

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ ТА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧИСТОГО ПРИБУТКУ ПАТ «ПОЛТАВСЬКИЙ ЗАВОД МЕДИЧНОГО СКЛА»

І.І. Скрильник.

Д.В. Приходько.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

© Скрильник І.І., 2017.

© Приходько Д.В., 2017.

Стаття отримана редакцією 18.04.2017 р.

**Вступ.** В умовах ринкової економіки стабільність та успішність розвитку підприємства вимагає сучасних підходів і методів. Для досягнення бажаних результатів необхідно застосовувати новітні наукові розробки та рекомендації. Одним з ефективних інструментів для забезпечення конкурентоспроможності підприємства є використання економіко-математичних методів і моделей. Ці методи дають змогу прогнозувати економічні та фінансові показники підприємства, моделювати виробничу й інвестиційну діяльність, оптимізувати систему управління.

У зв'язку з тим, що суть економічної діяльності будь-якого підприємства полягає в отриманні прибутку, прогнозування його чистого прибутку є актуальним завданням.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** В економічній літературі існує велика кількість наукових праць українських та зарубіжних учених, спеціалістів, присвячених дослідженню, прогнозуванню економічних і фінансових показників підприємства.

Значну роль визначенню доцільності та ефективності здійснення прогнозування показників економічної діяльності приділили у своїх працях такі українські вчені, як К.І. Редченко [1, с. 142 – 148], Т.В. Головка [2, с. 150], Ю.І. Ільєнко, Г.В. Шершньова [3], Н.Ф. Алексєєва [4, с. 120 – 123], О.І. Яшкіна [5, с. 210 – 213]. Методи і моделі прогнозування висвітлювалися у працях О.Є. Ширягіна І.С. [6, с. 251 – 263], І.С. Кондіуса [7]. Прогнозування економічних показників на основі дослідження тренд-сезонних процесів розглядалося І.І. Скрильник, М.В. Замашкою [8, с. 117 – 122], Р.М. Окань [9, с. 166 – 173], Н.С. Власенко [10, с. 155 – 160].

**Постановка завдання.** За статистичними даними чистого прибутку ПАТ «Полтавський завод медичного скла» за 2011 – 2015 рр. (табл. 1) необхідно побудувати прогноз заданого економічного показника на 2016 р. Визначити точність прогнозу. При побудові прогнозної моделі чистого прибутку необхідно враховувати рівень інфляції у країні за 2012 – 2015 рр. порівняно з базовим 2011 р. (табл. 2) [11].

Таблиця 1

**Чистий прибуток ПАТ «Полтавський завод медичного скла» за 2011 – 2015 рр.**

Квартали	Роки					2016
	2011	2012	2013	2014	2015	
	тис. грн					
1	41400	47475,0	57174,0	51334,0	58991,0	Прогноз
2	43967	50767,0	52756,0	52972,0	65566,0	
3	44762	55574,0	51035,0	54134,0	67325,0	
4	45578	58142,0	50518,0	56701,0	69102,0	

Таблиця 2

**Коефіцієнти інфляції за 2012 - 2015 рр.**

2012 р.				2013 р.			
0,029	0,011	-0,001	-0,009	0,020	-0,025	-0,023	-0,018
2014 р.				2015 р.			
0,010	0,060	0,115	0,195	0,292	0,698	0,725	0,753

За статистичними даними рівень інфляції у 2016 р. порівняно з базовим 2011 р. зріс, і значення коефіцієнтів у I, II, III, IV кварталах 2016 р. відповідно становлять 0,84; 0,847; 0,871; 1,999 [11].

**Основний матеріал і результати.** Метою роботи є аналіз та побудова прогнозу чистого прибутку підприємства на 2016 р. на основі економіко-математичних методів та моделей.

При побудові прогнозу заданого економічного показника було використано методи гармонійних ваг, динамічної регресії та адаптивну модель Хольта – Муїра.

**Застосування методу гармонійних ваг.** Цей метод заснований на принципі дисконтування інформації й був розроблений польським статистиком З. Хелвенгом. У його основі лежить ідея ковзного тренда. Екстраполяція проводиться по ковзному тренду, окремі точки ламаної лінії зважуються за допомогою гармонійних ваг, що дозволяє останнім спостереженням надавати більшу вагу [12, с. 94 – 97].

Для здійснення прогнозу цим методом вихідний часовий ряд розбивається на фази ( $k$ ). Число фаз повинно бути меншим від числа членів ряду ( $n$ ), тобто  $k < n$ . Зазвичай фаза дорівнює трьом – п'яти рівням. Для кожної фази розраховують лінійний тренд, тобто

$$y_i(t) = a_i + b_i t, \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n - k + 1), \quad (1)$$

при цьому для  $i = 1, t = 1, 2, 3, \dots, k$ ; для  $i = 2, t = 2, 3, \dots, k + 1$ ; для  $i = n - k + 1, t = n - k + 1, n - k + 2, \dots, n$ .

Для оцінювання параметрів використовують метод найменших квадратів. За допомогою отриманих ( $n - k + 1$ ) рівнянь обчислюють значення ковзного тренда. Із цією метою виділяють ті значення  $y_i(t)$ , для яких  $t = i$ , їх позначають  $y_j(t)$ . Нехай їх буде  $n_j$ . Потім знаходиться середнє значення

$$\bar{y}_j(t) = \frac{1}{n_j} \sum_{j=1}^{n_j} y_j(t), \quad (2)$$

де  $j = 1, 2, \dots, n_j$ . Далі розраховуємо прирости за такою формулою:

$$w_{t+1} = f_{(t+1)} - f_{(t)} = \bar{y}_{t+1} - \bar{y}_t. \quad (3)$$

Середнє значення приростів обчислюється за формулою:

$$\bar{w} = \sum_{t=1}^{n-1} C_{t+1}^n \cdot w_{t+1}, \quad (4)$$

де  $C_{t+1}^n$  – гармонійні коефіцієнти, що задовольняють такі умови:

$$C_{t+1}^n > 0; \quad (t = 1, 2, \dots, n - 1); \quad (5)$$

$$\sum_{t=1}^{n-1} C_{t+1}^n = 1. \quad (6)$$

Цей вираз дозволяє більш пізній інформації надавати більше ваги. Якщо найраніша інформація має вагу  $m_2 = \frac{1}{n-1}$ , то вага інформації, що стосується наступного моменту часу, дорівнює

$$m_3 = m_2 + \frac{1}{n-2} = \frac{1}{n-1} + \frac{1}{n-2}. \quad (7)$$

У загальному вигляді ряд гармонійних ваг визначають за формулою:

$$m_{t+1} = m_t + \frac{1}{n-1}, \quad (t = 2, 3, \dots, n - 1) \quad \text{або} \quad m_{t+1} = \sum_{i=1}^t \frac{1}{n-i}. \quad (8)$$

Звідси,

$$\sum_{t=1}^{n-1} m_{t+1} = n - 1. \quad (9)$$

Для того щоб отримати гармонійні коефіцієнти  $C_{t+1}^n$ , потрібно гармонійні ваги  $m_{t+1}$  поділити на  $(n-1)$ , тобто

$$C_{t+1}^n = \frac{m_{t+1}}{n-1}. \quad (10)$$

Прогнозні значення отримуємо шляхом додавання до останнього значення ряду динаміки середнього приросту, тобто

$$\bar{y}_{t+1} = \bar{y}_t^* + \bar{w}, \quad (11)$$

при початковій умові  $y_t^* = \bar{y}_{j(t)}$ .

За допомогою розглянутого методу гармонійних ваг було розраховано прогнозні значення чистого доходу на 2016 р. Усі обчислення у роботі проводилися за допомогою програми Microsoft Excel.

Точність отриманого прогнозу чистого прибутку підприємства становить 98,63%. За прогнозом у 2016 р. чистий прибуток підприємства буде зменшуватися, оскільки за статистичними даними рівень інфляції зростає порівняно з базовим 2011 р.

У роботі розрахунки такого показника виконано також за допомогою адаптивної моделі Хольта – Муїра та методу динамічної регресії.

**Застосування адаптивної моделі Хольта – Муїра** передбачає розрахунок експоненціально-згладженого ряду; обчислення значення тренду та побудову прогнозу. Експоненціально-згладжений ряд розраховано за формулою:

$$L_t = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (12)$$

Обчислено значення тренда за формулою:

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1}. \quad (13)$$

При побудові прогнозу за моделлю Хольта-Муїра на  $p$  періодів використано формулу:

$$Y_{t+p}^* = L_t + \left(\frac{1}{\alpha} + p - 1\right) \cdot T_t, \quad (14)$$

де  $L_t$  – згладжена величина на поточний період;  $\alpha$  – коефіцієнт згладжування ряду;  $y_t$  – поточне значення ряду;  $L_{t-1}$  – згладжена величина за попередній період;  $T_{t-1}$  – значення тренда за попередній період;  $T_t$  – значення тренда за поточний період;  $\beta$  – коефіцієнт згладжування тренда;  $Y_{t+p}^*$  – прогноз за методом Хольта – Муїра на  $p$  - період;  $p$  – порядковий номер періоду, на який робимо прогноз [9, с. 166 – 173].

Побудована адаптивна модель має точність прогнозу 99,67% при коефіцієнтах згладжування ряду та тренда  $\alpha = 1$   $\beta = 0,3$ .

**Метод динамічної регресії** включає один параметр  $\alpha$ , початкове його значення задається, як правило, в межах  $[0,1; 0,3]$ . Прогнозним значенням для першого періоду є  $y_1 = y_1$ . Друге прогнозне значення обчислено за формулою:

$$\bar{y}_2 = \bar{y}_1 + \alpha(y_2 - \bar{y}_1) = \alpha y_2 + (1 - \alpha)\bar{y}_1. \quad (15)$$

Для кожного наступного періоду прогнозне значення розраховується на основі попереднього значення:

$$\bar{y}_{i+1} = \alpha \cdot y_{i+1} + (1 - \alpha) \cdot \bar{y}_i. \quad (16)$$

Параметр  $\alpha$  змінюється динамічно. Для обчислення його наступних значень установлюються помилки прогнозу на два періоди та на один період:

$$y_{t+2} - \bar{y}_t; y_{t+1} - \bar{y}_t. \quad (17)$$

Шукану оцінку для параметра  $\alpha$  у момент часу  $t$  розраховуємо за формулою:

$$\alpha_t = \frac{\sum_{t=1}^T (y_{t+2} - \bar{y})(y_{t+1} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^T (y_{t+1} - \bar{y})^2} \quad (18)$$

Прогнозні значення показника визначаються на основі отриманого останнього значення  $\alpha$  [12, с. 98 – 102]:

$$y_{t+1} = y_t \cdot \alpha_t + (1 - \alpha_t) \bar{y}_{t-1}; \quad y_{t+2} = y_{t+1} \cdot \alpha_t + (1 - \alpha_t) \bar{y}_t \quad (19)$$

Побудована адаптивна модель має точність прогнозу 99,83% при початковому коефіцієнті згладжування ряду  $\alpha = 0,3$ .

**Визначення адекватності отриманих результатів.** Незалежно від способу побудови прогнозу економічного показника на основі економіко-математичних моделей та методів питання про можливість їх застосування може бути вирішене лише після встановлення адекватності отриманих розрахунків, тобто відповідності досліджуваному процесу або об'єкту [12, с. 210 – 220]. Модель вважається адекватною, якщо компонента  $\varepsilon_t = y_t - f(t)$ , ( $t = 1, 2, \dots, n$ ) задовольняє такі властивості:

- випадковість коливань рівнів залишкової послідовності;
- рівність математичного очікування випадкової компоненти нулю;
- відповідність розподілу випадкової компоненти нормальному закону розподілу;
- незалежність значень рівнів випадкової компоненти.

*Випадковість коливань рівнів залишкової послідовності* досліджено за допомогою критерію піків. Адекватність моделі визначається нерівністю  $p > p_{кр.}$ , де  $p_{кр.}$  обчислюється за такими формулами:

$$p_{кр.} = \left[ \bar{p} - 1,96 \sqrt{\sigma_p^2} \right], \quad (20)$$

$$\bar{p} = 2(n - 6) / 3, \quad \sigma^2 = (16n - 29) / 90. \quad (21)$$

*Рівність математичного очікування випадкової компоненти нулю* визначалася за допомогою t-критерію Стьюдента, отримані результати було порівняно з табличним значенням

$$t_p = |\bar{\varepsilon}| \sqrt{n} / S, \quad (22)$$

де  $\bar{\varepsilon}$  – математичне сподівання;  $S$  – стандартне відхилення.

*Відповідність розподілу випадкової компоненти нормальному закону розподілу* визначено за допомогою RS-критерію

$$R = \varepsilon_{max} - \varepsilon_{min}; \quad S = \sqrt{\sum \varepsilon_t^2 / (n - 1)}. \quad (23)$$

*Незалежність значень рівнів випадкової компоненти* встановлено на основі критерію Дарбіна – Уотсона:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=2}^n \varepsilon_t^2}. \quad (24)$$

Усі ці умови повинні виконуватися одночасно. У таблиці 3 наведено розрахунки адекватності отриманих результатів.

Таблиця 3

**Перевірка адекватності прогнозної моделі чистого прибутку**

	Метод гармонійних ваг	Модель Хольта-Муїра	Метод динамічної регресії з початковою умовою $Y_{поч.} = Y_1$
Умова випадковості залишків	Виконується. p=9, 9>-33	Виконується. p=15, 15>-33	Виконується. p=15, 15>-33

<b>Умова рівності математичного сподівання 0</b>	Виконується. трозр.< табл., $2 < 2,13$ .	Виконується. трозр.< табл., $0,66 < 2,13$ .	Виконується. трозр.< табл., $0,66 < 2,13$ .
<b>Нормальне розподілення рівнів залишків</b>	Виконується. $R/S_{\text{спост.}} = 3,78$ $3,18 < 3,78 < 4,49$ .	Виконується. $R/S_{\text{спост.}} = 4,39$ $3,18 < 4,39 < 4,49$ .	Виконується. $R/S_{\text{спост.}} = 4,39$ $3,18 < 4,39 < 4,49$ .
<b>Відсутність автокореляції</b>	Не виконується. $d = 0,83$ ; $d_1 = 1,2$ ; $d_2 = 1,41$ . $0,83 < 1,41$ .	Виконується. $d = 2,35$ ; $d_1 = 1,2$ ; $d_2 = 1,41$ . $2,35 > 1,41$ .	Виконується. $d = 2,35$ ; $d_1 = 1,2$ ; $d_2 = 1,41$ . $2,35 > 1,41$ .
<b>Точність</b>	98,63%	99,67%	99,83%
<b>Адекватність</b>	Не адекватна	Адекватна	Адекватна

Найкращі результати було отримано при застосуванні адаптивного методу динамічної регресії. Така модель є адекватною, точність прогнозу становить 99,83%.

Побудовано графіки фактичних даних чистого прибутку підприємства та тренда з прогнозом на 2016 р. на основі адаптивного методу динамічної регресії (рис. 1).

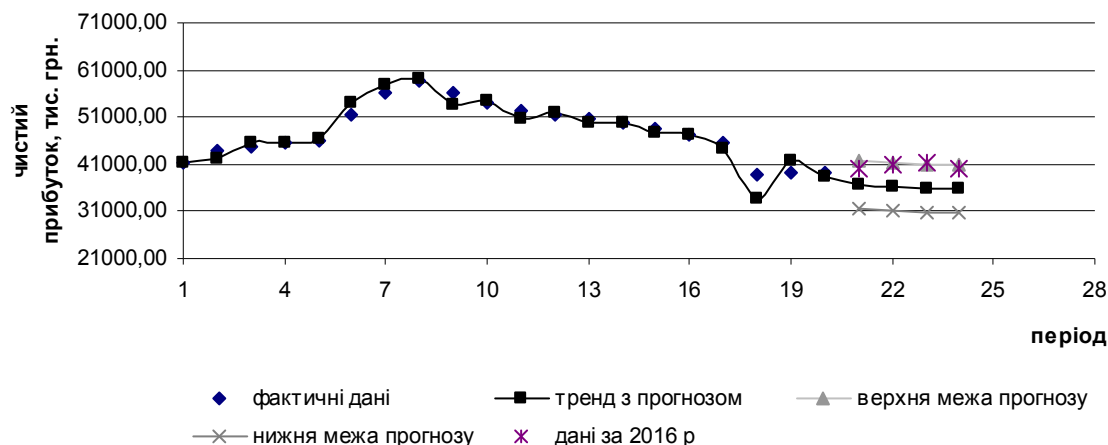


Рис. 1. Графік чистого прибутку ПАТ «Полтавський завод медичного скла» на 2016 р. (на основі методу динамічної регресії)

Отримані результати прогнозів було порівняно з фактичними даними 2016 р. (перерахованими відносно 2011 р.) (табл. 4).

Таблиця 4

Порівняння прогнозних та фактичних даних за 2016 р.

Квартал	Чистий прибуток (факт), тис. грн.	Чистий прибуток (відносно 2011 р.), тис. грн.	Чистий прибуток (прогноз), тис. грн.	Похибка, тис. грн.	Відносна похибка, %	Верхня межа, тис. грн.	Нижня межа, тис. грн.	Належність інтервалу довіри
I	71492	38854,35	36854,91	1999,44	5,1	41968,08	31741,74	+
II	72395	39195,99	36203,82	2992,18	7,6	41316,99	31090,65	+
III	73899	39497,06	35923,00	3574,06	9,0	41036,18	30809,83	+
IV	108229	36088,36	35801,89	286,47	0,8	40915,06	30688,72	+

**Висновки.** Побудовано прогноз чистого прибутку ПАТ «Полтавський завод медичного скла» на 2016 р. на основі методів гармонійних ваг, динамічної регресії та адаптивної моделі Хольта – Муїра.

Найкращі результати було отримано при застосуванні адаптивного методу динамічної регресії. На основі наукових принципів було досліджено адекватність отриманих результатів.

Розраховано інтервали довіри для прогнозних значень і встановлено, що одержані результати не виходять за критичні межі.

Обчислено відносні похибки прогнозних та фактичних значень чистого прибутку підприємства.

Дослідження мають практичне застосування на виробництві, а також можуть бути використані при вивченні дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів».

#### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Редченко К.І. Стратегічний аналіз у бізнесі: навч. посібник / К. І. Редченко. – Львів: «Новий Світ – 2000», 2003. – 272 с.
2. Головка Т.В. Стратегічний аналіз: навч.-метод. посібник для самост. вивч. дисц. / Т.В. Головка, С. В. Сагова. – К.: КНЕУ, 2002. – 198 с.
3. Ільєнко Ю.І. Особливості прогнозування економічних показників на підприємствах туристичного бізнесу / Ю.І. Ільєнко, Г.В. Шершньова // Вісник Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Туган-Барановського. – 2013. – № 3(59). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://journals.urau.ua/visdonnuetec/article/view/20700>
4. Алексєєва Н.Ф. Методи прогнозування взаємопов'язаних показників соціально-економічного розвитку України / Н.Ф. Алексєєва // Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. Частина 1. – 2008. – № (48). – С. 120 – 123.
5. Яшкіна О.І. Прогнозування соціально-економічних показників по коротких рядах динаміки / О.І. Яшкіна // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Трансформація ринкових відносин в Україні: організаційно-правові та економічні проблеми». ОНУ. – 2003. – С. 210 – 213.
6. Ширягіна О.Є. Автоматизація моделей прогнозування прибутку / О.Є. Ширягіна // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 11 (101). – С. 251 – 263.
7. Кондіус І.С., Конспект лекцій за темою: «Прогнозування соціально-економічних процесів» (частина 1 навчально-методичного комплексу «Прогнозування соціально-економічних процесів») : методичні матеріали з питань самостійної роботи із спеціальною літературою / Том 1 / І.С. Кондіус. – Севастополь : Севастопольський центр перепідготовки та підвищення кваліфікації, 2013. – 76 с.
8. Скрильник І.І. Прогнозування прибутку Качанівського ГПЗ ПАТ «Укрнафта» на основі дослідження тренд-сезонних процесів / І.І. Скрильник, М.В. Замашка // Економіка і регіон: Науковий вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – ПолтНТУ, 2013. – № 3. – С. 117 – 122.
9. Скрильник І.І. Прогнозування чистого доходу агрофірми «Урожай» на основі адаптивних моделей / І.І. Скрильник, Р.М. Окань // Економіка і регіон: Науковий вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. – ПолтНТУ, 2013. – № 4. – С. 166 – 173.
10. Скрильник І.І. Побудова прогнозної моделі чистого доходу підприємства сфери обслуговування в Україні / І.І. Скрильник, Н.С. Власенко // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Економіка і менеджмент №15. – Одеса, 2016 – С. 155 – 160.
11. Головне управління статистики у Полтавській області. Електронний ресурс: <http://pl.ukrstat.gov.ua/>
12. Скрильник І.І. Навчальний посібник з дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів» для економічних спеціальностей усіх форм навчання / І.І. Скрильник, О.Г. Климко. – Полтава: Видавництво ПолтНТУ, 2012. – С. 94 – 97.

УДК 658.3977

**Скрильник Ірина Іванівна**, старший викладач. **Приходько Дарина Володимирівна**, студентка. Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка. **Застосування економіко-математичних методів та моделей для прогнозування чистого прибутку ПАТ «Полтавський завод медичного скла».** Розглянуто побудову прогнозу чистого прибутку підприємства на 2016 р. на основі економіко-математичних методів і моделей. Визначено метод, що дав оптимальний результат якості прогнозу. На основі наукових принципів доведено адекватність отриманих результатів.

**Ключові слова:** прогнозування, моделювання, модель, чистий прибуток, адекватність моделі.

UDK 658.3977

**Skrylnyk Irina**, Senior Lecturer. **Prikhodko Darya**, student. Poltava National Technical Yurii Kondratyuk University. **Application of economic and mathematical methods and models for forecasting the net profit of PJSC «Poltava Medical Glass Plant»**. The construction of the forecast of the company's net profit for 2016 is considered on the basis of economic and mathematical methods and models. As a result of the study, the authors determined the method that gave the optimal result of the quality of the forecast. The adequacy of the results obtained is proved on scientific principles.

**Keywords:** forecasting, modeling, model, net profit, adequacy of the model.

УДК 658.3977

**Скрыльник Ирина Ивановна**, старший преподаватель. **Приходько Дарья Владимировна**, студентка. Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка. **Применение экономико-математических методов и моделей для прогнозирования чистой прибыли ПАО «Полтавский завод медицинского стекла»**. Рассмотрено построение прогноза чистой прибыли предприятия на 2016 г. на основе экономико-математических методов и моделей. Определен метод, который дал оптимальный результат качества прогноза. На основе научных принципов доказано адекватность полученных результатов.

**Ключевые слова:** прогнозирование, моделирование, модель, чистая прибыль, адекватность модели.