədə ən böyük adekvat modellər və uyğun proqnoz seçilir. Proseslər çoxluğunun təhlili nəticələrinin göstərdiyi kimi, zaman sıraları ilə [1,2,4] təsvir olunan belə prosedur çox səmərəli olur. Əgər aşkar olunarsa ki, seçilmiş model çıxış zaman sırasını qeyri-kafi qiymətləndirir, onda sistem təhlil üçün növbəti modelin seçilməsi işini yerinə yetirir. Proqnozun keyfiyyəti kafi qiymətləndirilsə, onda prosedur başa çatır. Proseslərin kointeqrasiyaya görə təhlili üçün, bir qayda olaraq, zaman sıraları ilə verilən minimum iki proses lazımdır. Ümumi daxili məhsulun (ÜDM) və əlavə dəyər vergisinin (ƏDV) iki prosesinin tarazlıq vəziyyəti üçün parametrlərin korreksiyası və təhlili təklif edilmiş prosedur üzrə yerinə yetirilmişdir [4].

Beləliklə qərarların qəbul olunması sisteminin (QQOS) qurulmuş təhlili üçün verilənlər bazası və biliklər bazası qoşulmuş, modelləşdirici və proqnozlaşdırıcı riyazi modellərin yerləşdirilməsi, həmçinin alınmış nəticələrin və əsaslandırılmış qərarların sonrakı istifadəsi üzrə tövsiyələrin hazırlanması daxil edilmişdir.

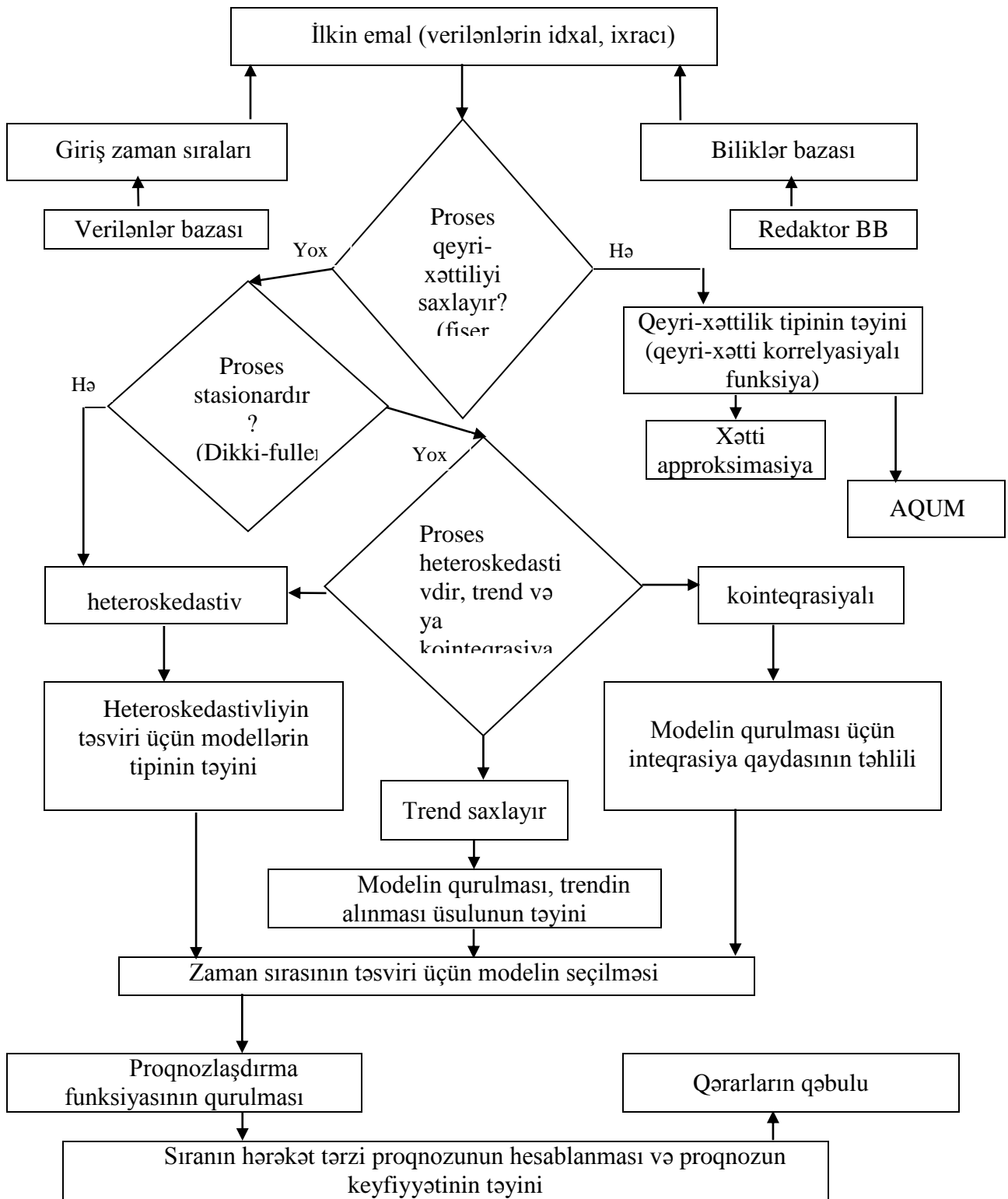
Şəkil 3-də qərarların qəbul edilməsi üçün zaman sıraları verilənlərinin təhlili sxemi təqdim olunmuşdur.

Sxemdə göstərilən təhlil yaxşı modelin seçilməsi prosesini avtomatlaşdırmağa imkan verir. İlkin emal mərhələsində (verilənlərin ixrac rejimi) və nəticələrin qəbulunu (verilənlərin idxal rejimi) yerinə yetirmək üçün verilənlərin başqa proqram paketinə ötürülməsi icra edilir. Zaman sıralarının təhlili üçün proqramlaşdırmanın problem, obyekt yönümlü dillərində yazılmış (məsələn Delphi, VBA, Pascal, C++, Matlab, Eviews və s.) müxtəlif proqram vasitələrindən istifadə olunur. Bunlar həmçinin istifadəçi ilə interfeys yaradılan zaman istifadə oluna bilər.

İstifadəçi interfeysi zamanı başqa paketlərdən fərqli olaraq Eviews paketindən istifadə zaman sıralarının təhlili üçün nisbətən rahat vasitədir. Paket zaman sırasını qeyri-stasionarlığa, heteroskedastivliyə, kointeqrallığa görə tədqiq etməyə imkan verir.

Nəticələri qəbul etmək və daha rahat şəkildə əks etdirmək üçün sonra onları başqa proqram paketlərinə (məsələn, Excelə) ötürmək lazımdır. Paketin çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, o avtonom (qapalı) sistemdir, həmçinin nəticələri aşkar formada (qrafiklər, diaqramlar və başqa şəkildə) təqdim etmək inkanı yoxdur. Bu prosedur hissəsi paketdə nəzərdə tutulmayıb.

Zaman sırasının qeyri-stasionarlığa, heteroskedastivliyə və kointeqrallığa görə tədqiqi üçün Delphi, VBA, Pascal, C++, Matlab dillərinin istifadəsinə uyğun istifadəçi proqramının yazılması və onların sazlanması uzun və mürəkkəb prosesdir.



Şəkil 3. Qərarların qəbulu üçün zaman sırası verilənlərinin təhlili sxemi

Proqram sistemlərinin inteqrasiya prinsipləri

İnteqrasiyalı yanaşmada müxtəlif prosedurları kombinə etmək imkanı əmələ gəlir, o cümlədən birtipli prosedurları ayrıca proqram moduluna birləşdirmək olar. Bir çox prosedurları strukturlara ayıraraq avtomatlaşdırmaq olar.

İnteqrasiya olunmanın əsas prinsipləri aşağıdakılardır:

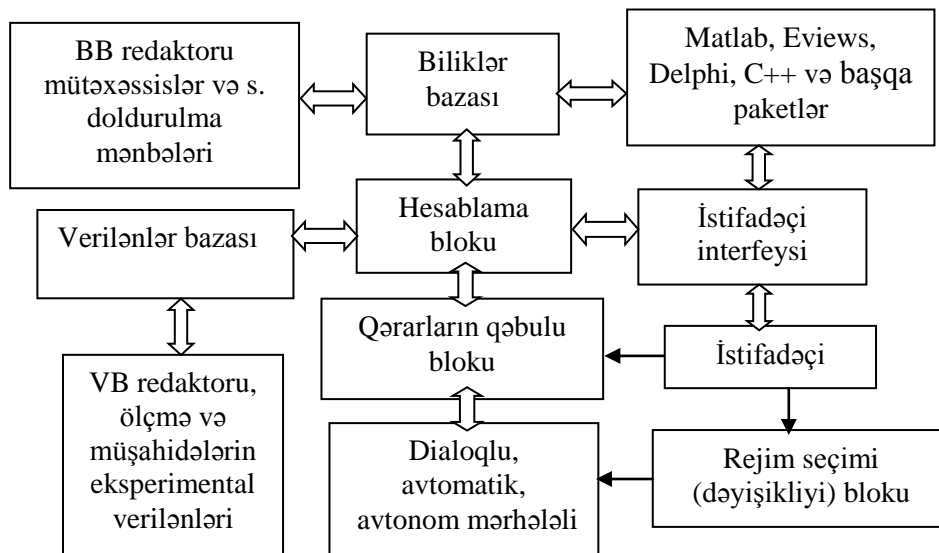
- qarşılıqlı tamamlama nəticəsində bir modullu prosedur başa çatdıqdan sonra nəticələr gələcək emal üçün başqa modula (başqa paketdə) ötürülə bilər;
- iki və çox paketin və yaxud modulun eyni zamanda işlədiyi vaxtda ümumi (inteqrasiya olunmuş) istifadəçi interfeys sistemdən altproqramın çağırışı;
- istifadəçi interfeysinin servis imkanlarının mövcudluğu (çevik menyu, redaktor pəncərəsi, qrafika interfeysi, öyrətmə altsistemi və s.);
- zaman sırasının təhlili usullarının və müasir texnologiyaların istifadəsi və yaxud əlavə etmə imkanları;
- tədqiq olunan proseslərin yüksək və tam uyğunluğunun, adekvatlığının və rahatlığının təmin edilməsi;
- zəif istifadəçi kontingentinin sürətləndirilmiş təhlil prosedurlarını mənimsəmə və yüksək avtomatlaşdırma ilə təmin edilməsi.

Proqram vasitələri aşağıdakıları təmin edir:

- real zamanda parametrlərin dəyişməsinin işlənilməsi;
- qərarların operativ verilməsi;
- informasiyaların və nəticələrin təhlilinin rahat şəkildə təqdim edilməsi.

İnteqrasiya mühiti öz tərkibində bütün modulların funksional xüsusiyyətlərini və onların qarşılıqlı əlaqə rejimlərinin təsvirini (yazılışını) saxlayır.

Şəkil 4-də inteqrasiya olunmuş yanaşmada funksional bloklar və onların qarşılıqlı əlaqəsi təqdim edilmişdir.



Şəkil 4. İnteqrasiya olunmuş sistemin funksional blokları və onların qarşılıqlı əlaqəsi

İnteqrasiya olunmuş sistemlərdə aşağıdakı əsas funksional blokları ayırmaq olar.

Verilənlər bazası (VB) tərkib hissələri aşağıdakılardan ibarətdir:

- həll olunan məsələlərin çıxış və aralıq verilənləri;
- proseslərin və obyektlərin siyahısı (adları) və digər informasiyalar.

Tədqiq olunan problem sahəsinin obyektləri, prosesləri və hadisələrinin eksperimental öyrənilməsi nəticəsində alınan verilənləri informasiya adlandırmaq qəbul edilmişdir.

Verilənlər aşağıdakı şəkildə emaldan keçir:

- ölçmə və müşahidələrin eksperimental verilənləri;
- material daşıyıcılar əsasında verilənlər;
- diaqram, qrafik və funksiyalar şəklində verilənlər modeli (strukturu);
- sistem dilində yazılmış kompüter verilənləri.

Biliklər bazası (BB) proseslərin qanunauyğunluqları və xassələri haqqında biliklər saxlanılan yer (anbar) kimi təsəvvür edilir və inteqrasiya olunmuş sistemin əsasını təşkil edir. BB-nin tərkibi aşağıdakılardan ibarətdir :

- mütəxəssislərin (ekspertlərin) peşəkar təcrübələrinin istifadəsi nəticəsində alınan modellərin və metodların qaydaya salınmış, öyrənilmiş toplusu;
- proseslərin yenidən işlənən modelləri;
- təhlil olunan proseslərin uyğun modelləri əsasında tətbiq olunmuş testlər və onların modelləri;
- modellərin keyfiyyətinin statistik kriteriyalar çoxluğunun köməyi ilə qiymətləndirmə metodları;
- eksperimental öyrənmə nəticəsində, eləcə də nəşrlərdən və başqa mənbələrdən alınan qanunauyğunluqlar və xüsusiyyətlər haqqında yeni biliklər.

Prosesə adekvat olan və istənilən şəraitdə ən yaxşı işləyən metodlar vaxtaşırı BB-na əlavə olunur.

Hesablama bloku (HB) sistemin başlıca tərkib hissəsidir. HB zaman sırasını VB-dan, testlər və uyğun modellərin ardıcılığını isə BB-dan çıxarır və verilənləri avtonom rejimdə təhlil edir, zəruriyyət yarananda verilənləri istifadəçi interfeysinə ötürür. HB qoyulmuş məsələlərin həllini əldə etməyə və yaxud istifadəçinin yeni hərəkətinə (işinə) təşəbbüs göstərməyə imkan verir və yaxud gözləmə rejimində olur.

Məsələ və modellərin həllərinin müxtəlif metodlarının kombinasiyası HB-nun sürətlə hərəkət etmə qabiliyyətini artırır, həll olunan məsələlərin və qəbul edilən qərarların tələb olunan keyfiyyətini təmin edir.

BB və VB-nin redaktorları dialoq rejimində bazanın yaradılmasına imkan verən kompüter proqramlarıdır. Redaktorların tərkibi menyular sistemi, şablon, öyrətmə sistemləri və baza ilə işi yüngülləşdirən digər servis vasitələrindən ibarətdir.

İstifadəçi interfeysi (İİ) informasiyanın daxil edilməsi mərhələsində, eləcə də nəticələrin alınmasında və qərarların qəbul edilməsində istifadəçinin sistemlə dialoqunu reallaşdıran proqram qurğusudur. Dialoq rejim seçiminin çoxsaylı pəncərə menyularından, verilənlərin təhlilinin aparılması üçün konkret proqram paketlərindən əlverişli surətdə istifadə etməklə həyata keçirilir.

İİ fəaliyyət rejiminin seçilməsindən asılı olaraq aşağıdakı kimi istifadə oluna bilər:

1. İnterfeys idarə olunmayan ssenari ilə istifadəçinin inteqrasiya olunmuş sistemlə qarşılıqlı əlaqəsini direktiv çərçivəsində nəzərdə tutur;
2. İnteqrasiya olunmuş sistemin özü tərəfindən müəyyən olunmuş sərt proqramlaşdırılmış ssenari. İstifadəçi isə seçim sərbəstliyini yalnız dialoqun müəyyən hissəsində ala bilər;
3. İnteqrasiya olunmuş sistemlə xüsusi qarşılıqlı hərəkət mexanizmi yaratmaq və yaxud sistemin ssenarisini düzəltməyə imkan verən çevik ssenari;

İstifadəçi əsaslandırılmış qərar qəbul edən şəxsdir. Rejimin seçilməsi blokunun vasitəsilə tədqiqat rejimini seçir, aralıq və sonuncu nəticələri qiymətləndirir. Zəruriyyət yarandıqda İI-nin köməyiylə verilənləri növbəti təhlilin icrası üçün proqram paketlərinə ötürür.

Proqram paketləri (PP) zaman sıralarının təhlili üçün standart proqram paketlərindən təşkil olunur. Onlara, idxal olunan verilənlərin qəbuluna PP seçiminin start götürən direktivləri daxil olur. Məsələlər həll edildikdən sonra verilənlər və nəticələr geriye Matlab sisteminə ötürülür.

İnteqrasiya olunmuş sistemə yanaşma zamanı meydana çıxan praktik həlli olan istifadəçi məsələlərinə baxaq.

Qeyri-stasionar zaman sıralarının təhlilində Matlab və Eviews paketləri arasında qarşılıqlı əlaqə

Qeyd olunduğu kimi, Eviews paketi Matlab paketindən fərqi olaraq, ActiveX (com)-dan və ya verilənlərin dinamik mübadiləsindən (VDM) istifadə edərkən proqramlararası qarşılıqlı əlaqə imkanlarını dəstəkləmir [7].

Digər tərəfdən, həm Eviews, həm də Matlab verilənlərin müxtəlif formatlarda, məs. mətn, Microsoft Excel, CSV və s. formatlarında, qəbulu və ötürülməsi imkanlarına malikdirlər. Ona görə də köməkçi faylın verilənlərinin qarşılıqlı əlaqələrini yaratmaq məqsəduyğun hesab edilir.

Şəkil 5-də belə qarşılıqlı əlaqənin bir fraqmenti təsvir edilmişdir. Matlab paketinin baş proqramı verilənlərin təhlilinin tələb olunan proseduru reallaşdırmağa başlayır, bunun üçün lazım olan hesablamaları yerinə yetirir və nəticələri vizuallaşdırır.

Hesablama vaxtı verilənlərin bir hissəsinin sonrakı emal üçün Eviews proqramına ötürülməsi tələb olunluqda, Matlabdakı proqram dinamik rejimdə emal proqramının mətni vasitəsilə ASCII fayl yaradır. Bundan sonra o, verilənləri Eviews proqramında göstərilmiş mətn faylına yazır.

Eviews verilənlərin emalından sonra, zərurət yarandıqda, oxşar üsulla ötürmədən istifadə edərək, lazımı nəticələri Matlab proqramına qaytarır. Matlab baş proqramı vaxtaşırı Eviewsi yükləyir, ona fayl şəklində emal üçün təlimat verərək, proqramları və məlumatları mətn faylı formatında ötürdükdən sonra Eviews özünün və Matlab işinin nəticəsinin ötürülməsinin sonunu gözləyir, sonra işini davam etdirir, yenidən yuxarıda təsvir edilmiş alqoritm üzrə Eviewsə müraciət edərək köməyə çağırır.

İstifadəçini qane edən və prosesə adekvat modelin seçməsinə təsdiq edən biliklər alınmayana qədər prosesin təhlili proseduru davam edəcəkdir. Rahat interaktiv şəkildə bir neçə məsələnin emalının və təhlilinin inteqrasiya olunması üçün Matlab proqramının (GUI) güclü qrafik interfeysi istifadə olunur. Emalın əsas məsələləri Matlab proqramlaşdırma dilindən istifadə etməklə yaradılmış ayrı-ayrı modullar şəklində yerinə yetirilmişdir.

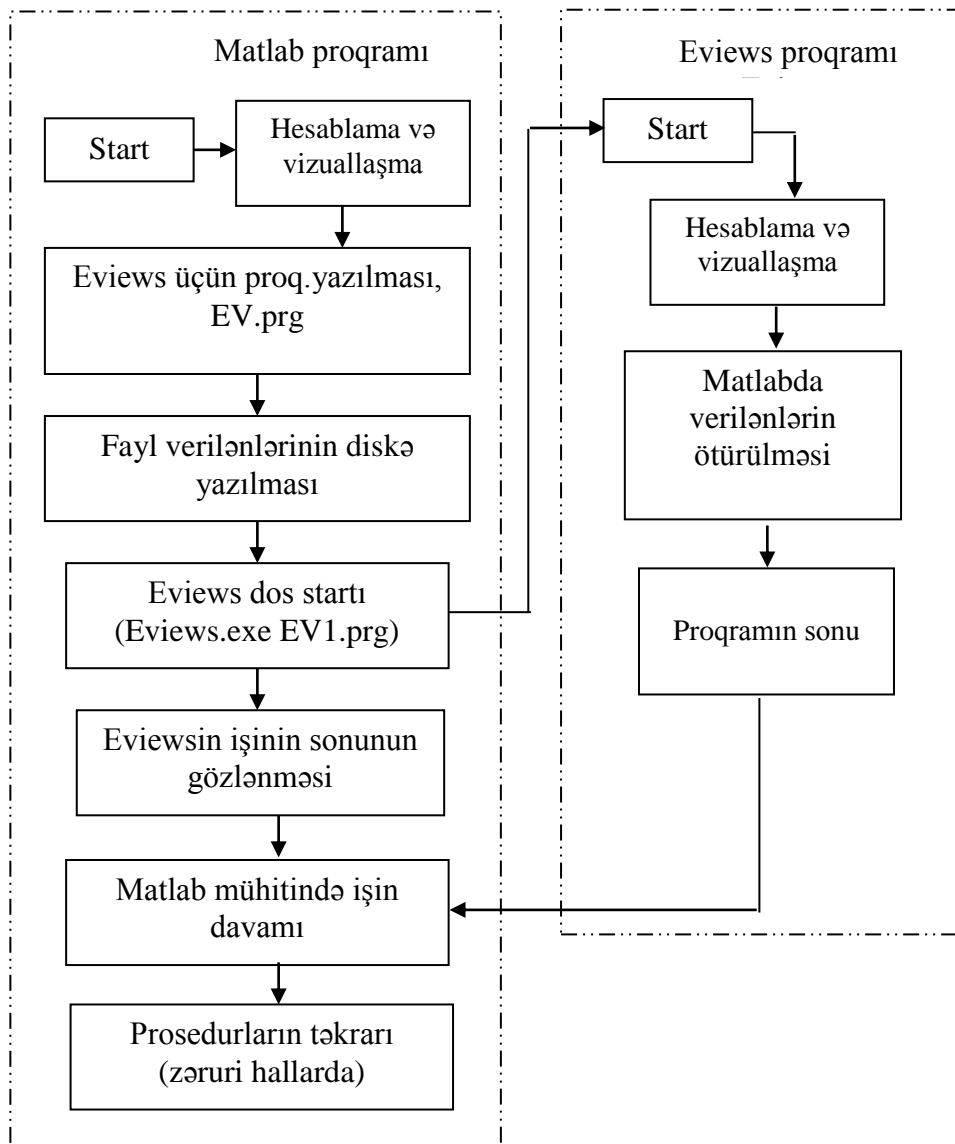
Əsas proqram qrafik və ədədi informasiyaların daxil edilməsi üçün giriş sahələri və əsas parametrlərin dəyişdirilməsi, modulların emalının çağırış düymələri, pəncərələr və sahələr vasitəsilə qrafik interfeysini yaradır.

Bundan sonra əsas proqram istifadəçinin hərəkətlərinə görə gözləmə mövqeyində durur. Düyməyə basma və ya parametrlərin daxil edilməsi zamanı uyğun olaraq hadisələrin emalının funksiyası geri (əks çağırış funksiyası, Callback) çağırılır.

Nəticədə qeyri-stasionar zaman sıralarının təhlili vaxtı qərarın qəbul edilməsi üçün rahat inteqrasiya olunmuş mühit alınır və başqa sistemlərdən fərqli olaraq təhlilin prosedurlarını avtomatlaşdırmağa, effektivliyi yüksəltməyə və rahatlığı təmin etməyə imkan yaradır.

Eviews proqram paketi vasitəsilə verilənlərin təhlili prosedurlarının əksəriyyəti əl ilə yerinə yetirilir. Məsələn, avtokorrelyasiya cədvəli üzrə əsas əmsalları götürüb reqressiya modelinə daxil etmək lazımdır. Sonra bu alınmış modelə uyğun olan kriteriyalar üzrə qərarın qəbul olunması üçün statistik və proqnozlaşdırılan xarakteristikaları hesablamaq lazımdır [2].

MEX fayllardan istifadə etməklə C, C++, Java, VBA və s. proqramlaşdırma dillərində yazılmış, arqumentlərin qrup şəklində hesablanması metodunun (AQHM) zaman sıraları ilə verilmiş təhlil proqramının Matlabdan yüklənməsi yalnız prosesin verilənlərinin təhlili proseduru sürətləndirməyə deyil, həm də müxtəlif paketlərin resurslarından səmərəli istifadə etməyə imkan yaradır [5, 8].



Şəkil 5. Matlab və Eviews proqramlarının qarşılıqlı əlaqələrinin bir fraqmenti

C++ proqramlaşdırma dilində yazılmış AQHM proqram kodunun Matlab mühitinə köçürülməsi və yerinə yetirilməsi üçün MEX funksiyalar mexanizmindən istifadə etmək rahatdır.

Matlab MEX funksiya adlanan, xüsusi şəkildə dinamik yüklənən kitabxanadan (Dynamics Link Library (DLL)) istifadə etməyə imkan verir. Mex funksiya Matlabın öz funksiyası kimi adi bir funksiyadır.

Bu imkandan istifadə etmək üçün AQHM proseduru üçün yazılmış C++ proqram kodu xüsusi giriş nöqtəsi olan DLL dinamik yüklənmə funksiyasının koduna çevrilmişdir.

Bu zaman C++ ilkin proqramında olan adi baza tipli dəyişənlərdən istifadə etməklə, baza tipli verilənləri universal tipli verilənlər olan Matlab mühitində yerinə yetirilən funksiyaların giriş və çıxış parametrlərini düzgün dəyişdirməklə əsas məsələ həll edilir. Kompilyasiya nəticəsində C++ dilində yazılmış ilkin AQHM proqramının bütün funksional imkanlarını reallaşdıran və Matlab mühiti ilə verilənlərin çevik mübadiləsi imkanına malik olan DLL alınmışdır.

Sonda nəticələrin interpretasiyası və vizuallaşdırmasının çox mürəkkəb məsələlərini Matlab mühitində həyata keçirmək daha əlverişlidir, yüksək resurslar (məsələn, sürətə görə) tələb edən məsələlərin (o cümlədən, xüsusiləşdirilmiş) optimallaşdırılmasını isə MEX funksiyası kodunun fraqmenti ilə reallaşdırmaq olar.

Prosesin təhlili və avtomatlaşdırılmasının rahatlığı baxımından ən böyük səmərəni və yeni məsələlərin təhlilini təmin edən metodu tətbiq etməklə təklif olunan sistemin başlıca fərqi görmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Бидюк П.И., Гасанов А.С. Моделирование и прогнозирование гетероскедастических процессов // Кибернетика и вычислительная техника, 2005, вып. 146, с. 61–80.
2. Бидюк П.И., Баклан И.В., Гасанов А.С. Системный подход к анализу адекватности нелинейных моделей временных рядов // Кибернетика и системный анализ, 2003, № 3, с. 147–158.
3. Смоленцев Н.К. MATLAB: программирование на Visual C#, Borland, Jbulder, VBA: учебный курс, М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2009, 464 с.
4. Гасанов А.С. Коинтеграционное моделирование временных рядов // Кибернетика и вычислительная техника, 2003, вып. 140, с. 54–62.
5. Zaychenko Y.P., Gritsenko V.I., Gasanov A.S. Fuzzy group method of data handling in the problem of structural identification of process rolling of pipes // Proc. 1 International Conf. "Control and Optimization with Industrial Applications" (COIA-2005) / Baku (Azerbaijan), 2005, p. 94–95.
6. Бидюк П.И., Поворознюк А.Н., Гасанов А.С., Слободенюк О.В. Басівська ідентифікація динамічних систем // Труды между. конф. «Автоматика-2008», Одесса, 23-26 сентября, 2008, с. 697–700.
7. Бидюк П.И., Гасанов А.С., Вавилов С.Е. Организация взаимодействия между МАТЛАБ и EVIEWS для принятия решения при анализе статистических данных / International Workshop Problems of decision making under uncertainties (PDMU-2008), Crimea (Novy Svit), Ukraine, p. 56–58.
8. Гасанов А.С., Вавилов С.Е., Беляев С.В. Организация запуска из Matlab программ для принятия решения при анализе данных МГУА / International Workshop Problems of decision making under uncertainties (PDMU-2009), Skhidnytsia, Ukraine, p. 80–81.
9. Həsənov A.S., Abdullayev S.H. Integrated analysis technology of non-stationary time series. PCI 2012, IV international conference "Problems of Gybernetics and informatics", Baku, Azerbaijan, p. 111.

УДК 004.042

Абдуллаев Сайяр Г.¹, Гасанов Айдын С.²

¹Институт Информационных Технологий НАНА, Баку, Азербайджан

²Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем Национальной академии наук и МОН Украины

¹depart5@iit.ab.az, ²ayding44@rambler.ru

Интегрированные технологии анализа нестационарных временных рядов

Предлагается анализ данных, представленных нестационарными временными рядами, решить путем комплексного подхода, заключающегося в интеграции программных средств, позволяющего автоматизировать процесс анализа данных, а также ускорить сроки изучения основных свойств и параметров процессов, обеспечивая высокую точность полученных результатов и комфортность.

***Ключевые слова:** анализ нестационарных временных рядов, интеграция программных средств, тестирование, выбор лучшей модели, принятие решений.*

Sayyar H. Abdullayev¹, Aydin S. Həsənov²

¹Institute of Information Technology ANAS, Baku, Azerbaijan

²International Research and Training Center for Information Technologies and System National Academy of science of Ukraine and Ministry Education and Science, Kiev, Ukraine

¹depart5@iit.ab.az, ²ayding44@rambler.ru

Integrated analysis technology of non-stationary time series

The paper considers the issues of integrated time-series analysis, which are becoming increasingly important with the development and improvement of information processing tools. It also proposes a number of methods for modification and integration in determining and using the accuracy of these methods and the prediction quality obtained by using them in decision making.

***Keywords:** analysis of non-stationary time series, integration of program devices, tests, selection of the best model, decision making.*