

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI MİLLİ ELMLƏR
AKADEMİYASI
KİBERNETİKA İNSTİTUTU
İNFÖRMASİYA TEXNOLOGİYALARI İNSTİTUTU

«İnförmasıyalaşdırma, Kibernetika və
införmasıya texnologiyalarının müasir problemləri»

Respublika elmi konfransının

(Bakı, 28-30 aprel 2003 il)

ƏSƏRLƏRİ

III CİLD

STOXASTİK, QEYRİSƏLİS, İNTELLAKTUAL
SİSTEMLƏR

İQTİSADİYYATDA İNFÖRMASİYA
TEXNOLOGİYALARININ TƏTBİQİ

НЕЧЕТКАЯ ПРОГНОЗНАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ (ИТИ НАН АР)

Существуют различные подходы к постановке задач прогнозирования численности населения (статистические, адаптивные, имитационные модели, гладкие динамические ряды, авторегрессии и т.п.). Однако, внедрение традиционных методов основанных на обработке численных данных, часто не дает желаемого эффекта и сопровождается значительными погрешностями. Одной из причин сложившейся ситуации является недостаточная эффективность многих прогнозных моделей. Другой причиной является тот факт, что эти методы, будучи ориентированы на математический анализ точно определенных систем, не в состоянии учесть ряд существенных особенностей объекта исследования.

Так, население, безотносительно к конкретной территории или определенной группе, представляет собой большую динамическую систему (типа социальной, экономической, экологической и др.). Отличительной особенностью данной системы является ее функционирование в условиях неопределенности, вызванной рядом обстоятельств. Это - прежде всего невозможность выявления всех факторов, определяющих динамику развития человеческой популяции, колебание границ используемых в демографическом анализе показателей и возможность варьирования значений ряда из них в довольно широких пределах, отсутствие достаточно полной априорной информации о демографических процессах, связанное как с невозможностью регистрации всех демографических событий, так и с источниками информации. Здесь следует отметить неполноту фактических данных, неопределенности, возникающие при комбинировании данных, полученных из разных источников, таких как результаты переписи населения, выборочные демографические обследования, текущий учет движения населения и т.п. Определенные затруднения создают противоречия между официальными данными, неофициальными данными, а также экспертными оценками.

Процесс роста населения является многофакторным и многокомпонентным, причем этот процесс происходит во времени. На процессы роста населения большое влияние оказывают внешние неконтролируемые воздействия (войны, межнациональные конфликты, стихийные бедствия, экологические факторы и т.д.). В условиях отсутствия систематизированных статистических материалов единственным источником информации о демографических процессах являются эмпирические данные. В этой связи особую актуальность приобретает демографический анализ. Под ним понимаются как случаи, когда в силу различных причин демографическая информация неполная, так и те, когда часть или все имеющиеся данные такого рода вызывают сомнения.

В силу указанных причин значительный интерес представляет изучение возможностей применения в моделировании демографических процессов аппарата теории нечетких множеств.

В работе для решения задачи прогнозирования численности населения в качестве модели принят нечеткий временной ряд [1], который определяется следующим образом: пусть $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ - универсальное множество. Нечеткое множество A универсального множества U определяется следующим образом:

$A = \{(\mu_A(u_1)/u_1), (\mu_A(u_2)/u_2), \dots, (\mu_A(u_n)/u_n)\}$ или

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

Здесь $\mu_A(u_i)$ – функция принадлежности, $\mu_A(u_i): U \Rightarrow [0, 1]$; $\mu_A(u_i)$ – показывает степень принадлежности u_i множеству A ,

$\mu_A(u_i) \in [0, 1]$, “/” – знак деления.

Пусть $Y(t)$ ($t = \dots, 0, 1, 2, 3, \dots$) – подмножество множества R (действительных чисел) является универсальным множеством, в котором определено нечеткое множество $\mu_i(t)$ ($t = 1, 2, \dots$), т.е. функции принадлежности зависят от времени.

Определим множество $F(t)$, которое состоит из $\{\mu_i(t) (t = 1, 2, \dots)\}$, т.е. $F(t)$ является множеством нечетких множеств $F(t) = \{\mu_i(t), t = 1, 2, \dots\}$. Тогда $F(t)$ является нечетким временным рядом в универсальном множестве $Y(t)$

($t = \dots, 0, 1, 2, \dots$). Очевидно, что если мы принимаем $F(t)$ как лингвистическую переменную, тогда составляющие его нечеткие множества $\{\mu_i(t), t = 1, 2, \dots\}$

будут приниматься как возможные лингвистические значения $F(t)$. Кроме этого, видно, что функция $F(t)$ зависит от времени. Это означает, что в различное время t функция $F(t)$ может принимать различные значения.

Для применения нечетких временных рядов в демографическом прогнозе дана следующая постановка задачи. Считаются известными: а) данные об общей численности населения Азербайджана за фиксированный период времени, т.е. динамика и соответствующие вариации численности населения за этот же отрезок времени. Задача состоит в определении перспективной численности населения с учетом вариаций за истекшие годы.

Цель предлагаемого подхода к решению задачи прогнозирования численности населения – методологическая: 1) на основе модели нечетких временных рядов дать метод оценки параметров модели; 2) проверить меру адекватности модели и исследуемого демографического процесса, т.е. вычислить погрешность метода; 3) провести сравнительный анализ результатов расчета; 4) выявить смысл модели в теоретическом и в практическом плане.

Для решения этой задачи руководствуемся принципами:

I. Поскольку предлагаемый подход впервые применяется к демографическому прогнозу, то для идентификации модели, т.е. проверки ее соответствия реальному процессу, необходимо прежде всего дать «ретроспективный прогноз», т.е.:

а) в качестве прогнозируемого года принять один из истекших годов ($t=s$) и с учетом вариаций за предшествующие ему годы ($s-1, s-2, \dots, s-k$) рассчитать численность населения на этот год;

б) провести сравнительный анализ результатов реализации предложенной модели с ретроспективными данными (фактом за год s) и оценить погрешность метода;

в) эксперимент распространить на определенный отрезок времени;

г) по значениям погрешностей сделать предварительные выводы о целесообразности применения метода.

II. В случае положительных результатов применить метод для перспективного расчета численности населения.

Предлагается следующая методика прогнозирования.

1. Определение универсального множества U , которое представляет собой интервал между наименьшей и наибольшей вариациями численности населения.

2. Деление универсального множества U на несколько интервалов равной длины, включающих значения вариаций, соответствующих различным темпам роста населения.

3. Для словесного, качественного описания в понятиях человека значений вариаций численности населения - лингвистической переменной - определение соответствующих лингвистических значений этой переменной, т.е. определение множества нечетких множеств $\Gamma(t)$.
4. Фаззификация исходных данных, заключающаяся в преобразовании четких количественных значений в нечеткие.
5. Выбор параметра $w > 1$, соответствующего отрезку времени, предшествующему текущему году; вычисление матрицы нечетких отношений $R^w(t)$ и прогнозирование численности населения на последующий год.
6. Дефаззификация полученного результата, т.е. переход от нечетких значений к четким (количественным).

Для оценки эффективности применения предложенного подхода к решению задачи демографического прогноза проведены эксперименты по расчету общей численности населения на определенные отрезки времени [2,3,4]. Эксперименты осуществлены в два этапа, которые условно названы ретроспективный и перспективный.

1. На I этапе в качестве экспериментальной базы принят отрезок времени, предшествующий текущему 2003 году, т.е. ретроспектива.

Суть проводимого эксперимента заключалась в том, что: а) динамика численности населения за рассматриваемый период времени считалась неизвестной; б) для каждого отдельно взятого года выбранного временного отрезка [например, 1988-2002 г.] с учетом соответствующей предыстории изменения темпов роста населения был рассчитан прогноз численности населения, базирующийся на предложенной методике; в) для проверки меры адекватности модели фактическая динамика численности населения и соответствующие вариации за 1988-2002 гг. были сопоставлены с реализацией математической модели, и была рассчитана погрешность аппроксимирующей модель метода прогнозирования.

Сравнительный анализ фактических и расчетных данных и полученные значения погрешности метода аппроксимации свидетельствуют о достаточно хорошем качестве модели и позволяют сделать вывод о целесообразности использования последней в демографическом прогнозе.

2. В свете изложенного на II этапе проведены эксперименты по перспективному расчету численности населения до 2025 года включительно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Q.Song, B.S.Chissom, Fuzzy time series and its models, Fuzzy Sets and Systems 54 (1993).
2. Мамедова М.Г., Джабраилова З.Г. Применение нечетких временных рядов для прогнозирования численности населения. – Сб. тр. НИУЦ по труду и соц. проблемам, вып.1, Баку, 2002, стр.41-63.
3. Məmmədova M.H. Əhalinin proqnozlaşdırılması problemine bir yanaşma. – İqtisadiyyat və həyat, №7-9, səh. 123-126, 2002.
4. M.H.Məmmədova, Z.Q.Cəbrayilova. Əhali sayının proqnozlaşdırılmasına qeyri-səlis zaman sırasının tətbiqi. – İqtisadiyyat və həyat, №1-3, 2003.