

УДК 331.5.024.5

І. В. Дулюк,  
Національний Технічний Університет України "КПТ"  
Ю. П. Матусов,  
кандидат ф-м. наук, старший викладач,  
Національний Технічний Університет України "КПТ"

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

*На основі щорічної статистики був проведений аналіз основних тенденцій розвитку трудових ресурсів України, зокрема таких її базових показників, як демографічний, професійно-кваліфікаційний, освітній, науково-технічний потенціал населення.*

*Основна мета полягала в побудові моделі, яка відповідала тенденціям розвитку трудового потенціалу України по регіонам, щоб результат дослідження найбільше відповідав дійсності.*

*On the basis of annual statistics the analysis of the basic tendencies of development of a manpower of Ukraine, in particular its such base indicators, as demographic, professionally qualifying, educational, scientific and technical potential of the population has been carried out.*

*The main objective consisted in construction of model which answered tendencies of development of labour potential of Ukraine on regions that the result research the greatest answered the validity.*

*Ключові слова: працездатне населення, ринок праці, попит та пропозиція праці, зайнятість, безробіття, економічна активність, марковський ланцюг, марковські процеси, модель Мальтуса, байєсівські процедури розпізнавання.*

### ВСТУП

Проблема розвитку трудових ресурсів в Україні, незважаючи на певні позитивні соціально-економічні перетворення останніх років, залишається актуальною. На сьогоднішній день у цій сфері існують недоліки, які негативно позначаються на макроекономічних показниках, суспільній стабільності та в цілому на соціально-економічній ситуації в нашій державі.

Динаміка чисельності та складу трудового населення характеризується значною мірою невизначеності, процеси народжуваності, смертності та міграції мають різнобічний характер. Розроблена модель демографічної чисельності трудового населення щодо регіональної структури на основі оптимальної байєсівської процедури розпізнавання на ланцюгах Маркова дозволяє аналізувати трудоворесурсну ситуацію в країні та прийняти необхідні заходи, щодо подолання негативних тенденцій, оскільки трудові ресурси України без підвищення кількісних та якісних показників не зможуть успішно конкурувати з іншими країнами.

У цьому контексті виявляється корисним проведення аналізу сучасної трудоворесурсної ситуації в Україні та визначення на його основі напрямів подолання негативних тенденцій у цій сфері.

Актуальність теми наукової роботи зумовлена необхідністю комплексного статистичного вивчення населення як носія трудового потенціалу, особливо в умовах неповної зайнятості населення. Статистичне вивчення трудового населення необхідне для удосконалення обліку, виявлення резервів праці з метою ефективного управління населенням і трудовими ресурсами.

Результати від прийняття управлінських рішень, соціально-економічної політики держави (регіону) на ринку праці в першу чергу відібраються на умовах і рівні життя населення. Тому прийняття ефективної стратегії розвитку в регіоні чи країні залежить від обґрунтованої оцінки стану регіонального ринку праці, факторів і закономірностей формування трудового потенціалу населення, виявлення його резервів і урахування втрат, прогнозних оцінок за можливими сценаріями розвитку

Для проведення такого аналізу були використані порівняння на підставі статистичних даних Державного комітету статистики України та регіональних комітетів статистики за наступними складовими, які характеризують кількісний та якісний стан трудових ресурсів, а саме:

- демографічні показники;
- професійно-кваліфікаційні та освітні показники.

Дослідження багатоаспектних питань методології та методики демографічного аналізу і прогнозування, а також пов'язані з ними суміжні проблеми широко висвітлені в роботах вітчизняних вчених: А.І. Доценка, Т.А. Заяць, П.С. Коваленка, Ю.О. Корчака-Чепурківського, Н.М. Лакізи-Сачук, О.М. Палій, Т.П. Петрової, Ю.І. Питюренка, В.П. Піскунова, М.В. Птухи, А.В. Степаненка, В.С. Стешенко, Г.С. Фтомова, А.П. Хоменка, А.В. Чуйко. Значний внесок у демографічне прогнозування було здійснено низкою таких зарубіжних демографів: Е.А. Араб-Огли, Г.Ш. Бахметова, Д.Дж. Боуг (D.J. Bogue), Ж. Буржуа-Піша (J. Bourgeois-Pichat), А.Г. Вішневській, А.Г. Волков, Ж.А. Зайончковская, А.Я. Кваша, Е. Коул (A.J. Coale), Ф. Лорімер (F. Lorimer), А.А. Рібаковській, А.І. Романюк, С.В. Соболева, Б.Ц. Урланіс.

Оскільки для задач, які пов'язані з спостереженням випадкових величин, не вдається побудувати детерміновані моделі, то застосують статистичні методи, які побудовані на основі інформації відносно спостережень попередніх значень даних, тобто за попередні роки. Обраний прямий підхід до побудови методів розпізнавання — визначити такі структури опису об'єктів, для яких можна побудувати ефективні й навіть оптимальні процедури розпізнавання. Цей підхід має очевидні переваги перед іншими підходами: замість використання досить складних процедур, використовується просте байєсівське правило класифікації, що застосовується для вирішення задачі великої розмірності.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою дослідження було вивчення відтворювального потенціалу трудових ресурсів регіонів і територіально-часових характеристик середовища їх життєдіяльності, територіально-часових статистичних зв'язків між ними, розробка науково-методологічних положень моделювання розвитку ринку праці України, наукових та практичних рекомендацій з формування ефективної регіональної політики на ринку праці України, розкриття основ використання математичного моделювання при прогнозуванні чисельності трудового населення.

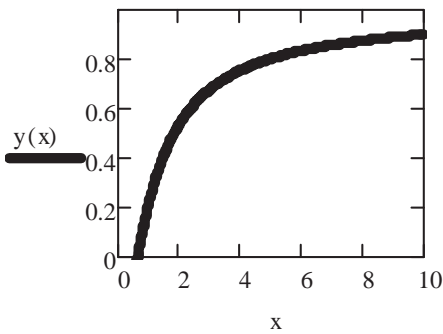


Рис. 1. Гіперболічний ріст трудового населення

Реалізація цієї мети зумовлює основні задачі дослідження:

- огляд основних етапів розвитку наукової думки з проблеми розвитку трудових ресурсів (трактування самого поняття "трудові ресурси" різними авторами, методи дослідження проблеми та статистична оцінка трудових ресурсів) і визначення невирішених питань з даної проблематики;

- розгляд і визначення основних методологічних проблем статистико-економічного дослідження відтворення трудового населення;

- розробка й обґрунтування методики комплексного статистичного аналізу процесів формування і використання трудового потенціалу країни, перспектив його розвитку;

- характеристика сучасної демографічної ситуації, що склалася в Україні, та визначення кількісних, якісних тенденцій і перспектив соціально-демографічного розвитку працездатного населення регіонів;

- проведення комплексного статистичного дослідження формування трудового потенціалу і структурних зрушень в економічній активності й зайнятості населення;

- обґрунтування і розробка прогнозів чисельності населення, працездатного населення в країні та в регіонах з метою встановлення особливостей моделювання цих процесів.

Об'єктом дослідження є відтворювальні процеси, що відбуваються у складі населення по регіонах та Україні, демоекономічні фактори й особливості формування трудового потенціалу населення в умовах ринкових відносин, а також методи оцінки трудових ресурсів і його перспектив.

Предметом дослідження є статистичні методи оцінки, моделювання й прогнозування населення, його трудового потенціалу.

Методами дослідження. Методологічною основою наукового дослідження є закони діалектичного пізнання дійсності, фундаментальні положення економічної теорії. В основу дослідження покладено системно-аналітичний підхід до вивчення економічних явищ та процесів,

відповідно до якого виконано теоретичне узагальнення наукових концепцій, розробок і пропозицій провідних вітчизняних і зарубіжних вчених, присвячених формуванню дієвого механізму моделювання та прогнозування ринку праці. Для вирішення окремих задач використовувались наступні методи: метод комплексного системного аналізу економічних явищ — для повної та адекватної оцінки досліджуваних явищ; історичний метод — для аналізу історичних закономірностей розвитку ринку праці; економіко-математичні методи, методи статистичного аналізу — для дослідження структури соціально-економічних відносин на ринку праці, динаміки її елементів, визначення показників варіації; прогностичний метод — для підготовки висновків щодо можливих тенденцій розвитку трудових ресурсів України; модель Мальтуса; байєсівські процедури розпізнавання — для уточнення перехідних ймовірностей.

Інформаційною базою дослідження є дані переписів населення, статистична звітність Держкомстату.

### РЕЗУЛЬТАТИ

Застосовуємо для прогнозування чисельності працездатного населення статистичні методи, які побудовані на основі інформації щодо спостережень попередніх значень даних. У даному випадку байєсівські процедури розпізнавання на ланцюгах Маркова.

Трудове населення України  $N(t)$  буде описуватися функцією від часу  $T$ , яка визначає становище працездатного населення в країні. Тоді головною змінною, параметром порядку, підкорюючи всі інші змінні, стане повне число людей  $N$ . Сам процес розвитку буде розглядатися на незначному інтервалі часу  $T$  — числі поколінь. Отже, ми будемо розглядати усереднені значення змінних і усереднені функції, в рівняння вноситься пам'ять про минуле, визначена часом усереднення змінних.

Відбувається виділення головних змінних  $N$  і  $T$  і їх усереднення, що характерне для системного підходу. Воно отримало розвиток у синергетиці й лежить в основі асимптотичних методів, які використовують розвинутих для вирішення задач великої складності, що з'являються при розгляді систем з багатьма степенями свободи. Важливо те, що ці змінні, які представляють всі соціально значення за віком і статтю, освітою, доходами і т.д., описуються статичними розподілами. Коли розглядаються такі багатofакторні проблеми, то у відомих межах можна вважати, що розвиток системи є статистично стаціонарним і саме тому динаміка відбувається самоподібно. Це означає, що залишаються

незмінними пропорції між відносними змінами часу і трудового населення.

Зміст цієї основної гіпотези автотомодельності в тому, що затверджується постійність відносної швидкості зміни системи, аналогічно принципу інерції. В такому випадку можна показати, що такий самоподібний ріст має описуватися степеневою функцією без характерного параметра, такого як масштаб часу. Такі процеси володіють масштабною інваріантністю — скейлінгом, аналогічно розвиненою турбулентністю в потоці рідини. Зроблені припущення спрощують задачу, приводячи все до однієї змінної  $N(t)$ , ріст якої залежить від стану самої системи.

Для того щоб описати перехід, потрібно врахувати час, що характеризує такі внутрішні процеси, як тривалість життя людини і час його репродуктивної здатності, в нашому випадку — тривалість трудових здібностей. Це ті фактори, які при переходженні через демографічний перехід обмежують швидкість росту у міру приближення до моменту, коли швидкість росту приближається до своєї межі. При цьому незалежною змінною стає чисельність трудового населення  $N$ , а не час  $T$ . Маємо вираз для швидкості росту в залежності від часу:

$$\frac{dN}{dT} = \frac{C}{(T_1 - T_2)^2} \quad (1)$$

а потім введемо у вираз характерний час  $\tau$ , що обмежує швидкість росту:

$$\frac{dN}{dT} = \frac{C}{(T_1 - T_2)^2 + \tau^2} \quad (2)$$

Здійснене може здатися випадковим кроком, проте отриманий вираз дуже добре описує глобальний демографічний перехід і відповідає тим методам в теоретичній фізиці, які створені для регуляризації розбіжності, з якою ми зіткнулися при аналізі демографічного переходу. Інтегруючи (2), ми отримаємо вираз для опису переходу:

$$N = \frac{C}{\tau} \operatorname{arccotg} \left( \frac{T_1 - T}{\tau} \right) \quad (3)$$

За  $C$  ми беремо чисельність економічно активного населення, за  $T$  беремо базовий рік, в нашому випадку — один рік 2009, а за  $\tau$  проміжок часу, — це один рік. Звідси безроз-

мірне число  $K = \sqrt{\frac{C}{\tau}}$ .

Вираз (3) асимптотично переходить у гіперболічний ріст. Однак, швидкість росту повинна бути обмежена внизу. Цього припущення досить для того, щоб описати в минулому лінійний ріст, де він при першому приближенні не може бути меншим одного гомініда за характерний час  $\tau$ , коли чисельність

трудового населення наближується до ста тисяч. У популяційній генетиці це число характерне для стабільного виду, біологічно подібного до людини, і саме з нього починається квадратичний ріст, який з того часу стає домінуючим.

У моделях ланцюгів Маркова передбачається, що підвищення або зниження наступного року чисельності населення залежить від чисельності населення протягом декількох останніх  $k$  років. Експерименти показали, 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 "-".

Ланцюг Маркова матиме вигляд: 2001, 2002, 2003, 2004, ..., 2008 — це роки, за даними статистики яких буде будуватися прогноз на 2009 рік за чисельністю населення України та її областей.

Маючи інформацію про загальну чисельність населення України за 2001—2008 роки, а також чисельність населення за віковими групами, можемо розрахувати коефіцієнти (вклад) кожної вікової групи в загальну кількість населення. Тобто коефіцієнти відповідають за вклад кожної вікової групи в загальну кількість населення.

Коефіцієнти розраховуються за формулою:  $V = a/b$ ,

де  $a$  — чисельність трудового населення за рік;

$b$  — загальна чисельність населення України за один рік.

У табл. 1 представлено вклад працездатного населення в загальну кількість населення, в даному випадку лише на 2008 рік. Таким способом розраховується і вклад трудового населення кожної області України в загальну чисельність населення.

Розрахуємо оцінки перехідних ймовірностей на основі частот за формулою:

$$B_i = \frac{P_i(P_i - P_i)}{P_i}$$

де  $B_i$  — оцінка перехідної ймовірності;

$P_i$  — коефіцієнт зайнятого населення за  $t-1$  період;

$P_i$  — коефіцієнт зайнятого населення за  $t$  період.

Далі розраховуємо  $P_i$  — коефіцієнт працездатного населення за  $t+1$  період:

$$P_i = P_i + B_i$$

Таким чином отримуємо оцінку перехідної ймовірності на прогнозований рік в табл. 2.

Знаючи загальну чисельність насе-

Таблиця 1. Коефіцієнти за віковими категоріями

2008		
		Чисельність зайнятого населення у віці — 15—70 років
Чисельність населення України у віці 15—70 років, чол.	35 366 442	20972300
Коеф. (вклад)	1	0,593

лення за 2008 рік, ми можемо спрогнозувати, якою буде чисельність зайнятого населення в 2009 році.

Застосувавши даний метод, ми можемо спрогнозувати чисельність зайнятого населення і в 2010 році — 21 082 816 чол.

Даний метод ми можемо застосувати для розрахунку чисельності зайнятого населення для різних областей України.

Для більш зручного розрахунку було реалізовано прогноз чисельності зайнятого населення за допомогою програмного продукту, який розроблено в середовищі C++ Bilder. Програма прогнозує чисельність зайнятого населення на невеликий період по всім областям та загалом по Україні.

Програма досить зручна у використанні і дає можливість імпортувати прогнозні дані в Excel. Програмний продукт зображений на рис. 2.

Для початку роботи потрібно запустити програму під назвою Stat.exe, вибрати початковий рік та кінцевий рік у відповідних вікнах. Далі маємо можливість вибрати потрібний регіон для прогнозу. Після вибору потрібних параметрів натискаємо кнопку "Расчет" і після розрахунку програмою кнопка "Итоги расчета" стає активною.

Заповнена умовами вибору програма зображена на рис. 2. Тут бачимо вибрані умови та активність кнопок.

При натиску кнопки "Итоги расчета" з'являється вікно під такою ж назвою, і ми можемо вибрати категорію населення, прогноз для якої нас цікавить. Для цього ставимо галочку у відповідному вікні і ще раз вибираємо регіон, який вибрали при початковому заповненні. При цьому з'являється графік зміни чисельності населення за відповідні роки. Тобто від 2008 року, на основі якого будується прогноз, та вибрані нами роки. Це все показує рис. 3.

За допомогою кнопки "Экспорт в Excel" можемо експортувати отримані розрахунки в Excel, для оформлення звіту.

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

### ВИСНОВКИ

Наукова новизна одержаних результатів:

Таблиця 2. Оцінка перехідної ймовірності

2008 рік
Вікова категорія 15-70
0.587
$P_i$
2008 рік
0.593
$P_i$
Оцінка перехідної ймовірності
0,005939
$B_i$
2009 рік
0.5989
$P_i$

— вперше проведено системне дослідження трудового потенціалу населення України з позицій потенційної демографії, проаналізовано характер та масштаби впливу демографічного чинника на процес відтворення трудових ресурсів потенціалу в Україні;

— охарактеризовано основні напрями територіальної диференціації демографічних процесів, що є основою для застосування диференційованого підходу для планування, розробки та реалізації регіональних програм відтворення трудового потенціалу та конкретизації заходів державної демографічної політики на регіональному рівні;

— визначено тенденції і перспективи демографічного, людського розвитку в Україні і вплив на них соціально-економічних та інших чинників;

— уперше розроблено і застосовано методологію аналітичних прогнозів працездатного населення з позицій потенційної демографії на основі адаптації діючих методик демографічних прогнозів і прогнозів економічної активності населення до сучасних економічних умов України;

— у якості результативної ознаки моделі приймається сальдо міграції областей, оскільки саме цей показник віддзеркалює результат просторових переміщень людей, прямо впливає на зміни чисельності населення регіонів і

Таблиця 3. Прогноз чисельності зайнятого населення на 2009 рік

Рік	2008
Загальна чисельність населення у віці 15–70 років	35 366 442
Рік	2009
Вікова категорія	15-70
Коефіцієнт	0,59389
	$p_1$
Чисельність зайнятого населення у віковій категорії 15–70 років	21 182 351

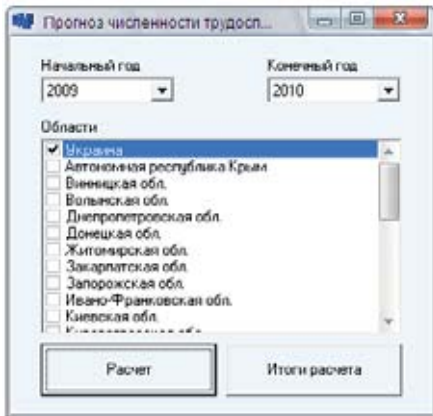


Рис. 2. Програмна реалізація прогнозу чисельності населення

використовується при демографічному прогнозуванні як складова компонентного прогнозу;

— розроблено пропозиції щодо удосконалення інформаційної бази та методів статистичного дослідження трудового потенціалу.

Практичне значення одержаних результатів роботи полягає в розробці передумов подальшого розвитку економіко-статистичної методології вивчення процесів формування трудового ресурсу країни. Результати дисертаційної роботи можуть бути використані як теоретична база

для подальших досліджень відтворювальних процесів трудового потенціалу населення інших регіонів України і визначення головних напрямів удосконалення інформаційної бази і статистичних методів дослідження. Запропонована методологія може бути використана для управління формуванням і використанням трудового потенціалу, при вивченні тенденцій і перспектив соціально-демографічного розвитку населення, оцінці ресурсів, джерел і факторів економічної активності населення. Основні положення і висновки дисертації можуть бути використані у практичній діяльності органів державного управління, зокрема Держкомстатом, місцевими органами статистики, відділами зайнятості населення; також у навчальному процесі — у вузах та системі підвищення кваліфікації кадрів з обліку і статистики, економіки праці, соціологів.

Точність регіонального демографічного прогнозу трудового населення безпосередньо залежить від ступеня розробленості прогнозу міжрегіональних міграцій. Між тим, статистична звітність щодо реєстрації міграційних переміщень не відбиває справжнього стану речей.

Надзвичайно важливого значення при регіональному прогнозуванні

слід надавати методам прогнозування міжрегіональних переміщень населення, оскільки вони помітно впливають на зміну кількісних показників прогнозу. Незалежними змінними при цьому мають бути градієнти (співвідношення) у рівнях оплати праці між регіонами, затребуваність певних професій на регіональних ринках праці, розвиненість ринку житла тощо. Статеві-вікову структуру мігрантів слід коригувати в залежності від розвитку системи навчальних закладів. Саме цей чинник зумовлює відчутну відмінність від прогнозу в цілому по країні, за якою статево-вікову структуру прибулих і вибулих можна вважати стандартною (звичайно, за умови, що не проводиться певна міграційна політика), яку можна коригувати відповідно до міграційної політики, якщо така проводиться.

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

#### Література:

1. Статистичний щорічник України. Державний комітет статистики. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.com.ua>. — Назва з сторінки.
2. Медков В.М. Демографія: учебник. — М.: ИНФРА-М, 2008. — 683 с.
3. Стеценко С.Г. Демографічна статистика: підручник. — К.: Вища школа, — 2005. — 415 с.
4. Кильдишев Г.С., Козлова Л.А., Ананьева С.П. Статистика населения с основами демографии: учебник для вузов / Г.С. Кильдишев, Л.А. Козлова, С.П. Ананьева и др. — М.: Финансы и статистика, 1990. — 310 с.
5. Абдулатипов Р.Г. Человек. Нация. Общество: научное издание. — М.: Политиздат, 1991. — 224 с.
6. 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.
7. Тихомиров Н.П. Демографія. Методи аналізу і прогнозування: ученик для вузов. / Н.П. Тихомиров — М.: Экзамен, 2005. — 256 с.
8. Костіна Н.І., Алексєєв А.А., Василик О.Д. Система моделей і прогнозів. — К.: Четверта хвиля, 1998. — 304 с.
9. Портенко Н.И., Скороход А.В., Шуренков В.М. Марковские процессы. — М.: ВИНТИ, 1998. — 248 с.
10. Плотинский Ю. М. Математическое моделирование динамики социальных процессов. — М.: Логос, 2007. — 296 с.
11. Гупал А.М., Сергиенко И.В. Оптимальные процедуры распознавания. — К.: Наук. думка, 2008. — 232 с.

Стаття надійшла до редакції 27.04.2010 р.

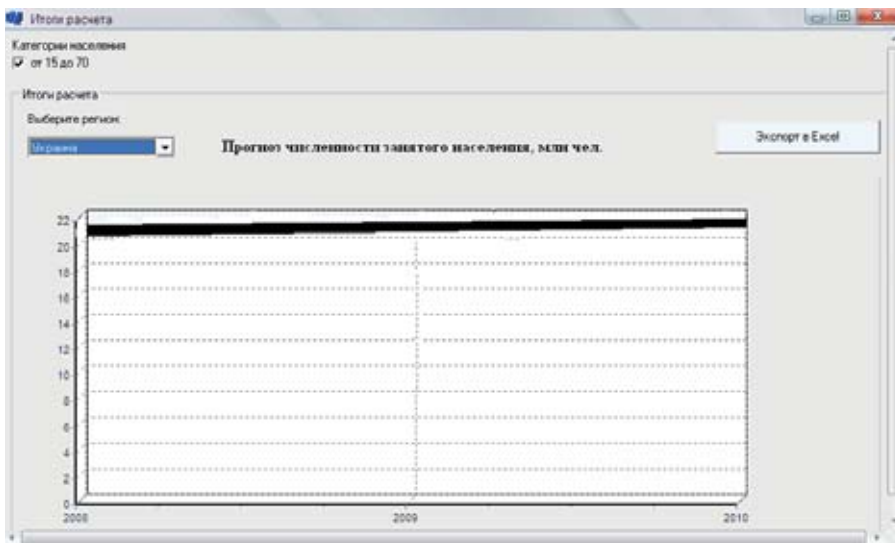


Рис. 3. Підсумки розрахунків