

УДК 519.2 : 338.5

А.Е. ШУЛІКОВ, М.А. ГОЛОВАНОВА

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЦІН НА В2В-РИНКУ

Розглянуто методологічні засади статистичного вивчення часових рядів цін з метою побудови прогнозних моделей. Увагу приділено особливостям розрахунку і застосування індексів цін. Сформовано вимоги до рівнів часового ряду цін. Визначено чинники, що визначають регулярні коливання ряду, а саме: тренд, сезонні та циклічні чинники. Розглянуто процедуру декомпозиції часового ряду та застосування адаптивного прогнозування. Запропоновано моделі для прогнозування цін на промисловому ринку. Визначено можливість і доцільність вибору виду тренда. Досліджено сучасний стан ринку пакувального встаткування та визначені чинники, які впливають на формування ціни на пакувальне обладнання. Проведено моделювання випадкового стаціонарного процесу (динаміка цін) методами АРСС і АРПСС, за моделлю Хольта. Дано рекомендації стосовно застосування прогнозних моделей.

Ключові слова: *прогноз, індекс цін, декомпозиція часового ряду, тренд, сезонна компонента, пакувальне встаткування, модель АРСС, модель АРПСС, модель Хольта.*

Вступ

Статистичний прогноз – це імовірнісна оцінка можливості розвитку того або іншого об'єкта (процесу) і величини його ознак у майбутньому, отримана на основі статистичної закономірності, виявленої по даним минулого періоду. Об'єктом статистичного прогнозування можуть бути ті економічні явища й процеси, управління й планування їхнього розвитку утруднено через дію багатьох факторів. Як правило вплив таких факторів не може бути однозначним й повністю визначеним. Хоча статистичний прогноз є

досить точним кількісним виміром імовірних можливостей очікуваних значення ознак поряд з якісним пророкуванням. Прогнозування в сучасних умовах утрудняється нестабільністю загального розвитку економіки.

1. Методологічні засади статистичного вивчення цін

Соціально-економічні процеси найчастіше спостерігаються у вигляді ряду послідовних, розташованих у хронологічному порядку значень. Для визначення змінень цін, на першому кроці потрібно обчислити швидкість змінень за часом. Показником швидкості є *абсолютний та відносний приріс цін*. На практиці часто застосовують показники *темпу зростання* й *темпу приросту*.

Середню швидкість зміни ціни за певний період характеризує *середній темп зростання*. Його розраховують за формулою середньої геометричної. Відповідно визначають *середній темп приросту* [1].

Однак, показник середнього темпу зростання, обчислюваний за формулою середньої геометричної, має суттєві недоліки, оскільки ґрунтується на зіставленні останнього та початкового рівнів часового ряду, проміжні рівні до уваги не беруться. У разі суттєвого коливання рівнів використання середнього геометричного темпу зростання для статистичного аналізу може призвести до серйозних помилок, внаслідок чого реальна тенденція часового ряду буде викривлена.

Часовий ряд правильно відображає об'єктивний закон змінення економічного показника, в тому числі і ціни, коли рівні цього ряду є порівнянними, однорідними, сталими та мають достатню сукупність спостережень. Невиконання однієї із цих умов робить некоректним застосування математичного апарату для аналізу часового ряду.

При нелінійній динаміці часових рядів формування достатньої кількості даних має свої особливості. У стандартній статистичній теорії чим більше даних точок спостережень, тим краще, бо спостереження передбачаються як незалежні. Нелінійні динамічні системи характеризуються процесами із довготривалою пам'яттю. Тому для них охоплення більшого періоду часу є важливішим, ніж збільшення кількості точок спостережень [2].

Серед чинників, що визначають регулярні коливання ряду, розрізняють *тренд, сезонні та циклічні чинники*.

У процедурі сезонної декомпозиції реалізовані дві альтернативні моделі комбінування сезонної та несезонних компонент - мультиплікативна та адитивна. При застосуванні першої моделі сезонна компонента визначається як фактор (індекс сезонності), на який необхідно помножити сезонно скориговане значення ціни динамічного ряду для отримання відповідного реального (нескоригованого) значення показника. Друга, адитивна, модель визначає сезонну компоненту ціни як фактор, який необхідно додати до скоригованого значення елемента ряду для відновлення його реального значення. Мультиплікативну модель слід використовувати для рядів, в яких амплітуда коливань пропорційна рівню ряду. Якщо такої залежності не спостерігається, має застосовуватися адитивна модель.

Адаптивне прогнозування дає змогу автоматично змінювати константу згладжування в процесі обчислення. Інструментом прогнозування в адаптивних методах є математична модель з одним чинником «час».

Адаптивні моделі прогнозування — це моделі дисконтування даних, які здатні швидко пристосовувати свою структуру й параметри до зміни умов. Найважливіша особливість їх полягає у тому, що це саморегульовальні моделі, й у разі появи нових даних прогнози оновлюються із мінімальною затримкою без повторення спочатку всього обсягу обчислень. Завдяки зазначеним властивостям адаптивні методи найуспішніше використовують для оперативного прогнозування.

У практиці статистичного прогнозування базовими адаптивними моделями вважаються моделі Брауна і Хольта, які належать до схеми ковзної середньої, та модель авторегресії. Решта адаптивних методів (метод адаптивної фільтрації (МАФ), метод гармонійних ваг тощо) розрізняються за способом оцінювання параметрів моделі та визначенням параметрів адаптації базових моделей.

2. Сучасний стан ринку пакувального встаткування

Потреба населення у продукції в сучасній упаковці стало основною передумовою для освоєння нових пакувальних технологій і встаткування.

Зараз світовий ринок споживачів пакувального встаткування (21,8 млрд. долл. США):

Північна Америка – 3,92 млрд. долл. США, 18 %;

Південна Америка – 1,31 млрд. долл. США, 6 %;

Європа – 9,16 млрд. долл. США, 42 %;

Азія – 5,23 млрд. долл. США, 24 %;

Африка й інші - 2,18 млрд. долл. США, 10 % [3].

У світі не так багато країн, про які можна сказати, що вони мають у своєму розпорядженні машинобудівні фірми, що виробляють сучасне пакувальне встаткування. До лідерів цього ринку належать фірми Німеччини (22,8 %), Італії (16,5 %), США (10,9 %), Японії (10,1 %) і сьогодні вже Китаю (6,4 %). Є ще група країн, фірми яких займають від 2 до 3 % світового ринку. На всіх інших доводиться не більше 20 %.

За останні 10-12 років на цьому ринку зросла довіра до продукції вітчизняних виробників сектора пакувальних матеріалів і пакувального встаткування. На вибір замовником того або іншого встаткування впливає багато факторів. Але вибір найчастіше стає за сполученням «ціна - якість».

Але у зв'язку з нестабільністю загального українського ринку споживання, що має економічний, соціальний, фінансовий і навіть політичний характер є деяка невпевненість відносно подальшого розвитку ринку пакувального встаткування.

Ціна на пакувальне встаткування залежить від багатьох факторів:

- ціни на матеріали і комплектуючі. Більша частина комплектуючих, наприклад, пневматика, редуктори, електроніка, мікропроцесори, харчова сталь (для встаткування для харчової промисловості) мають імпортне походження, і ціна на них залежить від курсу валют, який є дуже нестабільним і може мати стрибкоподібний характер;

- зростання мінімального рівня заробітної плати у державі, і як слідство, примусове зростання рівня оплати праці на підприємстві і в галузі;

- комплектність конкретної моделі згідно договору постачання;

- умов оплати за встаткування,

- умов постачання, тощо.

Слід також зазначити, що промислове встаткування, в тому числі і пакувальне, належить до товарів дуже еластичного попиту, споживачі (під-

приємства харчової, хімічної промисловості та інші) дуже чутливі до цін, до знижок, керуються поточними потребами розвитку власного виробництва, попитом, який склався на ринку кінцевого споживання.

Сезонний компонент при встановленні ціни явно не присутній.

Проведено дослідження часового ряду середнього рівня цін на пакувальне обладнання вітчизняного виробництва. Динаміка середніх цін на пакувальне устаткування наведена на рис. 1.

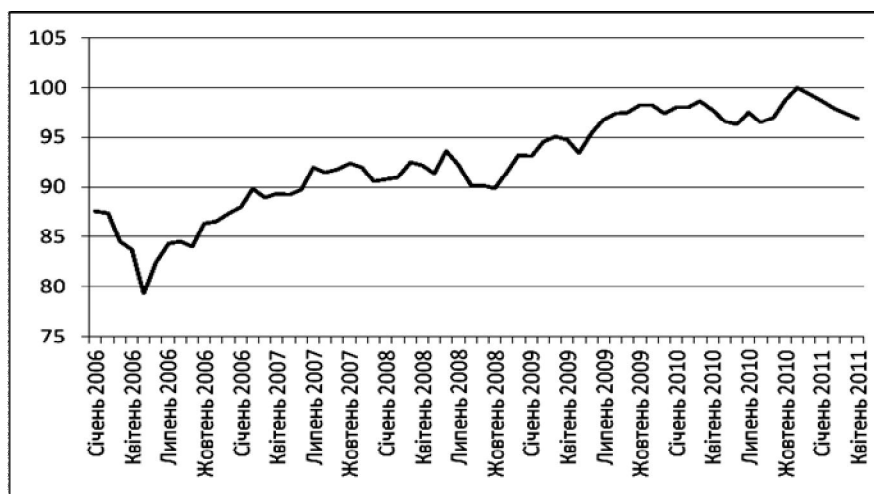


Рис. 1. Динаміка середніх цін на пакувальне устаткування, тис. грн

Математично описати виробничі процеси значно складніше й апріорно встановити характер закону зміни ціни на продукцію за звичайно не вдається. **Мета дослідження** – використовуючи значення заданого часового ряду, побудувати математичну модель прогнозу цін на пакувальне устаткування до кінця року.

3. Декомпозиція часового ряду

Аналіз і статистичний опис динаміки якого-небудь істотного коливого показника (ціни) починається з виявлення форми його тренда й статистичної оцінки його параметрів. Відповідно до визначення тренда, форма його об'єктивна й відбиває закономірності розвитку досліджуваного процесу. Завдання дослідника полягає у виявленні реально існуючої фор-

ми тренда, а потім уже у виборі тієї залежності (типу лінії), що щонайкраще апроксимує об'єктивний тренд. Вибір тренду здійснюється, перш за все, на основі якісного економічного аналізу досліджуваного процесу. Також при виборі форми тренду попередній висновок щодо виду функції можна зробити, вивчаючи графік динамічного ряду. Окрім того, вважається, що більшість економічних процесів мають лінійну або близьку до неї тенденцію розвитку. Таке дослідження може встановити очікувану форму тренда.

Систематична складова (тренд) характеризує основні довгострокові зміни часового ряду.

На основі статистичних даних були побудовані різні функції регресії, що описують зміну середнього рівня цін на пакувальне встаткування (табл. 1).

Таблиця 1

Функції регресії рівня цін на пакувальне встаткування

Регресія	Рівняння регресії	Коефіцієнт детермінації
Лінійна	$P = 0,2455 t + 84,532$	0,8607
Логарифмічна	$P = 4,6842 \ln(t) + 77,494$	0,7399
Статична	$P = 78,315 t^{0,0515}$	0,7419
Квадратична	$P = -0,0021 t^2 + 0,3846x + 3,002$	0,8785
Кубічна	$P = -5E-05t^3 + 0,0023t^2 + 0,2683t + 83,656$	0,8806
Експонентна	$P = 84,674 e^{0,0027t}$	0,8502

Перевірка значень цін, одержуваних за допомогою рівнянь, зазначених у табл. 1, на адекватність статистичним даним показує, що найбільш точно змінення попиту на готову продукцію описується поліномом третього порядку (рис. 2, б) з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,88$ (ближче всього до 1):

$$P = -5E-05t^3 + 0,0023t^2 + 0,2683t + 83,656 .$$

Друга за якістю апроксимація - пряма лінія:

$$P = 0,2455t + 84,532.$$

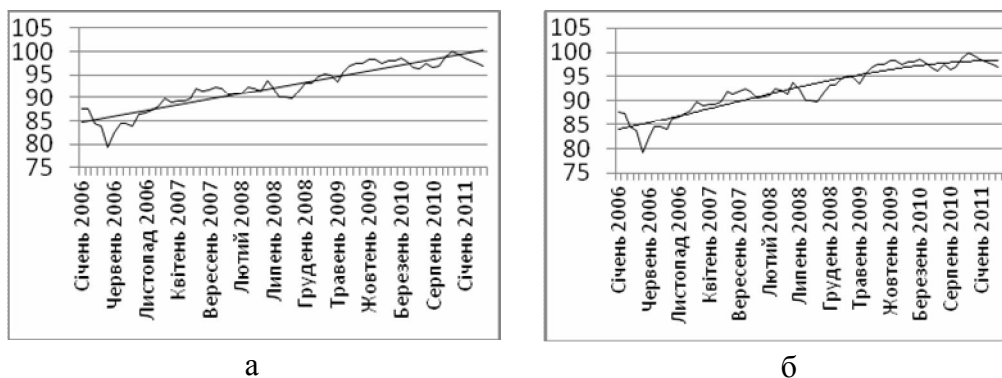


Рис. 2. Вибір форми тренду:
 а – лінійний тренд, б – кубічний тренд

Коефіцієнт детермінації моделі $R^2 = 0,8607$, що також є достатньо великим.

Хоча формально кубічний поліном апроксимує краще за всіх, але його поведінка, особливо у віддалених точках, уявляється не дуже правдоподібним.

Таким чином, при побудові моделей часових рядів цін, які характеризують тенденції було використано лінійну функцію.

Компонентний аналіз дозволив виявити трендову складову та видалити її із вихідних даних. На рис. 3 показано графік вихідного часового ряду вже без тренда.

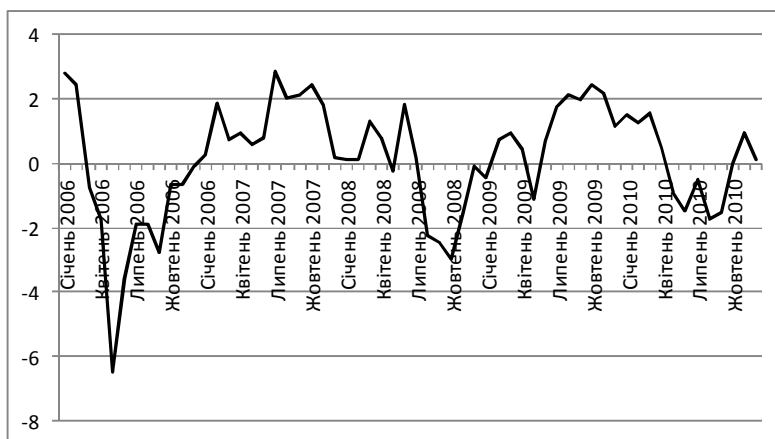


Рис. 3. Видалення тренду з ряду динаміки

З'ясування наявності сезонного компонента в ряді з вилученим трендом провадиться, як і у випадку виявлення тренда, за допомогою спектрограми [4]. Досліджується спектр ряду з вилученим трендом і з'ясовується наявність або відсутність сезонності. У випадку її наявності також по спектрограмі знаходиться період коливань і потім видаляється сезонний компонент. Було з'ясовано, що в даному ряді сезонність відсутня.

Оскільки часовий ряд цін на пакувальне обладнання має несезонний характер, то обчислювальні формули слід спрощувати за рахунок виключення сезонної компоненти.

4. Моделі прогнозування

У випадку, коли аналізований ряд дійсно містить у собі не випадкові поліноміальні або гармонійні компоненти, їхня формальна апроксимація може зажадати введення в запропоновану математичну модель занадто великого числа параметрів, а це може призвести до того, що вона може виявитися досить громіздкою: буде потрібно значне число гармонійних компонентів ряду сезонної компоненти часового ряду, щоб спрогнозувати значення попиту.

Проведено моделювання випадкового стаціонарного процесу (динаміка цін) методами АРСС і АРПСС, за моделлю Хольта.

Побудована модель АРПСС із параметрами $p = 1$, $d = 1$, $q = 2$. Середньоквадратична помилка дорівнює 1,5822. Прогноз на грудень 2011 дорівнює 102,383 тис. грн.

Побудована модель АРПСС із параметрами $p = 1$, $d = 1$, $q = 2$. Середньоквадратична помилка дорівнює 1,6853. Прогноз на грудень 2011 дорівнює 99,429 тис. грн.

Побудовано адаптивну модель Хольта нашого вихідного ряду. Параметри адаптації наступні: $\alpha = 0,998$, $\gamma = 0$. Середньоквадратична помилка дорівнює 1,6469. Прогноз на грудень 2011 становить 98,103 тис. грн.

Слід зазначити, що всі побудовані моделі є неадекватними.

Модель АРПСС містить найбільшу із трьох моделей середньоквадратичну помилку. Адаптивна модель Хольта містить ледве меншу середньоквадратичну помилку, ніж АРПСС, але графік її прогнозу, у всякому разі,

не краще збігається із загальною динамікою, показуючи менш крутий підйом зростання цін, ніж протягом усього ряду.

Найбільш адекватною є модель АРСС. Вона містить найменшу середньоквадратичну помилку. Прогноз за цією стверджує зростання цін на пакувальне обладнання, причому він більш-менш дотримує динаміки всього часового ряду, динаміку зростання.

Прогноз, побудований за моделлю АРСС, наведено на рис. 4.

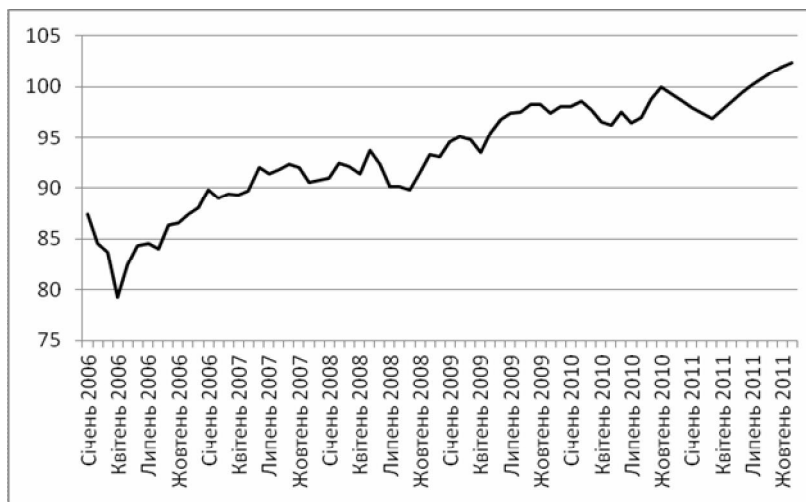


Рис. 4. Прогноз цін на пакувальне устаткування

Вважається доцільним використовувати комбіновані моделі, а не вибирати одну за яким-небудь параметром. Такі моделі дають як правило кращий результат, але їх дуже складно трактувати.

Висновки

Навіть якщо модель дуже добре описує динаміку реальних даних, що в загалі – це велика рідкість, то залишаються ще залишки (шуми), які вносять свою помилку. Ще кілька відсотків помилки додадуться через невідповідність моделі й динаміки реальних даних.

На основі одержаних моделей можна також передбачити, врахувати та зменшити наслідки прояву сезонності, зокрема такі як значні збитки, пов'язані з нерівномірністю використання обладнання, устаткування, ро-

бочої сили, сировини; з нерівномірним використанням інфраструктури, а також викликаною необхідністю створення різного роду резервів тощо. Тобто є можливість позбутися фактора невизначеності під час планування цін та укладання договорів, у ході оцінювання та прогнозування майбутніх тенденцій і закономірностей, що має надзвичайно важливе практичне значення.

Література

1. Голованова, М.А. Маркетингова цінова політика [Текст] / М.А. Голованова, В.В. Доленко. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 126 с.

2. Бокс, Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление [Текст] / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 406 с.

3. Кривошей, В.Н. Украина: рынок упаковочного оборудования [Электронный ресурс] / В.Н. Кривошей. – Режим доступа: <http://itpgroup.com.ua/index.php/service/articles/29-packmarket>. – 11.07.2011 р.

4. Голованова, М.А. Метод сезонної декомпозиції як основа статистичного вивчення часових рядів цін [Текст] / М.А. Голованова, А.Е. Шуликов // Інтегровані комп'ютерні технології в машинобудуванні ІКТМ-2010: тези доп. Міжнар. наук.-техн. конференції. – Х., 2010. – С. 550.

Поступила в редакцію 5.04.2011

Рецензент: д-р екон. наук, проф., проф. каф. економічної теорії та економічних методів управління **С.В. Тютюнникова**, Харківський національний університет імені Каразіна.

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ЦЕН НА В2В-РЫНКЕ

А.Э. Шуликов, М.А. Голованова

Рассмотрены методологические основы статистического изучения временных рядов цен с целью построения прогнозных моделей. Внимание уделено особенностям расчета и применения индексов цен. Сформированы требования к уровням временного ряда цен. Определены факторы, которые определяют регулярные колебания ряда, а именно: тренд, сезонные и циклические факторы. Рассмотрена процедура декомпозиции временного ряда и применение адаптивного прогнозирования. Предложены модели для прогнозирования цен на промышленном рынке. Определена возмож-

ность и целесообразность выбора вида тренда. Исследовано современное состояние рынка упаковочного оборудования и факторы, которые влияют на формирование цены на упаковочное оборудование. Проведено моделирование случайного стационарного процесса (динамика цен) методами АРСС и АРПСС, Хольта. Даны рекомендации относительно применения прогнозных моделей.

Ключевые слова: прогноз, индекс цен, декомпозиция временного ряда, тренд, сезонная компонента, упаковочное оборудование, модель АРСС, модель АРПСС, модель Хольта

STATISTICAL STUDY OF PRICES TIME SERIES IN B2B MARKET

A.E. Shulikov, M.A. Golovanova

Methodological basis of statistical analysis of time series of prices in order to build predictive models is considered. Attention is paid to the peculiarities of calculations and applications of price indices. Requirements for levels of prices time series are defined. The factors that influence the series regular oscillations, namely, trend, seasonal and cyclical factors, are determined. Procedure for decomposing a time series and the use of adaptive forecasting is considered. Models are proposed to predict prices in industrial market. The feasibility and expediency of a trend selection are determined. Current state of packaging equipment market and factors that influence the formation of prices for packaging equipment are investigated. Simulation of a random stationary process (price movement) with the ARMA-method, ARIMA-method, method of Holt is performed. The recommendations on application of predictive models are submitted.

Key words: forecast, price index, decomposition of time series, trend, seasonal factor, packaging equipment, ARMA model, ARIMA model, Holt model

Шуліків Андрій Едуардович – магістрант кафедри економіки і маркетингу, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, e-mail: 190490@bk.ru.

Голованова Майя Анатоліївна – канд. техн. наук, доцент кафедри економіки і маркетингу, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків, e-mail: 190490@bk.ru.