

Doğulan və ölənlər uşaqların sayının qeyri-səlis məntiqin tətbiqi ilə proqnozlaşdırılması

Möhübbət Əhmədov

texnika üzrə fəlsəfə doktoru,

Mingəçevir Dövlət Universiteti

Nərmin Əhmədova

Mingəçevir Dövlət Universiteti

E-mail: gulum.heyderova93@mail.ru

Rəyçilər: dos. K.A. Məmmədova,
tex.ü.f.d. A.M. Mustafayeva

Açar sözlər: qeyri-səlis, proqnozlaşdırma, nəzəriyyə, tədris, proses, əhali, məsələ, uşaq

Ключевые слова: нечеткой, прогнозирование, теория, учеба, процесс, задача, ребенок

Key words: indistinct, prognosticating, theory, teaching, process, population, problem, child

Məlumdur ki, xronoloji verilənlərin proqnozlaşdırılması məqsədilə klassik zaman sıralarına əsaslanan standart metodlardan populyar şəkildə istifadə olunur. Bu cür standart metodlara nümunə olaraq sürüşən ədədi orta, eksponensial hamarlama, ikiqat sürüşən ədədi orta, tendensiya nəzərə alınmaqla eksponensial hamarlama və ya Holt və tendensiya və mövsümi variasiyalar nəzərə alınmaqla eksponensial hamarlama və ya Vinters və s. metodlarını göstərmək olar. 1965-ci ildə dahi həmyerlimiz L.Zadə tərəfindən qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsinin kəşfi ilə əlaqədar olaraq proqnozlaşdırma probleminin həlli üçün yeni yanaşma 1993-cü ildə ABŞ, Alabama universitetinin alimləri tərəfindən təklif olundu [1, 2, 13]. Bu yanaşma qeyri-səlis məntiqin tətbiqi və xronoloji göstəricilər əsasında qurulmuş qeyri-səlis zaman sıralarına əsaslanırdı. Keçmiş 20 ildən bir qədər çox müddət ərzində bu yanaşma tədqiqatçıların diqqətini cəlb etmiş, təklif olunan yanaşmaya əsaslanan proqnozlaşdırma metodları təklif olunmuşdur. Təklif olunan proqnozlaşdırma metodları müxtəlif sahələrdə, o cümlədən, standart məsələ kimi ABŞ alimləri tərəfindən ortaya atılmış universitetə tələbə qəbulunun proqnozlaşdırılması, tədris prosesində iştirak edəcək müəllimlərin sayının proqnozlaşdırılması, valyuta məzənnələrinin proqnozlaşdırılması, havanın temperaturunun proqnozlaşdırılması, əhali sayının və demoqrafik göstəricilərin proqnozlaşdırılması, elektrik enerjisi istehsalının proqnozlaşdırılması və s. kimi proqnozlaşdırma məsələlərini həll etmək üçün tətbiq olunmuş və uğurlu nəticələr əldə olunmuşdur [3-8, 10].

Məqalədə Mamdani qeyri-səlis məntiqinin tətbiqi ilə Mingəçevir şəhərində il ərzində doğulan və ölənlər uşaqların sayı ilə bağlı statistik göstəricilərin əsasında proqnozlaşdırma məsələsinin həllinə baxılır. Məqalədə proqnozlaşdırma məsələsinin həlli prosesində istifadə olunan əsas anlayışların tərifləri və mahiyyətini qısa şəkildə aşağıdakı kimi göstərmək olar.

Tərif 1. Fərz edək ki, $Y(t), (t = \dots, 0, 1, 2, \dots)$ universal çoxluqdur və $Y(t) \subseteq R$. Fərz edək ki, $Y(t)$ -da $f_i(t), (i = 1, 2, \dots)$ qeyri-səlis çoxluqları təyin olunmuşdur və $F(t)$ isə $f_i(t), (i = 1, 2, \dots)$ kolleksiyasından təşkil olunmuşdur. Bu halda $F(t)$ -yə $Y(t)$ ($i = 1, 2, \dots$) – da

qeyri-səlis zaman sırası deyilir [1].

Tərif 2. Əgər $F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1)$ bərabərliyini şərtləndirən $R(t, t-1)$ mövcud olarsa, bu halda $F(t)$ (t anındakı müşahidə/qiymət) ancaq $F(t-1)$ ilə şərtlənir və bu münasibət simvolik olaraq $F(t-1) \rightarrow F(t)$ kimi yazılır. Burada, $R(t, t-1)$ qeyri-səlis münasibətlər matrisi, $F(t)-1$ -tərtibli qeyri-səlis zaman sırası modeli, “ \circ ” – isə Max-Min kompozisiya operatoru adlanır [1].

Tərif 3. Əgər istənilən t zaman anı üçün $F(t)$ qeyri-səlis zaman sırası ancaq və ancaq $F(t-1)$ -dən asılıdırsa, bu halda bu cür əlaqə $F(t) = F(t-1) \circ R(t, t-1)$ şəklində ifadə olunur. Eyni zamanda ixtiyari t zamanı $R(t, t-1) = R(t-1, t-2)$ şərti ödənərsə, bu halda $F(t)$ – qeyri-səlis zaman sırası stasionar – zamana görə dəyişməyən (time-invariant) qeyri-səlis zaman sırası adlanır [1].

Tərif 4. Əgər $F(t-1)$ -i A_i və $F(t)$ isə A_j kimi işarə etsək, bu halda $F(t-1)$ və $F(t)$ arasındakı münasibət $A_i \rightarrow A_j$ məntiqi implikasiya münasibəti kimi yazılır [1].

Mingəçevir şəhərində doğulan və ölənlər uşaqların sayı ilə bağlı statistik göstəricilər cədvəl 1-də verilib.

Cədvəl 1

Mingəçevir şəhərində il ərzində doğulan və ölənlər uşaqların sayı

İllər	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Doğulan uşaqların sayı	1002	1076	1129	1057	1093	1153	1242	1228	1372	1509	1517	1555	1551	1452	1662	1586	1390
Ölənlər uşaqların sayı	12	11	12	9	11	13	9	17	21	19	18	21	20	21	20	17	17

Proqnozlaşdırma məsələsinin həlli həmin statistik göstəricilərə istinadən şərh olunur. Təklif olunan məsələnin həll alqoritmi aşağıdakı kimidir:

Addım 1. Cədvəl 1-dəki statistik verilənlər əsasında U^1 və U^2 – universal çoxluqları təyin olunur. Münasib $d_{\min}=-2$ və $d_{\max}=10$ qiymətləri eksperimental şəkildə Cədvəl 1-dəki verilənlərə uyğun olaraq seçildikdən sonra $d_{\text{sol}}=1002+d_{\min}=1000$ və $d_{\text{sag}}=1662+d_{\max}=1672$ kimi təyin olunur. Beləliklə, il ərzində doğulan uşaqlar üçün universal çoxluq $U^1 = \{1000, 1672\}$ kimi təyin olunur. Analoji qaydada il ərzində ölənlər uşaqlar üçün $d_{\min}=-3$ və $d_{\max}=9$ qiymətləri eksperimental şəkildə Cədvəl 1-dəki verilənlərə uyğun olaraq seçildikdən sonra $d_{\text{sol}}=9+d_{\min}=6$ və $d_{\text{sag}}=21+d_{\max}=30$ kimi təyin olunur. Beləliklə, il ərzində ölənlər uşaqlar üçün isə universal çoxluq $U^2 = \{6, 30\}$ kimi təyin olunur.

Addım 2. Təyin olunmuş U^1 və U^2 universal çoxluqları müvafiq olaraq 7 və 6 bərabər uzunluqlu intervallara bölünür və onları müvafiq olaraq, u_i^1, u_j^2 kimi işarə edək. Bölgünün nəticəsi cədvəl 2-də təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 2

Son bölgüdə sonra statistik verilənlərin intervallara bölgüsü

İntervalın adı (Uşaq doğuşu)	İnterval	İntervalın adı (Uşaq ölümü)	İnterval
u_1^1	[1000, 1096]	u_1^2	[6, 10]
u_2^1	[1096, 1192]	u_2^2	[10, 14]
u_3^1	[1192, 1288]	u_3^3	[14, 18]
u_4^1	[1288, 1384]	u_4^4	[18, 22]
u_5^1	[1384, 1480]	u_5^5	[22, 26]
u_6^1	[1480, 1576]	u_6^6	[26, 30]
u_7^1	[1576, 1672]		

Addım 3. Bu mərhələdə doğulan və ölənlər uşaqların sayı ilə bağlı statistik göstəriciləri xarakterizə edən linqvistik dəyişənləri müvafiq qaydada « Doğulan uşaqların sayı » və « Ölənlər uşaqların sayı » kimi təyin etmək lazımdır. Qeyri-səlis çoxluqlar vasitəsilə təsvir olunan bu linqvistik dəyişənlərin linqvistik termləri müvafiq qaydada aşağıdakı kimi təyin olunur:

« Doğulan uşaqların sayı » linqvistik dəyişəni üçün[9, 12]:

A_1^1 =(çox az), A_2^1 =(bir qədər az), A_3^1 =(az), A_4^1 =(normal), A_5^1 =(çox), A_6^1 =(bir az çox), A_7^1 =(daha çox);

« Ölənlər uşaqların sayı » linqvistik dəyişəni üçün[9, 12]:

A_1^2 =(çox az), A_2^2 =(bir qədər az), A_3^2 =(az), A_4^2 =(normal), A_5^2 =(çox), A_6^2 =(bir az çox);

Addım 4. Bu linqvistik kəmiyyətləri – termləri xarakterizə edən qeyri-səlis çoxluqları təyin etmək üçün addım funksiyasından istifadə olunmuşdur və müvafiq olaraq, doğulan və ölənlər uşaqların sayı ilə bağlı linqvistik termlər aşağıdakı kimi təyin olunur:

« Doğulan uşaqların sayı » linqvistik dəyişəni üçün:

$$\begin{aligned}
 A_1^1 &= \frac{1}{u_1^1} + \frac{0,5}{u_2^1} + \frac{0}{u_3^1} + \frac{0}{u_4^1} + \frac{0}{u_5^1} + \frac{0}{u_6^1} + \frac{0}{u_7^1} \\
 A_2^1 &= \frac{0,5}{u_1^1} + \frac{1}{u_2^1} + \frac{0,5}{u_3^1} + \frac{0}{u_4^1} + \frac{0}{u_5^1} + \frac{0}{u_6^1} + \frac{0}{u_7^1} \\
 A_3^1 &= \frac{0}{u_1^1} + \frac{0,5}{u_2^1} + \frac{1}{u_3^1} + \frac{0,5}{u_4^1} + \frac{0}{u_5^1} + \frac{0}{u_6^1} + \frac{0}{u_7^1} \\
 A_4^1 &= \frac{0}{u_1^1} + \frac{0}{u_2^1} + \frac{0,5}{u_3^1} + \frac{1}{u_4^1} + \frac{0,5}{u_5^1} + \frac{0}{u_6^1} + \frac{0}{u_7^1} \\
 A_5^1 &= \frac{0}{u_1^1} + \frac{0}{u_2^1} + \frac{0}{u_3^1} + \frac{0,5}{u_4^1} + \frac{1}{u_5^1} + \frac{0,5}{u_6^1} + \frac{0}{u_7^1} \\
 A_6^1 &= \frac{0}{u_1^1} + \frac{0}{u_2^1} + \frac{0}{u_3^1} + \frac{0}{u_4^1} + \frac{0,5}{u_5^1} + \frac{1}{u_6^1} + \frac{0,5}{u_7^1} \\
 A_7^1 &= \frac{0}{u_1^1} + \frac{0}{u_2^1} + \frac{0}{u_3^1} + \frac{0}{u_4^1} + \frac{0}{u_5^1} + \frac{0,5}{u_6^1} + \frac{1}{u_7^1}
 \end{aligned}$$

«Ölən uşaqların sayı» linqvistik dəyişəni üçün:

$$A_1^2 = \frac{1}{u_1^2} + \frac{0,5}{u_2^2} + \frac{0}{u_3^2} + \frac{0}{u_4^2} + \frac{0}{u_5^2} + \frac{0}{u_6^2}$$

$$A_2^2 = \frac{0,5}{u_1^2} + \frac{1}{u_2^2} + \frac{0,5}{u_3^2} + \frac{0}{u_4^2} + \frac{0}{u_5^2} + \frac{0}{u_6^2}$$

$$A_3^2 = \frac{0}{u_1^2} + \frac{0,5}{u_2^2} + \frac{1}{u_3^2} + \frac{0,5}{u_4^2} + \frac{0}{u_5^2} + \frac{0}{u_6^2}$$

$$A_4^2 = \frac{0}{u_1^2} + \frac{0}{u_2^2} + \frac{0,5}{u_3^2} + \frac{1}{u_4^2} + \frac{0,5}{u_5^2} + \frac{0}{u_6^2}$$

$$A_5^2 = \frac{0}{u_1^2} + \frac{0}{u_2^2} + \frac{0}{u_3^2} + \frac{0,5}{u_4^2} + \frac{1}{u_5^2} + \frac{0,5}{u_6^2}$$

$$A_6^2 = \frac{0}{u_1^2} + \frac{0}{u_2^2} + \frac{0}{u_3^2} + \frac{0}{u_4^2} + \frac{0,5}{u_5^2} + \frac{1}{u_6^2}$$

Seçilmiş addım mənsubiyyət funksiyası istifadə olunmaqla ilkin verilənlərin fəzzifikasiyası və bunun nəticəsi olaraq qeyri-səlis zaman sıralarının qurulması prosesi aparılır. Proqnozlaşdırma modelinin qurulması məqsədilə uşaq doğuşu və uşaq ölümü üzrə 2015-ci ilədək statistik verilənlər götürülmüş və cədvəl 3-də fəzzifikasiya prosesinin nəticəsi təsvir edilmişdir.

Cədvəl 3

İlkin verilənlərin fəzzifikasiyası

İllər	Faktiki verilənlər	Linqvistik kəmiyyətlər	İllər	Faktiki verilənlər	Linqvistik kəmiyyətlər
2000	1002	A_1^1	2000	12	A_2^2
2001	1076	A_1^1	2001	11	A_2^2
2002	1129	A_2^1	2002	12	A_2^2
2003	1057	A_1^1	2003	9	A_1^1
2004	1093	A_1^1	2004	11	A_2^2
2005	1153	A_2^1	2005	13	A_2^2
2006	1242	A_3^1	2006	9	A_1^2
2007	1228	A_3^1	2007	17	A_3^2
2008	1372	A_4^1	2008	21	A_4^2
2009	1509	A_6^1	2009	19	A_4^2
2010	1517	A_6^1	2010	18	A_3^2
2011	1555	A_6^1	2011	21	A_4^2
2012	1551	A_6^1	2012	20	A_4^2
2013	1452	A_5^1	2013	21	A_4^2
2014	1662	A_7^1	2014	20	A_4^2
2015	1586	A_7^1	2015	17	A_3^2

2016	1390		2016	17	
------	------	--	------	----	--

Addım 5. Fazzifikasiya olunmuş statistik verilənlər əsasında qeyri-səlis münasibətlər matrisi, doğulan uşaqların sayı üzrə $A_j^1 \rightarrow A_q^1$ münasibəti, ölənlərin sayı üzrə isə $A_j^2 \rightarrow A_q^2$ kimi təyin olunur: Yəni, (n-1)-ci il üçün fazzifikasiya olunmuş verilən A_j^1 (və ya A_j^2) olarsa, n-ci il üçün fazzifikasiya olunan statistik göstərici A_q^1 (və ya A_q^2) olacaqdır. Qeyri-səlis şərti məntiqi nəticə çıxarma qaydası kimi «ƏGƏR ... ONDA» qaydası istifadə olunmaqla qeyri-səlis münasibətlər matrisi qurulmuşdur. Mamdani implikasiyası halında qeyri-səlis münasibətlər matrisinin qurulması üçün (1) düsturundan istifadə olunmuşdur [9].

$$I_{MAMD}(x, y) = \min(x, y) \quad (1)$$

Qeyri-səlis münasibətlər matrisinin qurulması məqsədilə istifadə olunan qeyri-səlis münasibətlər cədvəl 4-də təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 4

Qeyri-səlis münasibətlər

İl ərzində doğulan uşaqlar üçün					
$A^1_1 \rightarrow A^1_1$	$A^1_1 \rightarrow A^1_2$	$A^1_2 \rightarrow A^1_1$	$A^1_2 \rightarrow A^1_3$	$A^1_3 \rightarrow A^1_3$	$A^1_3 \rightarrow A^1_4$
$A^1_4 \rightarrow A^1_6$	$A^1_6 \rightarrow A^1_6$	$A^1_6 \rightarrow A^1_5$	$A^1_5 \rightarrow A^1_7$	$A^1_7 \rightarrow A^1_7$	
İl ərzində ölənlər uşaqlar üçün					
$A^2_2 \rightarrow A^2_2$	$A^2_2 \rightarrow A^2_1$	$A^2_1 \rightarrow A^2_2$	$A^2_1 \rightarrow A^2_3$	$A^2_3 \rightarrow A^2_4$	$A^2_4 \rightarrow A^2_4$
$A^2_4 \rightarrow A^2_3$					

Addım 6. Proqnoz nəticələrin alınması prosesi «Direkt» (birbaşa) adlandırılan qaydada aparılmışdır. Hər bir qeyri-səlis münasibət matrisi üçün ayrı-ayrılıqda Mamdani qeyri-səlis implikasiya operatoru istifadə olunmaqla formalaşdırılaraq, yekun qeyri-səlis münasibətlər matrisi isə Max (birləşdirmə) qaydası tətbiq olunmaqla alınmışdır [11]. Sonda hər bir hal üçün ayrı-ayrılıqda yekun qeyri-səlis münasibətlər matrisi istifadə olunmaqla Max-Min kompozisiya yerinə yetirilmiş və alınmış qeyri-səlis çoxluqlar yekun proqnoz nəticələr kimi əldə olunmuşdur.

Addım 7. Seçilmiş statistik göstəricilər əsasında qurulmuş qeyri-səlis münasibətlər matrisləri istifadə olunmaqla aparılan proqnozlaşdırma prosesi nəticəsində alınmış proqnoz nəticələr Maximum prinsipi əsasında defazzifikasiya olunmuşdur və proqnozlaşdırma prosesinin son nəticəsi cədvəl 5-də təsvir edilmişdir.

Nəzərə almaq lazımdır ki, alınmış proqnoz nəticələrin proqnozlaşdırma xətlərinin hesablanması və müxtəlif proqnozlaşdırma metodları ilə alınan proqnoz nəticələrin müqayisə edilməsi məqsədilə orta proqnozlaşdırma xətası (average forecasting error rate - AFER) (2) düsturu əsasında təyin olunmuşdur:

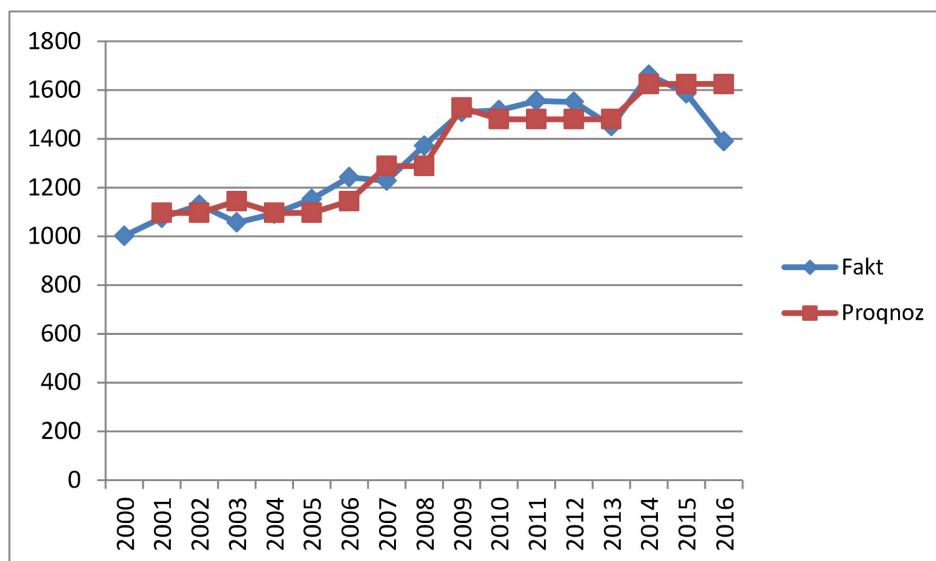
$$AFER = \frac{\sum_{i=1}^n |A_i - F_i| / A_i}{n} \times 100\% \quad (2)$$

Cədvəl 5

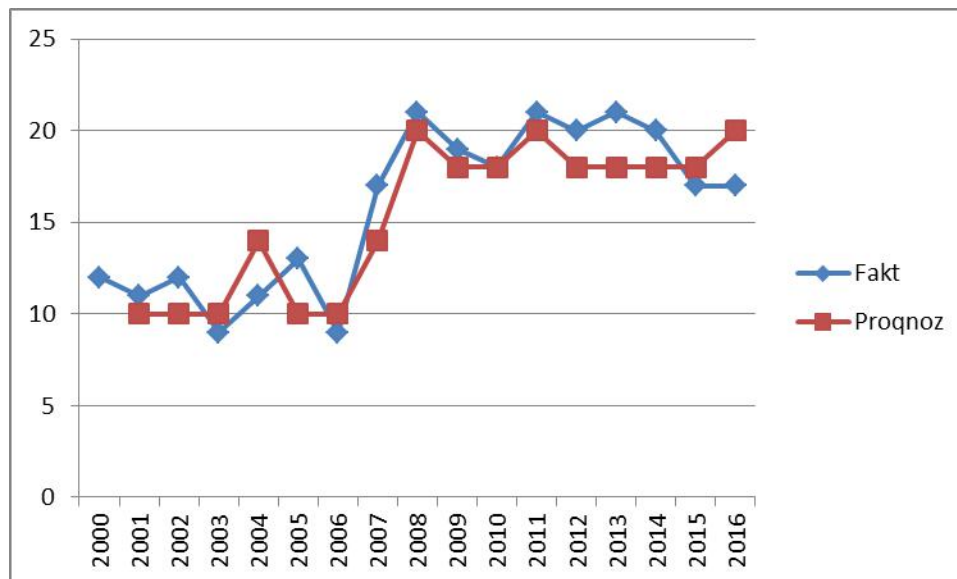
Mamdani qeyri-səlis implikasiyası vasitəsilə hesablanmış proqnoz nəticələr

İllər	Faktiki verilənlər	Proqnoz	İllər	Faktiki verilənlər	Proqnoz
		Mamdani			Mamdani
2000	1002		2000	12	
2001	1076	1096	2001	11	10
2002	1129	1096	2002	12	10
2003	1057	1144	2003	9	10
2004	1093	1096	2004	11	14
2005	1153	1096	2005	13	10
2006	1242	1144	2006	9	10
2007	1228	1240	2007	17	14
2008	1372	1240	2008	21	20
2009	1509	1432	2009	19	18
2010	1517	1480	2010	18	18
2011	1555	1480	2011	21	20
2012	1551	1480	2012	20	18
2013	1452	1480	2013	21	18
2014	1662	1624	2014	20	18
2015	1586	1624	2015	17	18
2016	1390	1624	2016	17	20

Mamdani qeyri-səlis implikasiyası əsasında doğulan və ölənlər uşaqların sayı üzrə aparılmış proqnozlaşdırma prosesində faktiki və proqnoz göstəricilərin qrafik təsviri isə şəkil 1 və şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. İl ərzində doğulan uşaqlar üçün faktiki və proqnoz qiymətlərin qrafik təsviri



Şəkil 2. İl ərzində ölənlər üçün faktiki və proqnoz qiymətlərin qrafik təsviri

Eyni zamanda baxılan məsələnin tətbiq olunan metodla alınan həlli, klassik zaman sıralarına əsaslanan sürüşən ədədi orta və eksponensial hamarlaşdırma üsulları əsasında alınmış proqnozlaşdırma nəticələri ilə müqayisə olunmuşdur ki, bu da cədvəl 6-də təsvir olunmuşdur.

Cədvəl 6

Müxtəlif üsullarla alınmış proqnozlaşdırma nəticələrinin müqayisəsi

İl ərzində doğulan uşaqlar					İl ərzində ölənlər				
İllər	Faktiki verilənlər	Proqnoz nəticələri			İllər	Faktiki verilənlər	Proqnoz nəticələri		
		SƏO (n=3)	EH (a=0,9)	Mamdani			SƏO (n=3)	EH (a=0,9)	Mamdani
2000	1002		1002		2000	12		12	
2001	1076		1002	1096	2001	11		12	10
2002	1129	1069	1069	1096	2002	12	12	11	10
2003	1057	1087	1123	1144	2003	9	11	12	10
2004	1093	1093	1063	1096	2004	11	11	9	14
2005	1153	1101	1090	1096	2005	13	11	11	10
2006	1242	1163	1147	1144	2006	9	11	13	10
2007	1228	1208	1233	1240	2007	17	13	9	14
2008	1372	1281	1228	1240	2008	21	16	16	20
2009	1509	1370	1358	1432	2009	19	19	21	18
2010	1517	1466	1494	1480	2010	18	19	19	18
2011	1555	1527	1515	1480	2011	21	19	18	20
2012	1551	1541	1551	1480	2012	20	20	21	18
2013	1452	1519	1551	1480	2013	21	21	20	18
2014	1662	1555	1462	1624	2014	20	20	21	18
2015	1586	1567	1642	1624	2015	17	19	20	18
2016	1390	1546	1592	1624	2016	17	18	17	20
Xətalar		4,4%	5,66%	4,62%	Xətalar		10,5%	14,8%	12,12%

Məqalənin aktuallığı. Aktuallıq ondan ibarətdir ki, məqalədə qeyri-səlis məntiq əsasında Mingəçevir şəhərində il ərzində doğulan və ölənlər uşaqların sayının proqnozlaşdırılması üçün Mamdani qeyri-səlis implikasiyasından istifadə olunmuşdur. Təklif olunan proqnozlaşdırma üsulu 1-tərtibli zamana görə dəyişməyən (time-invariant) qeyri-səlis zaman sıraları modeli üçün nəzərdə tutulubdur.

Məqalənin elmi yeniliyi. Proqnozlaşdırma nəticələrinin hesablanması və vizuallaşdırılması üçün MS Excel 2010 və Matlab7 tətbiqi proqram paketlərindən istifadə olunmasını elmi-yenilik hesab etmək olar.

Məqalənin praktik əhəmiyyəti və tətbiqi. Məqalədən əhali sayının və demoqrafik göstəricilərin proqnozlaşdırılması zamanı qeyri-səlis məntiqin tətbiqi ilə məşğul olan mütəxəssislər istifadə edə bilərlər.

Ədəbiyyat

1. Song Q., Chissom B.S. Forecasting enrollments with fuzzy time series part I // Fuzzy Sets and Systems 54 (1993) p.1-9.
2. Song Q., Chissom B.S. Forecasting enrollments with fuzzy time series part II // Fuzzy Sets and Systems 62 (1994) p. 1-8.
3. Chen S.D. and Chen S.M. A new method to forecast the TAIEX based on the fuzzy time series // IEEE, International conference of systems, Man and Cybernetics, USA, 2009, p. 3450–3455.
4. Chen S.M. Forecasting enrollments based on fuzzy time series // Fuzzy Sets and Systems 81 (1996) p.311–319.
5. Chen S.M., Hwang J.R. Temperature prediction using fuzzy time series // IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 30, 2000, p. 263 – 275.
6. Ahmedov M.Z. Fuzzy Time Series Based Forecasting / Fifth Inter. Conference on Application of Fuzzy Systems and Soft Computing, Italy-2002, p. 304-312.
7. Мамедова М. Г., Джабраилова З.Г. Применение нечеткой логики в демографическом прогнозе // Информационные Технологии 3 (2004), с. 45-53.
8. Ахмедов М.З. Решение задачи прогнозирования с применением нечеткой импликации // Информационные технологии, №2, Москва, 2016.
9. Алиев Р. А., Алиев Р. Р. Теория интеллектуальных систем и ее применение, Баку, Чашыюглы, 2001, 720 с.
10. Əhmədov M.Z. Elektrik enerjisi istehsalının qeyri-səlis zaman sıralarının tətbiqi ilə proqnozlaşdırılması // İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, İnformasiya Texnologiyaları Problemləri №2, Bakı – 2013, səh.53-63.
11. Əhmədov M.Z. Proqnozlaşdırma məsələlərində qeyri-səlis münasibətlər matrisinin formalaşdırılması // Bakı Dövlət Universiteti, Elmi xəbərlər № 4, Bakı – 2009, s. 81-85.
12. Zadeh L.A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning part I // Inform.Sci.8 (1975) p.199-249.
13. Zadeh L.A. Fuzzy Sets // Inform. And Control 8, 1965, p.338-353.

М. Ахмедов, Н. Ахмедова

**Прогнозирования числа родившихся и умерших
ребёнок с применением нечеткой логики**

Резюме

Данная статья посвящена использованию нечеткой импликации для решения задачи прогнозирования. На основе сравнительного анализа результатов, полученных с помощью предложенного метода с результатами, полученными с помощью методов скользящих средних и экспоненциальное сглаживание, установлено, что предложенный метод имеет меньшие усредненную погрешность прогнозирования (AFER).

M. Ahmadov, N. Ahmadova

**Forecasting the number of births and deaths of
children's applying of fuzzy logic**

Summary

This article is devoted to the use of fuzzy implication to solve the forecasting problem. Based on a comparative analysis of the results obtained using the proposed method with the results obtained with the help of moving average and exponential smoothing methods, it is established that the proposed method has a smaller average forecasting error (AFER).

Redaksiyaya daxil olub: 13.06.2018