

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ДОХОДІВ МА- ЛОГО ПІДПРИЄМСТВА

*КЛИМКО О.Г., ЧЕРНИШ Ю.М.
(Системи та процеси управління)*

Розглянуто важливість застосування економіко-математичного моделювання економічних показників діяльності малого підприємства, а саме апарату адаптивного моделювання. Для виконання аналізу динаміки показників застосовано модель динамічної регресії та модель Брауна. Виконано оцінку якості прогнозів.

Вступ

Розвиток та підтримка малого та середнього бізнесу є економічними реаліями сьогодення. Підприємництво становиться важливим сектором вітчизняної економіки. Воно сприяє насиченості ринку товарами та послугами, створенню нових робочих місць, зменшенню рівня безробіття. З його розвитком держава пов'язує вирішення соціальних проблем суспільства та забезпечення впровадження реформ у економіці. Продуктивна робота таких підприємств є значним джерелом поповнення бюджетів всіх рівнів, що сприяє розвитку країни [1].

Використання економіко-математичного моделювання для економічних показників діяльності підприємства є дуже важливою проблемою. Підвищення вимог до обґрунтованості й надійності прогнозних оцінок є логічним наслідком посилення ролі прогнозування в рішенні завдань сучасного управління економічними системами. Тому адекватність в описі процесів можна досягти, якщо використовувати моделі, побудову яких засновано на адаптивних принципах. Використання традиційних методів прогнозування не забезпечує необхідного рівня надійності економічних показників, що пов'язано з діяльністю підприємств малого бізнесу в умовах невизначеності та відсутності стабільності на ринку України. Таким чином моделі, які ґрунтуються на адаптивних принципах, дозволяють отримати необхідний рівень адекватності економічних показників.

1. Огляд останніх джерел досліджень і публікацій

Першими розроблювачами основних засад використання апарату адаптивного моделювання соціально-економічних процесів були Р.Браун, Ч.Хольт та Р.Майер. У подальшому цим напрямком стали займатися В.В. Давнис, В.М. Чадеєв, Е.М. Левицький, Ю.П. Лукашин, В.П. Бородюк, та інші.

Сфери та методи можливого застосування адаптивних моделей більшістю авторів використовувалися для рішення загальних технічних або кібернетичних завдань.

Методи цього апарату застосовуються у випадках, де основною інформацією для прогнозу є часові ряди, а інструментом прогнозу виступає модель. Первісна оцінка параметрів моделі заснована на даних початкового часового ряду. Використовуючи нові дані, які отримуються на кожному послідовному кроці, виконується корегування моделі у часі. Дані проходять адаптацію до нових умов розвитку. Модель, отримуючи нову інформацію, пристосовується до неї.

В основі адаптивних методів є побудова економіко-математичних моделей, які самовдосконалюються у часі, враховуючи цінність різних членів часової послідовності та надання достатньо точної оцінки майбутніх членів даного ряду. Такі моделі призначені перш за все для короткострокового прогнозування.

Інструментом прогнозу в адаптивних моделях є математична модель з єдиним фактором «час». При оцінюванні параметрів адаптивних моделей рівням ряду присвоюють різну вагу залежно від того, наскільки сильним визначається їх вплив на поточний рівень. Це дозволяє враховувати зміну в тенденції, а також будь-які коливання, у яких простежується закономірність. Ці моделі представляють процес розвитку як лінійну тенденцію з постійно змінюваними параметрами [2, 3, 5].

2. Мета та задачі дослідження

Застосування апарату адаптивного моделювання для визначення прогнозних значень рівня доходів малого підприємства.

Метою дослідження є визначення прогнозних значень рівня доходів підприємства від надання сервісних послуг та від продажу товарів. Для практичного використання запропонованої методики необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) проаналізувати метод динамічної регресії та модель Брауна;
- 1) перевірити адекватність моделей за відповідними критеріями;
- 2) визначити точність прогнозу;
- 3) проаналізувати динаміку показників діяльності підприємства.

Для виконання дослідження було обрано мале підприємство, що займається продажем електронної техніки та її сервісним обслуговуванням.

Розглядаючи в динаміці стан підприємств, що займаються аналогічною діяльністю, неважко помітити зменшення товарообігу. Перш за все це пояснюється зниженням конкурентоспроможності малих підприємств по відношенню до крупних мережевих фірм, що займаються продажем по всій території України. Малим підприємствам стає все важче відстоювати свої позиції на ринку. Тому доцільно застосувати економіко-математичне моделювання для прогнозування

значень економічних показників на майбутній період. Для економічного аналізу та моделювання стану підприємства було обрано дві моделі: модель динамічної регресії (модель експоненційного згладжування) та адаптивна модель Брауна.

3. Аналіз методу динамічної регресії та моделі Брауна

Суть методу експоненційного згладжування полягає в тому, що ряд даних згладжується за допомогою зваженої ковзної середньої, у якій вага підпорядковується експоненціальному закону розподілу. Така ковзна характеризує значення процесу наприкінці інтервалу згладжування, тобто є середньою характеристикою останніх рівнів ряду. Саме ця властивість застосовується при прогнозуванні.

Метод динамічної регресії включає один параметр α , що був запропонований саме для оновлення цих значень.

Прогнозним значенням для першого періоду вважаємо його реальне значення. Друге прогнозне значення одержуємо з рівності

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

Для кожного наступного етапу прогнозне значення встановлюється на основі попереднього значення

$$\bar{y}_t = \alpha y_t + (1 - \alpha)\bar{y}_{t-1},$$

де y_t – фактичне значення в період t ;

\bar{y}_{t-1} – прогнозне значення за попередній період.

Значення α є параметром згладжування (вагою t -ого значення рівня часового ряду), який змінюється динамічно. Від значення α залежить вага попередніх рівнів ряду динаміки і відповідно до цього ступень їх впливу на рівень згладжування, а отже значення прогнозних оцінок. Чим більше значення параметру згладжування, тим менший вплив на прогнозні оцінки попередніх рівнів та тим менший вплив згладжування експоненційної середньої. Автор методу простого експоненційного згладжування Р.Браун запропонував наступну формулу розрахунку α :

$$\alpha = \frac{2}{n + 1},$$

де n – число рівнів часового ряду, що належать інтервалу згладжування.

Для зміни α потрібно визначити помилки прогнозу на один та два періоди. Шукана оцінка для параметра в момент часу t отримується при мінімізації суми квадратів похибок за попередні періоди:

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

тобто відношення регресії помилки за другий період до регресії за перший період. Сума береться за всіма періодами від першого до останнього з номером T , де T – період, до якого дійшли на етапі моделювання.

Лінійна адаптивна модель Брауна вміщує два параметри. Для використання цієї моделі потрібно визначити параметр $\beta \in [0,1; 0,3]$. Це коефіцієнт, який характеризує знецінення даних за одиницю часу і відображає ступінь довіри наступним спостереженням. Далі робимо прогнозування методом аналітичного вирівнювання за лінійною функцією

$$Y = A \cdot t + B.$$

Значення A та B є параметрами моделі Брауна. За допомогою функції ЛИНЕЙН (табличного процесору MS Excel) обчислюються їх початкові значення. Наступні значення змінюються динамічно за такою формулою:

$$B_t = A_{t-1} + B_{t-1} + \beta^2 \cdot (y_{t-1} - \bar{y}_{t-1});$$

$$A_t = A_{t-1} + \beta^2 \cdot (y_{t-1} - \bar{y}_{t-1}).$$

Використавши значення A і B одержано прогноз на кілька періодів [4].

4. Оцінка якості прогнозів

Для будь-якої економіко-математичної моделі питання про можливість її застосування для аналізу та прогнозування економічного явища може бути вирішено після встановлення адекватності, тобто відповідності досліджуваному процесові чи об'єкту.

Для перевірки адекватності моделей було застосовано наступні критерії:

1. Критерій серій – визначення випадковості відхилень від тренду.
2. Критерій піків – перевірка рівності нулю математичного сподівання.
3. R/S-критерій – визначення відповідності розподілу залишкової компоненти нормальному закону.
4. Критерій Дарбіна – Уотсона – визначення незалежності значень залишкової компоненти.

В ході дослідження діяльності підприємства було проаналізовано показники прибутку від продажу та сервісної діяльності фірми за останні п'ять років.

Для перевірки адекватності моделей Брауна та динамічної регресії використано основні показники, що перераховані вище. Параметри адекватності визначено як для прибутку фірми від реалізації товару, так і для прибутку фірми від післяпродажного обслуговування та ремонту техніки.

У таблицях 1 та 2 надано результати перевірки моделей на адекватність для екстраполяції доходів підприємства від надання послуг (ремонт та обслуговування) та від продажу електронної техніки відповідно.

Таблиця 1

Критерій	Критерій серій	Критерій піків	Рівність математичного сподівання залишкової компоненти нулю	Критерій Дарбіна-Уотсона	Висновки
Умова адекватності	$k_{\max} < k \quad v > v_1$	$p > m$	$t_{\text{розр}} < t_{\text{крит}}$	$d > d_2 \quad d > d_1$	
Значення постійних показників	$k=9,17$ $v_1=22,97$	$m=32,36$	$t_{\text{крит}}=2,001$	$d_1=1,549$ $d_2=1,616$	
Адаптивна модель Брауна	$k_{\max}=4 \quad v=34$ адекватна	$p=38$ адекватна	$t_{\text{розр}}=0,0611$ $\mu=0$	$d=1,540 (2,46)$ не адекватна	не адекватна
Метод динамічної регресії	$k_{\max}=5 \quad v=25$ адекватна	$p=36$ адекватна	$t_{\text{розр}}=0,1659$ $\mu=0$	$d=1,93$ адекватна	адекватна

Таблиця 2

Критерій	Критерій серій	Критерій піків	Рівність математичного сподівання залишкової компоненти нулю	Критерій Дарбіна-Уотсона	Висновки
Умова адекватності	$k_{\max} < k \quad v > v_1$	$p > m$	$t_{\text{розр}} < t_{\text{крит}}$	$d > d_2 \quad d > d_1$	
Значення постійних показників	$k=9,17$ $v_1=22,97$	$m=32,36$	$t_{\text{крит}}=2,001$	$d_1=1,549$ $d_2=1,616$	
Адаптивна модель Брауна	$k_{\max}=3 \quad v=41$ адекватна	$p=46$ адекватна	$t_{\text{розр}}=0,0611$ $\mu=0$	$d=1,15 (2,851)$ не адекватна	адекватна
Метод динамічної регресії	$k_{\max}=6 \quad v=31$ адекватна	$p=41$ адекватна	$t_{\text{розр}}=1,1351$ $\mu=0$	$d=1,9724$ адекватна	адекватна

За отриманими результатами можна відмітити, що в обох випадках доцільно застосування моделі простого експоненційного згладжування (метод динамічної регресії). Вона відповідає всім критеріям адекватності.

При визначенні точності прогнозу, було розглянуто основні характеристики адаптивних моделей прогнозування для екстраполяції доходів підприємства від надання послуг (ремонт та обслуговування) та від продажу електронної техніки, які наведено у таблицях 3 та 4.

Таблиця 3

Модель	Точність	Середньоквадратична похибка	Середня відносна похибка	Коефіцієнт кореляції	Критерій Фішера		Критерій Стьюдента	
	r	S	$\delta_{\text{сер}}$	R	$F_{\text{розр}}$	$F_{\text{кр}}$	$t_{\text{розр}}$	$t_{\text{кр}}$
Адаптивна модель Брауна	51,48	84,29	48,52	0,5406	12,181	3,153	4,936	2,001
Метод динамічної регресії	83,8	29,98	16,2	0,9146	150,99	3,153	17,38	2,001

Таблиця 4

Модель	Точність	Середньоквадратична похибка	Середня відносна похибка	Коефіцієнт кореляції	Критерій Фішера		Критерій Стьюдента	
	r	S	$\delta_{\text{сер}}$	R	$F_{\text{розр}}$	$F_{\text{кр}}$	$t_{\text{розр}}$	$t_{\text{кр}}$
Адаптивна модель Брауна	77,65	27,92	22,35	0,8057	54,574	3,153	10,447	2,001
Метод динамічної регресії	78,47	18,3	20,59	0,8398	72,132	3,153	8,926	2,001

Отже, аналізуючи показники рівня доходів малого підприємства від ремонту та обслуговування електронної техніки і від її продажу доцільно використовувати модель динамічної регресії. Це підтверджено критеріями адекватності моделі фактичним даним. Точність моделі динамічної регресії приймає значення 83,3% при екстраполяції доходів від надання послуг та 78,47% – від продажу та є вищими ніж у моделі Брауна.

Середньоквадратична похибка складає 29,98% та 18,3%. Значення коефіцієнту кореляції 0,9146 та 0,8398, що свідчить про високий лінійний зв'язок між ознаками, в даному випадку «часу» та «доходу». Статистично критерію Фішера та критерію Стьюдента: розрахункові значення критеріїв перевищують критичні (табличні) значення, а це підтверджує статистичну значимість моделі регресії.

Таким чином, для прогнозування розвитку підприємства необхідно у обох випадках використати метод динамічної регресії. Для більш наочного представлення реальних та розрахункових даних надано діаграми (рис.1, рис.2)

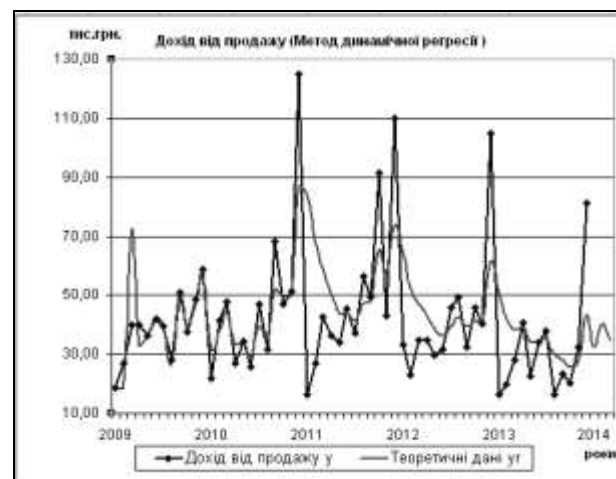


Рис.1. Діаграма залежності фактичних та розрахункових даних доходу фірми від продажу

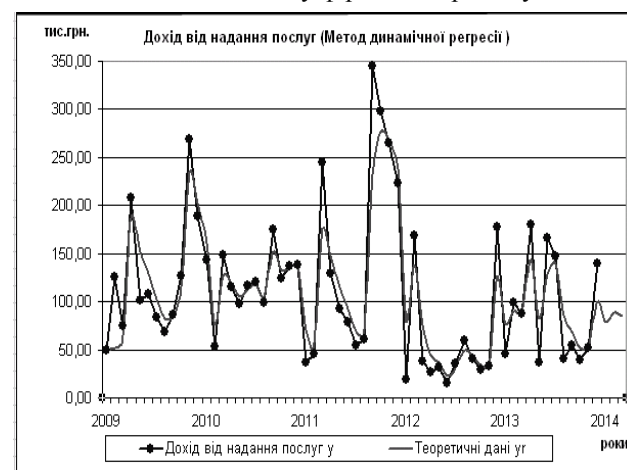


Рис.2. Діаграма залежності фактичних та розрахункових даних доходу фірми від сервісу

Прогноз на перші три місяці 2014 року по доходу підприємства від продажу електронної техніки та її сервісного обслуговування за методом динамічної регресії надано у таблиці 5:

Таблиця 5

Період (роки)	Період	Дохід від надання послуг, тис.грн. (yt)	Теоретичні дані yt	Дохід від продажу, тис.грн. (yt)	Теоретичні дані yt
2014	б1		79,04		32,42
	б2		88,59		40,26
	б3		84,34		34,73

За результатами розрахунку прогнозні значення від надання сервісних послуг: на січень – 79,04 тис.грн., лютий – 88,59 тис.грн., березень – 84,34 тис.грн. При цьому точність прогнозу складає 83,8%. Для показника доходу фірми від продажу електронної техніки отримуємо наступні прогнозні значення: січень – 32,42 тис.грн., лютий – 40,26 тис.грн., березень – 34,73 тис.грн. При цьому точність прогнозу складає 78,47%.

Висновки

Дослідивши динаміку доходу на майбутні періоди, слід зазначити, що керівництву підприємства потрібно звернути увагу на ремонт та сервісне обслуговування електронної техніки, як найбільш перспективний напрям розвитку.

Для подальших досліджень в зазначених економічних умовах, рекомендовано використовувати адаптивні моделі прогнозування. Тому що вони мають змогу пристосовуватися до нестабільних ситуацій, та робити прогноз на основі адекватних даних.

Література: 1. Аналітичний звіт про стан і перспективи розвитку малого та середнього підприємництва в Україні // Державна служба України з питань регуляторної політики та розвитку підприємництва – К., – 2013. – 55 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.dkrp.gov.ua/info/1220> 2. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов: учебное пособие / П.Лукашин – М: Финансы и статистика, 2003. – 416 с. 3. Давнис В.В. Адаптивные модели: анализ и прогноз в экономических системах / В.В.Давнис, В.И.Тинякова. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2006. – 380 с. 4. Скрильник І.І. Навчальний посібник з дисципліни «Прогнозування соціально-економічних процесів» для економічних спеціальностей усіх форм навчання / Скрильник І.І., Климко О.Г.– Полтава: Видавництво ПолтНТУ, 2012. – 228 с. 5. Коломицева А.О. Умови й переваги використання адаптивних раціональних прогнозів у завданнях розвитку інноваційно-орієнтованих систем // Проблеми економіки. Математичні методи та моделі в економіці. 2012, №2, С.48-50.

Рецензент: д-р. екон. наук., доцент Онищенко А.М.

Климко Олена Генріхівна, старший викладач кафедри економічної кібернетики Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Наукові інтереси: економіко-математичне моделювання, прийняття рішень. 36021 м. Полтава, вул. Алмазна 1-А, кв. 34, тел. (053-2) 68-01-41.

Черниш Юлія Миколаївна, студентка групи 402-ЕК факультету менеджменту та бізнесу Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Наукові інтереси: прогнозування та прийняття рішень. 36007 м. Полтава, вул. М.Бірюзова, 84. кв.84. тел. (053-2) 56-75-13.

УДК 519.86

ЗАСТОСУВАННЯ АДАПТИВНИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНЯ ДОХОДІВ МАЛОГО ПІДПРИЄМСТВА

О.Г.Климко, Ю.М.Черниш // Радіоелектроніка та інформатика. 2013. № 03. С. 00-00

Розглянуто застосування апарату адаптивного моделювання в якості економіко-математичного моделювання економічних показників діяльності малого підприємства. Виконано аналіз динаміки показників за допомогою моделі динамічної регресії та моделі Брауна.

Табл. 5. Іл. 2. Бібліогр.: 5 назв.

UDC 519.86

USING OF ADAPTIVE MODELS TO PREDICT THE INCOME LEVEL IN SMALL BUSINESS

H.Klymko, Yu.Chernysh // Radioelektronika i informatica. 2013. № 3. P. 00-00

The application of adaptive simulation apparatus was considered in the article in order to model economic indexes using in small business. Dynamics of economic indexes was analyzed using model of dynamic regression and model of Brown.

Tab. 5. Fig. 2. Ref.: 5 items.