

УДК 517.518.42

ВИКОРИСТАННЯ РЯДІВ ФУР'Є В ЗАДАЧІ ПРОГНОЗУВАННЯ ІНДЕКСУ ПРОМИСЛОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Норік Лариса Олексіївна, кандидат економічних наук, доцент, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, м. Харків, Україна

Бріль Михайло Сергійович, кандидат економічних наук, доцент, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, м. Харків, Україна

Анотація — Запропонований підхід до моделювання індексу промислової продукції (ІПП) за статистичними даними з використанням апарату гармонічного аналізу. Виявлено періодичний характер змін досліджуваного показника. Побудовано модель прогнозування ІПП на основі застосування рядів Фур'є. Модель ряду Фур'є модифіковано за рахунок введення фіктивних змінних – зовнішніх факторів впливу на процес формування ІПП. Обчислення здійснено в програмному середовищі MS Excel.

Ключові слова — гармонічний аналіз, індекс промислової продукції, періодичний тренд, прогнозування, ряди Фур'є, фіктивна змінна, MS Excel.

Одним з основних параметрів розвитку економіки будь-якої країни є індекс промислової продукції (ІПП). Цей індекс як індикатор опосередковано характеризує рівень інвестиційної привабливості країни, зайнятості, економічного потенціалу та його використання, зміни попиту на певні види продукції, фінансовий стан країни, ефективність роботи органів виконавчої влади тощо.

Оцінювання ІПП здійснюється з метою інформування органів виконавчої влади щодо стану промислового виробництва, подальшого виявлення й усунення диспропорцій та визначення перспектив розвитку у сфері промислового виробництва.

В контексті аналізу коротко- та довгострокових тенденцій формування ІПП, визначення «точок зростання» та моделей функціонування економіки важливого значення набуває дослідження не тільки поточних

значень ІПП, але й обґрунтування прогнозних значень ІПП.

Процес формування прогнозного значення ІПП пропонується реалізувати за допомогою розв'язання комплексу завдань: формування вибіркової сукупності статистичних даних; дослідження динаміки, виявлення тренду (тенденції); побудова моделі з урахуванням внутрішніх і зовнішніх факторів; оцінювання прогнозних значень ІПП.

Критерієм якості прогнозного ІПП є його точність, максимальна наближеність до фактичного параметра. Але метою прогнозування є не лише досягнення точної відповідності фактичних значень та значень за моделлю досліджуваного показника, а і визначення тенденції формування ІПП та встановлення науково обґрунтованого значення (або діапазону), з високою ймовірністю його досягнення.

Основним інструментом будь-якого прогнозу є схема екстраполяції, яка заснована на припущенні про збереження у майбутньому існуючих тенденцій розвитку часових рядів.

В даній роботі вихідні дані статистичного аналізу ІПП визначено у вигляді дискретного часового ряду, який отримано зі щомісячної інформації сайту Державної Служби Статистики України [1] за 2009-2018 рр.

На рис. 1 наведено динаміку змін значень ІПП, що стає підґрунтям припущення про наявність періодичних коливань (це можна пояснити як впливом зовнішніх факторів – зміни економічних та політичних умов, так і існуючою тенденцією формування ІПП).

Крім того, графічна ілюстрація рис. 1 вказує на порушення амплітуди періодичності, спочатку у 2012 р., а потім у 2015 р.

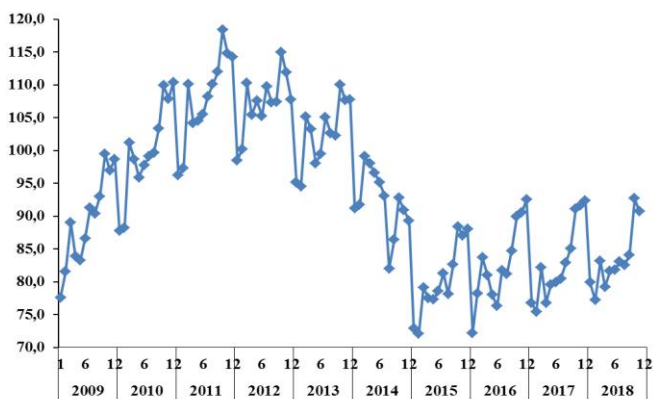


Рис. 1. Зміни ІПП (%)

Взагалі під час побудови моделі тренду використовують різні елементарні функції та їх комбінації, а також степеневі ряди, які іноді називають поліноміальними моделями.

Функції тренда з періодичним характером часто є тригонометричними або можуть бути виражені лінійною комбінацією тригонометричних функцій. Отже, якщо зміни досліджуваного показника періодичні, то такі зміни доцільно представити у вигляді періодичної функції Фур'є. Розкладання періодичних функцій у тригонометричний ряд Фур'є називається в роботі [2] гармонічним аналізом.

Використання рядів Фур'є під час розв'язання практичних завдань сьогодні досить широко застосовується в науці та техніці.

У цьому дослідженні періодичну складову моделі ІПП пропонується визначити за допомогою тригонометричного ряду Фур'є.

Аналіз графіка рис. 1 відображає картину порушення періодичності в окремі проміжки часу. З 2009 р. за рахунок лише сировинної кон'юнктури Україна починає виходити зі становища дії світової кризи 2008 р., ІПП поступово зростає. Однак у 2012 р. обвал світових цін на сировину обумовлює економічну кризу в Україні, спостерігається спадання рівня ІПП. Також негативний вплив забезпечує політична криза в 2013 р., яка призвела до Євромайдана та зміни керівництва країни. У 2014 р. анексія Криму та великомасштабні бойові дії на сході країни призвели до подальшого зменшення промислового виробництва в цілому, а отже й знизився ІПП.

Означені фактори економічних та політичних катаклізмів безумовно мають бути

враховані в процесі моделювання ІПП. Тому пропонується модифікувати класичну модель рядів Фур'є за рахунок введення фіктивних *dummy* – змінних: H_1 – дія світової кризи 2008 р.; H_2 – падіння світових цін на сировину у 2012 р.; H_3 – політична криза в Україні 2013 р.; H_4 – анексія Криму та війна на Донбасі.

Отже, періодичну функцію тренда ІПП (*IPP*) доцільно подати у вигляді ряду Фур'є – додатку гармонійних функцій та лінійної комбінації фіктивних змінних:

$$\begin{aligned}
 IPP = & A_0 + A_1 \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{12}(t - C_{12})\right) + \\
 & + A_2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{12}(t - F_{12})\right) + A_3 \cdot H_1 + \\
 & + A_4 \cdot H_2 + A_5 \cdot H_3 + A_6 \cdot H_4,
 \end{aligned} \quad (1)$$

де *IPP* – функція тренда з періодом коливання 12 місяців, A_0 – зсунення тренда відносно нуля, A_1 – амплітуда синусоїди, C_{12} – початкова фаза коливання синусоїди, A_2 – амплітуда косинусоїди, F_{12} – початкова фаза коливання косинусоїди, індекс 12 відображає період зміни ІПП, A_i ($i = \overline{3,6}$) – коефіцієнти фіктивних змінних; H_i ($i = \overline{1,4}$) – фіктивні змінні ($H_i = 0$ – відсутність дії, $H_i = 1$ – наявність дії).

За допомогою вбудованих функцій програмного середовища *MS Excel* та спеціальної опції «Поиск решения» знайдено параметри моделі:

$$\begin{aligned}
 A_0 = & 107,064, \quad A_1 = 3,326, \quad C_{12} = 0,071, \\
 A_2 = & 2,073, \quad F_{12} = -1,126, \quad A_3 = -14,306, \\
 A_4 = & -2,291, \quad A_5 = -7,456, \quad A_6 = -17,137,
 \end{aligned}$$

коефіцієнт детермінації моделі $R^2 = 0,826$.

Для оцінки значущості коефіцієнта детермінації обчислено його мінімальне значення, за яким можна вважати кореляцію суттєвою:

$$R_{min}^2 = \frac{t_{\alpha}^2(n-1)}{n-2+t_{\alpha}^2(n-1)} = 0,032, \quad (2)$$

де t_α – коефіцієнт Стьюдента для довірчої ймовірності 0,95 ($t_\alpha = 1,98$).

Таким чином, кореляцію заданої лінії тренда ІПП з побудованою лінією прогнозу ІПП слід визнати суттєвою. На рис. 2 зображені графіки лінії прогнозу ІПП та лінії тренда ІПП.



Рис. 2. Порівняльний аналіз вихідної лінії тренда ІПП та лінії прогнозу ІПП

Результати представлені на рис. 2 дають змогу переконалися у якості отриманого прогнозу. Така точність прогнозування не спостерігається на всіх проміжках часу, але в цілому надається можливість визначити напрямки майбутньої динаміки для короткострокового прогнозування.

Таким чином, запропонований інтегрований підхід до розв'язання задачі оцінювання тенденцій формування ІПП дозволяє вирішити проблему прогнозування існуючих трендів та їх можливих розворотів.

За умовою припущення про нормальний закон розподілу відхилень (похибок) моделі для довірчої ймовірності 0,95 межі довірчого інтервалу прогнозного значення ІПП можна обчислити за формулою з роботи [3]:

$$Y \left(1 \pm \frac{t_\alpha(n-1) \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \right), \quad (3)$$

де Y – значення ІПП за рівнянням прогнозованої моделі, $t_\alpha(n-1)$ – коефіцієнт Стьюдента, n – кількість спостережень, σ – відносне середнє квадратичне відхилення залишків моделі.

У табл. 1 подано результати обчислень прогнозних значень показника ІПП.

Таблиця 1

Прогнозні значення ІПП

Рік	Місяць	Прогнозне значення	Довірчий інтервал	
			нижня межа	верхня межа
2019	I	81,833	81,044	82,621
	II	79,519	78,752	80,285
	III	77,996	77,244	78,747
	IV	77,672	76,924	78,420

Таким чином, на основі побудови модифікованого періодичного тренда виявлено тенденцію до подальших негативних змін показника ІПП. Такий процес прогнозування забезпечує інтеграцію, координацію та зменшення невизначеності. Використання запропонованої методики щодо визначення реальних значень показників ІПП дозволило отримати результати аналізу, які мають практичну цінність у вирішенні актуальних питань прогнозування ІПП з метою розроблення своєчасних заходів щодо його підвищення на рівні виконавчої влади. Ефективність отриманих прогнозів не виходить за межі припустимих відхилень, що свідчить про значний потенціал щодо застосування моделі.

Список використаної літератури

1. Статистична інформація. Сайт Державної Служби Статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
2. Фихтенгольц Г. М. Курс дифференціального и інтегрального исчисления, том 3: учебн. пособие. – Москва : Наука, гл. ред. физ. - мат. литературы, 1970. – 656 с.
3. Математичні методи і моделі в управлінні економічними процесами: монографія / Л. М. Малярець, Є. Ю. Місюра, В. В. Койбічук [та ін.]. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 420 с.

Автори

Норік Лариса Олексіївна, доцент, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця
(larisa.norik@gmail.com).

Бріль Михайло Сергійович, доцент, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

Тези доповіді надійшли 25 січня 2019 року.
Опубліковано в авторській редакції.

