



Отримано: 27 серпня 2018 р.

Прорецензовано: 07 вересня 2018 р.

Прийнято до друку: 13 вересня 2018 р.

e-mail: o.i.joshi@nuwm.edu.ua

DOI: 10.25264/2311-5149-2018-10(38)-146-152

Бредюк В. І., Джоші О. І. Прогнозування безробіття в Україні на основі методу Бокса–Дженкінса. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія»*. Серія «Економіка»: науковий журнал. Острог: Вид-во НаУОА, вересень 2018. № 10(38). С. 146–152.

УДК: 331.56.57

JEL-класифікація: C22, J64

### Бредюк Володимир Ілліч,

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики,  
Національний університет водного господарства та природокористування

### Джоші Олена Іванівна,

кандидат технічних наук, доцент кафедри економічної кібернетики,  
Національний університет водного господарства та природокористування

## ПРОГНОЗУВАННЯ БЕЗРОБІТТЯ В УКРАЇНІ НА ОСНОВІ МЕТОДУ БОКСА–ДЖЕНКІНСА

У статті виконано статистичний аналіз часового ряду чисельності безробітних в Україні. За допомогою візуального аналізу графіку часового ряду, аналізу графіка АКФ та узагальненого тесту Дікі–Фулера ідентифіковано модель часового ряду. Для побудови прогнозної моделі безробіття в Україні обґрунтовано застосування методу Бокса–Дженкінса. Розглянуто альтернативні прогнозні моделі й оцінено їх параметри в середовищі економетричного пакету EViews. Побудовано прогноз чисельності безробітного населення в Україні.

**Ключові слова:** безробіття, часовий ряд, модель часового ряду, метод Бокса–Дженкінса, прогноз.

### Бредюк Владимир Ильич,

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры экономической кибернетики,  
Национальный университет водного хозяйства и природопользования

### Джоши Елена Ивановна,

кандидат технических наук, доцент кафедры экономической кибернетики,  
Национальный университет водного хозяйства и природопользования

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ БЕЗРАБОТИЦЫ В УКРАИНЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДА БОКСА–ДЖЕНКИНСА

В статье выполнен статистический анализ временного ряда численности безработных в Украине. С помощью визуального анализа графика временного ряда, анализа графика АКФ и обобщенного теста Дики–Фулера идентифицирована модель временного ряда. Для построения прогнозных моделей безработицы в Украине обосновано применение метода Бокса–Дженкинса. Рассмотрены альтернативные прогнозные модели и оценены их параметры в среде эконометрического пакета EViews. Построен прогноз численности безработного населения в Украине.

**Ключевые слова:** безработица, часовой ряд, модель часового ряда, метод Бокса–Дженкинса, прогноз.

### Volodymyr Brediuk

PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Economic Cybernetics  
National University of Water and Environmental Engineering

### Olena Joshi,

PhD in Technical Sciences, Associate Professor at the Department of Economic Cybernetics  
National University of Water and Environmental Engineering

## FORECASTING OF UNEMPLOYMENT IN UKRAINE ON THE BASIS OF THE BOX–JENKINS METHOD

The article analyzes the main modern tendency and approaches to the economic-mathematical modeling of unemployment as a complex socio-economic phenomenon. The analysis of modern domestic and foreign research in this field shows that this task is being given sufficient attention, while the most popular approach for forecasting of unemployment remains an econometric approach, based on a quantitative description of causal relationships between unemployment rates and other factors. At the same time, there are practically no studies based on the use of the theory and tools of time series, which determines the relevance of this direction in the study of unemployment in Ukraine.

In the process of the study, a statistical analysis of the time series of the number of unemployed people in Ukraine was made, which found that the time series of annual unemployment data in Ukraine for the period from 2000 to 2017 may be represented by an additive model of a non-stationary time series that includes trend and random components. Proceeding from this, the method of Box-Jenkins was chosen for short-term forecasts for the number of unemployed in Ukraine. The



choice of this method was also based on its universality, since it does not provide any particular single time-series structure on the basis of which the forecast is made.

Using the Box-Jenkins methodology, several alternative specifications of predictive ARIMA models are considered. Estimation of the parameters of these models, their statistical analysis and the verification of adequacy are made with the help of the econometric package EViews 8. Among all possible specifications for forecasting the number of unemployed, the ARIMA model (1,2,0) has been finally selected as the one that satisfies all the criteria for adequacy and efficiency. Based on this model, the forecast of the number of unemployed in Ukraine in 2018 is constructed, which correlates well enough in quantitative and qualitative terms with the general tendency of unemployment growth in Ukraine over the last 3 years.

**Key words:** unemployment, time series, model of the time series, Box-Jenkins method, forecast.

**Постановка проблеми.** Зайнятість і безробіття населення є одними з найважливіших макроекономічних показників – індикаторів, що разом з обсягом ВВП і рівнем цін визначають економічну кон'юнктуру національного ринку, впливають на рівень життя населення, забезпечують добробут кожного громадянина країни та характеризують «економічне здоров'я» країни.

Питання зайнятості і безробіття в кризових умовах, що склались на українському ринку праці, є досить важливими й актуальними. Їх глибоке вивчення – це вагомий інструмент регулювання економічної і соціальної політики держави. Зменшення кількості робочих місць унаслідок скорочення виробництва, зменшення реальних доходів громадян призводять до підвищення чисельності безробітних, суттєвих негативних економічних наслідків і створення соціальної напруги в суспільстві. Вирішення проблем зайнятості і безробіття населення є однією з головних цілей будь-якого прогресивного суспільства.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідженнями проблем функціонування та розвитку вітчизняного ринку праці з використанням методів економіко-математичного моделювання займалися такі вітчизняні вчені, як З. Бараник, А. Васильєв, В. Вітлінський, В. Вовк, В. Геєць, Л. Гур'янова, Т. Клебанова, С. Левицький, І. Лук'яненко, М. Скрипниченко та ін. Фундаментальні основи функціонування ринку праці й економетричне моделювання його основних індикаторів для країн із ринковою та трансформаційною економікою були досліджені у працях зарубіжних учених, зокрема К. Біна, О. Бланчарда, А. Варне, Д. Галі, К. Гренджера, О. Даметте, Д. Емерсона, Д. Куага, А. Нібура, А. Спайта, С. Фішера, Б. Хансена та ін.

Аналіз останніх вітчизняних досліджень у цій галузі показує, що під час дослідження безробіття в Україні, як соціально-економічного явища, здебільшого використовують методи кореляційно-регресійного аналізу, які базуються на принципі причинно-наслідкового взаємозв'язку між різними економічними показниками, які характеризують це явище. Зазначимо, що такий підхід не завжди може давати позитивні результати внаслідок або слабкої кореляції між відібраними показниками, або через банальну нестачу необхідної надійної статистичної інформації.

Водночас практично немає досліджень, у яких застосовують методи аналізу і прогнозування безробіття на основі методології часових рядів. Таким чином, залишається відкритим питання, на скільки вдалими та надійними можуть бути методи аналізу та прогнозування, які використовують методи й інструментарій часових рядів. Саме цим і ми пояснюємо актуальність і доцільність нашої роботи.

**Метою дослідження** є виявлення можливості й ефективності застосування методу Бокса–Дженкінса для прогнозування чисельності безробітних в Україні. Досягнення поставленої мети передбачає розв'язання **таких завдань:**

- 1) відбір необхідних статистичних даних для дослідження безробіття;
- 2) ідентифікація моделі часового ряду;
- 3) попередній відбір альтернативних прогнозних моделей у межах методології Бокса–Дженкінса;
- 4) побудова відібраних прогнозних моделей часового ряду та перевірка на адекватність;
- 5) порівняльний аналіз альтернативних прогнозних моделей і формування рекомендацій щодо їх використання;
- 6) побудова прогнозу на 2018 рік.

**Виклад основного матеріалу.** Однією з основних характеристик безробіття, що застосовується в практиці статистичного аналізу та прогнозування, і який досліджувався у роботі, є чисельність безробітних. Для побудови прогнозних моделей було обрано часовий ряд, що характеризує динаміку чисельності безробітного населення України за 2000–2017 рр. [7]. Статистичні дані щодо чисельності безробітних за означений період і їх графічне представлення наведено нижче в таблиці 1 і на рис. 1.



Таблиця 1

## Динаміка чисельності безробітних в Україні за 2000–2017 рр.

Рік	Безробітне населення (за методологією МОП) у віці 15–75 років, тис. осіб
2000	2655,80
2001	2455,00
2002	2140,70
2003	2008,00
2004	1906,70
2005	1600,80
2006	1515,00
2007	1417,60
2008	1425,10
2009	1958,80
2010	1785,60
2011	1732,70
2012	1657,20
2013	1576,50
2014	1847,60
2015	1654,70
2016	1678,20
2017	1698,00

Із метою ідентифікації моделі часового ряду для наведених даних було використано такі підходи:

- візуальний аналіз графіка часового ряду (рис. 1);
- аналіз графіка автокореляційної функції (рис. 2);
- узагальнений тест Дікі–Фулера.

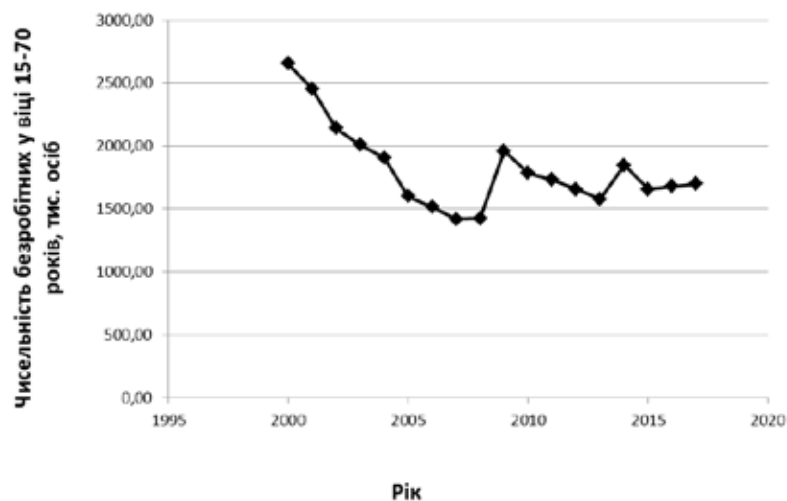


Рис. 1. Динаміка чисельності безробітних в Україні за 2000–2017 рр.

Візуальний аналіз графіка часового ряду дозволив висунути припущення, що цей часовий ряд є нестационарним і характеризується наявністю тренду. Аналіз корелограми, наведеної на рис. 2, також підтверджує існування в нашому часовому ряду трендової складової. Результати узагальненого тесту Дікі–Фулера, виконаного в середовищі пакету EViews, наведено на рис. 3. Аналіз цих результатів показав, що розрахункове значення ADF-статистики (–2,335) перевищує критичне значення статистики Мак–Кінона для рівня значущості 5% (–3,710), що дозволяє зробити висновок, що ряд річних даних чисельності безробітних є справді нестационарним.

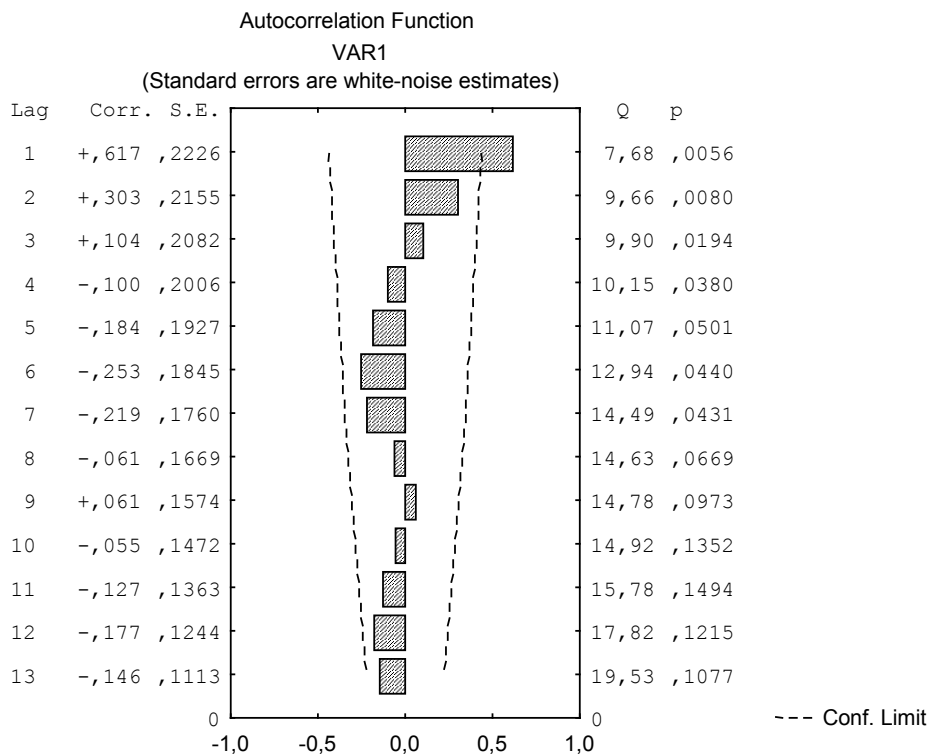


Рис. 2. Графік автокореляційної функції

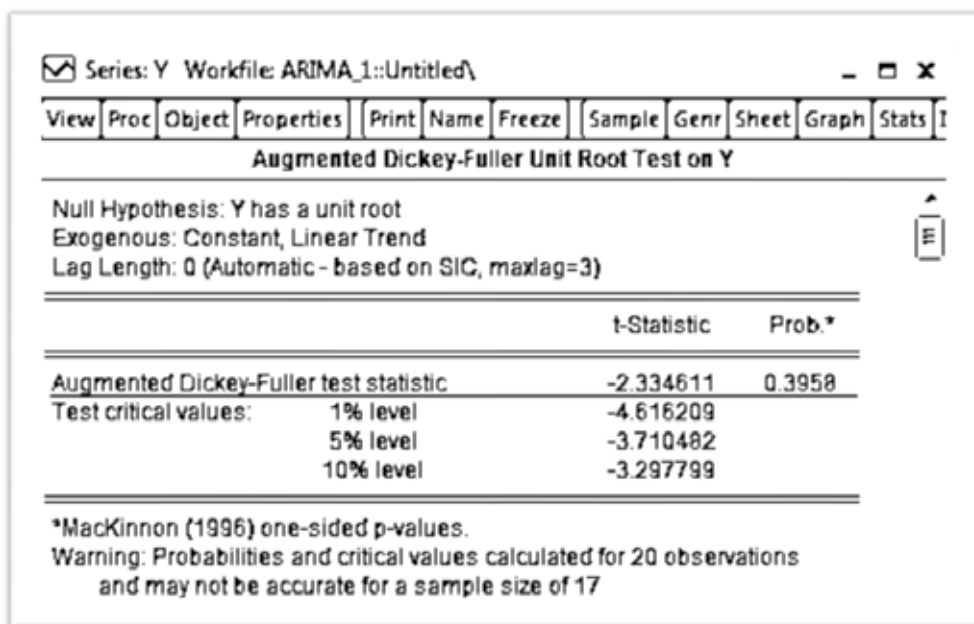
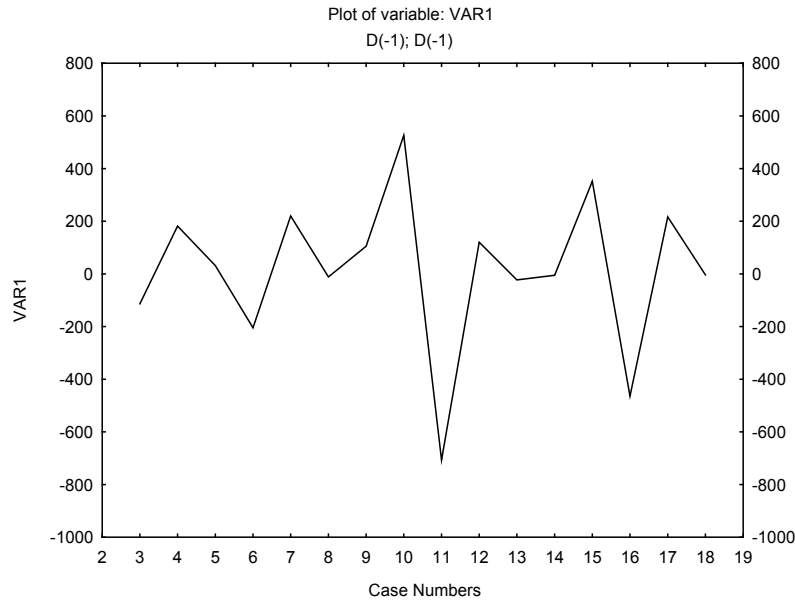


Рис. 3. Результати узагальненого тесту Дікі-Фулера

Таким чином, часовий ряд річних даних чисельності безробітних в Україні за період 2000–2017 років можна ідентифікувати як нестационарний, адаптивна модель якого містить трендову та випадкову складові.

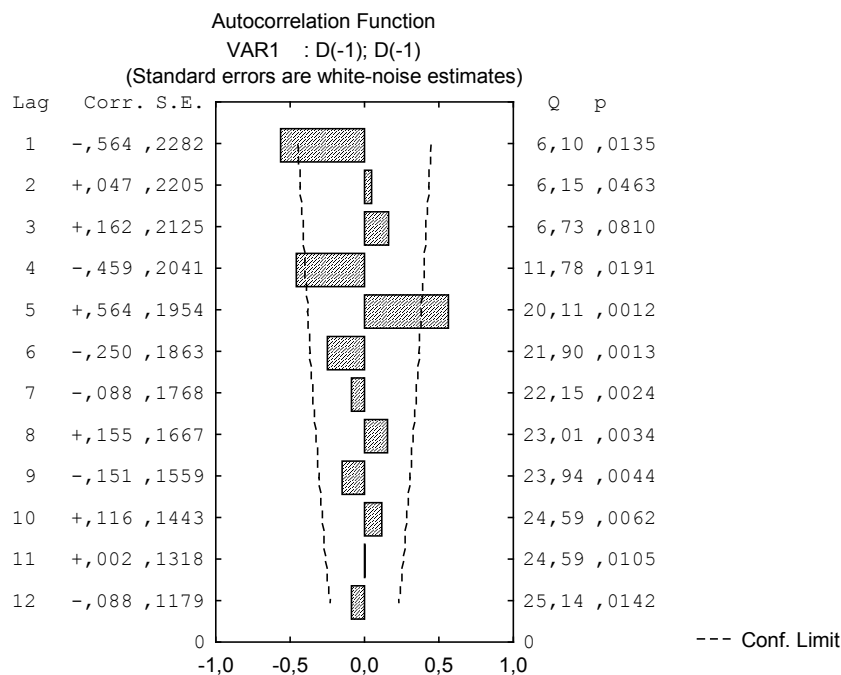
Для побудови прогнозу моделі було використано метод Бокса-Дженкінса. Вибір цього методу ґрунтувався на універсальності цієї методології, оскільки в ній не передбачається якась одна особлива структура часового ряду, на основі якої здійснюють прогноз.

Із метою виключення з часового ряду детермінованої трендової складової було спочатку здійснено перехід від вихідного часового ряду до ряду перших різниць. Оскільки не вдалося позбутися детермінованої складової, то було здійснено перехід до ряду других різниць (рис. 4).



**Рис. 4. Графік часового ряду других різниць**

Як видно з цього графіка перетворений ряд других різниць достатньо близький до графіка стаціонарного часового ряду, причому варіації значень других різниць однозначно відбуваються навколо деякого середнього значення, яке дорівнює нулю. Виходячи з цього, під час подальшого оцінювання параметрів різних варіантів ARIMA-моделей із розгляду було вилучено константи моделі. Для визначення типу прогнозу моделі – AR(p), MA(q) або ARMA(p,q), а також їхніх характеристик (p,q), було побудовано графіки вибіркової функції автокореляції та часткової автокореляції (рис. 5, рис. 6).



**Рис. 5. Графік автокореляційної функції для ряду других різниць**

На основі аналізу цих корелограм було розглянуто такі альтернативні варіанти ARIMA-моделей:

- ARIMA (1,2,0);
- ARIMA (4,2,0);
- ARIMA (0,2,1);
- ARIMA (0,2,4);
- ARIMA (1,2,1);



- ARIMA (4,2,4).

Оцінювання параметрів обраних варіантів моделей було здійснено в середовищі економетричного пакету EViews. У результаті вдалось отримати тільки два варіанти моделі, які мали всі статистично значущі параметри (таблиця 2).

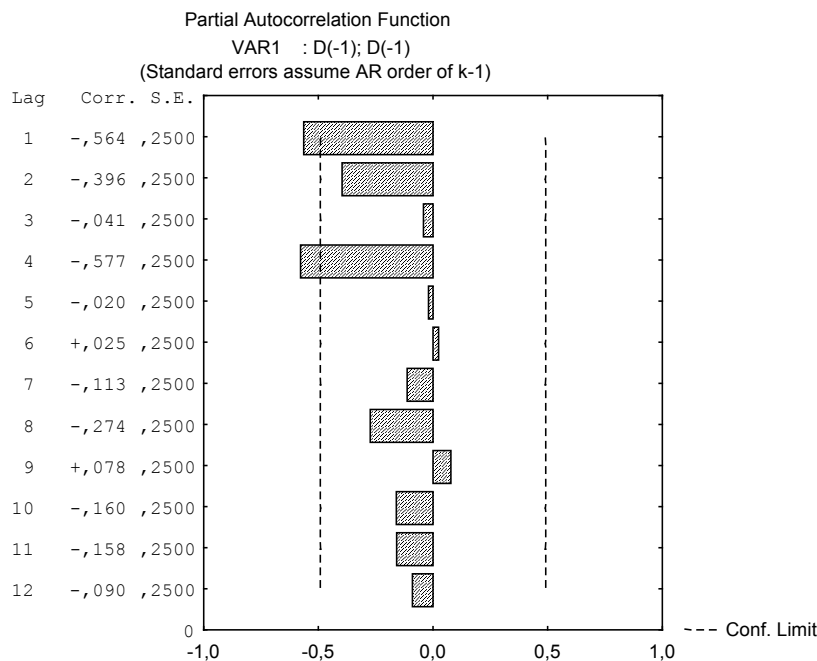


Рис. 6. Графік часткової автокореляційної функції для ряду других різниць

Таблиця 2

#### Результати оцінювання ARIMA-моделей

Специфікація	Оцінена модель
ARIMA (1, 2,0)	$\Delta_2 y_t = -0,559 \Delta_2 y_{t-1} + \varepsilon_t$
ARIMA (0, 2,1)	$\Delta_2 y_t = \varepsilon_t - 0,801 \varepsilon_{t-1}$

Переходячи від других різниць до фактичних значень часового ряду, отримуємо відповідно такі оцінені ARIMA-моделі:

$$y_t = 1,441y_{t-1} - 0,118y_{t-2} - 0,559y_{t-3} + \varepsilon_t, \quad (1)$$

$$y_t = 2y_{t-1} - y_{t-2} + \varepsilon_t - 0,801\varepsilon_{t-1}. \quad (2)$$

Аналіз адекватності наведених моделей показав, що тільки модель ARIMA (1,2,0) відповідає всім критеріям адекватності. Таким чином, саме модель (1) є такою, що може бути рекомендованою для прогнозування чисельності безробітних на 2018 рік. Використовуючи вираз (1) для моделі ARIMA (1,2,0), було обчислено розрахункові значення чисельності безробітних, відносні середні похибки прогнозу та прогнозне значення чисельності безробітних на 2018 рік. Водночас похибки прогнозу склали:

- 0,109 (10,9%) для всієї вибірки;
- 0,085 (8,5%) для контрольної вибірки (останні 5 спостережень).

Точкове прогнозне значення чисельності безробітних на 2018 рік становить 1719,9 тис. осіб. Нижня межа інтервального прогнозу з рівнем довіри 0,95 складає 1213,1 тис. осіб, а верхня – 2226,7 тис. осіб.

#### Висновки.

1. Часовий ряд річних даних щодо безробіття в Україні за період із 2000 по 2017 роки може бути представлений адитивною моделлю нестационарного часового ряду, який містить трендовий і випадковий компоненти.

2. Для побудови короткотермінових прогнозів для чисельності безробітних в Україні можна рекомендувати застосування методології Бокса–Дженкінса.

3. Використовуючи методологію Бокса–Дженкінса, у роботі розглянуто декілька альтернативних специфікацій ARIMA-моделей. Серед усіх можливих специфікацій для прогнозування чисельності безро-



бітних остаточно відібрано модель ARIMA (1,2,0), як таку, що відповідає всім критеріям адекватності й економічності.

4. На основі моделі ARIMA (1,2,0) побудовано прогноз чисельності безробітних в Україні на 2018 рік. Таким чином, у 2018 році чисельність безробітних в Україні буде становити у середньому 1719,9 тис. осіб, при цьому з імовірністю 0,95 ця чисельність може коливатися в межах від 1213,1 тис. осіб до 2226,7 тис. осіб. Слід зазначити, що точкове прогнозне значення 1719,9 тис. осіб достатньо добре корелює в кількісному та якісному плані з загальною тенденцією зростання безробіття в Україні за останні 3 роки (рис. 1). Точність прогнозу для контрольної частини вибірки становить для обраної моделі 8,5%.

#### Література:

1. Бідюк П. І., Романенко В., Тимошук О. Аналіз часових рядів: навч. посібник. Київ: Політехніка, 2010. 317 с.
2. Васильєв О. Прогнозування рівня безробіття в Україні. *Економіка України*. 2012. № 4. С. 41–46.
3. Козицька І. Є. Статистичний аналіз безробіття в управлінні соціально-економічними процесами в Україні. *Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Математичні методи та моделі в оподаткуванні, бізнесі, економіці: Збірник тез доповідей*. 1–8 грудня 2015 р. Ірпінь: Національний університет ДФС України, 2016. С. 211–216.
4. Максимчук Є. А. Статистичні дослідження рівня безробіття в Хмельницькій області. *Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції «Математичні методи та моделі в оподаткуванні, бізнесі, економіці: Збірник тез доповідей*. 1–8 грудня 2015 р. – Ірпінь: Національний університет ДФС України, 2016. – С. 244–248.
5. Окара Д. В. Економетричне моделювання регіональних ринків праці України. URL: [http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/2\\_58\\_2017\\_ukr/28.pdf](http://psae-jrnl.nau.in.ua/journal/2_58_2017_ukr/28.pdf) (Дата звернення : 8 вересня 2018 р.).
6. Савчук Л. О., Гаврилюк А. В. Економіко-математичний аналіз рівня зайнятості та безробіття населення у Хмельницькій області. *Наука й економіка*. 2014. № 2. С. 192–196.
7. Сайт Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (Дата звернення : 3 вересня 2018 р.).
8. Хлівна І. В. Моделі аналізу та прогнозування зайнятості населення. *Агросвіт*. 2013. № 11. С. 28–33.
9. Тахтарова К. А. Прогнозування рівня безробіття в Україні. *Економіка і організація управління*. 2014. № 3–4. С. 269–276.