

*К.О. МАКОВЕЙЧУК*, канд. екон. наук, ДонДУЕТ (м. Донецьк)

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ СТАНУ ТРУДОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ**

Обґрунтовано необхідність проведення моніторингу показників стану трудових ресурсів під впливом соціально-економічної ситуації в регіонах України. Запропоновано індекс стабільності попиту на робочу силу регіону для стимулювання пропозицій роботодавців відповідно до потреб регіону. Запропоновано індекс міжгалузевого рівня безробіття регіону для визначення впливу зміни галузевих факторів на рівень безробіття в регіоні.

The necessity of monitoring of parameters of labour forces is reasonable by influence of a socio economic situation in regions of Ukraine. The index of stability of demand on a labour of region for stimulation of the offers of the employers according to needs of region is offered. The index of an interbranch rate of unemployment of region for determination of influence of the branch factors on a rate of unemployment in region is offered.

**Постановка проблеми.** З погляду економічної кібернетики, соціально-економічну систему (СЕС) можна розглядати як складну організацію, що має набір взаємозалежних цілей і задач, визначених потребами населення, його окремими групами, що господарюють, суб'єктами і державою. Для досягнення системної цілі – стратегічно стійкого розвитку – СЕС використовує наступні види ресурсів: матеріальні, фінансові, природні і трудові.

Працездатне населення є трудовим ресурсом, що знаходиться в розпорядженні держави. Якщо СЕС – кібернетична система, то систему формування (демографія, охорона здоров'я, освіта), розподілу і використання трудових ресурсів можна також розглядати як кібернетичну систему, тобто як підсистему більш складної системи. Це дозволяє застосувати в дослідженні трудових ресурсів загальні закономірності цілеспрямованих систем.

Ситуація, що склалася в країні з трудовими ресурсами, показує, що в перспективі зменшення чисельності населення стає найважливішим фактором обмеження зростання виробництва. Все більш помітний вплив на склад трудових ресурсів робить міграція. Відбувається помітне старіння кадрового складу промислових підприємств і інфраструктурних галузей, порушуються вікові співвідношення робітників, посилюється проблема "зміни поколінь". Це ситуація, коли кризовий стан економіки посилює демографічна криза, а демографічна криза гальмує вихід із загальносистемної кризи.

У цих умовах для органів управління, у тому числі регіонального рівня, важливо проводити постійний моніторинг соціально-трудої сфери, досліджувати вплив демографічного процесу на економічний зріст регіону, визначати, які соціально-економічні заходи можуть оптимізувати демографічний розвиток регіону.

**Аналіз літератури.** Проблеми впливу демографічних показників на стан трудових ресурсів країни й її окремих регіонів розглянуті в роботах [1 – 5]

вітчизняних і зарубіжних вчених М.О. Кизима, Ю.Г. Лисенко, В.Б. Сілова, В.А. Забродського, Н.В. Меліхової і ін. Проте питання розробки моделей для оцінки впливу соціально-економічних факторів на рівень безробіття регіону розглянуті недостатньо. Не застосовувалися в цій сфері дослідження і методи, відмінні від традиційних статистичних, методи імітаційного моделювання [6], теорії нечітких множин [7 – 9] і ін.

**Мета статті.** Метою статті є розвиток і удосконалювання моделей аналізу і прогнозування стану трудових ресурсів регіону, що складається під впливом соціально-економічних факторів.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Проведений аналіз основних тенденцій формування трудових ресурсів в Україні показує, що на природне і міграційне прямування населення, що визначають приріст (скорочення) трудових ресурсів, істотно впливає стан регіонів. Для того, щоб регіональні влади могли робити регулюючий вплив на приріст населення, необхідно представляти, від яких конкретних соціально-економічних факторів він залежить, мати кількісні оцінки цієї залежності. Найбільш об'єктивну інформацію про ступінь пофакторного впливу на демографічні процеси в регіоні надають економіко-математичні моделі, що дозволяють одержувати кількісні оцінки внеску кожного фактора в зміну розміру природного і міграційного приросту трудових ресурсів.

Виділяють такі фактори, що впливають на природний приріст чи скорочення: рівень середнього прибутку на душу населення, забезпеченість житлом, якість медичного обслуговування, рівень і якість освітніх послуг, рівень зайнятості населення, рівень забруднення навколишнього середовища, рівень злочинності. На міграційний приріст (скорочення), як показав аналіз, впливають такі фактори: надання робочих місць, забезпечення житлом, соціальний захист населення. Але останнім часом на міграційний приріст (скорочення) трудових ресурсів в Україні оказує значний вплив невідповідність попиту на робочу силу її пропозиції у територіальному (регіональному) розрізі. В табл. 1 чисельність економічно активного населення віком 15 – 70 років, що не має роботи, але активно її шукає та готове приступити до неї, класифікується як безробітні відповідно до методології Міжнародної організації праці (МОП).

Невідповідність попиту на робочу силу її пропозиції у територіальному розрізі зумовлює значну міжрегіональну диференціацію зареєстрованого безробіття. Наприклад, у 2006 р. рівень зареєстрованого безробіття в цілому по країні становив 2,4 % від кількості населення працездатного віку, тоді як найвищий рівень зареєстрованого безробіття спостерігався у Рівненській області (4,3 %), а найнижчий – у м. Києві (0,4 %). Аналогічно, у 2005 р. найвищий рівень зареєстрованого безробіття спостерігався у Тернопільській області (6,6 %), найнижчий – у м. Києві (0,4 %). У 2004 р. диференціація цього показника за регіонами була ще більша, і коливання його значень склали від

7,9 % у Тернопільській області до 0,4 % у м. Києві.

Таблиця 1  
Соціально-економічні показники трудових ресурсів України за даними Державного комітету статистики (1995–2006 рр.) [10]

Основні соціально-економічні показники	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (IX)
Кількість постійного населення, млн.	50,9	48,7	48,2	47,8	47,4	47,32	46,96	46,73
Природний приріст, скорочення (–) населення, млн.	–0,30	–0,37	–0,37	–0,36	–0,36	–0,08	–0,36	–0,23
Кількість зайнятих, млн.	23,7	21,3	21,0	21,4	21,4	22,3	20,7	20,6
Кількість безробітних у віці 15-70 р., млн.	1,44	2,71	2,52	2,30	2,06	1,86	1,6	1,50
Рівень безробіття населення у віці 15-70 р., %	5,6	11,7	11,1	10,1	9,1	8,7	7,6	7,4
Кількість зареєстрованих безробітних, млн.	0,13	1,12	1,01	1,03	0,99	0,98	0,88	0,68
Рівень зареєстрованого безробіття, %	0,5	4,2	3,7	3,8	3,6	3,5	3,1	2,4

Значну міжрегіональну диференціацію зареєстрованого безробіття зумовлює дисбаланс у розподілі виробничих ресурсів та робочої сили.

Аналіз розроблених до теперішнього часу моделей показав, що вони враховують незначну кількість факторів, комплексний вплив факторів не враховується. Більшість моделей будуються для країни в цілому, без урахування регіональних особливостей; ряд моделей використовують параметри, не підтримувані офіційною статистикою. Проте, ці моделі можуть бути корисні як джерело інформації про застосовувані математичні методи і використовувані у моделях факторні і цільові показники. У зв'язку з цим уведемо два соціально-економічних показника. Перший – індекс стабільності попиту на робочу силу регіону:

$$I_{ser} = \frac{P_{njr}}{K_{lur}}, \quad (1)$$

де  $P_{njr}$  – приріст (скорочення) робочої сили (економічно активного населення по МОП) регіону в сумарній робочій силі країни;  $K_{lur}$  – приріст (скорочення) вільних робочих місць і вакантних посад в регіоні.

Останні роки стала популярною пропозиція перекваліфікації безробітних у центрах зайнятості. Проте, перекваліфікація не завжди прийнятна для людей із ряду причин, серед яких: спеціальність тільки отримана (для випускників середніх і вищих навчальних закладів); спеціальність потребує високої кваліфікації, якою людина володіє (витрачені сили та роки на її одержання); спеціальність відноситься до такої, що дає високу зарплатню; спеціальність є кращою для даного індивідуума (наприклад, творчі спеціальності) і т.п.

Достовірна інформація в питанні оцінки, чисельності і складу безробітних по галузях відсутня. У зв'язку з цим, показник для аналізу безробіття по галузях може бути заснований на експертних оцінках спеціалістів і є унікальним для кожного регіону. Наявність цього показника допоможе

стимулювати владу регіонів до здійснення соціально-економічних заходів з оптимізації демографічного розвитку, з ціллю зменшити або попередити трудову еміграцію. Таким чином, другий показник, що вводиться – індекс міжгалузевого рівня безробіття регіону.

Для моделювання з використанням недостовірних даних, якими є дані про галузеве безробіття по регіонах, будемо використовувати елементи теорії нечітких множин. Розрахунок індексу міжгалузевого рівня безробіття регіону  $I_{fr}$ , заснований на прямому алгебраїчному підсумовуванні вагових мір окремих індикаторів безробіття в галузях і використанні апарата нечітких множин для визначення цих індикаторів, які не можуть бути формалізовані. Індекс міжгалузевого рівня безробіття регіону  $I_{fr}$  будемо розраховувати по формулі:

$$I_{fr} = \sum_{i=1}^n \alpha_i I_{fri}, \quad (2)$$

де  $I_{fri}$  – значення окремих індикаторів безробіття в галузях;  $n$  – кількість галузей;  $\alpha_i$  – питомої ваги значимості окремих індикаторів безробіття в галузях:

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (3)$$

На першому етапі побудови моделі повну множину  $E$  станів рівня безробіття регіону (РБР) розіб'ємо на чотири підмножини виду:  $E_1$  – підмножина станів "критичний РБР";  $E_2$  – підмножина станів "високий РБР";  $E_3$  – підмножина станів "підвищений РБР";  $E_4$  – підмножина станів "припустимий РБР".

Для кожної підмножини станів визначаються їхні граничні значення  $E_{fr}^{\min}$  і  $E_{fr}^{\max}$ , які будуть визначати структуру повної множини станів РБР [8, 11]. Будемо вважати, що регіон має  $fr$ -е стан РБР, якщо індекс міжгалузевого РБР  $I_{fr}$  знаходиться між  $E_{fr}^{\min}$  і  $E_{fr}^{\max}$ :

$$E_{fr}^{\min} \leq I_{fr} \leq E_{fr}^{\max}. \quad (4)$$

Тут і далі припускаємо, що показник  $I_{fr}$  приймає значення від нуля до одиниці по визначенню.

На другому етапі формуємо вектор  $X = \{X_1, \dots, X_n\}$  для  $n$  індикаторів стану РБР, які не можуть бути формалізовані. Для кожного окремого індикатора  $X_i$  повна множина його можливих значень  $B_i$  розбивається на п'ять підмножин:  $B_{i1}$  – підмножину «дуже низький рівень показника  $X_i$ »;  $B_{i2}$  – підмножину «низький рівень показника  $X_i$ »;  $B_{i3}$  – підмножину «середній рівень показника  $X_i$ »;  $B_{i4}$  – підмножину «високий рівень показника  $X_i$ »;  $B_{i5}$  – підмножину «дуже високий рівень показника  $X_i$ ».

Причому тут і далі по умовчання припускаємо: ріст окремого показника

$X_i$  сполучений зі збільшенням РБР аналізованого регіону. Якщо для даного показника спостерігається протилежна тенденція, то в аналізі його варто замінити сполученим.

На третьому етапі поставимо у відповідність кожній підмножині  $B_i$  граничні значення  $l_{ik}^{\min}$  і  $l_{ik}^{\max}$ , які визначають структуру розбивки множини значень на підмножини. Якщо значення  $i$ -го показника потрапляє в інтервал  $[l_{ik}^{\min}; l_{ik}^{\max}]$ , тобто,  $l_{ik}^{\min} < X_i < l_{ik}^{\max}$ , то будемо говорити, що показник  $X_i$  входить у підмножину  $B_{ik}$  (табл. 2). При цьому  $i = \overline{1, n}$ ,  $k = \overline{1, 5}$ .

Таблиця 2

Класифікація поточних значень  $x_i$  індикаторів  $X_i$  по підмножинах виду  $B_{ik}$

Найменування показника	Критерій розбивки по підмножинах				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_i$	$x_i < l_{i1}^{\max}$	$l_{i2}^{\min} < x_i < l_{i2}^{\max}$	$l_{i3}^{\min} < x_i < l_{i3}^{\max}$	$l_{i4}^{\min} < x_i < l_{i4}^{\max}$	$l_{i5}^{\min} < x_i$
...	...	...	...	...	...
$X_n$	$x_n < l_{n1}^{\max}$	$l_{n2}^{\min} < x_n < l_{n2}^{\max}$	$l_{n3}^{\min} < x_n < l_{n3}^{\max}$	$l_{n4}^{\min} < x_n < l_{n4}^{\max}$	$l_{n5}^{\min} < x_n$

На четвертому етапі визначимо матрицю  $\Lambda = \{\lambda_{ik}\}$  (табл. 3), елементи якої визначаються в такий спосіб. Будемо вважати, що якщо  $l_{ik}^{\min} < X_i < l_{ik}^{\max}$ , тобто значення  $i$ -го показника потрапляє в діапазон  $[l_{ik}^{\min}; l_{ik}^{\max}]$ , то  $\lambda_{ik} = 1$ . У іншому випадку,  $\lambda_{ik} = 0$ .

Таблиця 3

Матриця класифікації рівня поточних значень  $x_i$  індикаторів  $X_i$

Найменування показника	Результат класифікації по підмножинах				
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$
$X_i$	$\lambda_{i1}$	$\lambda_{i2}$	$\lambda_{i3}$	$\lambda_{i4}$	$\lambda_{i5}$
...	...	...	...	...	...
$X_n$	$\lambda_{n1}$	$\lambda_{n2}$	$\lambda_{n3}$	$\lambda_{n4}$	$\lambda_{n5}$

На п'ятому етапі розрахуємо формалізовані характеристики показників множини  $X$

$$I_{fri} = \sum_{k=1}^5 \lambda_{ik} s_{ik}, \quad (5)$$

де  $s_{ik} = 0,2k$  – ранг діапазону  $k$ , який змінюється від 0,2 до 1 з кроком 0,2 і являє собою формальну характеристику відповідного діапазону табл. 2. При цьому природно виникає правило: чим більший ранг має діапазон  $k$ , тим більше високий рівень показника він характеризує.

На шостому етапі розрахуємо індекс міжгалузевий РБР

$$I_{fr} = \sum_{i=1}^n \alpha_i I_{fri}. \quad (6)$$

На останньому, сьомому етапі (лінгвістичне розпізнавання) розрахований індекс міжгалузевий РБР дорівнює з граничними значеннями  $E_{fr}^{\min}$  і  $E_{fr}^{\max}$  відповідно до підмножин, отриманих на першому етапі, і визначається стан РБР.

**Висновки.** Практична значимість роботи складається в тому, що її основні теоретичні положення, методика і типові показники можуть бути використані регіональними і муніципальними органами влади для проведення моніторингу зміни стану трудових ресурсів під впливом соціально-економічної ситуації в регіоні.

Індекс стабільності попиту на робочу силу регіону може бути використаний для стимулювання пропозицій роботодавців відповідно до потреб регіону. Індекс міжгалузевий рівня безробіття регіону дозволяє не тільки оцінити поточний рівень безробіття регіону, але і визначити вплив зміни різноманітних факторів на РБР, що дозволяє підвищити ефективність прийнятих управлінських рішень у процесі управління трудовими ресурсами.

**Список літератури:** 1. *Забродский В.А., Кизим Н.А.* Собственность, экономическая безопасность и государство. – Харьков: АО “Бизнес Информ”, 1997. – 96 с. 2. *Мелихова Н.В.* Моделирование влияния социально-экономических факторов на формирование трудовых ресурсов региона: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. 08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики» / Всероссийский заочный финансово-экономический институт. – М., 2006. – 22 с. 3. *Силов В.Б.* Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке (в политике, макроэкономике, социологии, менеджменте, медицине, экологии). – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с. 4. *Кизим Н.А.* Крупномасштабные экономико-производственные системы: организация и хозяйствование. – Харьков: Бизнес Информ, 1999. – 228 с. 5. *Лысенко Ю.Г., Мищенко С.Г., Руденский Р.А., Спиридонов А.А.* Механизмы управления экономической безопасностью. – Донецк: ДонНУ, 2002. – 178 с. 6. *Олифіров О.В.* Контролінг інформаційної системи підприємства. – Донецьк: ДонДУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2003. – 325 с. 7. *Заде Л.А.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с. 8. *Недосекин А.О.* Финансовый менеджмент на нечетких множествах. – М.: Аудит и финансовый анализ, 2003. – 184 с. 9. *Заде Л.А.* Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе. – В сб.: Классификация и кластер. – М: Мир, 1980. – С. 208–247. 10. Статистичний щорічник України за 2003 рік / За редакцією *О.Г. Осауленко*. – К.: Держкомстат України, 2004. – 640 с. 11. *Маковейчук К.А.* Интегральный показатель экономической устойчивости предприятий электронной коммерции // Модели управления в рыночной экономике: Сб. науч. тр. / Общ. ред. и предисл. Ю.Г. Лысенко; Донецкий нац. ун-т. – Донецк: ДонНУ, 2003. – Вып. 6. – С. 260–267.

Поступила в редакцию 25.09.2006