

## **ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО МЕТОДУ ХОЛТА-УІНТЕРА ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОДАТКОВИХ НАДХОДЖЕНЬ В УКРАЇНІ**

**ДЄДУШЕВА М. В.**

*аспірантка кафедри фінансів  
Національний університет ДПС України  
м. Ірпінь, Україна*

Одним із аспектів функціонування фіскальних органів є прогнозування бюджетних надходжень. Точність і адаптивність прогнозування дозволяє оцінювати ефективність роботи фіскальних органів, вносити своєчасні корективи у фіскальну політику, вибудовувати стратегію управління системою державних фінансів з різними часовими горизонтами. Очевидним є той факт, що методики прогнозування безпосередньо впливають на точність прогнозів і здатність фіскальних органів адекватно оцінювати зміни в економічному середовищі з точки зору майбутніх бюджетних надходжень. Враховуючи важливість функції прогнозування, актуальним завданням для аналітичних підрозділів фіскальних органів є розробка нових підходів, які б підвищували якість прогнозних моделей. Емпіричні дослідження ефективності моделей прогнозування фіскальних надходжень дають доволі неоднозначні результати. З одного боку, формалізовані підходи до прогнозування показників податково-бюджетної сфери якісно перевершують суб'єктивні методи. Хоча різні науковці порівнюють різні методи оцінки перспективних бюджетних надходжень (Х. Бегхестані і Р. Макноун (1992) [1], М. Марселіно і С. Фаверо (2005) [2], Т. Фуллертон (1989) [3], Т. Пайк і Д. Саваж (1998) [4], Дж. Беккетт-Камарата [5], В. Ботрік та М. Візек [6]), однак усі вони узгоджуються в тому аспекті, що застосування економетричних методів приводить до більш точних і менш упереджених прогнозних оцінок доходів бюджету. Оскільки використання більш формальних методів прогнозування нівелює похибки прогнозів, зумовлені політичними маніпуляціями. З іншого боку, не має чіткого визначення найбільш ефективного методу прогнозування. Варто ще раз наголосити, що для кожної групи доходів існує свій власний метод

прогнозування. Так, прибуткові податки підлягають кращому прогнозуванню за допомогою регресійних моделей, водночас як акцизні податки краще описуються за допомогою моделі випадкових блукань.

У даному дослідженні ми ставимо за мету адаптувати стандартний метод експоненційного згладження Холта-Уінтера до реальних часових рядів на прикладі податкових надходжень в Україні. Це дозволить отримати більш точні результати прогнозування у порівнянні з іншими методами експоненційного згладжування, а також рядом стандартних емпіричних методів.

Практика прогнозування через експоненційне згладжування нараховує досить велику кількість методів прогнозування, вибір кожного з яких залежить від форми тренда та сезонності. Свого часу Карл Пегельс згрупував всі методи в єдину матрицю, яка дозволяла за кількома критеріями обрати найбільш прийнятний підхід [7]. Візуальна інспекція часового ряду податкових надходжень (*tax*) вказує на нелінійність тренду (рис.1). У випадку прогнозування податкових надходжень, відповідно до класифікації Пегельса, якщо ми не наближуємо часовий ряд до лінійного виду через взяття логарифмів, необхідно використовувати модифікований метод Холта-Уінтера (Holt-Winters' method) з мультиплікативною сезонністю та трендом:

$$L_t = \alpha Y_t / S_{t-s} + (1 - \alpha) L_{t-1} b_{t-1}, \quad (1)$$

$$b_t = \beta L_t / L_{t-1} + (1 - \beta) b_{t-1}, \quad (2)$$

$$S_t = \gamma Y_t / L_t + (1 - \gamma) S_{t-s}, \quad (3)$$

$$F_{t+m} = L_t b_t^m S_{t+m-s}, \quad (4)$$

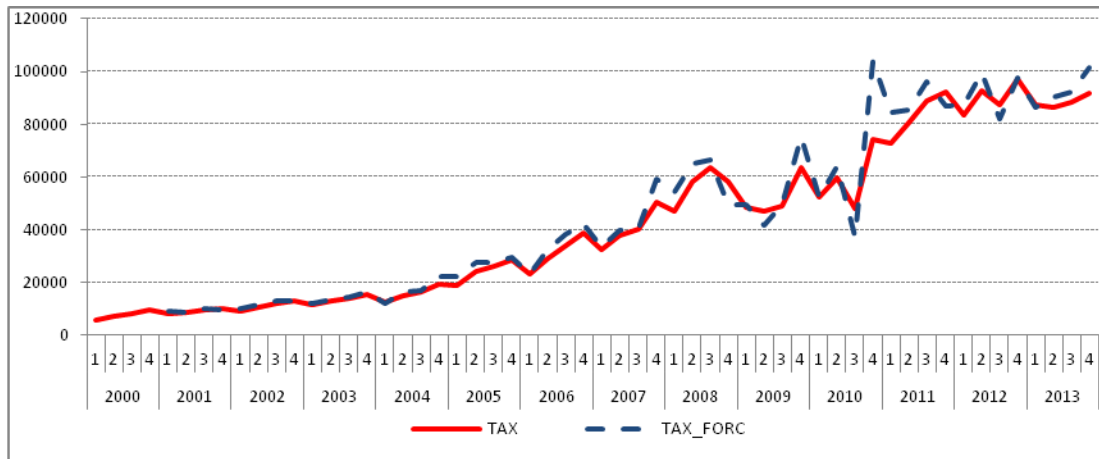
де  $L_t$  – рівень часового ряду в момент  $t$ ;  $Y_t$  – спостережене значення часового ряду в момент  $t$ ;  $b_t$  – тренд у часовому ряду;  $S_t$  – сезонний фактор у періоді  $t$ ;  $F_{t+m}$  – прогнозне значення часового ряду;  $\alpha, \beta, \gamma$  – параметри, що необхідно оцінити.

Ураховуючи форми трендів та зміни варіації часових рядів, ми застосували модифікований метод Холта-Уінтера до показника номінальних податкових надходжень (*tax*). Зазначимо, що більшість методів експоненційного згладжування задані у програмних продуктах напряму. Проте для оцінки

параметрів модифікованого методу Холта–Уінтера авторкою було розроблено оптимізаційну ітераційну процедуру, яка мінімізувала показник середніх квадратичних похибок моделі (MSE) і дозволила здійснити відповідні прогнози. На рисунку 1 відображено результати модифікованого варіанта згладжування Холта–Уінтера для змінної *tax*.

Прогнози, подані на рисунку 1 для 2013 року, розроблялися на основі періоду 2000–2012 рр. Тобто відхилення графіку змодельованих показників до 2012 року є похибками моделі в межах вибірки (*insample errors*), відхилення у 2013 році є похибками прогнозування (*outsample forecasting errors*). Отримані результати свідчать про те, що модифікований метод Холта–Уінтера з параметрами, які оптимізувалися за алгоритмом авторки дослідження, дав меншу похибку прогнозування, ніж інші моделі, які також були побудовані, але не описані тут в цілях стислого викладу результатів. Однак цей показник не є єдиним для вибору найкращого підходу. Для більш повного аналізу якості моделювання та прогнозування податкових надходжень авторами було побудовано таблицю 1, у якій продемонстровано найбільш важливі характеристики моделей.

У таблиці, крім розрахованих параметрів рівнянь моделей, також надано середньоквадратичні похибки (MSE) різних моделей для періодів, коли є спостережні дані (2000–2012 рр.), та прогнозного 2013 року. Відповідно до результатів, у вибірці даних найменшу похибку дає модель на основі стандартного методу Холта–Уінтера з мультиплікативною сезонністю (А). Проте за межами вибірки, у прогнозованому 2013 році, найменшу похибку дає модифікований метод Холта–Уінтера з мультиплікативним трендом та сезонністю (С). Модель В – це стандартний метод Холта–Уінтера, застосований до логарифмів податкових надходжень, яка показує посередні результати у межах та поза межами вибірки.



**Рис. 2. Фактичні та прогнозні значення податкових надходжень, розраховані за допомогою модифікованого методу Холта–Уінтера з мультиплікативним трендом**

**Таблиця 1**

**Параметри різних моделей експоненційного згладжування податкових надходжень**

<b>Види моделей</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b><math>\beta</math></b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b>MSE (insample)</b>	<b>MSE (outsample)</b>
<b>Модель А</b>	0,78	0	0,09	27031275,49	77422915,6
<b>Модель В</b>	0,94	0	0	31138152,23	292849318,8
<b>Модель С</b>	1	1	0,478	39004892,49	34204513,62

Моделювання економічних процесів часто супроводжується вибором автора на користь форм тренду та сезонності, що закладаються в модель. В макроекономіці часові ряди рідко містять лінійні залежності, тому моделі з мультиплікативними зв'язками є більш практичними. Для класу моделей експоненційного згладжування модифікований метод Холта-Уінтера є тим підходом, що враховує нелінійність у змінах варіації та тренду часового ряду. Однак, проблемою є те, що не зважаючи на наближеність даного підходу до реальних даних, його застосування обмежене відсутністю відповідних алгоритмів у поширених статистичних пакетах. В даному дослідженні ми показали, що маючи систему рівнянь, які безпосередньо представляють модель Холта-Уінтера, та оптимізувавши їх з метою мінімізації функції середньоквадратичних похибок, цілком можливо отримати відповідні параметри. Прогноз для податкових надходжень в Україні за 2013 рік, що був отриманий із застосуванням даного підходу виявився досить точним і порівняно більш якісним, ніж більшість

аналогічних прогнозів, отриманих із застосуванням ряду стандартних статистичних методів.

### Література

1. Baghestani H., McNown R. Forecasting the Federal Budget with Time Series Models // *Journal of Forecasting*. – 1992. – № 11. – P. 127–139.
2. Marcellino M., Favero C. Modelling and Forecasting Fiscal Variables for the Euro Area // *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. – 2005. – № 67. – P. 755–783.
3. Fullerton T. A Composite Approach to Forecasting State Government Revenues: Case Study of the Idaho Sales Tax // *International Journal of Forecasting*. – 1989. – № 5. – P. 373–380.
4. Pike T., Savage D. Forecasting the Public Finances in the Treasury // *Fiscal Studies*. – 1998. – № 19(1). – P. 49–62.
5. Beckett-Camarata J. Revenue Forecasting Accuracy in Ohio Local Government / *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*. – 2006. – № 18(1). – P. 77–99.
6. Botrić V., Vizek M. Forecasting Fiscal Revenues in a Transition Country: The Case of Croatia / *Zagreb International Review of Economics & Business*. – 2012. – Vol. 15. – № 1. – P. 23–36.
7. Pegels, C. C. (1969). Exponential forecasting: Some new variations, *Management Science*, 15, 311–315.