

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ БЕЗРОБІТТЯ

Запропоновано метод прогнозування рівня безробіття з використанням нечіткого регресійного аналізу, що дозволяє прогнозувати рівень безробіття на основі попередньої статистики. Вхідні дані включають такі соціально-економічні показники як рівень безробіття, внутрішній валовий продукт, рівень інфляції, доходи населення та прожитковий мінімум. Ідея, покладена в основу нечіткої регресійної моделі, полягає в тому, щоб використовувати існуючу вибірку означених соціально-економічних показників для визначення параметрів функцій належності, які найкраще відповідають відповідній системі нечіткого виведення. Змінні нечіткої регресивної моделі визначення рівня безробіття є нечіткими числами, що знаходяться у відповідних розрахованих інтервалах, з відомими верхніми та нижніми границями, з урахуванням похибки на кожному α -рівні. Даний підхід прогнозування рівня безробіття, що базується на методі нечіткої регресії, забезпечує високу точність та дозволяє виконати прогноз на різних рівнях з урахуванням можливих варіацій.

Проведені дослідження по прогнозуванню рівня безробіття за такими соціально-економічними показниками як рівень безробіття за попередній період, внутрішній валовий продукт, рівень інфляції, прожитковий мінімум та доходи населення з використанням розробленого методу, а також з урахуванням реальних значень рівня безробіття показали підвищення точності прогнозу на 4,1 відсотків на перший рік прогнозу, 7,2 відсотки на другий рік та 10 відсотків на третій рік.

Ключові слова: прогнозування, рівень безробіття, регресійний аналіз, нечітка логіка, лінійна регресія, нечітка регресія, α -рівні, безробіття, соціально-економічні показники.

T.O. SAVCHUK, V.Y. SOLOVEY
Vinnytsia National Technical University

IMPROVED METHOD FORECASTING UNEMPLOYMENT LEVEL

Proposed the method of forecasting the unemployment rate with the use of fuzzy regression analysis is proposed, which allows forecasting the unemployment rate on the basis of the previous statistics. The data phasation interprets the input parameters at intervals by the function of membership in the form of an isosceles triangle with center and width. The stage of selection of an arbitrary member and coefficients, which will allow to present data in the general form of the linear regression problem. The breakdown of an arbitrary member and coefficients of social and economic indicators at the α -level will allow for the selection of several variants of the forecast. This approach provides high accuracy using the method of fuzzy regression and allows you to perform a forecast of different levels, taking into account possible variations, this will enable faster response. On the basis of socio-economic data, a comparison was made between the results of the forecasting of the unemployment rate using the developed method and the real values of the unemployment rate, which showed an accuracy of 4.1 percent for the first year of the forecast, 7.2 for the second year and 10 percent for the third year, which makes it possible to argue for the effective operation of the method and allows you to perform a forecast of different levels with allowance for possible variations, this will allow for faster response.

Keywords: forecasting, unemployment level, regression analysis, fuzzy logic, linear regression, fuzzy regression, α -levels, unemployment, socio-economic indicators.

Вступ

Забезпечення ефективної політики використання трудових ресурсів є одним з основних питань, які необхідно розглядати в проблематиці соціально-економічного розвитку держави, окремого регіону. Сучасний етап соціально-економічного розвитку в Україні супроводжується такими негативними рисами, як перевищення пропозиції робочої сили над попитом; низька ефективність використання трудового потенціалу країни; низька пристосованість робочої сили до нових умов господарювання; зростаючі соціальні ризики; низький рівень, нестабільність і коливання доходів тощо, що й призводить до збідніння переважної частини населення, тобто – до безробіття [1].

Безробіття і зайнятість - найважливіші показники використання людських ресурсів у виробничому процесі [2]. На сьогоднішній день однією з корінних соціально-економічних проблем в економіці країни є безробіття. Під безробіттям розуміють таке соціально-економічне явище, коли частина економічно-активного населення не може знайти застосування своїй робочій силі, і вважається, з одного боку, важливим стимулятором активності працюючого населення, а з іншого - великим суспільним лихом.

Безробіття є не тільки економічною, але й серйозною соціальною проблемою. Причому соціальні аспекти даної проблеми є більш суттєвими для суспільства.

Постає проблема необхідності аналізу та прогнозування рівня безробіття, який суттєво зріс в умовах світової економічної кризи і погіршив життєвий рівень населення, таким чином, розробка нового класу засобів, які здатні формувати інтелектуальні рішення щодо усунення наслідків безробіття з мінімальною залежністю від суб'єктивної думки об'єкту прийняття такого рішення.

Прогнозування безробіття — процес передбачення майбутнього рівня безробіття на основі аналізу його минулого і сучасного станів та результатів систематичного оцінювання інформації про якісні й кількісні характеристики [2]. Результатом прогнозування рівня безробіття є знання про ймовірний розвиток сьогочасних тенденцій змін рівня безробіття. Не дивлячись на неодноразове підвищення мінімальної

зарплати і щорічного прожиткового мінімуму, рівень досить далекий від рекомендованих Європейських, що підтверджує актуальність даної проблеми.

Використання нечіткого регресійного аналізу при прогнозуванні соціально економічних показників

Однією з корінних соціально-економічних проблем сучасного етапу розвитку вітчизняної економіки та важливою характеристикою конкурентоспроможності ринку праці є безробіття. Надмірне безробіття негативно відображається на всій економіці країни, саме тому вивчення цього питання на сьогодні є актуальним [3].

Під безробіттям розуміється таке соціально-економічне явище, коли частина економічно активного населення не може знайти застосування своїй робочій силі.

Головні причини високого рівня безробіття такі: спад економіки і відповідне скорочення сукупного попиту на робочу силу; структурні зрушення (міжгалузеві, внутрішньогалузеві, регіональні); рух робочої сили (професійний, соціальний, регіональний) тощо.

Перспективним напрямом в галузі вирішення завдань демографічного прогнозування є застосування нечітких моделей [4]. Принцип роботи нечіткої моделі полягає в тому, що за наявним набором даних конструюється залежність між вхідними та вихідними змінними системи [6]. Нечітка модель позиціонується як «чорна скринька» внаслідок того, що внутрішній алгоритм її налаштування не є «прозорим», отримані результати та їх взаємозв'язки складно інтерпретувати. Нечіткі регресійні моделі покликані об'єднати в собі переваги систем нечіткого виведення і регресійного аналізу [4]. Вони надають можливість розробляти і представляти моделі систем у вигляді правил нечітких продукцій, які є наочними, простими та доцільними для опису процесу прогнозування безробіття.

Основна ідея, покладена в основу нечіткої регресійної моделі, полягає в тому, щоб використовувати існуючу вибірку таких соціально-економічних показників як рівень безробіття, внутрішній валовий продукт, рівень інфляції, доходи населення та прожитковий мінімум, для визначення параметрів функцій належності, які найкраще відповідають відповідній системі нечіткого виведення. Отже, у застосуванні до аналізу безробіття, нечітка регресійна модель буде базуватися на вибірці таких показників як рівень безробіття, внутрішній валовий продукт та інших соціально-економічних показниках [5]. Терми цих вхідних змінних описуються стандартними функціями належності, а терми вихідних змінних представляються лінійною або постійною функцією належності.

Дані нечіткої задачі визначення рівня безробіття є нечіткими числами, що знаходяться у відповідних розрахованих інтервалах, з відомими верхніми та нижніми границями, з урахуванням похибки на кожному α -рівні, володіють більшою точністю, ніж середньорічні статистичні дані.

Теорія прийняття рішень прогнозування рівня безробіття в нечітких умовах відрізняється від задачі прийняття рішень в загальному вигляді тим, що один або декілька елементів моделі прийняття рішень задаються нечіткою множиною соціально-економічних показників, таких як рівень безробіття, внутрішній валовий продукт, рівень інфляції, прожитковий мінімум та доходи населення. При цьому, підхід до прийняття рішення на основі нечіткої логіки базується на принципі Белмана-Заде, який розглядає нечітке рішення як об'єднання нечітких цілей та обмежень [4], що є характерним для процесу прогнозування безробіття.

Отже, використання нечіткого підходу при прогнозуванні рівня безробіття дасть можливість збільшити його точність за рахунок використання α -рівнів відносно середньостатистичних даних.

Удосконалений метод нечіткої регресії

Як правило, динаміка зміни коефіцієнта безробіття як складової соціально економічної системи, досліджується в залежності від динаміки зміни доходів населення, рівня бідності, рівня інфляції, прожиткового мінімуму [5]. З урахуванням доцільності застосування теорії нечітких множин, при прогнозуванні безробіття, а також з урахуванням швидкої зміни тенденцій, характерних для цього процесу, розглянемо прогнозування соціально-економічних показників на наступних 3 роки з використанням нечіткої регресії [6] на основі статистичних даних.

Нехай при прогнозуванні рівня безробіття (PB) буде враховано такі соціально-економічні показники:

1. Рівень безробіття (%) – PB ;
2. ВВП (всього, млн. грн.) – $ВВП$;
3. Рівень інфляції (процент) – PI ;
4. Прожитковий мінімум (грн) – $ПМ$;
5. Доходи населення (млн. грн.) – $ДН$.

Визначимо функцію залежності в загальному вигляді:

$$\tilde{PB} = f\left(\tilde{BВП}, \tilde{PI}, \tilde{ПМ}, \tilde{ДН}\right), \quad (1)$$

де $\tilde{PB}, \tilde{BВП}, \tilde{ПМ}, \tilde{ДН}$ – нечіткі числа відповідних соціально-економічних показників.

Вирішення нечіткої задачі лінійного регресії складається з виявлення довільного члена і коефіцієнтів, заданих в інтервалі:

$$\tilde{PB}\left(\tilde{BВП}, \tilde{PI}, \tilde{ПМ}, \tilde{ДН}\right) = A_0 + A_1 \cdot \tilde{BВП} + A_2 \cdot \tilde{PI} + A_3 \cdot \tilde{ПМ} + A_4 \cdot \tilde{ДН}, \quad (2)$$

де A_0 – довільний член,

A_1, A_2, A_3, A_4 – коефіцієнти соціально-економічних показників

Показники $PB, BВП, PI, ПМ, ДН$ і коефіцієнти A_0, A_1, A_2, A_3, A_4 – це нечіткі змінними, функції належності яких мають вигляд рівнобедреного трикутника одиничної висоти, з центром c і шириною w :

$$BВП = (BВП_c, BВП_w), PB = (PB_c, PB_w), PI = (PI_c, PI_w),$$

$$ПМ = (ПМ_c, ПМ_w), ДН = (ДН_c, ДН_w).$$

$$A_0 = (A_{0c}, A_{0w}), A_1 = (A_{1c}, A_{1w}), A_2 = (A_{2c}, A_{2w}), A_3 = (A_{3c}, A_{3w}), \\ A_4 = (A_{4c}, A_{4w})$$

Лінійна інтервальна регресійна форма нечіткого рівняння по кожному α -рівню така:

$$PB^\alpha\left(BВП^\alpha, PI^\alpha, ПМ^\alpha, ДН^\alpha\right) = A_0 + A_1 \cdot BВП^\alpha + A_2 \cdot PI^\alpha + A_3 \cdot ПМ^\alpha + A_4 \cdot ДН^\alpha, \quad (4)$$

де $PB^\alpha, BВП^\alpha, PI^\alpha, ПМ^\alpha, ДН^\alpha$ – нечіткі числа з відповідним α -рівнем.

Тобто

$$PB^\alpha\left(BВП^\alpha, PI^\alpha, ПМ^\alpha, ДН^\alpha\right) = (PB_c^\alpha\left(BВП^\alpha, PI^\alpha, ПМ^\alpha, ДН^\alpha\right), PB_w^\alpha\left(BВП^\alpha, PI^\alpha, ПМ^\alpha, ДН^\alpha\right)), \quad (5)$$

де PB_c^α – центр рівнобедреного трикутника рівня безробіття відповідного α -рівня

PB_w^α – ширина рівнобедреного трикутника рівня безробіття відповідного α -рівня

$$BВП^\alpha = (BВП_c^\alpha, BВП_w^\alpha), PB^\alpha = (PB_c^\alpha, PB_w^\alpha), PI^\alpha = (PI_c^\alpha, PI_w^\alpha), \\ ПМ^\alpha = (ПМ_c^\alpha, ПМ_w^\alpha), ДН^\alpha = (ДН_c^\alpha, ДН_w^\alpha) \quad (6)$$

$$A_0^\alpha = (A_{0c}^\alpha, A_{0w}^\alpha), A_1^\alpha = (A_{1c}^\alpha, A_{1w}^\alpha), A_2^\alpha = (A_{2c}^\alpha, A_{2w}^\alpha), A_3^\alpha = (A_{3c}^\alpha, A_{3w}^\alpha), A_4^\alpha = (A_{4c}^\alpha, A_{4w}^\alpha), \quad (7)$$

де A_0^α – довільний член у відповідному α -рівні,

A_{0c}^α – центр рівнобедреного трикутника довільного члена відповідного α -рівня

A_{0w}^α – ширина рівнобедреного трикутника довільного члена відповідного α -рівня

$A_1^\alpha, A_2^\alpha, A_3^\alpha, A_4^\alpha$ – коефіцієнти у відповідних α -рівнях

$A_{1c}^\alpha, A_{2c}^\alpha, A_{3c}^\alpha, A_{4c}^\alpha$ – центри рівнобедрених трикутників коефіцієнтів відповідного α -рівня

$A_{1w}^\alpha, A_{2w}^\alpha, A_{3w}^\alpha, A_{4w}^\alpha$ – широти рівнобедрених трикутників коефіцієнтів відповідного α -рівня

Вираз (5) з урахування (6) та (7) матиме вигляд:

$$PB_c^\alpha\left(BВП, PB, PI, ПМ\right) = \alpha_{0c} + \alpha_{1c} \cdot BВП_c + \alpha_{2c} \cdot PI_c + \alpha_{3c} \cdot ПМ_c + \alpha_{4c} \cdot ДН_c, \quad (8)$$

де $\alpha_{0c}, \alpha_{1c}, \alpha_{2c}, \alpha_{3c}, \alpha_{4c}$ – центри рівнобедрених трикутників α -рівнів

$$PB_w(BBP, PB, PI, PM, DN) = \alpha_{0w} + \alpha_{1c} \cdot BBP_w + \alpha_{1w} \cdot BBP_c + \alpha_{2c} \cdot PI_w + \alpha_{2w} \cdot PI_c + \alpha_{3c} \cdot PM_w + \alpha_{3w} \cdot PM_c + \alpha_{3c} \cdot DN_w + \alpha_{3w} \cdot DN_c, \\ \alpha_{3w} \cdot PM_c + \alpha_{3c} \cdot DN_w + \alpha_{3w} \cdot DN_c, \quad (9)$$

де $\alpha_{0w}, \alpha_{1w}, \alpha_{2w}, \alpha_{3w}, \alpha_{4w}$ – широти рівнобедрених трикутників α -рівнів

Означений підхід може бути застосований до всіх α -рівней, кожен з яких відповідає певному рівню прогнозування, а мінімізація такого рівня зведеться до рівняння нечіткої регресії для кожного α -рівня зводиться до вирішення задачі лінійного програмування [4].

В узагальненому вигляді удосконалений метод прогнозування рівня безробіття з використанням нечіткої регресії розбивається на етапи (див. рис. 1).



Рис. 1 – Основні етапи удосконаленого методу прогнозування рівня безробіття з використанням нечіткої регресії

Розглянемо прогнозування показника РБ (рівня безробіття) відповідно до (4)-(9) з використанням таких варіантів прогнозу – стандартний, оптимістичний і песимістичний (див рис.2).

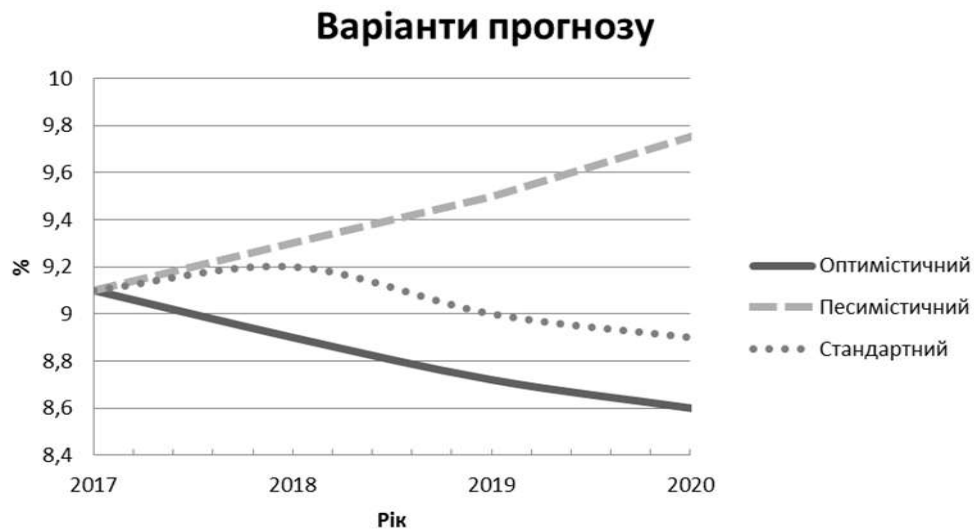


Рис. 2 – Варіанти прогнозу рівня безробіття

Стандартний варіант прогнозу є одним з самих розповсюджених при стабільному розвитку економіки. Оптимістичний варіант прогнозу дає результати в умовах більш динамічного розвитку економік, коли ріст відбувається більш високими темпами, а песимістичний варіант прогнозу, в економіці спостерігаються стрімкі темпи спаду.

Зі збільшенням прогнозованого періоду зменшується точність прогнозу (див. табл.3), що залежить від непередбачуваних змін соціально-економічних показників проте, враховуючи варіанти прогнозу відхилення між прогнозом та фактичними даними можна мінімізувати.

На основі соціально-економічних даних: рівень безробіття, внутрішній валовий продукт, рівень інфляції, прожитковий мінімум та доходи населення [7] було проведено порівняння результатів прогнозування рівня безробіття з використанням розробленого методу та реальними значеннями рівня безробіття [8].

Таблиця 1

Точність прогнозування рівня безробіття на три роки з використанням нечіткого регресійного методу

Прогнозований період, роки	1	2	3
Підвищення точність, %	4,1	7,2	10

Висновки

Таким чином, метод прогнозування рівня безробіття за допомогою нечіткої регресії, забезпечує обрахунок прогнозу з урахуванням залежності між динамікою змін соціально економічних показників таких, як доходи населення, рівня бідності, рівня інфляції, прожиткового мінімуму, що дозволяє виконати прогноз на різних рівнях з урахуванням можливих варіацій як оптимістичну, стандартну та песимістичну, це дасть можливість пришвидшити реагування на виникнення непередбачуваної ситуації та запобігти фінансовим проблем.

Порівняння результатів прогнозування рівня безробіття з використанням розробленого методу та реальними значеннями рівня безробіття показало підвищення точності прогнозу на 4,1 відсотків на перший рік прогнозу, 7,2 відсотки на другий рік та 10 відсотків на третій рік, що підтверджує ефективну роботу методу.

Література

1. Чурилова О.А. / Безробіття в Україні: причини, види, наслідки // Наукові доробки молоді – вирішення проблем європ. інтеграції: зб. наук. статей у 2 т. –х.: Континент, 2008. – №12 с. 182-184
2. Козюк В.В. / Вплив відкритості економіки на характер зв'язку між інфляцією та безробіттям // Фінанси України. – 2007. – №12 – с. 17-26
3. Гаркавенко Н.О. / Проблеми зайнятості та безробіття на національному ринку праці // Формування ринкових відносин в Україні. – 2007. – №4 – с.168-172
4. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: Монографія / Матвійчук А. В. – К.: Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
5. Савчук Т. О. Модель процесу прогнозування безробіття/ Т. О. Савчук, В.Ю. Соловей // Тези XLVI Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ - 2017) / Електронне наукове видання матеріалів конференції. – 2017.-Вінниця,. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2017/paper/view/2235/1840>
6. Савчук Т. О. Аналіз рівня безробіття з використанням нечіткої логіки/ Т. О. Савчук, В.Ю. Соловей // Тези XLV науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету. – 2016. – ВНТУ. – <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/10880>
7. Державна служба статистики [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Савчук Т.О. Комп'ютерна програма «Інтелектуальний модуль прогнозування безробіття» / Савчук Т.О., Соловей В.Ю. // Свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму № 68556 від 09.11.2016.

References

1. Churilova O.A. / Bezrobittya v Ukraini: prychny, vydy, naslidky // Scientific developments of youth - solving problems of Europe. Integration: Sb. sciences Articles in 2 tons. -h .: Continent, 2008. - No. 12 p. 182-184
2. Kozyuk V.V. / Vplyv vidkrytosti ekonomiky na kharakter zv'yazku mizh inflyatsiyeyu ta bezrobittiyam // Finance of Ukraine. - 2007. - No. 12 - p. 17-26
3. Garkavenko N.O. / Problemy zaenyatosti ta bezrobittya na natsional'nomu rynku pratsi // Formation of market relations in Ukraine. - 2007. - No. 4 - p.168-172
4. Matviychuk AV Analiz ta prohnozuvannya rozvytku finansovo-ekonomichnykh system iz vykorystannyam teoriyi nechitkoyi lohiky: Monograph / Matviychuk AV - K. : Center for Educational Literature, 2005. - 206 p.
5. Savchuk T. O. Model' protsesu prohnozuvannya bezrobittya/ T. O. Savchuk, V.Y. Solovey // Tezy XLVI Naukovo-tekhnichnoyi konferentsiyi pidrozdiliv Vinnyts'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu (NTKP VNTU - 2017) / Electronic scientific edition of conference materials. – 2017.-Vinnytsya,. <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fitki/all-fitki-2017/paper/view/2235/1840>
6. Savchuk T. O. Analiz rivnya bezrobittya z vykorystannyam nechitkoyi lohiky/ T. O. Savchuk, V.YU. Solovey // Theses XLVI Scientific and Technical Conference of Departments of Vinnitsa National Technical University. – 2016. – VNTU. – <http://ir.lib.vntu.edu.ua/handle/123456789/10880>
7. Derzhavna sluzhba statystyky [Elektronnyy resurs]. – Mode of access to the resource: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
8. Savchuk T.O. Komp'yuterna prohrama «Intelektual'nyy modul' prohnozuvannya bezrobittya» / Savchuk T.O., Solovey V.Y. // Certificate of registration of copyright for a computer program № 68556 from 09.11.2016.

Отримана/Received : 21.9.2017 р. Надрукована/Printed :21.1.2018 р.
Стаття рецензована редакційною колегією