

МЕТОДИ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 330.42

О. ВАСИЛЬЄВ,
професор, доктор фізико-математичних наук

ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ БЕЗРОБІТТЯ В УКРАЇНІ

Проаналізовано динаміку рівня безробіття в Україні. На основі статистичних даних за 2000–2009 рр. розраховано параметри моделі, яка описує зміну цього рівня. Запропоновано відповідний прогноз на перспективу, оцінено показник природного рівня безробіття для України.

У даній статті ми пропонуємо динамічну модель, що дає змогу прогнозувати рівень безробіття на найближчий період (до декількох років). В її основу покладено диференціальне рівняння, в якому шуканий рівень – це невідома функція від часу. Щоб розв'язати задачу, необхідно знати значення цього рівня і коефіцієнтів обороту робочої сили (щодо звільнення та прийняття на роботу) за попередні періоди. Модель є феноменологічною: її створено з певними припущеннями про характер процесів, що впливають на зміну рівня безробіття. Для перевірки цих припущень та розрахунку параметрів, що входять до відповідних функціональних залежностей, використовуються статистичні дані. Слід звернути увагу на те, що запропонована нами модель принципово відрізняється від статичних моделей, в яких рівень безробіття виводиться залежно від інших макроекономічних показників для того самого часового періоду. Прикладом такої статичної моделі може слугувати крива Філіпса, що встановлює зв'язок між рівнем безробіття та інфляцією¹. Поряд з тим наш підхід не заперечує інші методики аналізу ринку робочої сили, а, скоріше, їх доповнює.

За своєю класифікацією запропонована модель належить до синергетичних “м'яких” моделей², загальна схема створення яких достатньо розроблена і перевірена на різних системах, у тому числі й соціально-економічних³; водночас наша модель багато в чому є оригінальною і дозволяє отримати нові результати, важливі не тільки в теоретико-методологічному, а й у практичному відношенні.

Основні положення моделі

Позначимо через N_1 кількість працюючих, а через N_2 кількість безробітних на даний момент часу (серед працездатного населення). Величина $N = N_1 + N_2$, таким чином, позначає кількість працездатних громадян. Вважаємо, що всі три параметри (тобто N_1 , N_2 та N) є функціями часу t . Розглядаємо зміну кількості безро-

¹ Див.: С а в ч е н к о А. Стратегічні цілі монетарної політики: проблеми теорії та методології. “Економіка України” № 5, 2007, с. 4–11.

² Див.: А р н о л ь д В. И. “Жесткие” и “мягкие” математические модели. М., МЦНМО, 2008, 32 с.

³ Див.: В а с и л ь є в А. Н. Модель самоорганизации рынка труда. “Экономика и математические методы” т. 37, № 2, 2001, с. 123–127; С е м е н ч и н Е. А., З а й ц е в а И. В. Математическая модель самоорганизации рынка труда для двух отраслей экономики. “Экономика и математические методы” т. 40, № 4, 2004, с. 137–139; В а с и л ь є в О. Синергетичні підходи в антикризовому регулюванні. “Економіка України” № 9, 2010, с. 34–40.

бітних за рахунок звільнення працюючих громадян та прийняття на роботу безробітних. При цьому зміна формально розглядається як два процеси – звільнення працівника та прийняття безробітного на роботу. Це дає змогу записати таке диференціальне рівняння:

$$\frac{dN_2}{dt} = W_1 N_1 - W_2 N_2, \quad (1)$$

де W_1 та W_2 – феноменологічні параметри, пов'язані з імовірністю, відповідно, втратити й знайти роботу. Похідна dN_2/dt в лівій частині рівняння визначає зміну рівня безробіття. Доданки в правій частині відповідають (з урахуванням знака) інтенсивності звільнення працюючих (вона пропорційна загальній кількості працівників) та інтенсивності отримання безробітними роботи (вона пропорційна загальній кількості безробітних). Головна складність у створенні моделі пов'язана зі способом визначення параметрів W_1 та W_2 . Точніше, ці параметри необхідно пов'язати з показниками, які можуть бути оцінені за допомогою статистичних методів. Ми припускаємо, що вони пропорційні коефіцієнтам обороту робочої сили щодо звільнення K_1 та прийняття на роботу K_2 , тобто вважаємо $W_1 = aK_1$ та $W_2 = bK_2$. Коефіцієнти обороту робочої сили K_1 та K_2 змінюються з часом. Параметри a та b є феноменологічними сталими величинами, які не залежать від часу протягом довгострокового періоду. Враховуючи зв'язок між параметрами N_1 та N_2 , а також визначення рівня безробіття $n = N_2/N$, можемо записати рівняння (1) у такому вигляді:

$$\frac{dn(t)}{dt} = aK_1(t) - n(t) \left(aK_1(t) + bK_2(t) + \frac{1}{N(t)} \cdot \frac{dN(t)}{dt} \right). \quad (2)$$

Зауважимо, що тут параметр $n(t)$ визначається у відносних одиницях. Рівняння (2) повністю показує динаміку рівня безробіття в часі, якщо відомо, як з часом змінюються коефіцієнти обороту робочої сили $K_1(t)$, $K_2(t)$ і загальна кількість працездатного населення $N(t)$. Ці залежності можна відтворити на основі статистичних даних шляхом інтерполяції за часом.

Розрахунок параметрів моделі

Статистичні дані ⁴, потрібні для розрахунку параметрів моделі, наведено в таблиці.

Методика розрахунків полягає в тому, що методом інтерполяції *сплайнами* ⁵ відновлюються залежності $K_1(t)$, $K_2(t)$, $N(t)$. За цим методом, інтерполяційну залежність шукають у вигляді кусково-гладкої функції. Між сусідніми вузловими точками залежність має вигляд полінома третього ступеня. Але на різних інтервалах поліноми різні. Уся залежність, як правило, досить монотонна і також неперервна разом з похідними першого і другого порядків, що дуже зручно для практичного застосування.

Рівняння (2) розв'язується в числовому вигляді. При цьому параметри a та b підбираються так, щоб побудована теоретична крива для залежності $n(t)$ найкращим чином описувала статистичні дані для рівня безробіття. Зокрема, використовуючи їх, отримуємо такі значення: $a = 0,0014$, $b = 0,0183$. Обчислення здійсню-

⁴ Див.: Офіційний сайт Державного комітету статистики України (<http://ukrstat.gov.ua>).

⁵ Див., наприклад: Б е р е з и н И. С., Ж и д к о в Н. П. Методы вычислений. Т. 1. М., ГИФМЛ, 1959, 464 с.

Зайнятість і коефіцієнти обороту робочої сили

Показник	Рік									
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Працездатне населення (тис. чол.).....	21150,7	20893,6	20669,5	20618,1	20582,5	20481,7	20545,9	20606,2	20675,7	20321,6
Рівень безробіття (% від працездатних).....	12,43	11,68	10,30	9,67	9,17	7,79	7,37	6,88	6,89	9,63
Коефіцієнт обороту щодо звільнення (%).....	25	26,6	27,7	29,5	28,8	29,2	29,9	30,7	32,8	28,7
Коефіцієнт обороту щодо прийняття (%).....	20	22,1	23,7	25,3	27,1	27,4	28,2	29,7	28,3	22,5

валися на основі статистичних даних за 2000–2009 рр., а критерієм оптимальності розподілу слугував принцип *найменших квадратів*⁶. Результати розрахунків ілюструє рисунок 1, де показано статистичні дані для рівня безробіття і теоретичну криву, побудовану на основі запропонованої моделі. Для зручності сприйняття дані щодо рівня безробіття наведено в процентах.

Прогноз на основі моделі для 2010 р. дав значення рівня безробіття 8,6% (за оцінками експертів, того року він дійсно становив близько 8,5%). Як бачимо, модель дає досить непоганий прогноз порівняно з фактичними даними.

Оцінка природного рівня безробіття

Для аналізу більш довготривалих тенденцій на ринку праці необхідно мати хоча б загальне уявлення про динаміку коефіцієнтів обороту робочої сили в майбутні періоди. Проблема в тому, що ці коефіцієнти не регулюються, а визначаються в процесі розвитку економічної системи як результат взаємодії різних факторів. Відновити динаміку коефіцієнтів обороту робочої сили за минулий період вдається завдяки наявності статистичних даних. Для майбутніх періодів потрібно прогнозувати можливі значення цих коефіцієнтів.

Цілком логічно очікувати, що коефіцієнти оборотності робочої сили залежать від загального стану економіки і, зокрема, темпів її зростання. Останні, очевидно, впливають і на рівень безробіття. Наше припущення полягає в тому, що між зазначеними коефіцієнтами і рівнем безробіття існує функціональний зв'язок. Шукаємо цей зв'язок у вигляді лінійної функції. У результаті знаходимо для коефіцієнта обороту робочої сили щодо звільнення залежність від рівня безробіття такого вигляду:

$$K_1(t) = 38,22 - 1,02 \cdot n(t). \quad (3)$$

Для коефіцієнта обороту робочої сили щодо прийняття на роботу залежність має такий вигляд:

$$K_2(t) = 39,74 - 1,56 \cdot n(t). \quad (4)$$

Тут рівень безробіття $n(t)$ визначається у процентах до працездатного населення. На рисунках 2 і 3 наведено статистичні дані для K_1 та K_2 і теоретичні прями, побудовані на основі співвідношень (3) та (4), відповідно.

Якщо врахувати залежності (3) та (4) в моделі (2), то за умови незмінності кількості працездатного на-

⁶ Див.: т а м ж е.

селення прогноз на 2011 р. показує, що рівень безробіття становитиме 8,2%. Крім того, у рамках припущень (3) та (4) можна розрахувати *стаціонарний рівень безробіття*. Його специфіка (у межах моделі) полягає в тому, що з часом до цього рівня наближається показник безробіття. Інакше кажучи, це відносно стабільний рівень, до якого прямує реальний показник безробіття. Хоча запропонована модель не дозволяє визначити структуру безробіття на стаціонарному рівні, з методологічної точки зору виникає чітке уявлення про усереднене його значення в довгостроковому періоді. У цьому сенсі можна ототожнювати стаціонарний рівень безробіття з *природним рівнем безробіття*.

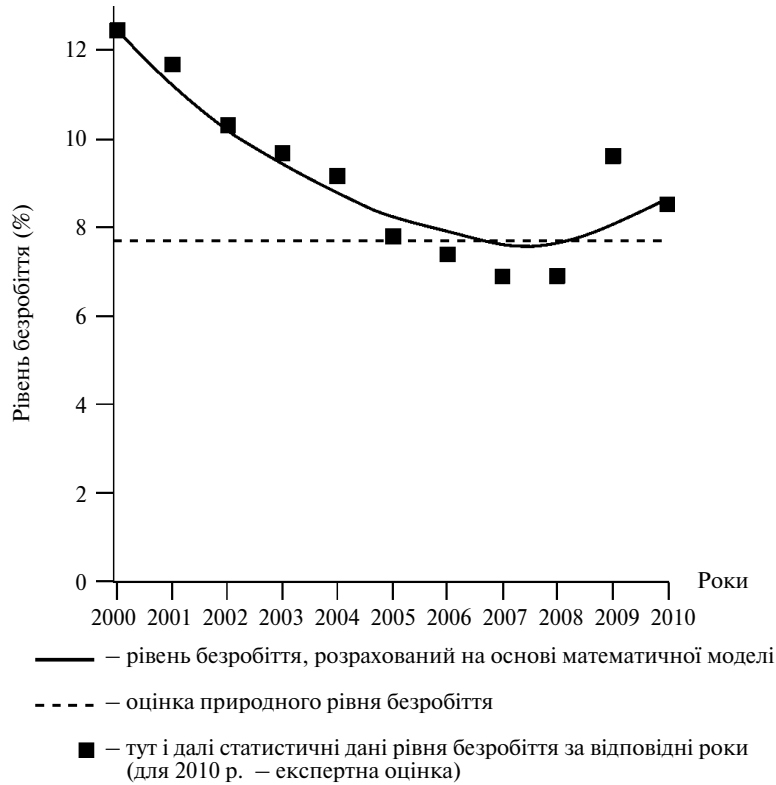


Рис. 1. Рівень безробіття за 2000–2009 рр. (статистичні дані), прогноз на 2010 р. (експертна оцінка) та результати математичного моделювання

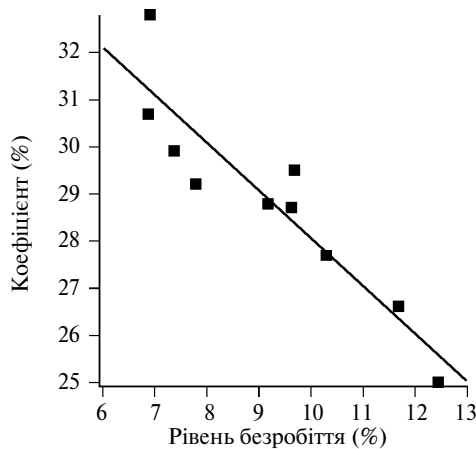


Рис. 2. Залежність коефіцієнта обороту робочої сили щодо звільнення від рівня безробіття

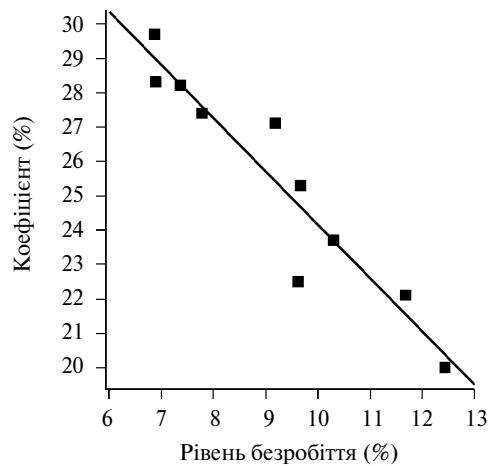


Рис. 3. Залежність коефіцієнта обороту робочої сили щодо прийняття від рівня безробіття

Виконуючи розрахунки на основі статистичних даних за 2000–2008 рр., для природного рівня безробіття отримуємо значення 6,2%. Ця оцінка досить близька до значення 5,8–6,0%, отриманого на основі даних за 2007–2008 рр. іншим методом ⁷. Коли ж урахувати статистичні дані за 2009 р., то природний рівень безробіття становитиме 7,7%, що є значною величиною навіть для економіки України. Якщо ж зважити на оцінки деяких експертів (наприклад, Нобелівського лауреата з економіки за 2006 р. Е. Фелпса), згідно з якими природний рівень безробіття у США зріс після рецесії з 5 до 7,5% ⁸, то значення 7,7% видається не таким уже й фантастичним.

Застосувавши описаний підхід для аналізу рівня безробіття в Російській Федерації, здобудемо досить непогані результати. По-перше, як і для економіки України, підтверджується припущення про лінійну залежність коефіцієнтів обороту робочої сили від рівня безробіття. По-друге, прогноз моделі для рівня безробіття в РФ на 2011 р. дає значення 7,9% при оцінці для природного рівня безробіття в 7,1%. Ці значення непогано узгоджуються з прогнозами, виконаними на основі інших методик. Так, фактичні дані щодо безробіття в РФ за лютий 2011 р. дають значення 7,6% ⁹, а прогноз Центру економічних досліджень Ощадбанку Росії передбачає середньорічне значення 7,5% ¹⁰.

Зробимо також декілька зауважень щодо методів математичного моделювання та прогнозування, що використовуються, зокрема, для аналізу ринку робочої сили. Спектр цих методів досить широкий. Усі вони, як правило, характеризуються тим, що відповідні моделі спираються на певні припущення про співвідношення чи взаємозв'язок між основними макроекономічними параметрами. Перевагою такого моделювання є можливість отримувати певний набір важливих макроекономічних показників, а головний недолік пов'язаний з принциповою

⁷ Див.: Пищуліна О. М., Коваль О. П., Кочеміровська О. О. Системні вади ринку праці України та пріоритети його реформування. Аналітична доповідь. К., НІСД, 2010, 47 с.

⁸ Див.: <http://www.finmarket.ru/z/nws/news.asp?id=1514482>.

⁹ Див.: <http://www.kreml.org/news/271477813>.

¹⁰ Див.: Прогноз развития российской экономики на 2010–2011 и 2012–2013 годы (<http://www.sbrf.ru/moscow/ru/analytics/cmei/macroeconomics>).

залежністю результатів моделювання від базових припущень. Іноді невиконання на практиці найнезначніших, на перший погляд, положень моделі призводить до повної непридатності результатів. Тому підсумки будь-якого моделювання не дають абсолютної впевненості в їхній достовірності. Зрозуміло, що немає такої гарантії і в разі використання запропонованої моделі. Але тут є дві суттєві переваги, які дають підстави вважати модель перспективною: по-перше, це феноменологічність і відносна простота, що полегшує її практичне використання, по-друге, динамічність і належність до класу синергетичних. Її результати, принаймні на якісному рівні, стійкі щодо варіювання базових припущень (таких, наприклад, як лінійний зв'язок між коефіцієнтами обороту робочої сили та рівнем безробіття). Остання обставина особливо важлива, оскільки досить часто доводиться виконувати прогноз, користуючися неповними або ненадійними даними. Це дає підстави вважати, що в таких випадках запропонована нами модель може бути корисною.

* * *

Наслідком світової економічної кризи для України, крім усього іншого, стало зростання природного рівня безробіття, принаймні, на 1,5%. Це, у свою чергу, означає, що в економіці відбулися структурні зміни, причому далеко не в кращий бік, і для подолання негативів треба вжити кардинальних заходів, які б принципово поліпшили ситуацію на ринку праці. На жаль, запропонована модель непридатна для того, щоб виявити конкретні проблеми, які мають бути вирішені в цьому напрямі. Але результати застосування моделі безперечно засвідчують існування таких проблем. Без їх негайного усунення всі розмови про істотне зниження рівня безробіття (за позначку 7–8%) є безперспективними.

Стаття надійшла до редакції 11 березня 2011 р.
