

ƏHALİ SAYININ PROQNOZLAŞDIRILMASI PROBLEMİNƏ BİR YANAŞMA

M.H.MƏMMƏDOVA,
texnika elmləri doktoru

Bazar mexanizminin tətbiqi ilə xarakterizə olunan hazırkı mərhələsi cəmiyyətin inkişaf fəaliyyətinin bütün sahələrinə, o cümlədən əhalinin dinamikasına, əhalinin say və tərkibinin perspektiv hesablamalarına daha yüksək tələblər qoyur. Sosial-iqtisadi inkişafın ayrılmaz elementi olan demoqrafik proqnoz bütün əhalinin gözlənilən sayını, ayrı-ayrı yaş qruplarında əmək qabiliyyətlilərin sayını və i.ə. təyin etməyə imkan verir. Ona görə də bu amillər elmi cəhətdən əsaslandırılmış sosial-iqtisadi siyasətin hazırlanması və onun reallaşması üçün kompleks tədbirlərin formalaşdırılmasında nəzərə alınmalıdır.

Hazırda əhalinin sayının proqnozlaşdırılmasına müxtəlif yanaşmalar mövcuddur və onun həlli üçün geniş miqyasda modelləşmə metodları təklif olunur. Buna statistik, adaptiv, imitasiya modellərini, hamar dinamiki sıranı, avtoregressiyanı və s. misal göstərmək olar. İnformasiya texnologiyasının və proqram vasitələrinin inkişafı demoqrafik proseslərin modelləşdirilməsi və proqnozla bağlı məsələlərin həllində yeni imkanlar açmışdır. Lakin son illərin tədqiqatları göstərir ki, ənənəvi təhlil metodlarının tətbiqi və tədqiqat obyektini kimi əhali artımı prosesinin ədədi verilənlərinin emalına əsaslanan modelləşdirilməsi gözlənilən səmərəni vermir və nəzərəcərpacaq xətlərlə müşayiət olunur. Bunun yaranma səbəblərindən biri də bəzi proqnoz modellərinin kifayət qədər səmərəli olmamasıdır. Bu da əhali sayının artımı prosesindəki mürəkkəbliliklə klassik riyazi aparatın ədədi metodlarının yüksək dəqiqliyinin bir araya sığmaması ilə bağlıdır. Digər bir səbəb də dəqiq təyin olunmuş sistemlərin riyazi analizinə yönəldilmiş bu metodların tədqiqat obyektinin bir sıra mövcud xüsusiyyətlərini nəzərə almaq imkanının məhdudluğundan doğur. Beləliklə, əhali-konkret ərazidən və müəyyən qrupdan asılı olmayaraq böyük dinamiki sistemdir (sosial, iqtisadi, ekoloji və i.ə.). Bu sistemin fərqləndirici cəhəti onun bir sıra hallarla bağlı qeyri-müəyyənlik şəraitində fəaliyyəti ilə əlaqədardır. Bu qeyri-müəyyənliklər hər şeydən əvvəl insan populyasiyasının inkişaf dinamikasını təyin edən bütün amillərin müəyyən olunmasının qeyri-mümkünlüyü; demoqrafik analizdə istifadə olunan göstəricilərin sərhədlərinin dəyişkənliyi, qeyri-sabitliyi və onların bir çoxunun qiymətinin kifayət qədər böyük hədd daxilində dəyişməsi; bütün demoqrafik hadisələrin qeydə alınmasının qeyri-mümkünlüyü və informasiya mənbəyi ilə bağlı demoqrafik proseslər haqqında kifayət qədər tam aprior informasiyanın olmaması ilə bağlıdır. Burada faktiki verilənlərin tam olmamasını, müxtəlif mənbələrdən alınan bəzi göstəricilərin, məsələn, əhalinin qeydə alınmasının nəticəsi, seçim, demoqrafik tədqiqatlar, əhali inkişafının hazırkı qeydiyyatı və i. a. yığılmasında yaranan qeyri-müəyyənlikləri də qeyd etmək lazımdır.

Əhalinin artımı çoxfaktorlu və çoxkomponentli prosesdir və zamandan asılı-

dır. Lakin bu prosesə bir sıra parametrlərin variasiya edilməsi və digərlərinin dəyişilməsini izləməklə şüurlu təsir göstərmək mümkün deyil. Əhalinin artımı prosesinə müxtəlif qəbildən olan, nəzarət oluna bilməyən xarici amillər (müharibələr, millətlərarası konfliktlər, təbii fəlakətlər, ekoloji amillər və i. a.) təsir göstərir. Bu problemlə bağlı sistemləşdirilmiş statistik göstəricilər olmadıqda empirik verilənlər demoqrafik proseslərdə yeganə informasiya mənbəyi olur. Beləliklə, bu və ya digər səbəbdən demoqrafik informasiya natamam olduğundan və ya bu qəbildən olan bəzi verilənlər şübhə doğurduğu üçün natamam və qeyri-dəqiq informasiya əsasında demoqrafik analiz xüsusi aktualıq kəsb edir. Demoqrafik hadisələr, proseslər, qiymətləndirmələr haqqında verilənlərin qeyri-müəyyənliyi, qeyri-aydınlığı, qeyri-dəqiqliyi, natamamlığı, qeyri-səlisliyi və bu cəhətləri kənarlaşdıran tendensiya ilə hakimlik edən yanaşmalar demoqrafik halların, o cümlədən, əhali sayının artımı proqnozunun analizi və qiymətləndirilməsinə yeni yanaşma tələb edir. Göstərilən səbəblər zəminində demoqrafik proseslərin modelləşdirilməsində qeyri – səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi və ya qeyri-səlis məntiq adı almış çoxluqlar aparatının tətbiqi imkanlarının öyrənilməsi xüsusi maraq doğurur [1].

Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi və proqnozlaşdırma. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi qeyri-müəyyənliyi aradan qaldırmağa, həm kəmiyyət, həm də keyfiyyət xarakterli natamam və qeyri-dəqiq informasiya ilə işləməyə imkan verən riyazi formalizm kimi təyin oluna bilər. Tətbiqi riyaziyyatın tanınmış mütəxəssislərindən biri olan Lütü-Zadə [1] tərəfindən irəli sürülmüş qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi məsələnin qeyri-müəyyənlik şəraitində hər hansı dəqiq təsvirindən imtina edərək problemin elə həll sxemini təklif edir ki, burada qeyri-aydın və qeyri-müəyyən faktın qiymətləndirilməsində subyektiv mühakimə və ya qiymətləndirmə əsas rol oynayır. Nəticədə, qeyri-müəyyən və natamam informasiya ilə rastlaşan insan bütün bunları öz mühakiməsindən keçirərək, hətta qeyri-dəqiq olsa belə, müəyyən qənaətə gələ bilər. İnsanın istinad etdiyi qeyri-səlis anlayışlar (çox, az, kifayət qədər, bir neçə, bir çox və i.a.) həll olunan məsələnin keyfiyyətə təsvirini əks etdirməyə və onun qeyri-müəyyənliyini nəzərə almağa, kəmiyyətə dəqiq təsvir oluna bilməyən amillərin təsvirini əldə etməyə imkan verir.

Qeyri-səlis məntiqin meydana gəlməsi qeyri-səlis giriş informasiyasına malik və ya qeyri-səlis "yüklənmiş" aləmdəki bir çox problemlərin həllinin tapılmasına imkan verdi [2, 3]. Bu problemlərdən biri də proqnozlaşdırma məsələsidir. Belə ki, sonuncunun tərkib elementlərinin əksər hissəsi (giriş verilənləri, onlar arasında asılılıq, ehtimal proqnoz gedışlərinin qiyməti, göstəricilərin interval qiymətləndirilməsi və onlar arasında asılılıqlar, ekspert qiymətləri, mütəxəssislərin mühakiməsi və i.a.) ya qeyri-səlis mahiyyətlidir, ya da qeyri-səlis münasibətdə olmaqla proqnozlaşdırma məsələsinin qeyri-səlis təsvirini yaradırlar.

Proqnoz məsələsinin həlli üçün qeyri-səlis məntiqin tətbiqinə qeyri-səlis giriş informasiyasının emalı məqsədi ilə zaman sırasının riyazi modelinin qeyri-səlis qoyuluşda təsvirinin verilməsi tədqiqatları ilə başlanılmışdır (4,5). Daha sonra bu istiqamət müvafiq qəbildən olan problemlərin həlli ilə məşğul olan digər mütəxəssislər tərəfindən inkişaf etdirilmişdir (6,7,8). Burada müəlliflər qeyri-səlis zaman sırası modelini təklif edərək, onda müəyyən dəyişikliklər aparmaqla proqnozlaşdırmada orta xətanın azaldılmasına çalışmışlar. Qeyri-müəyyənlik şəraitində funksionallaşan dinamik bir sistem kimi əhalinin yuxa-

rida adı çəkilən xüsusiyyətləri giriş informasiyasının qeyri-səlisliyini təyin edir, yəni əhali sayının proqnozlaşdırılmasını qeyri-səlis mühitə "yükləyir". Bu baxımdan baxılan problemin həm nəzəri, həm də praktiki nöqteyi-nəzərdən qeyri-səlis zaman sırası çərçivəsində həlli məqsədəuyğundur. Beləliklə, əhali sayının proqnozlaşdırılması üçün təklif olunan yanaşmanın məqsədi metodoloji: qeyri-səlis zaman sırası modeli əsasında modelin parametrlərinin qiymətləndirilməsi metodunun verilməsi; modelin və tədqiq olunan demoqrafik prosesin adekvatlıq dərəcəsinin yoxlanılması, yəni metodun xətasının hesablanması; hesablamanın nəticələrinin müqaisəli analizinin aparılması; modelin həm nəzəri, həm də praktiki baxımdan mahiyyətinin araşdırılması.

Zaman sırası haqqında qısa məlumat. Zaman sırası eyni zaman intervalı ilə həyata keçirilən ardıcıl müşahidə sırasını özündə əks etdirir (məyyyəyən göstəricilərin ölçülməsi) və iqtisadiyyatda, meteorologiyada, texnikada, təbiət elmlərində və i.a. real proseslərin öyrənilməsinin əsasında durur.

Müşahidənin zaman sırasının analizi real prosesin müşahidəsinin zaman sırasının riyazi modelinin qurulması, modelin identifikasiyasını, yəni modelin real prosesə uyğunluğunu yoxlamaq üçün onun parametrlərinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi metodunun seçilməsi və parametrlərin statistik qiymətləndirilməsi yolu ilə identifikasiya modelinin zaman sırasına çevrilməsindən ibarətdir. Formal olaraq zaman sırasının arqumentlərinin və funksiyasının qiymətini diskret zaman qiymətindən, müxtəlif zaman müddətindəki arqument və funksiyanın qiymətindən asılı olan $x(t)$ diskret funksiyası kimi təyin etmək olar.

Fərz olunur ki, tədqiq olunan $x(t)$ prosesinin $0 \leq t \leq T$ zaman müddəti müşahidə olunur, belə ki, t parametri ya bütünlüklə $[0, T]$ zaman intervalı – yəni R çoxluğu boyunca, ya da bu zaman müddətinin tam ədədləri boyunca dəyişilir. Hər bir qeyd olunmuş $t=s$ zaman anı üçün bu andan funksiyanın qiyməti ümumi halda tam əvvəlkillərlərlə, yəni $t=0$ -dan $t=s-1$ daxil olmaqla bütün anlardakı funksiya arqumentlərinin qiymətlərlə və $t=0$ -dan $t=s-2$ daxil olmaqla bütün anlardakı funksiyanın öz qiymətlərlə təyin olunur.

Qeyri-səlis zaman sırası. Tutaq ki, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ – universal çoxluqdur. U universal çoxluğunun A qeyri-səlis çoxluğu aşağıdakı kimi müəyyən olunur:

$$A = \{(\mu_A(u_1)/u_1), (\mu_A(u_2)/u_2), \dots, (\mu_A(u_n)/u_n)\} \text{ və ya}$$

$$A = \{(\mu_A(u_i)/u_i)\}, u_i \in U, (\mu_A(u_i) \in [0, 1])$$

Burada $(\mu_A(u_i) - \text{mənsubiyyət funksiyası}, (\mu_A(u_i): U \Rightarrow [0, 1]; \mu_A(u_i) - u_i\text{-nin } A \text{ çoxluğuna mənsubiyyət dərəcəsidir. } \mu_A(u_i) \in [0, 1], \text{ "/" - bölmə işarəsidir. Fərz edək ki, } R \text{ həqiqi ədədlər çoxluğunun alt çoxluğu olan } Y(t) (t = \dots, 0, 1, 2, \dots) \mu_i(t) (t = 1, 2, \dots) \text{ qeyri-səlis çoxluğunun təyin olunduğu universal çoxluqdur, yəni mənsubiyyət funksiyası zamandan asılıdır. } \{\mu_i(t) (t = 1, 2, \dots)\} \text{-dən təşkil olunmuş } F(t) \text{ çoxluğunu təyin edək, daha doğrusu } F(t) F(t) = \{\mu_i(t), t = 1, 2, \dots\} \text{ (qeyri-səlis çoxluqlar çoxluğudur.)}$

Onda $F(t) Y(t) (t = 0, 1, 2, \dots)$ universal çoxluğunda qeyri-səlis zaman sırasıdır. Aydın ki, əgər $F(t)$ linqvistik dəyişən kimi qəbul edilirsə onun təşkil olunduğu $\mu_i(t), t = 1, 2, \dots$ (qeyri-səlis çoxluqlar $F(t)$ -nin müvafiq linqvistik qiymətlərini alacaqdır. Bundan başqa, göründüyü kimi $F(t)$ zamandan asılıdır. Yəni müxtəlif (t) zaman anlarında $F(t)$ funksiyası müxtəlif qiymətlər ala bilər.

Demoqrafik proqnozda qeyri-səlis zaman sırası. Sosial-demoqrafik

amillərin təsirindən demoqrafik proseslərin intensiv dəyişməsi demoqrafik proqnozun işlənilməsində əhali sayının perspektiv dəyişməsinin təyin olunmasını ən mühüm problemlərdən birinə çevirmişdir. Baxılan işdə əhali sayının proqnozlaşdırılması məsələsinin həlli üçün qeyri-səlis zaman sırası modeli qəbul olunmuşdur və məsələnin qoyuluşu aşağıdakı qaydada verilmişdir: a) qeyd olunmuş zaman müddəti üçün Azərbaycanın ümumi əhali sayı haqqında verilənlər, daha doğrusu, bu zaman müddəti üçün əhali sayının dinamikası və müvafiq variasiyası məlum sayılır. Məsələnin mahiyyəti ötən illərin variasiyalarına əsaslanaraq perspektiv əhali sayının tapılmasından ibarətdir.

Bu məsələnin həlli üçün aşağıdakı prinsiplər rəhbər tutulmalıdır:

1. Əhali sayının demoqrafik proqnozu üçün təqdim olunan yanaşmanın ilk dəfə tətbiq olunduğunu nəzərə alsaq, ilk növbədə modelin identifikasiyasını, yəni onun real prosesə uyğunluğunu yoxlamaq, "retrospektiv proqnoz"-unu aparmaq vacibdir ki, bunun da mahiyyəti aşağıdakılardan ibarətdir: a) ötən illərdən biri ($t=s$) proqnozlaşdırılan il kimi qəbul olunur və ondan əvvəlki illər üçün ($s-1, s-2, \dots, s-k$) variasiyalara əsasən həmin il üçün əhali sayı hesablanır; b) təsvir olunan modelin tətbiqinin nəticələrinin retrospektiv verilənlərlə (s ili üçün faktiki verilənlər) müqaisəli analizi keçirilir və metodun xətası hesablanır; c) eksperiment müəyyən zaman müddətində aparılır; ç) xətanın qiymətinə görə metodun istifadəsinin məqsədəuyğunluğu qabaqcadan təyin olunur.

2. Müsbət nəticələr əldə olunduqda perspektiv əhali sayının hesablanması üçün metodun tətbiqi.

Qoyulan məsələyə müvafiq olaraq qeyri-səlis zaman sırası modelindən istifadə etməklə əhali sayının təklif olunan proqnozlaşdırma metodikası əsasında natamam, qeyri-səlis giriş informasiyası əsasında isə demoqrafik proqnoz vermək mümkündür. Metodika, hər şeydən əvvəl, retrospektivdə, yəni hazırkıdan əvvəlki ötən illər üçün sınaqdan keçirilmişdir. Sonra isə bu eksperimentlərin nəticələri əsasında demoqrafik proqnozda qeyri-səlis zaman sırası modelinin istifadə olunmasının məqsədəuyğunluğu haqqında nəticə çıxarılmış və əhali sayının perspektiv hesabı aparılmışdır.

Ədəbiyyat:

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. М.: Мир, 1976.
2. Мамедова М.Г. Принятие решений на основе баз знаний с нечеткой реляционной структурой. – Баку, ЭЛМ, 1997. 296 с.
3. Abbasov A.M., Mamedova M.H., Gasimov V.A. Fuzzy Relational Model for Knowledge Processing and Decision Making. – Advances in Mathematics, New-York, 2002, vol.1, pp.191-223.
4. Q.Song, B.S.Chissom, Fuzzy time series and its models, Fuzzy Sets and Systems 54 (1993).
5. Q.Song, B.S.Chissom, Forecasting enrollments with fuzzy time series – part II, Fuzzy Sets and Systems 62 (1994).
6. S.M.Chen, Forecasting enrollments based on fuzzy time series. Fuzzy Sets and Systems 81 (1996).
7. J.R.Hwang, S.M.Chen, C.H.Lee, A new method for handling forecasting problems based on fuzzy time series, Proc.7th Internat. Conf. On Information Management, Chungli, Tayouan, Taiwan, ROC, 1996.
8. М.З.Ахмедов. Новый вариант решения проблемы прогнозирования с помощью нечетких временных рядов. Известия НАН Азербайджана, сер. физ.-техн. и мат. наук, №3, 2001.