

УДК 311.17:005.521:338.439.4

Л. О. Яценко,

кандидат економічних наук, старший науковий співробітник,
старший науковий співробітник відділу економічних досліджень,
Інститут продовольчих ресурсів
Національної академії аграрних наук України,
E-mail: lud_ya@ukr.net

Статистичне прогнозування індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів

У статті описано методи статистичного прогнозування, апробовані на індексі цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів за період січень 2007 – серпень 2016 рр. Розроблено процедури розрахунку прогнозних значень показника на основі лінійної регресії, методу сезонних коефіцієнтів та методу ланцюгових підстановок. Розрахунки здійснено за допомогою засобів MS Excel. За результатами аналізу обрано найкращий метод прогнозування.

Ключові слова: індекс цін виробників, харчова промисловість, статистичне прогнозування, лінійна регресія, рівняння тренду, стаціонарний ряд, нестаціонарний ряд, метод ланцюгових підстановок, метод сезонних коефіцієнтів.

Харчова промисловість – найбільш потужна галузь економіки України. Так, реалізація продукції харчової промисловості у загальному обсязі становить приблизно четверту частину, а експорт продукції харчової промисловості у загальному обсязі становить приблизно п'яту частину. У зв'язку з цим особливого значення набуває прогнозування основних показників діяльності галузі, серед яких найбільш важливим є індекс цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів.

Дослідженням питання статистичного прогнозування займалися такі українські вчені, як А. Єріна, Д. Єрін, Р. Кулинич, І. Манцуров [1–3]. Реалізацію технологій прогнозування в харчовій промисловості розкрили у своїх працях К. Багацька, О. Гончарова, О. Гурська, В. Касьянова, Я. Розіна, О. Шеремет [4; 5].

Метою статті є представлення методологічного апарату статистичного прогнозування для стаціонарних і нестаціонарних динамічних рядів з місячною або кварталною періодичністю за допомогою методів лінійної регресії, ланцюгових підстановок та сезонних коефіцієнтів, які можна реалізувати у програмному середовищі MS Excel. Вибір найкращого методу здійснено за даними індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів за період січень 2007 – серпень 2016 рр.

Відмітимо, що динамічні ряди поділяються на стаціонарні та нестаціонарні. Нестаціонарний динамічний ряд може складатися з трьох основних компонент: тренду, сезонної компоненти для місячних або кварталних даних (циклічної для річних даних) та нерегулярної (випадкової) компоненти. Стаціонарні ряди не мають тренду та се-

зонної (циклічної) компоненти. Стаціонарність ряду перевіряється на основі тесту Дікі – Фуллера. Для кожного типу динамічного ряду використовуються свої методи статистичного прогнозування, які можна реалізувати в програмному середовищі MS Excel (рис. 1, розроблено автором).

Розглянемо алгоритми реалізації зазначених методів статистичного прогнозування. В основу методології покладено положення Методики розрахунку кварталного випуску товарів та послуг за видами економічної діяльності відповідно до КВЕД-2010 [6].

Процедура розрахунку місячних або кварталних прогнозних значень показника на основі лінійної регресії (метод 1) представлена на рис. 2 (розроблено автором).

Розглянемо ці етапи більш детально.

Етап 1. Розрахунок місячних або кварталних прогнозних значень показника проводиться за лінійним рівнянням тренду виду:

$$\tilde{Y}_{ij}^{(1)} = a_0 + a_1 \cdot t_{ij}, \quad (1)$$

де \tilde{Y}_{ij} – місячні або кварталні оцінки показника; i – номер місяця або кварталу (відповідно, $i = 1, \dots, 12$ або $1, 2, 3, 4$); j – позначення року ($j = 1, \dots, J$; J – останній рік для розрахунків); t – часовий параметр ($t = 1, \dots, n$; n – кількість місяців або кварталів); $a_{0,1}$ – коефіцієнти рівняння тренду.

Рівняння типу (1) розраховано на основі лінійної регресії, що передбачає побудову такої прямої лінії, для якої значення показників, що лежать на ній, будуть максимально наближені до фактичних. Розрахунок здійснюється в MS Excel за допомогою надбудови “Аналіз даних”, модуль “Регресія”.

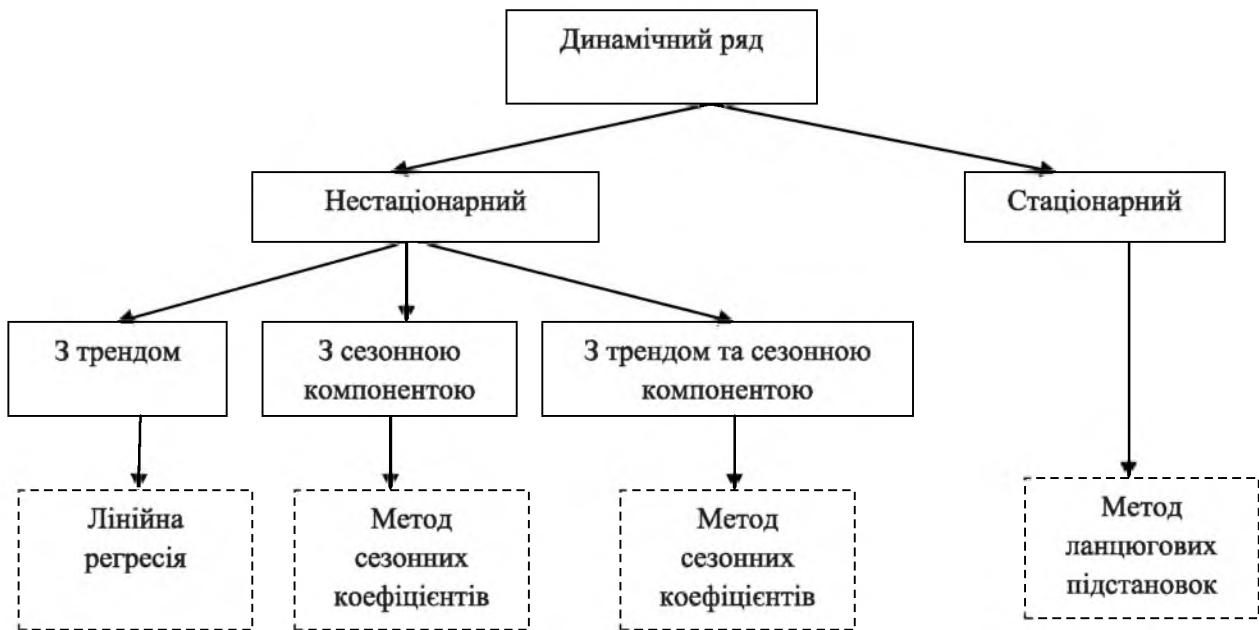


Рис. 1. Методи статистичного прогнозування залежно від типу динамічного ряду

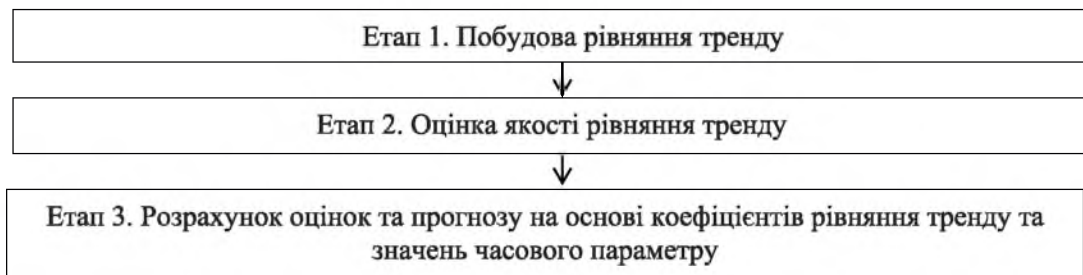


Рис. 2. Схема процедури розрахунку прогнозних значень показника на основі лінійної регресії

Розрахунок коефіцієнтів рівняння тренду здійснюється за методом найменших квадратів. Цей метод полягає в мінімізації суми квадратів відхилень фактичних значень від їхніх оцінок:

$$\sum (y_{ij} - \hat{y}_{ij})^2 \rightarrow \min, \text{ де } y_{ij} - \text{місячні або квартальні фактичні значення показника.}$$

У результаті отримуємо a_0 та a_1 – коефіцієнти рівняння тренду (1).

Етап 2. Оцінювання якості рівняння тренду здійснюється за допомогою коефіцієнта детермінації та критеріїв перевірки значущості:

1) коефіцієнт детермінації. Він характеризує частку дисперсії, що пояснюється лінійним зв'язком, у загальній дисперсії результативної ознаки Y . Чим ближче значення коефіцієнта детермінації до 1, тим точніше підібрано рівняння. Якщо його значення більше за 0,8, то рівняння вважають точним, а якщо менше за 0,5, то рівняння потрібно покращувати шляхом або обрання інших факторів, або збільшення періоду для наявних даних;

2) оцінювання значущості рівняння, тобто перевірку гіпотези про наявність лінійного зв'язку між незалежною та залежною змінними здійснюють за F -критерієм (Фішера).

За F -критерієм оцінювання якості рівняння тренду полягає в перевірці гіпотези H_0 про відсутність зв'язку між величинами t та Y . Для цього

виконується порівняння розрахункового $F_{\text{розрах}}$

та критичного (табличного) $F_{\text{крит}}$ значень кри-

терію Фішера. Якщо $F_{\text{розрах}} < F_{\text{крит}}$, то гіпотеза H_0 не відхиляється (приймається), тобто робимо висновок про те, що незалежна змінна t не впливає значно на змінну Y . У цьому випадку рівняння називають незначущим. В іншому випадку гіпотеза H_0 не приймається (відхиляється), при цьому рівень значущості менший за 0,05 і рівняння вважають значущим, тобто його використовують для подальших розрахунків.

3) оцінювання значущості коефіцієнтів рівняння здійснюють порівнянням розрахованого значення t -статистики (Стьюдента) з теоретичним (табличним) значенням.

Для оцінювання статистичної значущості коефіцієнтів регресії розраховується t -критерій (Стьюдента). Оцінка значущості коефіцієнта рівняння за допомогою t -критерію проводиться шляхом зіставлення їх значень з величиною випадкової помилки.

Якщо $|F_{\text{розрах}}| < F_{\text{крит}}$, то гіпотеза H_0 не відхиляється (приймається), тому робимо висновок про те, що змінна t не впливає значно на змінну Y .

У цьому випадку коефіцієнт при змінній t є незначущим. У протилежному випадку гіпотеза H_0 не приймається (відхиляється), при цьому рівень значущості менший за 0,05 і коефіцієнт при змінній t вважають значущим.

Етап 3. Для того, щоб розрахувати місячні або квартальні прогностні значення показника, підставляємо у рівняння (1) знайдені коефіцієнти та значення часового параметра.

Процедура розрахунку місячних або квартальних прогностних значень показника за допомогою коефіцієнтів сезонності (метод 2) складається з трьох етапів, що наведені на рис. 3 (розроблено автором).

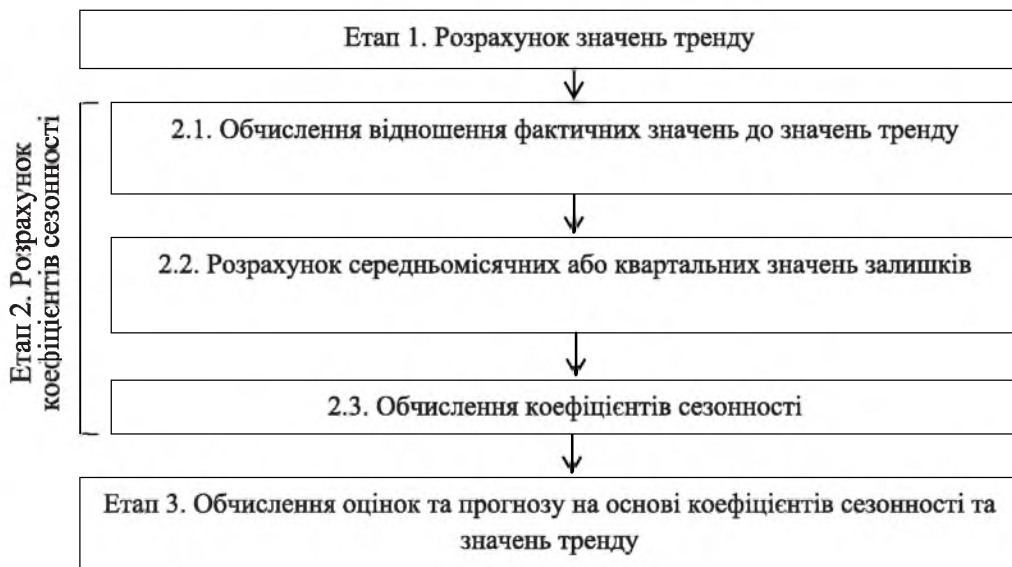


Рис. 3. Схема процедури розрахунку прогностних значень показника на основі методу сезонних коефіцієнтів

Етап 1. Розрахунок значень тренду для місячних або квартальних значень показника здійснюється за рівняннями виду (1).

Етап 2.

1) Розраховується відносне відхилення фактичних значень від тренду (Y_{Zij}). Для цього фактичні значення ділимо на значення тренду:

$$Y_{Zij} = \frac{Y_{ij}}{\hat{Y}_{ij}} \quad (2)$$

2) Для кожного місяця або кварталу визначаємо середнє відносне відхилення (середньомісячне або середньквартальне) за всі роки (S_i):

$$S_i = \frac{1}{J} \sum_j Y_{Zij} \quad (3)$$

3) Розраховуємо коефіцієнти сезонності (K_{Si}). Для цього середнє відносне відхилення для кожного місяця або кварталу ділимо на їх середнє значення:

$$K_{Si} = \frac{S_i}{\bar{S}_i} \quad (4)$$

де \bar{S}_i – середнє значення середніх відносних відхилень для кожного місяця або кварталу.

Етап 3. Розраховуємо значення тренду на необхідну кількість місяців або кварталів уперед. Після цього обчислюємо місячні або квартальні прогностні значення показника (\tilde{Y}_y) як добуток квартальних значень тренду, отриманих за формулою (1), і коефіцієнтів сезонності:

$$\tilde{Y}_y^{(2)} = \hat{Y}_y \cdot K_{Si} \quad (5)$$

Розрахунок місячних або квартальних прогностних значень показника на основі методу ланцюгових підстановок (метод 3) наведено на рис. 4 (розроблено автором).

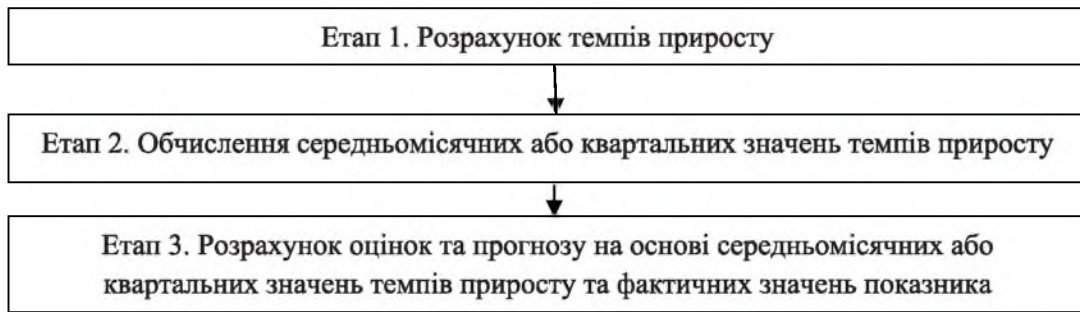


Рис. 4. Схема процедури розрахунку прогнозних значень показника на основі методу ланцюгових підстановок

Етап 1. Розраховуємо темпи приросту для фактичних значень показника (Y_{Tij}):

$$Y_{Tij} = \frac{Y_{ij}}{Y_{(i-1)j}} \cdot 100 - 100 \quad (6)$$

Етап 2. Для кожного місяця або кварталу визначаємо середній темп приросту за всі роки (T_i):

$$T_i = \frac{1}{J} \sum_j Y_{Tij} \quad (7)$$

Етап 3. Після цього обчислюємо оцінки та місячні або кварталні прогнозні значення показника ($\tilde{Y}_{ij}^{(3)}$):

$$\tilde{Y}_{ij}^{(3)} = Y_{(i-1)j} (1 + T_i / 100) \quad (8)$$

Для вибору найкращого методу розрахунку місячних або кварталних прогнозних значень показника використовуються:

- середня абсолютна похибка;
- процент збігання тенденцій;
- коефіцієнт кореляції.

Середня абсолютна похибка (P_A):

$$P_A = \frac{\sum_i \sum_j |Y_{ij} - \hat{Y}_{ij}| \cdot 100}{n \cdot Y_{ij}} \quad (9)$$

Чим ближче середня абсолютна похибка до 0, тим краще.

Збігання тенденцій (N):

$$N = \begin{cases} \text{додатне, "+" (тенденції збігаються), знак } \frac{Y_{ij}}{Y_{i-1j}} \text{ збігається зі знаком } \frac{\hat{Y}_{ij}}{\hat{Y}_{i-1j}}; \\ \text{від'ємне, "-" (тенденції не збігаються), знак } \frac{Y_{ij}}{Y_{i-1j}} \text{ не збігається зі знаком } \frac{\hat{Y}_{ij}}{\hat{Y}_{i-1j}}. \end{cases} \quad (10)$$

Процент збігання тенденцій (Pr_{τ}):

$$Pr_{\tau} = \frac{N_+}{N_{\pm}} \cdot 100\%, \quad (11)$$

де N_+ – кількість тенденцій, що збігаються; N_{\pm} – загальна кількість тенденцій.

Чим ближче значення Pr_{τ} до 100, тим краще.

Коефіцієнт кореляції приймає значення в інтервалі від -1 до 1, причому знак вказує на напрям зв'язку, а числове значення – на силу цього зв'язку. Значення, наближене до 1, вказує на сильний прямий лінійний зв'язок. Значення, наближене до -1, – на сильний обернений лінійний зв'язок. Нульове значення показує відсутність лінійного зв'язку між двома змінними.

Описані методи статистичного прогнозування апробовано на даних щодо індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів за період січень 2007 – серпень 2016 років [7].

На основі тесту Дікі – Фуллера з'ясовано, що ряд вхідних даних є стаціонарним, тобто для про-

гнозування необхідно використовувати метод ланцюгових підстановок. Але для наочності перевіримо всі три методи статистичного прогнозування.

Коефіцієнт детермінації, розрахований за методом 1, свідчить, що незалежна змінна (часовий параметр) зовсім не пояснює залежну змінну (значення коефіцієнта детермінації становлять 0,000). Побудоване рівняння тренду є незначущим, оскільки p -значення F -критерію значно більше, ніж 0,05. Коефіцієнт рівняння тренду є незначущим, оскільки для коефіцієнта при t p -значення t -критерію більше, ніж 0,05. Значення константи $a_0 = 101,335$, значення коефіцієнта при незалежній змінній $a_1 = 0,000$. Оцінка та прогноз за цим методом розраховуються на основі коефіцієнтів рівняння та значень індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів за період січень 2007 – серпень 2016 років, а саме, за допомогою рівняння виду:

$$Y = 101,335.$$

У результаті проведених розрахунків отримано прогностичні значення для індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів

на основі трьох методів статистичного прогнозування на період вересень – грудень 2016 року (табл. 1).

Таблиця 1

Прогностичні значення для індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів на період вересень – грудень 2016 року

Період	Метод 1	Метод 2	Метод 3
Вересень 2016 р.	101,335	101,201	99,938
Жовтень 2016 р.	101,335	101,090	99,800
Листопад 2016 р.	101,335	101,001	99,638
Грудень 2016 р.	101,335	101,513	100,012

Порівняння місячних даних індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів з їх оцінками та прогнозом за методом 1

(лінійна регресія), методом 2 (метод сезонних коефіцієнтів) та методом 3 (метод ланцюгових підстановок) представлено на рис. 5–7.

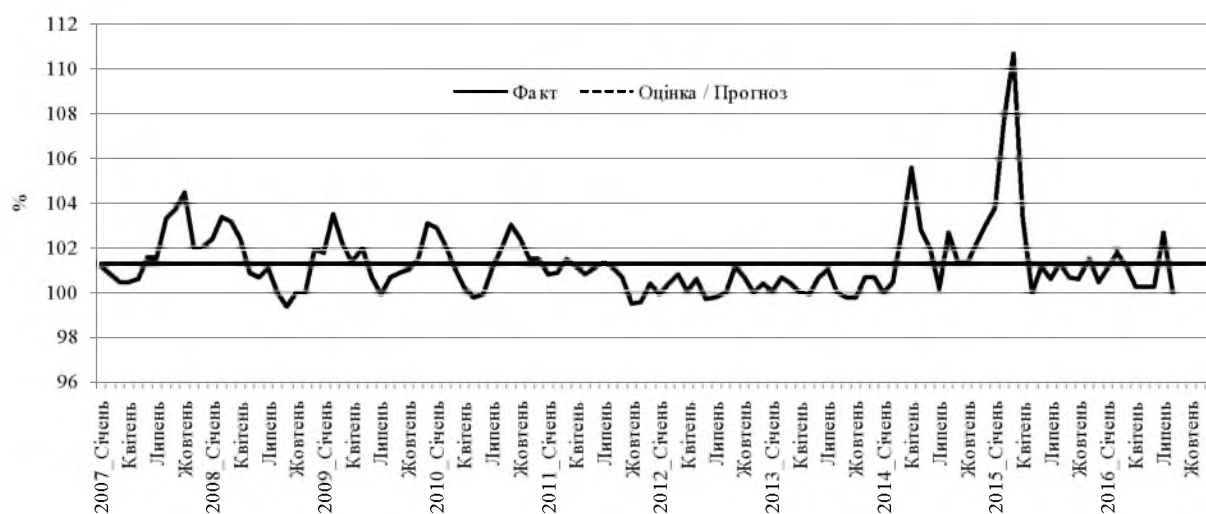


Рис. 5. Порівняння місячних даних індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів з їх оцінками та прогнозом за методом 1

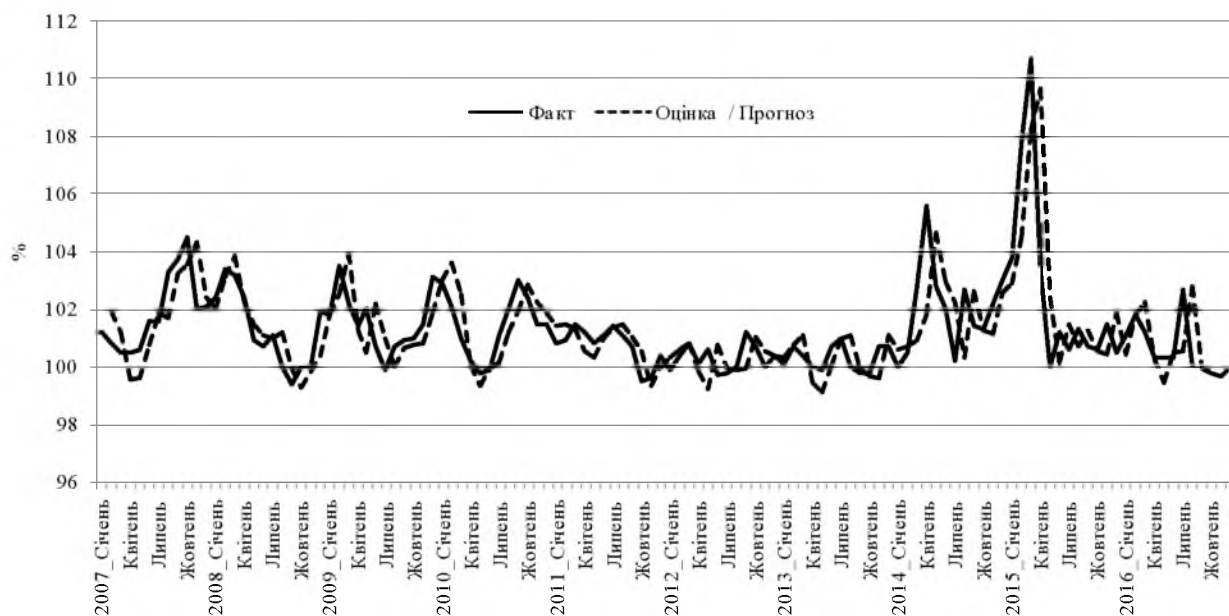


Рис. 6. Порівняння місячних даних індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів з їх оцінками та прогнозом за методом 2

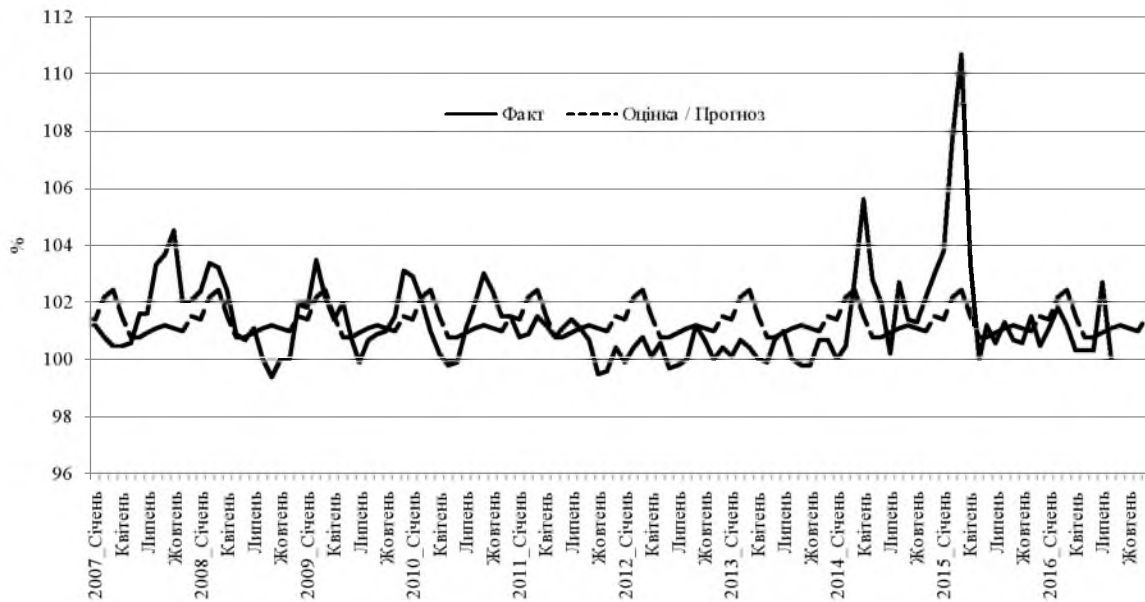


Рис. 7. Порівняння місячних даних індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів з їх оцінками та прогнозом за методом 3

Вибір найкращого методу статистичного прогнозування здійснюється на основі табл. 2. Виконані розрахунки підтвердили доцільність використання методу ланцюгових підстановок для прогнозування стаціонарного динамічного ряду. Найбільш вагомим показником для оцінювання якості побудованих прогнозів є коефіцієнт кореляції.

Отже, для кожного типу динамічного ряду використовуються свої методи статистичного прогнозування: для стаціонарного ряду доцільно обрати метод ланцюгових підстановок, для нестаціонарного з наявним трендом – лінійну регресію, а метод сезонних коефіцієнтів – для нестаціонарного з сезонною компонентою, а також з трендом і сезонною компонентою.

Таблиця 2

Порівняння методів статистичного прогнозування щодо індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів

Показник	Метод 1	Метод 2	Метод 3
Середня абсолютна похибка	1,056	1,030	0,830
Процент збігання тенденцій	81,034	81,030	83,478
Коефіцієнт кореляції	0,001	0,321	0,70

У подальшому доцільно проаналізувати можливість використання інших методів статистично-

го прогнозування, реалізованих, наприклад, у таких програмних продуктах, як SPSS або Statistica.

Список використаних джерел

- Єріна А. М. Статистичне моделювання та прогнозування : [підруч.] / А. М. Єріна, Д. Л. Єрін. – К. : КНЕУ, 2014. – 348 с.
- Статистичне прогнозування в системі державного планування та програмування розвитку економіки України / Д. І. Манцуров // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – 2014. – № 90. – С. 4–12.
- Кулинич Р. О. Статистичне прогнозування використання енергетичних ресурсів / Р. О. Кулинич // Статистика України. – 2014. – № 4. – С. 11–18.
- Багацька К. В. Прогнозування діяльності підприємств харчової промисловості в умовах ризику / К. В. Багацька, О. О. Шеремет, Я. Е. Розіна // Економічний аналіз : зб. наук. праць. – Тернопіль : Економічна думка, 2016. – Т. 23, № 2. – С. 13–21.
- Касьянова В. А. Аналіз та прогнозування обсягів випуску продукції харчової промисловості Одеської області. / В. А. Касьянова, О. М. Гончарова, О. А. Гурська // Економіка харчової промисловості. – 2014. – № 1 (21). – С. 11–17.

6. Методика розрахунку квартального випуску товарів та послуг за видами економічної діяльності відповідно до КВЕД-2010 : затверджена наказом Держстату від 21.12.2015 р. № 365 [Електронний ресурс]. – Режим доступу :

http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2015/365/365_2015.htm

7. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua> – Назва з титул. екрана.

References

1. Yerina, A. M., & Yerin, D. L. (2014). *Statystychne modeliuvannya ta prohnozuvannya [Statistical modeling and forecasting]*. Kyiv: KNEU [in Ukrainian].

2. Mantsurov, D. I. (2014). Statystychne prohnozuvannya v systemi derzhavnoho planuvannya ta prohramuvannya rozvytku ekonomiky Ukrainy [Statistical forecasting in the system of state planning and programming of economic development of Ukraine]. *Modeliuvannya ta informatsiini systemy v ekonomitsi – Modeling and information systems in the economy*, 90, 4–12 [in Ukrainian].

3. Kulynych, R. O. (2014). Statystychne prohnozuvannya vykorystannya enerhetychnykh resursiv [Statistical forecasting of energy resources use]. *Statystyka Ukrainy – Statistics of Ukraine*, 4, 11–18 [in Ukrainian].

4. Bahatska, K. V., Sheremet, O. O., & Rozina Ya. E. (2016). Prohnozuvannya diialnosti pidpriemstv kharchovoi promyslovosti v umovakh ryzyku [Forecasting of activity of the food industry enterprises at risk]. *Ekonomichniy analiz. Zbirnyk naukovykh prats – Economic analysis. Collected papers*. Ternopil: Ekonomichna dumka, Vol. 23, 2, 13–21 [in Ukrainian].

5. Kasianova, V. A., Honcharova, O. M., & Hurska, O. A. (2014). Analiz ta prohnozuvannya obsiahiv vypusku produktsii kharchovoi promyslovosti Odeskoi oblasti [Analysis and forecasting of food products output in Odessa region]. *Ekonomika kharchovoi promyslovosti – Economics of Food Industry*, 1 (21), 11–17 [in Ukrainian].

6. Nakaz Derzhstatu vid 21.12.2015 roku №365 “Pro zatverdzhennia metodyky rozrakhunku kvartalnoho vypusku tovariv ta posluh za vydamy ekonomichnoi diialnosti vidpovidno do KVED-2010” [The order of State Statistics Service of Ukraine of 21.12.2015 № 365 “The method of calculation of the quarterly output of goods and services by economic activity according to KVED 2010”]. *ukrstat.gov.ua*. Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2015/365/365_2015.htm [in Ukrainian].

7. Ofitsiynyi sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [The official website of the State Statistics Service of Ukraine]. *ukrstat.gov.ua*. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian].

Л. А. Яценко,

кандидат экономических наук, старший научный сотрудник,
старший научный сотрудник отдела экономических исследований,
Институт продовольственных ресурсов
Национальной академии аграрных наук Украины

Статистическое прогнозирование индекса цен производителей пищевых продуктов, напитков и табачных изделий

В статье описаны методы статистического прогнозирования, апробированные на индексе цен производителей пищевых продуктов, напитков и табачных изделий за период январь 2007 – август 2016 гг. Разработаны процедуры расчета прогнозных значений показателя на основе линейной регрессии, метода сезонных коэффициентов и метода цепных подстановок. Расчеты осуществлены с помощью средств MS Excel. По результатам анализа выбран лучший метод прогнозирования.

Ключевые слова: индекс цен производителей, пищевая промышленность, статистическое прогнозирование, линейная регрессия, уравнение тренда, стационарный ряд, нестационарный ряд, метод цепных подстановок, метод сезонных коэффициентов.

L. O. Yashchenko,

*PhD in Economics, Senior Researcher,
Senior Research of Department for Economic Studies,
Food Resources Institute of the
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

Statistical Forecasting of Producer Price Index for Foods, Beverages and Tobaccos

Food and beverage industry is the most significant industry for the Ukrainian economy: it accounts for nearly 1/4 in the total industrial sales, and nearly 1/5 in the total exports. This raises the importance of forecasting key indicators of the industry performance, with special emphasis on index of producer price for foods, beverages and tobaccos.

The objective of the paper is to show methodological tools for statistical forecasting for stationary and non-stationary dynamic series with monthly or quarterly periodicity by use of linear regression methods, chain substitutions and seasonal coefficients, which can be realized in MS Excel. The best method is chosen by indexes of producer price for foods, beverages and tobaccos, computed for January 2007 – September 2016.

Dynamic series are divided into stationary and non-stationary ones. A non-stationary dynamic series can consist of three main components: trend, seasonal component for monthly or quarterly data (cyclic component for yearly data), and irregular (random) component. Stationarity of a series is checked by Dickey – Fuller test. Each type of dynamic series uses its own methods of statistical forecasting: for a stationary series the method of chain substitution should be chosen, for a non-stationary series with a trend the linear regression will be the best, for a series with seasonal component the method of seasonal coefficients should be chosen, for a series with trend and seasonal component the method of seasonal coefficients should be used.

It is found by Dickey – Fuller test that the series of index of producer price for foods, beverages and tobaccos is a stationary one, i. e. the one requiring the method of chain substitutions for forecasting. Yet, all the three methods were approbated for illustration purposes. Index of producer price for foods, beverages and tobaccos is estimated by the three methods of statistical forecasting for the period of September – December 2016. The computations confirm practicability of the chain substitution method for forecasting stationary dynamic series. It is found that the most significant measure for assessing quality of the forecasts is correlation coefficient.

Бібліографічний опис для цитування:

Ященко Л. О. Статистичне прогнозування індексу цін виробників харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів / Л. О. Ященко // Статистика України. – 2016. – № 3. – С. 25–32.