

УДК 330.4:004.02

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ У ПРОГНОЗУВАННІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ ЯВИЩ

С. Степова

*Вінницький торговельно-економічний інститут КНТЕУ
21036, м.Вінниця, Хмельницьке шосе, 25*

В статті розглянуто застосування генетичних алгоритмів у прогнозуванні соціально-економічних явищ, зокрема, безробіття. Запропоновано генетичні алгоритми застосовувати у зв'язі з методом найменших квадратів, який дозволяє знайти вигляд функції, маючи лише сукупність статистичних даних за періодами. Знайшовши таку функцію, можна скласти короткострокові прогнози. Це збільшить ефективність прогнозування на ринку праці.

***Ключові слова:** генетичні алгоритми, прогнозування, метод найменших квадратів, безробіття.*

Постановка проблеми. В сучасних економічних умовах важливим є пошук нових способів прогнозування економічних явищ. Одним із способів прогнозування є застосування таких природних механізмів функціонування, як генетичні алгоритми, нейронні мережі та нечіткі множини. У період економічної кризи, яка зачепила багато країн світу особливо гостро постала проблема такого явища як безробіття, яке сприяє втраті кваліфікації працівників, розвитку тіньового сектора зайнятості, посилення напруги в суспільстві, негативним явищам в економіці, втраті купівельної спроможності населення. Дана проблема пов'язана з одного боку з кризовими і циклічними явищами в економіці, а з іншого структурними змінами в науково-технічному прогресі. Саме по собі явище безробіття не є негативним, тому-що природний рівень безробіття сприяє розвитку резерву робочої сили, розвитку економіки.

Враховуючи вище сказане, дуже важливим є пошук ефективних методів прогнозування безробіття, які дозволять знайти точний рівень безробіття, що дозволить врахувати негативні наслідки цього явища на економіку, розрахувати достатню кількість коштів на виплату допомоги по безробіттю, тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблемам прогнозування, в тому числі заснованих на генетичних алгоритмах, нейронних мережах і нечітких множинах присвячено чимало праць вітчизняних і зарубіжних учених, таких як: Н. Абовський, С. Айвазян, В. Алексеев, В. Амербаєв, Т. Андерсон, В. Аркин, С. Ашманов, А. Барский, Д. Батищев, П. Берже, Л. Владіморова, В. Глушенко, Б. Давидович, Е. Тихонов, Е. Хенан. Але дані праці в основному містять теоретичні та математичні засади для прогнозування і практичне застосування для прогнозування економічних процесів висвітлені недостатньо.

Метою дослідження є пошук ефективного способу прогнозування економічних явищ, зокрема, кількості безробітних на основі генетичних алгоритмів та розробка практичної реалізації для прогнозування кількості безробітних.

Виклад основного матеріалу. Розвиток прогнозування як науки сприяло в останні десятиліття створенню безлічі методів, процедур і прийомів прогнозування. На сьогодні вже нараховується більше ста методів прогнозування, через що перед спеціалістами стоїть задача вибору метода, який був би давав адекватні прогнози для досліджуваних процесів.

Всі методи прогнозування діляться на інтуїтивні і формалізовані. Інтуїтивні методи прогнозування базуються на опитуванні експертів а формалізовані методи базуються на математичних методах.

Одним із найкращих способів прогнозування є аналіз часових рядів та пошук такого вигляду функції тренду, яка як найкраще би описувала досліджуване явище. Одним із способів пошуку такої аналітичної залежності є метод найменших квадратів, який полягає у пошуку мінімального значення суми різниці між значенням тренду і фактичними даними. Дану задачу можна вирішити за допомогою диференціальних рівнянь, або спробувати застосувати генетичні алгоритми, які спеціально призначені для пошуку екстремумів функцій. Знайдену аналітичну залежність можна застосовувати для складання короткострокових прогнозів.

Одним із найбільш важливим соціально-економічним явищем є безробіття. Безробіття має значні соціальні та економічні наслідки. Як свідчать дослідження наслідків безробіття на національному рівні, вона зменшує розмір виробництва валового внутрішнього продукту (ВВП). Це виражено в законі Оукена. Так, якщо фактичний рівень безробіття більший за природний на 1%, то це зменшує ВВП на 2,5%. Природний рівень безробіття досягається тоді, коли досягнутий баланс попиту і пропозиції праці, тобто кількість безробітних дорівнює кількості вакансій [2].

Як наслідок зменшення ВВП, скорочуються податкові надходження від фізичних і юридичних осіб, збільшуються державні витрати на допомогу на випадок безробіття, які мають компенсуватися із страхових внесків роботодавців і із заробітку працівників.

Безробіття є міною сповільненої дії коли воно торкається наукоємних галузей, оскільки воно сприяє дискваліфікації, перекваліфікації або еміграції кваліфікованих працівників. Коли настає фаза поживлення економіки, різко зростає попит на цих працівників, задовольнити який неможливо, в результаті відбувається затримка економічного розвитку держави, скорочення інвестування капіталу і відкриття нових робочих місць. Далі відбувається скорочення сукупного попиту і ще більше безробіття, зниження ділової активності [3].

Соціальні наслідки безробіття проявляються в тому що безробітні втрачають постійний дохід, посилюється конкуренція за престижні робочі місця, окремі достатньо значимі групи населення змушені працювати на не престижній, не цікавій для них роботі. Така трудова діяльність носить вимушений характер для виживання і не може бути ефективною і якісною. Людина через безробіття втрачає ініціативу, впевненість у завтрашньому дні, у своїх силах, знижується його трудовий потенціал. Для багатьох людей праця є не тільки джерелом доходів але і ділом власної гідності, честі. Для такої людини втратити роботу – це велика трагедія. Багато людей стають роздратованими, посилюється девіантна поведінка (алкоголізм, наркоманія, аморальні вчинки), погіршується соціально-психологічний клімат в суспільстві.

Працедавці можуть знизити ціну робочої сили, встановити більш тривалий робочий тиждень, чим дозволено законодавством, не виплачувати лікарняні листи і т. д.

Тим не менше не можна оцінювати явище безробіття лише негативно. Воно є умовою безперервного формування економіки, бо забезпечує формування резерву робочої сили, необхідного для розвитку економіки, перерозподіл кадрів для тих галузей, продукція яких необхідна споживачам.

Застосовують два методи для обрахунку безробіття: на основі даних центрів зайнятості про зареєстрованих безробітних. Перевага даного методу в тому, що він не потребує значних фінансових витрат і звітність має періодичний характер. Недоліком методу є те, що інформація є неповною, не враховує тих осіб, які з тих чи інших причин не зареєстровані в центрах зайнятості; загальнонаціональні вибіркові дослідження домогосподарств. Ці дослідження дозволяють дослідити всі категорії безробітних, в тому числі не зареєстрованих в центрах зайнятості. Але вони є дуже дорогими і допускають наявність статистичної помилки [3].

В умовах сучасної економіки дуже важливим є прогнозування її стану. Також дуже важливим є прогнозування безробіття, оскільки це дозволяє визначити резерв робочої сили, розмір фонду по допомозі по безробіттю, обрахувати вплив на економіку величини безробіття.

На даний момент найбільш поширені такі моделі і методи прогнозування: метод найменших квадратів; метод експоненціального згладжування; метод імовірнісного моделювання; експертні методи прогнозування; моделі стаціонарних часових рядів; моделі нестационарних часових рядів; адаптивні методи прогнозування; метод групового обліку аргументів; теорія розпізнавання образів; прогнозування з використанням нейронних мереж, штучного інтелекту і генетичних алгоритмів.

Враховуючи вище сказане, для ефективного функціонування української економіки і своєчасного вирішення проблем, спричинених безробіттям, необхідний пошук ефективних способів прогнозування безробіття, що дозволяє точно визначити рівень безробіття у майбутніх періодах. Для такого прогнозування можна застосовувати різні методи, але найбільш простим і легко реалізованим на електронно-обчислювальних машинах є метод найменших квадратів.

Для прогнозування соціально-економічних явищ необхідно здійснити такі етапи: постановка задачі, моделювання, збір статистичної інформації, чисельне моделювання, здійснення екстраполяції тренда, отримання прогнозу. Екстраполяцію тренда можна здійснити за допомогою методу найменших квадратів. Даний метод полягає у мінімізації суми різниці квадратів між прогнозованими за допомогою прогновної функції даними і фактичними статистичними даними. Задача методу найменших квадратів полягає у пошуку таких коефіцієнтів функції, які б дозволили мінімізувати суму квадратів різниці між прогнозованими і фактичними даними. Для даного методу можна застосовувати генетичні алгоритми для пошуку коефіцієнтів функції прогнозування.

Генетичний алгоритм є методом вирішення задач оптимізації що заснований на законах природної еволюції. Це спосіб пошуку оптимального рішення, який оснований на природних механізмах природного відбору і успадкування [1].

Головна задача генетичного алгоритму – це пошук критерію оптимальності, тобто показника, що виражає граничну міру економічного ефекту прийнятого рішення і вибору найкращого із них, а також граничного рішення задачі прогнозування.

Від традиційних способів оптимізації генетичні алгоритми відрізняється наступними ознаками [4]: обробка закодованої форми параметрів задачі, а не їх значення (кодування параметрів); пошук рішення не з деякого початкового значення, а з їх множини (операції на популяціях); для пошуку рішення використовується тільки цільова функція (використання мінімуму інформації про задачу); застосування стохастичних (імовірнісних) правил відбору.

Генетичні алгоритми синтезують генетичні і штучні поняття. Для кожного поняття з генетики можна представити його символічний аналог. До переваг генетичних алгоритмів можна віднести: не потребують інформації про досліджувану функцію; рідко допускають сходження в локальний екстремум; використовуються для дуже широкого класу задач; прості в реалізації; використовуються в задачах з постійно змінюваним середовищем.

Недоліками генетичних алгоритмів можна вважати: дуже важко знайти точне значення глобального екстремуму функції; неефективно застосовувати для функції, що потребує значний час на обчислення; не для всіх задач можливо підібрати оптимальне кодування параметрів [6].

Генетичні алгоритми мають такі ознаки як дискретність, неперервність, лінійність і відносна стабільність генетичних елементів, що проявляється в їх здатності до змін у формі мутації, тобто здатності генів до змін з наступним відтворенням і зміною з подальшим відтворенням змінених варіантів.

Тому можна зробити висновок, що генетичні алгоритми є досить ефективним і перспективним засобом для вирішення різних класів задач. Даний клас алгоритмів дозволяє досить швидко знайти оптимальне значення різних функцій, маючи лише мінімум інформації про вирішувану задачу. Щодо прогнозування, то вони дозволяють знайти параметри функції, що описує певне соціально-економічне явище, використовуючи апроксимацію функції. Дані алгоритми дозволяють знайти не лише локальне значення на певному проміжку функції, а й дозволяють знайти глобальне значення функції [5].

Для того щоб скласти ефективний алгоритм для прогнозування безробіття, необхідно розібратися в основних етапах генетичного алгоритму, а також в його механізмові.

Основні етапи розробки генетичного алгоритму: випадкова генерація початкової популяції з n хромосом; визначення для кожної хромосоми її пристосування; відбір пар батьківських хромосом; проведення кросинговеру між батьківськими хромосомами з імовірністю p_c , отримання двох нащадків; мутація нащадків з імовірністю p_m ; повторення з 2 по 6 етап, генерація нового покоління особин, поки не буде досягнуто критерію зупинки алгоритму.

Критерій зупинки алгоритму – це або досягнення визначеної кількості поколінь або сходження популяції, тобто коли всі значення популяції однакові і знаходяться в області екстремального значення. Кросинговер в такому випадку не змінює популяцію, а мутація призводить до вимирання особин, оскільки вони мають менше пристосування, коли екстремум є глобальним. Сходження популяції означає що знайдено найкраще або близьке до найкращого рішення.

Основні оператори генетичного алгоритму: кросинговер, мутація, вибір батьків, селекція.

Найбільш поширений у практиці канонічний генетичний алгоритм, який розроблений Джоном Холландом і описаний в його книзі «Адаптація в природних і

штучних системах» [7]. Він має наступні характеристики: цілочислене кодування; хромосоми в популяції мають однакову довжину; розмір популяції постійний; селекція методом рулетки; одно точковий кросинговер; побітова мутація; нове покоління формується виключно з особин-нащадків.

Метод найменших квадратів є класичним методом прогнозування для складання прогнозу на короткостроковий період. Його суть полягає в отриманні аналітичної залежності, яка якнайкраще описує початкові дані. Використовуючи генетичний алгоритм для задачі оптимізації в методі найменших квадратів для прогнозування безробіття потрібно виконати такі кроки: визначити кількість і тип змінних задачі, які потрібно закодувати в хромосомі; задати критерій оцінки особин, задавши цільову функцію (функцію пристосування); вибрати спосіб кодування і його параметри; визначити основні параметри генетичного алгоритму, такі як розмір популяції, тип селекції, генетичні оператори і їх імовірності, величина розриву поколінь.

Використання генетичних алгоритмів для вирішення значного класу задач дозволяє зменшити об'єм і час обчислення і спростити моделювання функцій, скоротити число помилок моделювання.

Для практичного вирішення задачі прогнозування безробіття пропонується розробляти програму на мові програмування C#, що дозволяє знайти аналітичну залежність у вигляді лінійної або квадратичної функції. Рішення про вибір мови C# ґрунтувалося на тому, що ця мова є мовою об'єктно-орієнтованого програмування, що дозволяє представити особину (закодований параметр рішення функції прогнозування) та популяцію (множину можливих рішень) за допомогою класів та об'єктів. Також це мова програмування для Windows, найбільш популярної операційної системи, що використовується на більшості персональних комп'ютерів. Розроблений проект прогнозування безробіття може використовуватися спеціалістами з метою визначення прогнозованої кількості безробіття на наступний місяць та визначення основних тенденцій безробіття по Україні.

Як показують розраховані прогнозні значення, дані функції можуть застосовуватися для прогнозування кількості безробітних на короткостроковий період, де аналітична залежність має вигляд лінійної функції. Для більш довгострокових періодів необхідно весь час коригувати зовнішній вигляд функції на основі фактичних даних за попередній період.

Таким чином для прогнозування безробіття необхідно визначити такі коефіцієнти для функції прогнозування, що мінімізують значення функції найменших квадратів, закодувати ці коефіцієнти за допомогою двійкового коду і здійснювати над ними генетичні оператори схрещування, мутації та здійснювати на кожному наступному кроці генетичного алгоритму відбір у нову популяцію можливих параметрів функції прогнозування, що мають менше за певне граничне значення функції найменших квадратів. Загальна схема алгоритму для прогнозування безробіття така: збір фактичних даних по безробіттю за минулі періоди, визначення вигляду функції прогнозування безробіття шляхом пошуку коефіцієнтів за допомогою генетичного алгоритму, розрахунок прогнозу за допомогою визначеної функції. Генетичний алгоритм використовується для пошуку мінімального значення функції найменших квадратів різниці між фактичними і прогнозованими даними.

Висновки. Для прийняття ефективних рішень на підприємствах соціальної сфери необхідно застосовувати сучасні досягнення інформаційних технологій. Однією із таких технологій є застосування генетичних алгоритмів. Дані алгоритми застосовують для знаходження оптимального значення функції. Генетичні алгоритми

можна застосовувати у зв'язці з методом найменших квадратів, який дозволяє знайти вигляд функції, маючи лише сукупність статистичних даних за періодами. Знайшовши таку функцію, можна скласти короткострокові прогнози. Запропонована методика може використовуватись у процесі дослідження попиту і пропозиції на ринку праці управліннями праці та соціального захисту населення регіональних рівнів та державними службами зайнятості.

Тема безробіття є досить актуальною для України та всього світу. В нашій державі сотні тисяч людей працездатного віку вимушені бути безробітними, але тільки частина з них, згідно з офіційними даними, має статус безробітного. Існує проблема прихованого безробіття, неофіційного працевлаштування а також значного розриву між кількістю зареєстрованих безробітних і кількістю заявлених вакансій. Проблема безробіття значною мірою пов'язана з економічною кризою та циклічними коливаннями економіки. Але погляд на безробіття як наслідок тільки економічної кризи та циклічних коливань економіки помилковий. Воно пов'язане з економічним розвитком, структурними змінами в потребі робочої сили, рівнем освіти чи потребою в перенавчанні.

Інформаційна модель прогнозування безробіття повинна допускати можливість прогнозування рівня безробіття а також кон'юнктури на ринку праці на основі статистичних даних попередніх періодів, а також соціально-економічними факторами, що склалися на даному етапі.

Тому запропонована модель прогнозування безробіття є ефективним способом здійснити короткостроковий прогноз про приблизну кількість безробітних та розрахувати необхідні витрати на виплати допомоги на випадок безробіття.

1. Гладков Л. А., Курейчик В.В, Курейчик В. М. Генетические алгоритмы / Под ред. В. М. Курейчика. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Физматлит, 2006. -320 с.
2. Колишня Л. М. Безробіття в умовах формування ринкових відносин / Л. М. Колишня // Україна: аспекти праці. – 2010. - № 6. – С. 9–11
3. Левчук Г. В. Сучасні проблеми, тенденції та аналіз безробіття населення в Україні / Г. В. Левчук // Вісник Бердянського університету економіки. – № 3(7). – 2009. – С. 75–79.
4. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер с польск. И. Д. Рудинского. / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский–М.:Горячая линия – Телеком, 2008. – 452 с.: ил.
5. Сюткин А.А., Морозенко В.В. Решение систем трансцендентных уравнений спомощью генетических алгоритмов // Математика программных систем: межвуз. сб.науч. ст. / под ред. А.И. Микова и Л.Н. Лядовой; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – Вып. 9 (2012 г.). С. 170 -178.
6. Attia A.A.,Horacek P. Adaptation of genetic algorithms for optimization problem solving// 7th International Conference on Computing MENDEL 2001. Brno, 2001. P. 36-41.
7. Holland J.H. Adaptation in Natural and Artificial Systems. /J. H. Holland – The University of Michigan Press, 1975

**THE USAGE OF GENETIC ALGORITHMS IN SOCIO-ECONOMIC
PHENOMENON FORECASTING****S. Stepova***Vinnitsa Trade and Economic Institute KNTEU
Hmelnytske shose st., 25. UA-21036 Vinnitsa, Ukraine*

The article is devoted to analysis of usage of genetic algorithms in socio-economic phenomenon forecasting and unemployment in particular. The genetic algorithms are proposed to be used in conjunction with the method of least squares that gives ability to find the form of the function by complex of statistics for the periods. When the function is found, there is an ability to make short-term predictions. This increases the efficiency of the forecasting the labor market.

Key words: genetic algorithms, forecasting, method of least squares, unemployment

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПРИ
ПРОГНОЗИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ****С. Степовая***Винницкий торгово-экономический институт КНТЭУ
21036, г.Винница, Хмельницкое шоссе, 25*

В статье рассмотрено использование генетических алгоритмов при прогнозировании социально-экономических явлений, а именно, безработицы. Предложено генетические алгоритмы использовать вместе с методом наименьших квадратов, который позволяет находить вид функции, имея только совокупность статистических данных по периодам. Определив такую функцию, можно составлять кратковременные прогнозы. Это увеличит эффективность прогнозирования на рынке труда.

Ключовые слова: генетические алгоритмы, прогнозирование, метод наименьших квадратов, безработица.

*Стаття надійшла до редколегії 11.11.2013,
прийнята до друку 02.12.2013.*