

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

DOI: 10.59610/bbu3.2025.3.2

*Şıxlinskaya Reyhan Yusif qızı,
riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent,
Bakı Dövlət Universiteti,
E-mail: reyhanshikhli@gmail.com;*

*Hacıyev Nəriman Cəbbar oğlu,
iqtisad üzrə fəlsəfə doktoru,
“Rəqəmsal Texnologiyalar və
Tətbiqi İnformatika” kafedrasının doktorantı,
Azərbaycan Dövlət İqtisad Universiteti (UNEC),
E-mail: narimangd@yahoo.com
© Şıxlinskaya R.Y., Hacıyev N.C., 2025*

UOT: 331.2:519.876:519.86:004.9

JEL: C22, C45, C53, J31, O33

ORTA AYLIQ NOMİNAL ƏMƏK HAQQININ PROQNOZLAŞDIRILMASINDA QEYRİ-SƏLİS ZAMAN SİRALARININ TƏTBİQİ

X Ü L A S Ə

Tədqiqatın məqsədi - qeyri-səlis zaman sıralarından (FTS) istifadə etməklə İKT sektorunda məhsul (xidmətlər) buraxılışının proqnozlaşdırılmasıdır.

Tədqiqatın metodologiyası - tədqiqatın gedişində statistik göstəricilərin emalı üsullarından, diskret təsvirlərdən, qeyri-səlis məntiq və implikasiya qaydalarından, qeyri-səlis riyazi aparatdan, həmçinin müasir proqramlaşdırma paketlərindən istifadə olunmuşdur.

Tədqiqatın tətbiqi əhəmiyyəti - real hadisələr müəyyən qeyri-müəyyənliklə bağlı olduğundan, zaman sırasında hər bir göstərici üçün mənsubiyyət funksiyası ilə xarakterizə olunan qeyri-səlis dəyişən təyin edilə bilər. Qeyri-səlis zaman sıraları problemin öhdəsindən gəlməyə, həm ədədi, həm də linqvistik məlumatları emal etməyə, həmçinin, yeni qanunauyğunluqlar kəşf etməyə və digər modellər üçün əlçatmaz olan bilikləri çıxarmağa imkan verir.

Tədqiqatın nəticələri - təqdim olunmuş məqalədə orta aylıq nominal əmək haqqını proqnozlaşdırmaq üçün statistik göstəricilərin toplanması və ehtimal olunan gələcək tendensiya haqqında nəticələr əldə edilir. Beləliklə, zaman sıraları əsasında modelləşdirmə və proqnozlaşdırma sahəsindəki müasir vəziyyət Times-Series Data Mining adlı metodların və süni intellekt texnologiyalarına əsaslanan modellərin tətbiqi istiqamətində gələcək inkişafı ilə xarakterizə olunur.

Tədqiqatın orijinallığı və elmi yeniliyi - qeyri-səlis zaman sıraları ilə modelləşdirmə üsullarının öyrənilməsi, onların imkan və çatışmazlıqlarının təhlili bir sıra həll edilməmiş problemləri aşkar etdi: proqnozun dəqiqliyi və informativliyinin artırılması problemi, qeyri-səlis modelləşdirmənin səmərəlilik meyarları və nəticələrin qiymətləndirilməsi üsullarının olmaması və s.

Açar sözlər: qeyri-səlis zaman sırası, qeyri-səlis münasibətlər, trendin proqnozlaşdırılması.

GİRİŞ

Təqdim olunan məqalədə qeyri-səlis zaman sıralarından (FTS) istifadə etməklə İKT sektorunda məhsul (xidmətlər) buraxılışının proqnozlaşdırılması nəzərdən keçirilir. Burada “İKT sektorunda məhsul buraxılışı” linqvistik dəyişəni üçün term-çoxluqlarının qurulması prosesi, statistik göstəricilərin daxil edilməsi və gələcək vəziyyətləri proqnozlaşdırmaq üçün əlaqələrin hesablanması addım-addım təsvir edilir. FTS-in proqnozlaşdırılması Times-Series Data Mining adlanan yeni metodların tətbiqi ilə həyata keçirilir.

Zaman sıralarının təhlili bir çox aktual problemlərin həllində mühüm rol oynayır. Hazırda bir çox iqtisadi proseslərdə gözlənilən dəyişikliklərin adekvat qiymətləndirilməsini təmin edən proqnozlaşdırma metodlarının işlənilib hazırlanmasında zaman sıralarından istifadə edilir.

Təqdim olunmuş məqalədə orta aylıq nominal əmək haqqını proqnozlaşdırmaq üçün statistik göstəricilərin toplanması və ehtimal olunan gələcək tendensiya haqqında nəticələrin qurulması üçün texniki təhlildən istifadə olunur. Zamana görə sıralanmış məlumatların ardıcılığı zaman sırasını təşkil edir ki, bu da zamanın indiki və keçmiş anları ilə bağlı müşahidələr əsasında orta aylıq nominal əmək haqqını proqnozlaşdırmaq üçün istifadə edilə bilər. Çətinlik burasındadır ki, zaman sırasını təşkil edən məlumatlar və ya trend dəyişikliyinə xarakteri linqvistik şəkildə və şifahi formada təqdim edilə bilər. Bu problemi həll etmək üçün son illərdə qeyri-səlis nəzəriyyəyə əsaslanan yeni həll üsulları təklif edilmişdir.

Təbii dil anlayışlarını və onlara xas olan qeyri-müəyyənliyi təsvir etməyə imkan verən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi [7] sürətlə inkişaf etdi. Qeyri-səlis riyazi aparat simvolik və ədədi hesablamalar arasında mühüm əlaqə yaradır, insanın ünsiyyət dilinin söz və cümlələrdən hesablamalarda istifadəyə etmək üçün əsas alətdir.

Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsində istənilən göstərici özünün ala biləcəyi mümkün qiymətlər çoxluğunda verilir. Bu qiymətlər qeyri-səlis çoxluğun təsvir etdiyi obyektə müəyyən dərəcədə mənsub olması ilə xarakterizə olunur. Mənsubiyyət funksiyası 0-dan ("heç aid deyil") 1-ə ("aidir") qədər qiymət ala bilər. Real dünyanın obyekt və hadisələrini qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi nöqteyi-nəzərindən təsvir etmək üçün linqvistik dəyişən anlayışından istifadə olunur. Linqvistik dəyişənin qiymətlər çoxluğu termlər adlanan linqvistik göstəricilərdir [6].

Əksər real hadisələr müəyyən qeyri-müəyyənliklə bağlı olunduğundan, zaman sırasında hər bir göstərici üçün mənsubiyyət funksiyası ilə xarakterizə olunan qeyri-səlis dəyişən təyin edilə bilər. Qeyri-səlis zaman sıraları problemin öhdəsindən gəlməyə, həm ədədi, həm də linqvistik məlumatları emal etməyə imkan verir.

Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin üsulları 1970-ci illərin sonlarından başlayaraq iqtisadiyyatda tətbiq olunmağa başladı. Mürəkkəb sistemlərin davranışının qeyri-səlis modelləşdirilməsi ideyası “qeyri-səlis zaman sırası” adlanan dinamik prosesə əsaslanır.

Qeyri-səlis zaman sırasında (FTS - fuzzy time series) dinamik prosesin vəziyyətləri parametrik mənsubiyyət funksiyaları ilə verilmiş qeyri-səlis göstəricilərlə əlaqələndirilir. Onlar arasındakı asılılıqlar müşahidələr əsasında qurulur və qeyri-səlis əlaqə matrisi ilə ədədi olaraq ifadə edilən qeyri-səlis “Əgər-Onda” qaydaları bazası ilə təmsil olunur.

Qeyri-səlis zaman sıraları ilə modelləşdirmə üsullarının öyrənilməsi, onların imkan və çatışmazlıqlarının təhlili bir sıra həll edilməmiş problemləri aşkar etdi: proqnozun dəqiqliyi və informativliyinin artırılması problemi, qeyri-səlis zaman sıraları tendensiyalarının identifikasiya üsullarının və riyazi modellərinin olmaması problemi, qeyri-səlis modelləşdirmənin səmərəlilik meyarları və nəticələrin qiymətləndirilməsi üsullarının olmaması və s. Onların arasında ən böyük maraq qeyri-səlis ZS-nin yeni obyektinin - qeyri-səlis tendensiyanın təhlilinin elmi və praktiki problemidir. Bu problem qeyri-səlis tendensiya əsasında zaman sıraları modellərinin rəsmiləşdirilməsi, identifikasiyası və qurulması vəzifələrini əhatə edir. Bu problemlərin

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

həlli bizə yeni qanuna uyğunluqlar kəşf etməyə və digər modellər üçün əlçatmaz olan bilikləri çıxarmağa imkan verəcək.

Beləliklə, zaman sıraları əsasında modelləşdirmə və proqnozlaşdırma sahəsindəki müasir vəziyyət Times-Series Data Mining adlı metodların və süni intellekt texnologiyalarına əsaslanan modellərin tətbiqi istiqamətində gələcək inkişafı ilə xarakterizə olunur.

Məsələnin qoyuluşu

Tutaq ki, 2005-2023-cü illər üçün İKT sektorunda məhsul (xidmətlər) buraxılışı barədə statistik göstəricilər cədvəli verilmişdir (cədvəl 1). 2024-cü ildə məhsul buraxılışını təyin etmək üçün qeyri-səlis proqnozlaşdırma modeli quraq [1,5].

Məsələnin həlli

Addım 1. Baxılan zaman aralığında ən az məhsul buraxılışı 2005-ci ildə (461.7 mln. man.), ən çox məhsul buraxılışı isə 2023-cü ildə (2988.8 mln. man.) müşahidə olunmuşdur. Beləliklə, hesab etmək olar ki, baxılan zamanda məhsul buraxılışı (461.7; 2988.8) mln. man. aralığında dəyişir. Hesablamaların sadəliyi üçün aralığı $U = (460; 3100)$ şəklində götürək.

Addım 2. Tutaq ki, biz altı qeyri-səlis çoxluqla işləməyi nəzərdə tutmuşuq. Onda U çoxluğunu eyni uzunluqlu altı intervala bölək: $u_i, i = \overline{1,6}$: $u_1 = [460; 900]$, $u_2 = [900; 1340]$, $u_3 = [1340; 1780]$, $u_4 = [1780; 2220]$, $u_5 = [2220; 2660]$, $u_6 = [2660; 3100]$.

Addım 3. “İKT sektorunda məhsul buraxılışı” linqvistik dəyişəni üçün $U = (460; 3100)$ daşıyıcısında təyin olunmuş $A_i, i = \overline{1,6}$ qeyri-səlis çoxluqlarını diskret şəkildə verək:

$$\begin{aligned} A_1 &= \{1/u_1 + 0.5/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6\} \\ A_2 &= \{0.5/u_1 + 1/u_2 + 0.5/u_3 + 0/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6\} \\ A_3 &= \{0/u_1 + 0.5/u_2 + 1/u_3 + 0.5/u_4 + 0/u_5 + 0/u_6\} \\ A_4 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0.5/u_3 + 1/u_4 + 0.5/u_5 + 0/u_6\} \\ A_5 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0.5/u_4 + 1/u_5 + 0.5/u_6\} \\ A_6 &= \{0/u_1 + 0/u_2 + 0/u_3 + 0/u_4 + 0.5/u_5 + 1/u_6\} \end{aligned} \quad (1)$$

Bu qeyri-səlis çoxluqları vektor şəklində aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:

$$\begin{aligned} A_1 &= (1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0) \\ A_2 &= (0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0 \ 0) \\ A_3 &= (0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0) \\ A_4 &= (0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0) \\ A_5 &= (0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5) \\ A_6 &= (0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.5 \ 1) \end{aligned} \quad (2)$$

Diskret çoxluqların hər birində $u_i \subset U, i = \overline{1,6}$ elementlərinin $A_j, j = \overline{1,6}$ çoxluğuna mənsub olma dərəcəsi göstərilir.

Addım 4. Addım 1-də alınmış məhsul buraxılışı göstəriciləri fazifikasiya olunur (giriş qiymətlərinə görə qeyri-səlis çoxluqların mənsubiyyət funksiyaları qurulur).

Hər hansı t ili üçün $u_i, i = \overline{1,6}$ intervallarından birinə aid olan məhsul buraxılışı maksimum mənsubiyyət dərəcəsi u_i elementinə düşən A_j linqvistik göstərici ilə fazifikasiya olunur. Məsələn, 2007-ci ildə məhsul buraxılışı 737.8 mln. manat olduğundan u_1 intervalına düşür və qeyri-səlis A_1 –lə fazifikasiya olunur.

Beləliklə, zaman sırasının hər bir həddi aşağıdakı kimi təyin olunur.

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

Cədvəl 1.

**2005-2023-cü illər üçün İKT sektorunda məhsul (xidmətlər)
buraxılışı barədə statistik göstəricilər**

Sıra nömrəsi	<i>t</i> (illər)	İKT sektorunda məhsul buraxılışı (mln. man.)	Qeyri-səlis çoxluqlar	Proqnozun nəticələri (mln. man.)
1	2005	461,7	A_1	
2	2006	583,8	A_1	812.68
3	2007	737.8	A_1	861.52
4	2008	959.4	A_2	923.12
5	2009	1033.1	A_2	1139.8
6	2010	1146.2	A_2	1164.4
7	2011	1236.4	A_2	1202.0
8	2012	1420.2	A_3	1232.1
9	2013	1528.0	A_3	1586.7
10	2014	1577.5	A_3	1622.6
11	2015	1589.2	A_3	1639.1
12	2016	1555.9	A_3	1643.0
13	2017	1688.0	A_3	1631.9
14	2018	1826.8	A_4	1676.0
15	2019	2083.2	A_4	2015.6
16	2020	2158.2	A_4	2101.0
17	2021	2249.7	A_5	2126.0
18	2022	2514.8	A_5	2319.6
19	2023	2988.8	A_6	2615.2

Mənbə: Göstəricilər Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsinin rəsmi internet sahəsindən götürülmüşdür. (https://www.stat.gov.az/source/digital_development/az/005_1.xls)

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

Addım 5. $A_i \rightarrow A_j$, $i, j = \overline{1,6}$ məntiqi münasibətlərin formalaşdırılması.

Məntiqi münasibətlər ardıcılığını qurmaq üçün addım 4-də fazifikasiya olunmuş göstəricilərə cüt-cüt baxılır. (2005→2006, 2006→2007, 2008→2009 və s.). Təkrar olunan kombinasiyalar bir dəfə götürülməlidir:

$$\begin{aligned} A_1 &\rightarrow A_1; A_1 \rightarrow A_2 \\ A_2 &\rightarrow A_2; A_2 \rightarrow A_3 \\ A_3 &\rightarrow A_3; A_3 \rightarrow A_4 \\ A_4 &\rightarrow A_4; A_4 \rightarrow A_5 \\ A_5 &\rightarrow A_5; A_5 \rightarrow A_6 \\ A_6 &\rightarrow A_6 \end{aligned}$$

Hər hansı B və C vektorları üçün $D = B \rightarrow C$ qeyri-səlis implikasiya münasibətini Mamdani mənadında aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$d_{ij} = b_i^T \times c_j = \min(b_i, c_j),$$

Burada b_i və c_j elementləri B və C – nin uyğun olaraq i -ci və j -ci elementləridir. b_i^T isə b_i vektorunun transpanirə olunmasından alınır.

Addım 6. Addım 5-də alınmış məntiqi münasibətlərin qruplaşdırılması.

Sol tərəfləri eyni olan məntiqi münasibətlər birləşdirilir və hər bir i qrupu üçün, R_i , $i = \overline{1,6}$ münasibət matrisi qurulur.

$$\begin{aligned} A_1 &\rightarrow A_1, A_2 \\ A_2 &\rightarrow A_2, A_3 \\ A_3 &\rightarrow A_3, A_4 \\ A_4 &\rightarrow A_4, A_5 \\ A_5 &\rightarrow A_5, A_6 \\ A_6 &\rightarrow A_6 \end{aligned}$$

R_i , $i = \overline{1,6}$ yekun münasibətləri i -ci qrupa düşən məntiqi münasibətlərin birləşməsi nəticəsində hesablanır [3,4].

$$\begin{aligned} R_1 &= A_1^T \times A_1 \cup A_1^T \times A_2 \\ R_2 &= A_2^T \times A_2 \cup A_2^T \times A_3 \\ R_3 &= A_3^T \times A_3 \cup A_3^T \times A_4 \\ R_4 &= A_4^T \times A_4 \cup A_4^T \times A_5 \\ R_5 &= A_5^T \times A_5 \cup A_5^T \times A_6 \\ R_6 &= A_6^T \times A_6 \end{aligned} \tag{3}$$

Məsələn, R_3 münasibət matrisinin hesablanmasına baxaq.

$$\begin{aligned} R_3 &= A_3^T \times A_3 \cup A_3^T \times A_4 = \\ &\begin{pmatrix} 0 \\ 0.5 \\ 1 \\ 0.5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times (0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0) \cup \begin{pmatrix} 0 \\ 0.5 \\ 1 \\ 0.5 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times (0 \ 0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0) = \end{aligned}$$

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

$$= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \cup \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 1 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} =$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1 & 1 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Analoji qayda ilə baxılan məsələ üçün (3) düsturundakı $R_i, i = \overline{1,6}$ münasibətləri hesablanır.

Addım 7. Alınmış nəticələrin proqnozlaşdırılması.

Beləliklə, t ilində İKT sektorunda məhsul (xidmətlər) buraxılışını proqnozlaşdırmaq üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edəcəyik:

$$A(t+1) = A(t) \circ R(t), \quad (4)$$

burada $A(t)$ – t ilində İKT sektorunda məhsul (xidmətlər) buraxılışı;

$A(t+1)$ – zaman sırasının növbəti ($t+1$) ilində proqnozlaşdırılmış məhsul (xidmətlər) buraxılışı;

$R(t)$ – t ili üçün hesablanmış münasibət;

“ $\circ$ ” işarəsi - “max-min” operatoru göstərir.

Addım 8. Əvvəlki addımda alınmış proqnozun tam ədədə çevrilməsi.

Ağırlıq mərkəzi defazifikasiya üsulundan istifadə edərək, çirklənmənin sahəsini tam ədədə çevirə bilirik.

Ağırlıq mərkəzi. E ədəd oxunun qeyri-səlis altçoxlğu olan A diskret qeyri-səlis ədədi üçün $COA(A) \in E$ ağırlıq mərkəzi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$COA(A) = \frac{\sum_{t \in S_A} t \cdot \mu_A(t) dt}{\sum_{t \in S_A} \mu_A(t) dt}.$$

Burada $S_A = \{x | \mu_A(x) > 0\}$ hesabi çoxluqdur.

Klassik üsul hesab edilən bu üsuldan istifadə edərək zaman sırasının dördüncü həddini, yəni 2017-ci ildə İKT sektorunda məhsul buraxılışının həcmi hesablayaq.

$$x_{2017} = x_{2016} \circ R = A_3 \circ R_3 = (0 \ 0.5 \ 1 \ 0.5 \ 0 \ 0) \circ \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 1 & 1 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0.5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} =$$

$$(0 \ 0.5 \ 1 \ 1 \ 0.5 \ 0) = (460 \cdot 0 + 900 \cdot 0.5 + 1555.9 \cdot 1 + 1780 \cdot 1 + 1110 \cdot 0.5) / (0.5 + 1 + 1 + 0.5) = 1631.9$$

Cədvəl 1-də baxılan zaman periodu üçün proqnozlaşdırmanın nəticələri öz əksini tapır.

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

Qurulmuş modelin verdiyi proqnoza görə 2017-ci ildə İKT sektorunda məhsul (xidmətlər) buraxılışı 1631.9 mln.man., ənənəvi üsulla hesablamalara görə isə 1688 mln.man. olmuşdur (cədvəl 1, 13-cü sətir).



Şəkil 1. 2005-2023-cü illərdə İKT sektorunda məhsul buraxılışı və proqnozun nəticələri.

Qrafiklərdən göründüyü kimi qeyri-səlis modelin proqnozlaşdırdığı, İKT sektorunda məhsul buraxılışı və faktiki hesablanmış məhsul buraxılışı kifayət qədər yaxındır.

Y E K U N

Beləliklə, proqnozun qeyri-səlis implikasiya üsulu ilə hesablanmış nəticələri faktiki nəticələrə kifayət qədər yaxındır. Müasir üsullara əsaslanan modellərin bu gün daha adekvat olduğu təsdiqlənir.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT SİYAHISI:

1. Афанасьева Т. В. Моделирование нечетких тенденций временных рядов / Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 215 с.
2. К. Дегтярев «Прогнозирование валютных котировок с использованием модифицированного стационарного метода, основанного на нечетких временных рядах», Москва, 2010.
3. Шихлинская Р.Ю., Салимов С.М., Алиева А.М. Применение теории нечетких временных рядов в прогнозировании курса USD/AZN, 2015.
4. Chen S.-M. : Forecasting Enrollments Based on Fuzzy Time Series. Fuzzy Sets and Syst. 81 (1996) 311–319.
5. Song Q., Chissom B.S. Fuzzy time series and its models. Fuzzy Sets and Syst. 54,1993, 269–277.
6. Zadeh L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning, M., 1976, 168 p.
7. Zadeh L.A. Fuzzy Sets. Information and Control 8 (1965) 338-353.

*Reyhan Yusif Shikhlinskaya,
Ph.D. (Math.), Associate Professor,
Baku State University,
E-mail: reyhanshikhli@gmail.com;*

*Nariman Jabbar Hajiyeu,
Ph.D. (Econ.),
Department of Digital Technologies and
Applied Informatics,
Azerbaijan State University of Economics (UNEC),
E-mail: narimangd@yahoo.com
© R.Y. Shikhlinskaya, N.J. Hajiyeu, 2025*

APPLICATION OF FUZZY TIME SERIES IN FORECASTING AVERAGE MONTHLY NOMINAL WAGE

ABSTRACT

The purpose of the research - is to predict the release of products (services) in the ICT sector using fuzzy time series (FTS).

The methodology of the research - in the course of the research, methods of processing statistical indicators, discrete images, fuzzy logic and implication rules, fuzzy mathematical apparatus, as well as modern programming packages were used.

The practical importance of the research – since real events are associated with certain uncertainty, for each indicator in the time order, a fuzzy variable can be assigned, which is characterized by the function of belonging. Fuzzy time rows allow you to cope with the problem, process both numerical and linguistic information, as well as discover new patterns and extract knowledge that is inaccessible to other models.

The results of the research - in the presented article, results are obtained on the collection of statistical indicators for forecasting the average monthly nominal wage and the probable future trend. Thus, the modern situation in the field of modeling and forecasting based on time series is characterized by the further development of methods called Times-Series data Mining and the implementation of models based on artificial intelligence technologies .

The originality and scientific novelty of the research - the study of modeling methods with fuzzy time series, the analysis of their opportunities and shortcomings revealed a number of unresolved problems: the problem of increasing the accuracy and informativeness of the forecast, the lack of efficiency criteria and methods for evaluating the results of fuzzy modeling, etc.

Keywords: fuzzy time series, fuzzy relationships, trend forecasting.

AUDİT 2025, 3 (49), səh. 15-23.
AUDIT 2025, 3 (49), pp. 15-23.
АУДИТ 2025, 3 (49), стр. 15-23.

*Шихлинская Рейхан Юсиф кызы,
кандидат математических наук, доцент,
Бакинский Государственный Университет,
E-mail: reyhanshikhli@gmail.com;*

*Гаджиев Нариман Джаббар оглу,
кандидат экономических наук,
докторант кафедры «Цифровые технологии и
прикладная информатика»,
Азербайджанский Государственный
Экономический Университет (UNEC),
E-mail: narimangd@yahoo.com
© Шихлинская Р.Ю., Гаджиев Н.Дж., 2025*

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРЕДНЕМЕСЯЧНОЙ НОМИНАЛЬНОЙ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Р Е З Ю М Е

Цель исследования - прогнозирование выпуска продукции (услуг) в секторе ИКТ с использованием нечетких временных рядов.

Методология исследования - в ходе исследования использовались методы обработки статистических показателей, дискретные представления, нечеткая логика и правила импликации, нечеткий математический аппарат, а также современные пакеты программирования.

Практическая значимость исследования - поскольку реальные события связаны с определенной неопределенностью, для каждого показателя во временном ряду может быть определена нечеткая переменная, характеризующаяся функцией принадлежности. Нечеткие временные ряды позволяют справиться с проблемой, обработать как числовую, так и лингвистическую информацию, а также обнаружить новые закономерности и извлечь знания, недоступные другим моделям.

Результаты исследования - в представленной статье проводится сбор статистических показателей для прогнозирования среднemesячной номинальной заработной платы и выводов о вероятной будущей тенденции. Таким образом, современное состояние в области моделирования и прогнозирования на основе временных рядов характеризуется дальнейшим развитием методов, называемых Times-Series data mining, и направлением внедрения моделей на основе технологий искусственного интеллекта.

Оригинальность и научная новизна исследования - изучение методов моделирования нечеткими временными рядами, анализ их возможностей и недостатков выявили ряд нерешенных проблем: проблему повышения точности и информативности прогноза, критерии эффективности нечеткого моделирования и отсутствие методов оценки результатов и др.

Ключевые слова: четкие временные ряды, нечеткие взаимосвязи, прогнозирование трендов.

*Məqalə redaksiyaya daxil olmuşdur:
02.04.2025
Təkrar işlənməyə göndərilmişdir:
05.05.2025
Çapa qəbul olunmuşdur: 30.05.2025*

*Дата поступления статьи в
редакцию: 02.04.2025
Отправлено на повторную обработку:
05.05.2025
Принято к печати: 30.05.2025*

*The date of the admission of the article
to the editorial office: 02.04.2025
Send for reprocessing: 05.05.2025
Accepted for publication: 30.05.2025*