

МОДЕЛЮВАННЯ ДЕМОГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА УКРАЇНІ ЗА ДОПОМОГОЮ ОПТИМАЛЬНИХ ПРОЦЕДУР РОЗПІЗНАВАННЯ

Досліджено деякі моделі побудови прогнозу чисельності населення України за допомогою використання оптимальних Байєсівських процедур розпізнавання на ланцюгах Маркова. Мета полягала в прогнозі чисельності населення за віковою структурою, розглядаючи граничні інтервали, результат якого найбільше відповідав дійсності.

Some models of construction of the prognosis of a population of Ukraine with the help of use optimum Bayesian procedures of recognition on Markov chains are investigated. The basic purpose of research consist in the prognosis of a population behind age structure, considering limiting intervals which outcome most corresponded to a real.

Ключові слова: населення, ринок праці, попит та пропозиція праці, Марковський ланцюг, коінтеграційний аналіз, Байєсівські процедури розпізнавання.

Вступ. Останнім часом відбувається регіоналізація всіх сфер суспільного життя. Управління розвитком регіону, зокрема планування його бюджету, вимагає знання перспективної чисельності та особливостей вікової структури населення. Специфічні риси суспільного розвитку, різний ступінь прояву соціально-економічних проблем у свою чергу створюють як прямий, так і опосередкований вплив на формування народжуваності, смертності, міграційних процесів, статево-вікової структури населення, вимагають диференційованого підходу до обґрунтування напрямів покращення демографічної ситуації в країні [1].

Тому все більшої актуальності набувають дослідження регіональних особливостей відтворення населення, виявлення причинно-наслідкових зв'язків цього процесу з економічним розвитком окремих територій.

Розроблення державної соціально-економічної стратегії, оцінювання і планування бюджету країни викликають потребу в макроекономічному прогнозуванні. Точність визначення перспективної чисельності та складу населення відіграє при цьому досить важливу роль. Адже саме ці дані лежать в основі визначення доходів і видатків держави у перспективі, зокрема таких важливих складових, як відрядження на пенсії, соціальні виплати тощо. Без глибоких демографічних обґрунтувань неможливо визначити розмір доходної частини бюджету, яка залежить від чисельності робочої сили, рівня її економічної активності та кваліфікації.

Динаміка чисельності та складу населення характеризується значним ступенем невизначеності, стохастичності. У реальному житті на зміни демографічних процесів впливає ряд прихованих чинників, які складно виявити та кількісно виміряти. Цей факт свідчить про принципову неможливість абсолютно точного точкового прогнозу. Способом розв'язання проблеми демографічного прогнозування є розроблення інтервальних прогнозів, тобто припущення з певною мірою імовірності, що очікувані зміни в демографічному розвитку країни не виходитимуть за певні межі.

Дослідження багатоаспектних питань методології та методики демографічного аналізу і прогнозування, а також пов'язані з ними суміжні проблеми широко висвітлені в роботах вітчизняних вчених: М. Долішнього, А. Доценка, Т. Заяць, П. Коваленка, С. Копчака, Ю. Корчака-Чепурківського, В. Куценко, Н. Лакізи-Сачук, Е. Лібанової, В. Онікієнка, О. Палій, Т. Петрової, С. Пирожкова та ін. Значний внесок у демографічне прогнозування було здійснено низкою зарубіжних демографів: Е. Араб-Огли, Г. Бахметова, Д. Боуг, А. Боярській, Ж. Буржуа-Піша, І. Венецький, А. Вішневський, А.Г. Волков, Ж.А. Зайончковська, У. Ізард, А. Кваша, Е. Коул, А. Лотка, Ф. Лорімер, Ф. Ноутстайн та ін.

Але разом із тим недостатня увага зверталася на методи регіонального прогнозування чисельності та складу населення по віковим групам, що і визначає актуальність теми дослідження. На жаль, автори застосовують аналогічні підходи як до прогнозування чисельності населення країни по віковим групам, так і окремих її регіонів. На відміну від цього, запропоновано виявляти фонову компоненту демографічного розвитку за допомогою моделювання регіональних особливостей, викладено процедуру взаємоузгодження національного та регіональних прогнозів [2].

Зосереджуючись на прикладі конкретних моделей прогнозу структури населення, а саме на імовірнісній моделі, розглянуто оцінювання ефективності використання ланцюгів Маркова за допомогою уточнення трендів коінтеграційним аналізом, щоб прогнозувати довгі статистичні ряди демографічних показників. Багато альтернатив по моделям прогнозування дає можливість застосувати математичне

моделювання як дієвий засіб визначення ефективності прогнозу – це дає нову інформацію для оцінювання умов подальшого розвитку ринку праці.

Прогнозування чисельності населення за віковою структурою, розглядаючи граничні інтервали, найбільш відповідає використанню дискретних Марковських процесів, оскільки перехід з границь інтервалів відбувається випадково залежно від розглядуваного року. Зменшення населення відбувається під впливом соціально-економічних та екологічних факторів, отже, параметри прогнозування є коінтегрованими. Можна сказати, що в Марковських процесах “майбутнє залежить від минулого тільки через сьогодні”.

Висновки і рекомендації мають важливе практичне значення при прогнозуванні чисельності та складу територіальних сукупностей людей. Їх суть полягає в можливості врахування при перспективному аналізі зовнішніх для системи чинників і зменшення відносної похибки при прогнозі невеликих за чисельністю територіальних сукупностей людей. Особлива увага звертається на застосування перспективних обчислень при обґрунтуванні регіональної демографічної політики держави.

Постановка завдання. Метою дослідження було вивчення відтворювального потенціалу населення України та за її регіонами, а також територіально-часових характеристик середовища їх життєдіяльності, територіально-часових статистичних зв'язків між ними. Розроблення науково-методологічних положень прогнозування чисельності населення на майбутнє України, наукових та практичних рекомендацій з формування ефективної регіональної політики щодо населення України, розкриття основ використання математичного моделювання при прогнозуванні чисельності населення є завданням цієї статті.

Методологія. Методологічну і теоретичну основу статті побудовано на основі ланцюгів Маркова, оскільки чисельність населення в момент t залежить від попереднього значення в момент $t-1$. Прогнозування чисельності населення за віковою структурою, розглядаючи граничні інтервали, найбільш відповідає використанню дискретних Марковських процесів, оскільки перехід з границь інтервалів відбувається випадково залежно від розглядуваного року. Перехідні ймовірності вікових груп утворюють матрицю переходів кінцевого Марковського ланцюга. Застосовується коінтеграційний аналіз до трендів моделі, оскільки зменшення населення відбувається під впливом соціально-економічних та екологічних факторів, отже, параметри прогнозування є коінтегрованими. Будується модель корекції помилок, яка складається з кількох етапів: перевірка ряду на стаціонарність (перевірка присутності нестационарності (тест Дікі–Фуллера)), перевірка ряду на коінтегрованість, побудова моделі коригування помилок.

Результати дослідження. Застосовуємо Байєсівські процедури розпізнавання на ланцюгах Маркова (статистичні методи, які побудовані на основі інформації щодо спостережень попередніх значень даних). В моделях ланцюгів Маркова передбачається, що підвищення або зниження наступного року чисельності населення залежить від чисельності населення протягом декількох останніх k років. Експерименти виявили, що найкращі результати досягаються при $k = 8$. При побудові байєсівських процедур прогнозування необхідно підрахувати оцінки ймовірностей коротких ланцюжків $x(t-4)$, $x(t-3)$, $x(t-2)$, $x(t-1)$, $x(t-1)$, $x(t)$, для яких відзначені величини приймають два значення “+” або “-” [5].

Алгоритм дослідження подано у вигляді схеми:



Розрахунки виконано в програмному середовищі Mathcad 14 та розроблено програмний продукт в середовищі C++ Bilder для прогнозування чисельності населення України.

Ланцюг Маркова має вигляд: 2001, 2002, 2003, 2004, ..., 2008 – це роки, за даними статистики яких проводиться прогноз на 2009 р. з чисельності населення України та в її областях.

Маючи інформацію про загальну чисельність населення України за 2001–2008 рр., а також чисельність населення по віковим групам, можемо розрахувати коефіцієнти (вклад) кожної вікової групи в загальну кількість населення. Тобто коефіцієнти відповідають за вклад кожної вікової групи в загальну кількість населення. На основі цих вкладів розраховуємо оцінки перехідних ймовірностей на основі частот і спрогнозуємо чисельність населення на наступний рік.

Для перевірки правильності отриманого прогнозу з даними чисельності населення за 2008 р., які Держкомстат оприлюднив на весні 2009 р., порівняємо ці дві величини:

Таблиця 1. Порівняльний аналіз чисельності населення

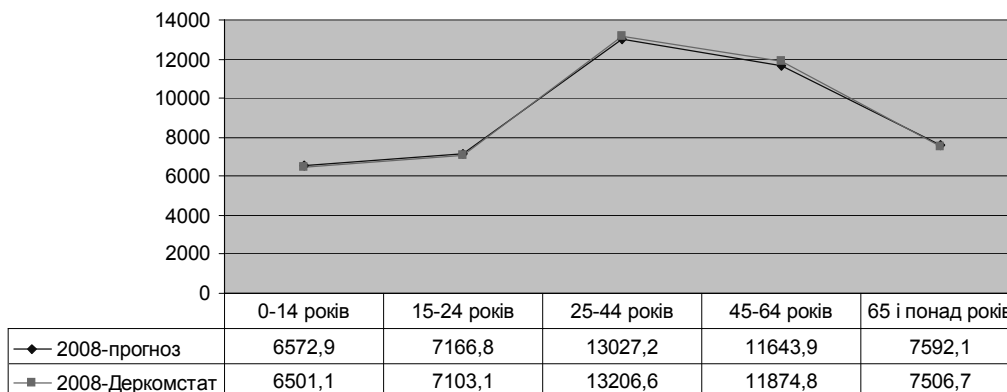
За даними Держкомстату	2008	46 192 300
Прогноз чисельності населення на 2008 рік за допомогою моделі Марковських процесів та коінтеграційного аналізу		46 002 900
Різниця, %		0,41%

Отже, як бачимо, похибка становить всього 0,41 %, тобто можна зробити висновок, що модель Марковських процесів та коінтеграційного аналізу дає змогу отримати доволі точний прогноз чисельності населення.

Таблиця 2. Прогноз чисельності населення на 2009 рік

Рік	2008		
Загальна чисельність населення	46 162 805		
Рік	2009		
Вікові категорії	0ñ15	16ñ54	55ñ і більше
Коефіцієнти	0,1431 p_1	0,6525 p_2	0,1962 p_3
Чисельність населення по віковим категоріям	6 608 197	30 122 600	9 057 137
Загальна чисельність населення	45 787 933		

Порівняльний аналіз прогнозованої чисельності населення з результатами Держкомстату за 1-ше півріччя 2008 р. приведено нижче:



Цей метод дає досить точні результати прогнозу і можна застосувати його для розрахунку чисельності населення різних областей України. Маючи інформацію про загальну чисельність населення України за 2001–2008 рр., а також чисельність населення по віковим групам, можемо розрахувати коефіцієнти (вклад) кожної вікової групи в загальну кількість населення, оцінки перехідних ймовірностей та спрогнозувати чисельність населення завдяки Байєсівським процедурам розпізнавання на ланцюгах Маркова.

Цей метод можна застосувати для розрахунку чисельності населення для різних областей України.

Спробуємо порівняти дані, отримані за допомогою Байєсівських процедур розпізнавання на ланцюгах Маркова та за допомогою моделі Марковських процесів та уточнення коінтеграційним аналізом.

Таблиця 3. Прогноз чисельності населення на 2009 рік

Рік	2008		
Загальна чисельність населення	46 162 805		
Рік	2009		
Вікові категорії	0ñ15	16ñ54	55ñ і більше
Коефіцієнти	0,1431	0,6525	0,1962
	p_1	p_2	p_3
Чисельність населення по віковим категоріям	6 608 197	30 122 600	9 057 137
Загальна чисельність населення	45 787 933		

Таблиця 4. Порівняння чисельності населення на 2009 рік

2009	
Загальна чисельність населення спрогнозована за допомогою Байєсівських процедур розпізнавання на ланцюгах Маркова	45 787 933
Загальна чисельність населення спрогнозована за допомогою моделі Марковських процесів та коінтеграційного аналізу	45 760 900
Різниця, %	0,06 %

Таким чином, можемо зробити висновок, що обидва методи дають можливість спрогнозувати чисельність населення з доволі високою точністю.

Розроблений програмний продукт дає можливість прогнозувати чисельність населення загалом і по вікових категоріям на невеликий період по всіх областях та загалом по Україні. Програма досить зручна у використанні, доступна для великого кола користувачів, забезпечує зручні та швидкі прогнози і дає можливість імпортувати прогнозні дані в Excel.

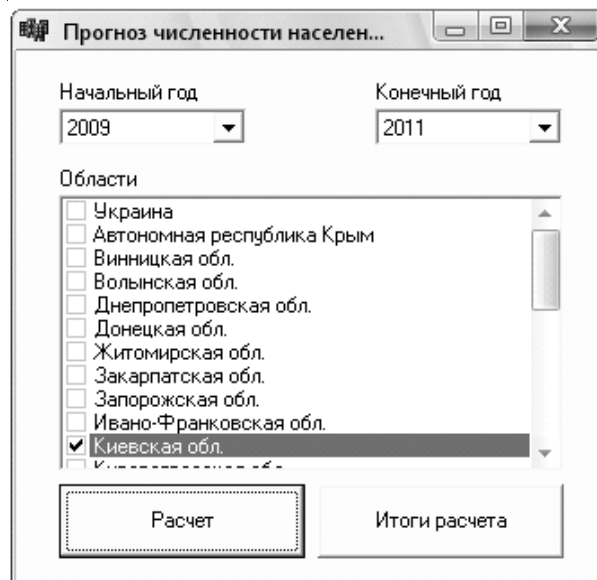


Рис. 1. Активність програми

Отже, розроблений програмний продукт достатньо доступний для великого кола користувачів і забезпечує зручні та швидкі прогнози.

Поширеною тезою є те, що однією з умов стабільного розвитку економіки є стабільність чисельності та структури населення як основної продуктивної сили суспільства. Розрахунки свідчать, що стабілізація чисельності населення України можлива лише за умови довготривалого збереження значення сумарного коефіцієнта народжуваності на рівні 2,13. Однак досягнення цієї величини не очікується в близькому часі.

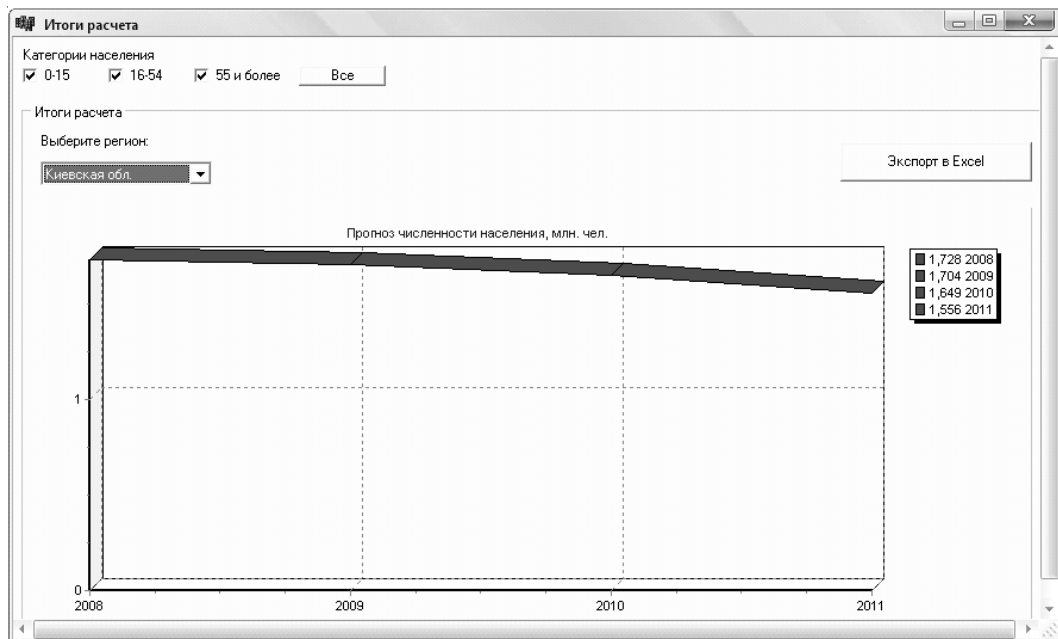


Рис. 2. Підсумки розрахунків

Висновки. Наукова новизна статті полягає у вдосконаленні методики демографічного прогнозування, в основу якої покладено процедуру взаємозв'язки національного та регіональних прогнозів, що підвищує обґрунтованість і точність регіонального прогнозу. Байєсівські процедури розпізнавання на ланцюгах Маркова вперше були застосовані для прогнозування чисельності населення в розрізі вікових категорій та регіонів, адже раніше їх використання було відоме в прогнозуванні курсу акцій. На основі розробленого прогнозу можна розробляти основні напрями державної регіональної демографічної політики з метою вирішення специфічних проблем відтворення населення різних регіонів. Це дало можливість вдосконалити модель прогнозу чисельності населення, уточнивши перехідні ймовірності по віковим категоріям на основі частот.

З практичної точки зору запропонована методика дає змогу прогнозувати чисельність населення в будь-якому регіоні України в конкретний період часу. Це стає передумовою для розроблення державної соціально-економічної стратегії України. Особлива увага звертається на застосування перспективних обчислень при обґрунтуванні регіональної демографічної політики держави. Завдяки здійсненому прогнозу можна сказати, що населення України в 2009 р. зменшиться і становитиме 45 787 933 чоловік, така тенденція буде спостерігатися і в майбутньому.

Демографічно-економічне моделювання необхідно використовувати лише на певних етапах прогнозування (а саме на етапі формулювання гіпотез стосовно змін інтенсивності та напрямках перебігу демографічних процесів). При цьому “зовнішніми” для моделі чинниками мають бути економічні, соціальні й екологічні характеристики території.

Підхід до прогнозування як до перспективного аналізу дозволяє виявляти специфічні демографічні проблеми окремих регіонів, за допомогою чого можна розробляти науково обґрунтовані заходи з демографічної політики, спрямовані на їх розв'язання. У дослідженні робиться висновок про необхідність визнання регіонів не лише економічної, а й демографічної кризи. До таких регіонів мають бути застосовані специфічні заходи державної та регіональної демографічної політики. Одним із висновків роботи є визнання нагальної необхідності для України проведення чіткої демографічної політики на різних рівнях.

Особливу увагу необхідно звернути на зменшення смертності як за причинами, так і за віком. У цьому плані Україна має великі резерви підвищення очікуваної тривалості життя при народженні. Заходи демографічної політики з питань смертності мають бути диференційовані за територіальною ознакою, враховуючи регіональні особливості смертності за статтю, віком та причинами. Реальним видається для всіх територій України досягнення структури смертності населення Столичного демографічного району.

У подальшому на основі запропонованої моделі, а також новітніх моделей прогнозування, буде розроблено механізм ефективного управління трудовими ресурсами України по областях.

Література:

1. Статистика населения с основами демографии : учеб. / Г.С. Кильдишев, Л.Л. Козлова, С.П. Ананьева [и др.]. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 310 с.
2. Стеценко С.Г. Демографічна статистика : підруч. / С.Г. Стеценко. – К.: Вища шк., 2005. – 415 с.

3. Лібанова Е.М. Людський розвиток регіонів України: аналіз та прогноз / Е.М. Лібанова. – К. : Ін-т демографії та соціальних досліджень НАН України, 2007. – 328 с.
4. Портенко Н.И. Марковские процессы / Н.И. Портенко, А.В. Скороход, В.М. Шуренков. – М.: ВИНТИ, 1998. – 248 с.
5. Гупал А.М. Оптимальные процедуры распознавания / А.М. Гупал, И.В. Сергиенко. – К.: Наук. думка, 2008. – 232 с.
6. Плотинский Ю.М. Математическое моделирование динамики социальных процессов / Ю.М. Плотинский. – М. : Логос, 2007. – 296 с.