

ЕКСТРАПОЛЯЦІЙНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕГІОНУ

У традиційній практиці демографічного прогнозування в основу різноманітних логічних міркувань як правило закладається гіпотеза, що основні чинники та тенденції розвитку населення, які сформувалися в минулому, збережуться та суттєво не зміняться у майбутньому. З одного боку, такий підхід зумовлений інерційністю та послідовністю демографічних процесів, що у більшості випадків характерне для нормального еволюційного розвитку суспільства. З другого боку, певну роль відіграє також суб'єктивізм дослідників, які вважають, що знання ретроспективних тенденцій обов'язково дозволяє визначити перспективи розвитку.

Слід зауважити, що в Україні трансформація параметрів соціально-економічного розвитку суспільства, яка обумовлена впровадженням ринкових відносин, не тільки зумовила появу нових демографічних тенденцій, глибину та стійкість яких поки що важко оцінити через короткий період часу, але й призвела до кардинальних змін відносно стабільних закономірностей, які сформувалися впродовж декількох останніх десятиріч. Цілком очевидно, що така ситуація значно ускладнює здійснення будь-яких демографічних прогнозів, примушує знаходити якісно нові прийоми рішення поставлених завдань.

Історія демографічного прогнозування переконливо доводить, що, починаючи з XVII сторіччя вчені багатьох країн світу намагалися пов'язати визначення перспективної чисельності населення з відомими математичними кривими. Л. Ейлер, Г. Кінг, Р. Пірль, Г. Прічетті, Л. Рід, Р. Ферхюст, та ціла плеяда інших талановитих дослідників залишила нам у спадок взірці прогностичних моделей, які базуються на використанні експоненти, парабол різного порядку, логістичної кривої і т.п. для оцінки чисельності населення. Внаслідок цього склався самостійний науковий напрям, який має в основі одну принципову тезу – чисельність населення змінюється шляхом відносно

плавного зростання, яке нагадує певну криву і може бути нею описане. Отже, сформувався цілком стійкий теоретичний стереотип, який полягає у тому, що криві зростання мають право на існування, коли мова йде про передбачення демографічного майбутнього.

В сучасних умовах демографічної кризи в Україні актуальною є проблема розробки теоретичних та методичних засад екстраполяційного прогнозування основних демографічних параметрів з метою формування інформаційної бази для розробки регіональних програм економічного, соціального і демографічного розвитку.

Проведені дослідження дозволяють запропонувати наступні методичні підходи та алгоритми прогнозування параметрів демографічного стану регіону. Вихідним положенням є те, що навіть порівняно ідеальний з математичної точки зору прогноз завжди має наближений характер. З одного боку, це викликано суб'єктивними передумовами екстраполяції, а з другого – специфікою об'єкта дослідження. Ситуація ускладнюється ще й тим, що населення внаслідок природного і механічного руху постійно змінює власні кількісні та структурні параметри. Тому прогноз демографічних параметрів доцільно будувати у вигляді довірчого інтервалу, котрий являє собою певний проміжок – від мінімального до максимального значення прогнозної оцінки. Іншими словами, екстраполяційна прогнозна оцінка набуває вигляду:

$$\hat{y}_{t+l} \pm t_{\alpha} * \delta_y, \quad (1)$$

де \hat{y}_{t+l} – точкова прогнозна оцінка; t_{α} – коефіцієнт довіри; δ_y – середня квадратична помилка (помилка апроксимації).

Отже, довірчий інтервал прогнозу визначається наступним чином:

$$\hat{y}_n \leq y_{t+l} \leq \hat{y}_e, \quad (2)$$

де $\hat{y}_n = \hat{y}_{t+l} - t_{\alpha} * \delta_y$ – нижня межа прогнозу; $\hat{y}_e = \hat{y}_{t+l} + t_{\alpha} * \delta_y$ – верхня межа прогнозу.

Використання такої методики для прогнозування демографічних параметрів, на наш погляд, є не тільки вимушеним кроком, але й об'єктивно

визначеним, оскільки дозволяє зняти багато теоретичних протиріч і наблизити результати прогнозних розрахунків до реальної дійсності.

Для прогнозування чисельності населення Тернопільської області на основі рядів динаміки проводилися розрахунки за п'ятьма рівняннями тренду із застосуванням стандартного програмного забезпечення Excel:

- прямої $a_0 + a_1t$;
- параболи $a_0 + a_1t + a_2t^2$;
- степеневої функції $a_0 + a_1^t$;
- експоненційної функції $a_0 * e^{a_1t}$;
- логарифмічної функції $a_0 + a_1Ln(t)$.

В якості формального критерію для визначення найкращого (оптимального) рівняння тренду, котре доцільно використовувати для прогнозування, слугував коефіцієнт достовірності апроксимації (R^2). Вважається, якщо коефіцієнт апроксимації наближається до 1, рівняння тренду можна використовувати як прогнозну модель.

З метою апробації прогнозні розрахунки з періодом випередження п'ять років ($l = \overline{1,5}$) виконувалися для трьох показників – чисельності наявного населення Тернопільської області, чисельності наявного міського населення, чисельності наявного сільського населення. Вихідні ряди динаміки цих показників охоплюють період з 1994 р. до 2005 р., оскільки саме у цей період тенденція зростання чисельності населення змінилася на протилежну [1, с. 295].

Результати розрахунків за вищенаведеними рівняннями тренду для чисельності наявного населення Тернопільської області свідчать про те, що найвищий рівень апроксимації забезпечують три функції – лінійна, параболічна та експоненційна (табл. 1).

Рівняння тренду чисельності наявного населення Тернопільської області

Рівняння тренду	Середня квадратична помилка (S), тис. осіб	Величина достовірності апроксимації (R ²)
$y_t = 1192,6 - 6,0361t$	3,5	0,992
$y_t = 1185,6 - 2,5618t - 0,3156t^2$	2,6	0,998
$y_t = 1193,7 * t^{-0,0194}$	8,4	0,779
$y_t = 1193,1 * e^{-0,0052t}$	3,1	0,997
$y_t = 1193,3 - 22,468Ln(t)$	8,2	0,782

Таким чином, за формальними критеріями для прогнозних розрахунків оптимальним є параболічне рівняння тренду, але логічний аналіз результатів прогнозних розрахунків свідчить про те, що це рівняння дає занадто песимістичний прогноз – за п'ять років чисельність населення області має скоротитися на 68,7 тис. осіб і становити у 2010 р. 1050,9 тис. осіб. Тому ми вважаємо доцільним використовувати для прогнозування експоненційне рівняння тренду. При цьому довірчий інтервал прогнозу з імовірністю 0,95 визначався за формулою:

$$y_{t+l} \pm S_p, \quad (3)$$

де y_{t+l} – точкові прогнозні оцінки; $S_p = S * t_a$ – помилка прогнозу ($t_a=2,228$ при $p=0,05$).

Результати прогнозування (табл. 2) свідчать про те, що з ймовірністю 0,95 за п'ять років чисельність населення області може скоротитися на 27,4 тис. осіб (1092,2–1119,6=–27,4) і буде знаходитися в інтервалі від 1085,3 до 1099,1 тис. осіб.

Таблиця 2

Результати прогнозних розрахунків чисельності наявного населення Тернопільської області (експоненційне рівняння тренду)

(тис. осіб)

Рік	Точковий прогноз	Нижня межа прогнозу	Верхня межа прогнозу
2006	1115,1	1108,2	1122,0
2007	1109,3	1102,4	1116,2
2008	1103,6	1096,7	1110,5
2009	1097,9	1091,0	1104,8
2010	1092,2	1085,3	1099,1

Розрахунки по п'яти вищенаведених рівняннях тренду для ряду динаміки чисельності міського населення Тернопільської області (табл. 3) також свідчать про те, що найвищий рівень апроксимації забезпечують лінійна, параболічна та експоненційна функції.

Таблиця 3

Рівняння тренду чисельності міського населення Тернопільської області

Рівняння тренду	Середня квадратична помилка (S), тис. осіб	Величина достовірності апроксимації (R ²)
$y_t = 520,06 - 3,3818t$	6,2	0,708
$y_t = 504,84 + 4,2265t - 0,6917t^2$	3,7	0,897
$y_t = 518,47t^{-0,0223}$	8,3	0,444
$y_t = 520,88 * e^{-0,0067t}$	5,2	0,832
$y_t = 518,17 - 11,062Ln(t)$	8,6	0,444

Але логічний аналіз прогнозних оцінок, які отримані за наведеними рівняннями тренду, свідчить про те, що для прогнозування доцільно використовувати експоненційне рівняння, оскільки параболічна функція передбачає дуже суттєве (на 85,3 тис. осіб) скорочення чисельності міського населення за п'ять років, що є малоімовірним. Отже, прогнозні розрахунки за експоненційним рівнянням тренду (табл. 4) показують, що прогнозна кількість міського населення області скоротиться на 13,7 тис. осіб і у 2010 році з ймовірністю 0,95 буде знаходитися в межах від 449,5 до 477,7 тис. осіб.

Таблиця 4

Результати прогнозних розрахунків чисельності міського населення Тернопільської області (експоненційне рівняння тренду)

(тис. осіб)

Рік	Точковий прогноз	Нижня межа прогнозу	Верхня межа прогнозу
2006	477,4	465,8	489,0
2007	474,2	462,6	485,8
2008	471,1	459,5	482,7
2009	467,7	456,1	479,3
2010	464,8	453,2	476,4

Розрахунки по п'яти рівняннях тренду для чисельності сільського населення Тернопільської області (табл. 5) свідчать про те, що найвищий рівень апроксимації забезпечує експоненційна функція.

Рівняння тренду чисельності сільського населення Тернопільської області

Рівняння тренду	Середня квадратична помилка (S), тис. осіб	Величина достовірності апроксимації (R ²)
$y_t = 672.49 - 2.6503t$	4,7	0,771
$y_t = 680.76 - 6,7878t + 0,3761t^2$	3,9	0,815
$y_t = 675,14 - 11,406\ln(t)$	4,2	0,784
$y_t = 675,24 * t^{-0.0173}$	4,2	0,780
$y_t = 671,8e^{-0,0036t}$	3,5	0,849

Доцільність застосування експоненційного рівняння тренду підтверджується також логічним аналізом прогнозних оцінок, оскільки логарифмічне, параболічне і степенеve рівняння передбачають досить значне зростання чисельності сільського населення, що є малоімовірним. Результати прогнозних розрахунків за експоненційним рівнянням тренду (табл. 6) показують, що чисельність сільського населення області скоротиться на 9,2 тис. осіб і з імовірністю 0,95 у 2010 році буде знаходитися в межах від 617,8 до 638,8 тис. осіб.

Таблиця 6

Результати прогнозних розрахунків чисельності сільського населення Тернопільської області (за експонентою)

(тис. осіб)

Рік	Точковий прогноз	Нижня межа прогнозу	Верхня межа прогнозу
2006	639,9	632,1	647,7
2007	638,7	632,9	646,5
2008	636,5	628,7	644,3
2009	634,2	626,4	642,0
2010	631,9	624,1	639,7

Отже, прогнозування на основі аналітичного вирівнювання рядів динаміки свідчить про збереження тенденції до зменшення чисельності населення області, причому, в абсолютному вираженні скорочення кількості міського і сільського населення відрізняється несуттєво.

Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що використання екстраполяції на основі рівнянь тренду, отриманих для рядів динаміки показників, які характеризують демографічний розвиток регіону, є

цілком виправданим. Даний метод прогнозування забезпечує достатньо високий рівень апроксимації вихідних даних, що дає можливість отримати достатньо достовірні прогнозні оцінки демографічних показників. Використання інтервальних прогнозних оцінок дозволяє із заданим рівнем імовірності отримати песимістичний та оптимістичний варіанти прогнозу.

Запропонований методичний підхід можна також ефективно використовувати для прогнозування як абсолютних, так і відносних параметрів демографічних процесів на регіональному рівні у тих випадках, коли має місце досить плавна (еволюційна) їх динаміка у ретроспективі та не передбачається стрибкоподібних змін у майбутньому.

Література

1. Статистичний щорічник Тернопільської області за 2004 рік. – Тернопіль: Головне управління статистики у Тернопільській області, 2005. – 481 с.
2. Статистичний збірник „Регіони України 2004. Частина 1”. –К.: Державний комітет статистики України. 2004. – 511 с.
3. Населення України – 2002.Щорічна аналітична доповідь. – К.: Інститут демографії та соціальних досліджень НАН України, Держкомстат України, 2003. – 376 с.

Анотація

Розглядаються методологічні та методичні питання використання екстраполяційних методів для прогнозування основних демографічних параметрів регіону, наводяться алгоритми та результати розрахунку інтервальних прогнозних оцінок кількості населення Тернопільської області.

Annotation

Roman Tsishchyk

Extrapolating prognostication of demographic parameters of the region

The article deals with methodological and methodical problems of using extrapolation methods for prognostication major demographic parameters of the region, it also gives the algorithms and the calculation results of interval prognosis assessments for the quantity of population in Ternopil region.