

Гуріна О. В., доктор економічних наук, доцент, завідувач кафедри фінансів та обліку, Миколаївський національний університет імені В.О. Сухомлинського, м. Миколаїв, Україна

ORCID ID: 0000-0002-6315-6067

e-mail: gurina161277@gmail.com

Адаптивні моделі прогнозування фінансового забезпечення регіонального розвитку

Анотація. Виявлено, що в складній соціально-економічній ситуації, в умовах мінливості зовнішнього середовища, нестабільності політичних та економічних процесів, результативність регіонального розвитку залежить від оптимальної моделі його фінансування. Обґрунтовано ефективність фінансового планування і показано, що вона може бути досягнута за рахунок точності прогнозного рівня планованих показників. Досліджено окремі аспекти прогнозування фінансового забезпечення регіонального розвитку. В якості інструменту прогнозування використано базові адаптивні моделі, зокрема, розрахунки здійснено на основі моделі Брауна. Запропонована адаптивна модель Брауна для короткострокового прогнозування протестована на адекватність та зроблені висновки щодо можливості її застосування у практиці планування обсягів фінансового забезпечення регіонального розвитку.

Ключові слова: адаптивні моделі; регіональний розвиток; фінансове забезпечення; прогнозування; фінансове планування.

Hurina O., Doctor of Economics, Associate Professor, The Head of the Department of Finance and Accounting, Mykolaiv National University named after V.O. Sukhomlynsky, Mykolayiv, Ukraine

Adaptive models for forecasting the financial support of regional development

Abstract. Introduction. Adaptive models provide for the possibility to forecast financial and economic indicators in the short term, provided that a small amount of statistical data is available. The most common adaptive forecasting models are Brown, Holt, Holt-Winters, Box-Jenkins, autoregressive and other models. We believe that the use of adaptive forecasting models becomes especially important in the context of constant changes in the external environment and instability of economic and political situation.

Purpose. The purpose of this article is to forecast based on basic adaptive models of the level of financial support for regional development in the short term.

Results. It is noted that improving the effectiveness of regional development is facilitated by the formation of an optimal model of its financing. In the conditions of environmental variability, it is necessary to approach the issues of development and implementation of financial plans especially carefully. The optimality of financial planning is determined by the degree of achievement of the accuracy of the forecast level of the planned indicators.

With the help of the basic adaptive model of Brown the forecasting level of financial provision of regional development for the nearest future is made. One-dimensional time series was selected as the information base of the study, which reflected the results of the implementation of the local budget revenue part of the Mykolaiv area.

Conclusions. In the course of the research, the thesis about the optimality of financial planning was substantiated, it was shown that it can be determined by the degree of accuracy of the forecast level of the planned indicators. The effectiveness of Brown's adaptive model for short-term planning of regional development financial support has been proved. The proposed model has been tested for adequacy, and on its basis recommendations for further application in practice of regional development financing planning have been developed.

Keywords: adaptive models; regional development; financial support; forecasting; financial planning.

JEL Classification: C10, C53.

Постановка проблеми. Регіони України функціонують у сучасному ринковому середовищі, яке вимагає високого рівня соціалізації, стимулювання регіональних ініціатив розвитку, формування регіональної конкурентоспроможності та економічних переваг. Забезпеченню ефективного регіонального розвитку сприяє формування оптимальної моделі його фінансування. У цих умовах особливо детально слід підходити до розробки та реалізації фінансових планів щодо забезпечення процесів розвитку регіонів.

Точність фінансового планування може бути досягнута за рахунок використання інструментів прогнозування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Прогнозуванню регіонального розвитку присвячена чимала кількість наукових праць вітчизняних та зарубіжних дослідників. До фундаментальних напрацювань щодо розвитку методології прогнозування та застосування кількісних методів в економіці належать роботи В. Василенка, З. Герасимчук, Ф. Важинського, І. Коломійця,

Т. Кравченко, О. Лайко, О. Мурашова, Є. Слуцького, А. Сухорукова, В. Уколова, Ю. Шарова, Д. Ханка.

Питанням практичного застосування моделей прогнозування приділено багато уваги у працях таких авторів як О. Амоша, Н. Багров, С. Божко, В. Буркинський, І. Вахович, В. Геєць, Б. Данілішин, Ю. Єршов, В. Леонтьєв, Е. Лібанова, А. Льош, К. Льюїс, А. Мельник, Д. Морелл, А. Райтс, Т. Сааті, Б. Спенсер, Г. Тейл, Д. Уінчїрс, В. Шевчук, Н. Шабранська, Б. Щукін, Е. Янч.

Окремі аспекти моделювання та прогнозування фінансового забезпечення регіонального розвитку досліджували Ю. Барський, Я. Буздуган, О. Василик, Г. Гоутон, Н. Крепишева, М. Кужелів, О. Луньова, О. Міщук, А. Нечипоренко, В. Опарін, О. Онищенко, І. Ропотан, В. Прокопенко, В. Савченко, Р. Стімсон, С. Чарбіт, В. Шелудько та інші.

Відмічаючи безумовні переваги запропонованих авторами підходів щодо планування фінансового забезпечення регіонального розвитку слід відмітити, що подальшого розвитку потребують аспекти спрямовані на прогнозування рівня фінансового забезпечення регіонального розвитку.

Формулювання цілей дослідження. Метою статті є обґрунтування доцільності та реалізація процедури прогнозування рівня фінансового забезпечення регіонального розвитку з використанням базових адаптивних моделей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з найвагоміших бар'єрів на шляху розвитку регіональної економіки в нашій країні є недостатній рівень фінансового забезпечення, що у поєднанні з неефективним механізмом планування, формування і розподілу фінансових ресурсів призвів до негативних наслідків. На сучасному етапі поступової трансформації соціально-економічного розвитку регіонів та в умовах реалізації реформи бюджетної децентралізації виникає ряд гострих проблем, що пов'язані з фінансовим забезпеченням.

Фінансове планування як операційний процес передбачає послідовну реалізацію трьох етапів: аналіз поточного фінансового стану, прогнозування майбутніх значень планових показників та безпосереднє складання планів із механізмами їх реалізації та поточного коригування [10]. Об'єктом фінансового планування є фінансові ресурси. Ефективність фінансового планування визначається ступенем досягнення точності прогнозованих фінансових ресурсів та їх порівнянності з фактичними даними.

Прогнозування обсягів фінансових ресурсів для забезпечення регіонального розвитку має на меті розв'язання наступних завдань:

- визначення об'єктивного, обґрунтованого майбутнього стану розвитку регіону з урахуванням наявних фінансових ресурсів;
- визначення обсягів фінансових ресурсів для забезпечення перспективного регіонального розвитку;

– забезпечення організації планування, розподілу та використання обсягів фінансових ресурсів для забезпечення потреб регіонального розвитку;

– визначення розмірів екстремальних потреб в фінансових ресурсах шляхом встановлення найменшого та найбільшого їх значення;

– визначення джерел формування фінансових ресурсів для забезпечення регіонального розвитку;

– визначення, з урахуванням прогнозних оцінок, напрямів використання фінансових ресурсів для забезпечення потреб регіонального розвитку;

– визначення факторів, які впливають на досліджувані процеси майбутнього.

Одним із можливих шляхів розв'язання поставлених завдань є, на нашу думку, застосування статистичних методів прогнозування, які дозволяють отримати очікувані значення характеристик досліджуваних показників. Враховуючи те, що регіони розвиваються в умовах невизначеності та постійних змін, можливість застосування традиційних моделей, заснованих на екстраполяції стаціонарних процесів, є значно обмеженою.

Постійні зміни в зовнішньому середовищі найбільш вдало враховуються при короткостроковому прогнозуванні, де важлива динаміка розвитку досліджуваного показника в кінці періоду спостережень, а не тенденція його розвитку в середньому протягом періоду дослідження [1]. Отже, виникає потреба в таких прогнозних моделях, які б відображали якісні зміни, що відбуваються в закономірностях розвитку досліджуваних процесів. Ситуація загострюється відсутністю апріорної інформації про характер подібних змін. З урахуванням вище наведеного, вважаємо, що точність прогнозних оцінок може бути забезпечена адаптивними моделями. На відміну від інших моделей прогнозування, саме адаптивні здатні враховувати еволюцію динамічних характеристик при відображенні поточного стану об'єкта що досліджується.

Адаптивне прогнозування розвивається в двох напрямках: ускладнення структури прогнозних моделей та удосконалення адаптивних механізмів. Наразі, актуальності набувають питання, пов'язані з проблемою поширення сфери застосування принципів адаптації до розв'язання задач перспективного планування, в тому числі і фінансового.

Адаптивні моделі і методи мають в своїй структурі вбудований механізм, який реагує на зміни досліджуваного показника. Оцінка параметрів базових адаптивних моделей проводиться за декількома першими спостереженнями, на її основі складається прогноз, який порівнюється із фактичними даними. На наступному кроці модель коригується у відповідності з величиною помилки прогнозу і далі використовується для прогнозування чергового рівня, процедура повторюється доки не вичерпаються всі спостереження. Таким чином, модель на кожному

кроці враховує зміни, що відбуваються в зовнішньому та внутрішньому середовищі, пристосовується до змін та в кінці періоду відображає тенденцію, яка склалася

на поточний момент. Прогноз є результатом екстраполяції останньої тенденції [2].

На рис. 1 схематично наведений алгоритм побудови адаптивних моделей.

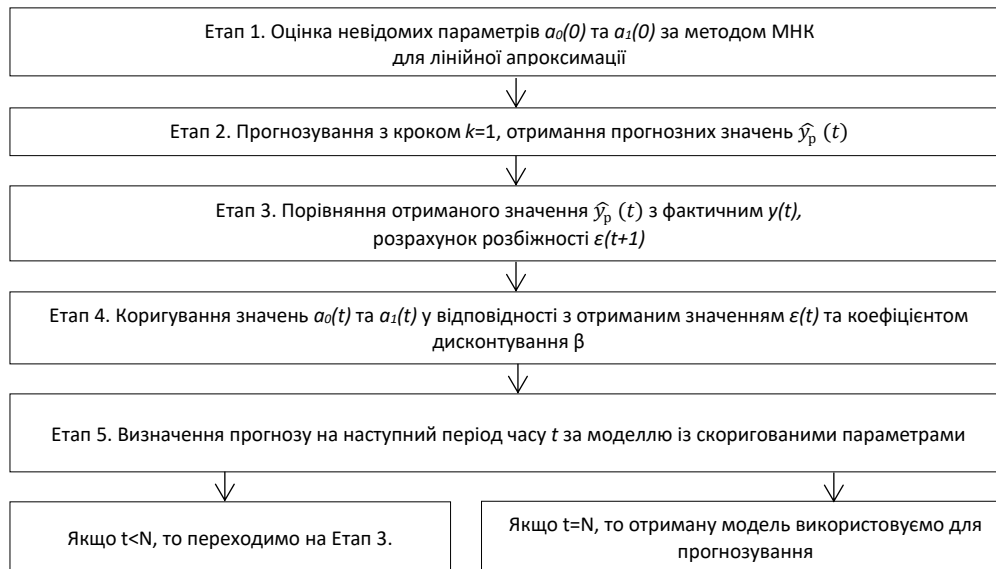


Рисунок 1 –Алгоритм побудови адаптивних моделей прогнозування

Джерело: узагальнено автором

Прогнозування показників фінансового забезпечення розвитку регіону пропонуємо реалізовувати з використанням базових адаптивних моделей – моделі Брауна, Хольта та моделі авторегресії. В моделях Брауна і Хольта прогнозування базується на використанні ковзної середньої, в моделі авто регресії – на схемі авторегресії. Відрізняються названі моделі способом чисельної оцінки невідомих параметрів, визначенням параметрів адаптації та їх структуруванням.

Адаптивні моделі прогнозування за своїми властивостями є такими, що самокоригуються, тобто враховують на кожному наступному кроці результати попередніх та їх інформаційну цінність [10].

За методом ковзної середньої, оцінка поточного рівня є зваженим середнім попередніх рівнів, причому ваги при спостереженнях спадають в міру їх віддалення від останнього (поточного) рівня, тобто інформаційна цінність спостережень тим вища, чим ближче вони розташовані до кінця періоду спостережень. За методом авторегресії, оцінка поточного рівня є зваженою середньою сумою попередніх рівнів. Інформаційна цінність спостережень визначається не їх близькістю до модельованого рівня, а тісністю зв'язку між ними [1].

З метою реалізації адаптивних моделей прогнозування на практиці нами спрогнозовані обсяги фінансового забезпечення Миколаївської області на

грудень 2019 р. – лютий 2020 р. з використанням моделі Брауна. В якості вхідної інформації в моделі використаний одновимірний часовий ряд в якому відображені результати виконання доходної частини державного бюджету Миколаївської області за січень-листопад 2019 р. Прийняття рішення щодо прогнозування фінансового забезпечення регіонального розвитку базувалося на перевагах саме адаптивних моделей. Адже, як зазначалося вище адаптивні моделі можуть будуватися з використанням невеликого масиву даних та є придатними для короткострокового прогнозування, яке застосовується в умовах мінливості та нестабільності зовнішнього середовища.

Для оцінки параметрів в моделі Брауна обраний крок прогнозування $k=1$, та параметр згладжування $\alpha=0,75$. Оптимальне значення параметра дисконтування β визначено з використанням методів чисельної оптимізації за умови, що він знаходиться в межах від 0 до 1.

У табл. 1 зведені всі розрахунки за моделлю Брауна відповідно до наведеного вище алгоритму та вказаних припущень.

Таким чином, для останнього кроку нами отримана адаптивна модель Брауна, яка має вигляд:

$$y_p(n+k)=945641,57+33388,0 \cdot k$$

Таблиця 1 Результати оцінки параметрів моделі Брауна

t	y(t)	a ₀	a ₁	$\hat{y}_p(t)$	$\varepsilon(t)$
		684691,37	33114,03		
1	596763,2	604328,34	-34972,2	717805,4	-121042,2
2	821898,1	806114,23	107082,7	569356,13	252541,97
3	1039525,1	1031629,59	178142,3	913196,88	126328,22
4	577397,0	616920,43	-177569,0	1209771,86	-632374,86
5	884583,9	856756,9	72874,45	439351,85	445232,06
6	630170,5	648886,8	-95572,3	929631,34	-299460,84
7	900254,9	878571,13	99581,68	553314,53	346940,37
8	929779,0	932802,36	72371,42	978152,81	-48373,81
9	744006,23	760329,2	-74535,3	1005173,78	-261167,55
10	960479,79	943311,92	79975,5	685793,87	274685,92
11	940465,18	945641,57	33388,0	1023287,42	-82822,24

Джерело: розраховано автором на основі даних [3]

Для розрахунку точкових прогнозних оцінок на наступні періоди (грудень 2019 р. - лютий 2020 р.) в наведену формулу підставимо значення k=1, 2, 3:

грудень 2019 р.: $y_p(12) = 945641,57 + 33388,0 \cdot 1 = 979029,57$ тис. грн.

січень 2020 р.: $y_p(13) = 945641,57 + 33388,0 \cdot 2 = 1012417,6$ тис. грн.

лютий 2020 р.: $y_p(14) = 945641,57 + 33388,0 \cdot 3 = 1045805,6$ тис. грн.

Якість моделі визначається її адекватністю досліджуваному процесу, яка характеризується відповідністю статистичним властивостям й ступенем близькості до фактичних даних (точністю). Модель вважається адекватною, якщо ряд залишків ($\varepsilon(t)$) відповідає властивостям випадковості, незалежності послідовних рівнів ряду та нормальності розподілу [1]. Результати дослідження адекватності адаптивної моделі прогнозування фінансового забезпечення регіонального розвитку наведені в табл. 2.

Таблиця 2 Результати оцінки адекватності моделі Брауна

t	y(t)	$\varepsilon(t)$	Точки повороту	$\varepsilon(t)^2$	$\varepsilon(t-1)$	$(\varepsilon(t) - \varepsilon(t-1))^2$
1	596763,2	-121042,2	-	14651214180,84	-	-
2	821898,1	252541,97	1	63777446611,48	-121042,2	139565132074,59
3	1039525,1	126328,22	0	15958819800,01	252541,97	15929910057,99
4	577397,0	-632374,86	1	399897965931,43	126328,22	575630366446,62
5	884583,9	445232,06	0	198231582938,66	-632374,86	1161236663592,57
6	630170,5	-299460,84	0	89676796822,49	445232,06	554567520604,71
7	900254,9	346940,37	1	120367623649,29	-299460,84	417834530463,10
8	929779,0	-48373,81	0	2340025483,29	346940,37	156273300822,21
9	744006,23	-261167,55	1	68208488320,83	-48373,81	45281175088,85
10	960479,79	274685,92	1	75452354060,54	-261167,55	287138940168,46
11	940465,18	-82822,24	0	6859523233,22	274685,92	127812083579,99
	Σ	487,04	5	1055421841032,1	-	3481269622899,10

Джерело: розраховано автором

Перевірка випадковості рівнів ряду залишків здійснюється на основі критерію поворотних точок, за яким кожен рівень ряду порівнюється з двома поряд розташованими. Далі визначається сума поворотних точок і її значення порівнюється з нерівністю: $p > \left[\frac{2 \cdot (N-2)}{3} - 1,96 \cdot \sqrt{\frac{16 \cdot N - 29}{90}} \right]$ [1]. За виконаними нами розрахунками сума поворотних точок дорівнює 5, що є більшим за 3 (розрахунки за нерівністю). Отже, наведена нерівність виконується, а ряд залишків вважається таким, що відповідає властивості випадковості.

Незалежність залишків (відсутність автокореляції) перевіряється за критерієм Дарбіна-Уотсона, у відповідності з яким визначається коефіцієнт d. За виконаними розрахунками приведене значення $d' = 0,7$ ($d < 2$), що свідчить про відсутність автокореляції та незалежність залишків.

Відповідність залишків нормальному закону розподілу визначається за R/S критерієм, а саме: $R/S = \frac{\varepsilon(t)_{\max} - \varepsilon(t)_{\min}}{S}$ з критичними рівнями, які для N=11 відповідають інтервалу (2,74; 3,8). Розраховане нами значення R/S дорівнює 3,32 і потрапляє у вказаний інтервал, що свідчить про відповідність ряду залишків

нормальному закону розподілу і допустимість побудови інтервалів довіри для прогнозу.

Таким чином, розрахунки, отримані за адаптивною моделлю Брауна дозволяють зробити висновок про адекватність моделі та її придатність до практичного використання в реальних економічних умовах.

Висновки та перспективи подальших розвідок. З'ясовано, що одним із бар'єрів на шляху розвитку регіональної економіки в нашій країні є недостатній рівень фінансового забезпечення. У ході дослідження обґрунтовано оптимальність фінансового планування, показано, що вона може бути досягнена за рахунок точності прогнозного рівня планованих показників.

Зважаючи на це, нами було запропоновано використовувати адаптивні моделі прогнозування, адже саме вони за умов мінливості зовнішнього середовища здатні враховувати еволюцію динамічних характеристик при відображенні поточного стану об'єкта що досліджується. Доведено ефективність застосування адаптивної моделі Брауна для короткострокового планування фінансового забезпечення регіонального розвитку. Запропонована модель протестована на адекватність, на її основі розроблені рекомендації щодо подальшого застосування в практиці планування фінансування регіонального розвитку.

Література:

1. Амоша О.І., Геєць В.М. Моделювання та прогнозування економічного розвитку регіонів. Київ : Інформаційні системи. 2013. 439 с.
2. Вазинський Ф.А., Коломієць І.Ф. Основні методи прогнозування соціально-економічного розвитку регіону. *Науковий вісник*. 2004. Вип. 14.7. С. 166-170.
3. Державна казначейська служба України: Головне управління у Миколаївській області. URL : <https://myk.treasury.gov.ua/ua/news/rezultati-vikonannya-dohodnoyi-chastini-derzhavnogo-ta-miscevih-byudzhetiv-mikolajivskoyi-oblasti-za-sichen-lipen-2019-roku>.
4. Кравченко Т. В. Методи прогнозування регіонального економічного розвитку. *Економічний аналіз : зб. наук. праць*. 2013. Том 13. С. 88-94.
5. Кузельєв М. О., Нечипоренко А. В. Фінансові інструменти стимулювання регіонального розвитку: практика використання в Україні : монографія. К. : Вид-во «Центр учбової літератури». 2019. 224 с.
6. Муратов О. М., Лайко О. І. Методичні основи прогнозування і регулювання розвитку мезосистем в національній економіці. *Економічні інновації*. 2016. Вип. 62. С. 209-214.
7. Огонь Ц. Доходи місцевих бюджетів та напрями їх реструктуризації. *Фінанси України*. 2006. № 4. С. 3-11.
8. Петрушенко М.М. Прогнозування та регулювання розвитку національної економіки: соціоприродні й економічні протиріччя : монографія. Суми : Університетська книга. 2013. 336 с.
9. Райко Г. А., Данилец В. В., Гапонов В. О. Применение стратегических методов для решения задач прогнозирования в системе управления регионом. *Проблеми інформаційних технологій*. 2016. № 01(019). С. 131-141.
10. Шелудько В. М. Фінансовий менеджмент : підр. Київ : Знання. 2013. 375 с.
11. Щукін Б. М., Шабранська Н. І. Методичні засади прогнозування розвитку регіону. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2015. № 2 (175). С. 173-176.

References:

1. Amosha, O. I. & Ghejecz, V. M. (2013). *Modeljuvannja ta prognozuvannja ekonomichnogho rozvytku rehioniv*. Kyjiv : Informacijni systemy [in Ukrainian].
2. Vazhynskij, F. A. & Kolomiiets, I. F. (2004). Basic methods of forecasting region socio-economic development, *Academic herald: Collection of academic and technical works*, 14, 7, 166-170.
3. Derzhavna kaznacheiska sluzhba Ukrainy: Gholovne upravlinnja u Mykolajivskij oblasti (2019). *Ofitsiinyi veb-sait*. Retrieved from <https://myk.treasury.gov.ua/ua/news/rezultati-vikonannya-dohodnoyi-chastini-derzhavnogo-ta-miscevih-byudzhetiv-mikolajivskoyi-oblasti-za-sichen-lipen-2019-roku> [in Ukr.]
4. Kravchenko, T. (2013). Methods of forecasting regional economic development. *Ekonomichnyj analiz*, 13, 88-94.
5. Kuzheljev, M. O. & Nechiporenko, A. V. (2019). *Finansovi instrumenty stymuljuvannja rehionaljnogho rozvytku: praktyka vykorystannja v Ukrajinі*. Kyiv: Centr uchbovoji literatury [in Ukrainian].
6. Muratov, O. & Lajko, O. (2016). Methodological basis for forecasting and regulating the development of mesosystems in the national economy. *Ekonomichni innovaciji*, 62, 209-214.
7. Ohon, T. (2006). Revenues of local budgets and areas of restructuring. *Finansy Ukrainy*, 4, 3-11.
8. Petrusenko, M. (2013). *Prognozuvannja ta rehuluvannja rozvytku natsionalnoi ekonomiky: sotsiopryrodni y ekonomichni protyrichchia*. Sumy : Universytetska knyha [in Ukrainian].
9. Rajko G., Danylec V. & Ghaponov V. (2016). The use of strategic methods to solve forecasting problems in the region's management system. *Problemy informacijnykh tekhnologij*, 1, 19, 131-141.
10. Sheludjko, V. (2013). *Finansovyj menedzhment*. Kyjiv: Znannja [in Ukrainian].
11. Shhukin, B. & Shabransjka, N. (2015). Methodically plant the forecast for the development of the region. *Formuvannja rynkovykh vidnosyn v Ukrajinі*, 2(175), 173-176.

