

Teacher Education in Ukraine]. *Teoriia ta praktyka derzhavnoho upravlinnia i mistsevoho samovriadvannia*. 2015. [http://el-zbirn-du.at.ua/2015\\_1/24.pdf](http://el-zbirn-du.at.ua/2015_1/24.pdf)

KAN Development. <https://www.kandevelopment.com/>

Meshko, N. P., and Kolesnyk, V. V. "Stsenarnyi pidkhid v stratehichnomu upravlinni zovnishnoekonomichnoiu diialnistiu metalurhiinykh pidpriemstv" [Scenario Approach in Strategic Management of Foreign Economic Activity of Metallurgical Enterprises]. *Efektynna ekonomika*. 2017. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=5925>

Ringland, G. *Scenario Planning: Managing for the Future*. Chichester, UK: Chichester John Wiley, 2006.

Royal BAM Group. <https://www.bam.com/>

Schwartz, P. *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Crown Currency, 1996.

Shandova, N. V. "Stsenarnyi pidkhid do vyznachennia napriamkiv rozvytku pidpriemstva" [Scenario Approach to Determining the Directions of Enterprise Development]. *Visnyk ZhDTU: Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia*, no. 1 (2017): 165-169. DOI: [https://doi.org/10.26642/jen-2017-1\(79\)-165-169](https://doi.org/10.26642/jen-2017-1(79)-165-169)

Shymanovska-Dianyach, L. M. et al. "Udoskonalennia systemy pryiniattia upravlinskykh rishen v zakladakh osvity v konteksti innovatsiino transformatsiinoho ta bezpekoorientovanoho pidkhdou yak chynnyk proaktyvnoho kryzovoho menedzhmentu v umovakh

nevyznachenosti" [Improving the Decision-Making System in Educational Institutions in the Context of an Innovation-Transformational and Security-Oriented Approach as a Factor of Proactive Crisis Management Inconditions of Uncertainty]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii*, no. 7 (2025): 505-516. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-7\(47\)-505-516](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-7(47)-505-516)

Skanska Group. <https://group.skanska.com/>

Uhl-Bien, M., and Arena, M. "Complexity leadership: Enabling people and organizations for adaptability". *Organizational Dynamics*, vol. 46, no. 1 (2017): 9-20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2016.12.001>

Wright, G., Cairns, G., and Bradfield, R. "Scenario methodology: New developments in theory and practice: Introduction to the Special Issue". *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, no. 4 (2013): 561-565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2012.11.011>

Zghurovskyi, M. Z., and Pereverza, K. V. "Metodyka pobudovy stsenariiv rozvytku Ukrainy z vykorystanniam SWOT-analizu" [Methodology for Constructing Development Scenarios for Ukraine Using SWOT Analysis]. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnolohii*. 2009. <https://nasplib.isofts.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/c818bf64-23e9-460b-9602-67fc66dcb11a/content>

УДК 658.012.2:330.131.7

JEL: C53; D81; L21

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-6-414-421>

## АДАПТИВНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

©2025 ПОРСЮРОВА І. П.

УДК 658.012.2:330.131.7

JEL: C53; D81; L21

### Порсюрова І. П. Адаптивне прогнозування як інструмент управління підприємством в умовах невизначеності

Метою статті є обґрунтування доцільності використання адаптивного прогнозування як ефективного інструменту управління підприємством в умовах економічної невизначеності. Розкрито сутність адаптивних моделей як самоналагоджувальних рекурентних систем, здатних оперативно змінювати свої параметри у відповідь на нову інформацію, враховуючи динамічну природу досліджуваних процесів. Адаптивні підходи дозволяють моделі швидко реагувати на коливання ринку, непередбачувані зміни в попиті, сезонні зрушення та інші зовнішні та внутрішні фактори. Проаналізовано наукові підходи до класифікації та практичного застосування методів адаптивного прогнозування, серед яких: методи експоненційного згладжування (SES, Holt, Winters), адаптивні фільтри (зокрема, фільтр Калмана), штучні нейронні мережі (RNN, LSTM, GRU), а також методи зміни параметрів моделей (адаптивні ARMA). У статті систематизовано переваги, обмеження та ризики застосування кожного з підходів у контексті управлінських рішень. Особливу увагу приділено гнучкості моделей, їхній здатності до самонавчання та адаптації, що є критично важливим для підприємств, які функціонують у мінливому середовищі. Обґрунтовано, що поєднання адаптивних методів із експертними оцінками та інструментами штучного інтелекту здатне забезпечити підвищення точності прогнозів і якості стратегічного планування. Перспективи подальших досліджень включають автоматизацію процесу вибору моделей, удосконалення алгоритмів адаптації та розробку інтерпретованих гібридних моделей для управлінської практики.

**Ключові слова:** адаптивне прогнозування, управління підприємством, економічна невизначеність, часові ряди, експоненційне згладжування, нейронні мережі, моделі.

**Табл.:** 1. **Бібл.:** 12.

**Порсюрова Ірина Петрівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри маркетингу та торговельного підприємництва, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (майdan Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

**E-mail:** [i.porsiurova@karazin.ua](mailto:i.porsiurova@karazin.ua)

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4903-8566>

**Porsiurova I. P. Adaptive Forecasting as a Tool for Managing an Enterprise under Uncertainty**

The aim of the article is to substantiate the feasibility of using adaptive forecasting as an effective management tool for enterprises in conditions of economic uncertainty. The essence of adaptive models is revealed as self-tuning recurrent systems capable of rapidly changing their parameters in response to new information, taking into account the dynamic nature of the processes under study. Adaptive approaches enable the model to quickly respond to market fluctuations, unpredictable changes in demand, seasonal shifts, and other external and internal factors. The scientific approaches to the classification and practical application of adaptive forecasting methods are analyzed, including: exponential smoothing methods (SES, Holt, Winters), adaptive filters (in particular, the Kalman filter), artificial neural networks (RNN, LSTM, GRU), as well as methods for changing model parameters (adaptive ARMA). The article systematizes the advantages, limitations, and risks of applying each of the approaches in the context of managerial decisions. Particular attention is paid to the flexibility of models, their ability to self-learn and adapt, which is critically important for businesses operating in a changing environment. It is substantiated that the combination of adaptive methods with expert evaluations and artificial intelligence tools can ensure increased accuracy of forecasts and quality of strategic planning. Prospects for further research include automating the model selection process, improving adaptation algorithms, and developing interpretable hybrid models for managerial practice.

**Keywords:** adaptive forecasting, enterprise management, economic uncertainty, time series, exponential smoothing, neural networks, models.

**Tabl.:** 1. **Bibl.:** 12.

**Porsiurova Iryna P.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Trade Entrepreneurship, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

**E-mail:** i.porsiurova@karazin.ua

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4903-8566>

В умовах постійної трансформації зовнішнього середовища та зростаючої економічної нестабільності підприємства стикаються з високим рівнем невизначеності, що ускладнює процес прийняття управлінських рішень. Зокрема, виклики, пов'язані з нестабільністю ринків, змінами у споживчому попиті, глобальними кризовими явищами та технологічними проривами, вимагають від суб'єктів господарювання гнучких і своєчасних реакцій. У цьому контексті особливої актуальності набуває адаптивне прогнозування як дієвий інструмент сучасного управління. Адаптивне прогнозування дозволяє підприємствам оперативно реагувати на зміни зовнішнього середовища шляхом постійного оновлення прогнозних даних, урахування нових факторів ризику та застосування гнучких моделей прийняття рішень. Використання адаптивних підходів до прогнозування сприяє не лише підвищенню точності планування, але й забезпечує ефективну координацію ресурсів, що особливо важливо в умовах обмеженості фінансових і виробничих можливостей.

Вищезазначене обумовлює актуальність теми, яка визначається необхідністю вдосконалення системи управління підприємством з урахуванням динамічного та нестабільного середовища, де адаптивне прогнозування виступає важливою складовою стратегічного та оперативного управління, здатною значно посилити конкурентоспроможність бізнес-структур.

Проблеми щодо визначення методів адаптивного прогнозування та їх впливу на діяльність підприємства ставали предметом дослідження багатьох вітчизняних та іноземних вчених, зокрема: Антонюка А. О., Бандоріної Л. М., Лозовської Л. І., Савчука Л. М., Вітлінського В. В., Іващука О. Т., Ка-

мінської Н. І., Казарезова А. Я., Ципліцької О. О., Мальярець Л. М., Койбічука В. В., Місюри Є. Ю., Мельникової М. В., Григорківа В. С., Островського П. І., Гострика О. М., Добруніка Т. П., Радової О. В., Ревенко Д. С., Щербініної С. А., Климко О. Г., Марочко Т. Р. та ін. [1–12].

Водночас низка аспектів, пов'язаних із застосуванням методів адаптивного прогнозування на вітчизняних підприємствах, залишається недостатньо дослідженою. Зокрема, не вирішеними є питання комплексного підходу до адаптації прогнозних моделей у контексті багатовимірної невизначеності, що формується під впливом цифрових трансформацій. Це стосується не лише математичного чи статистичного забезпечення моделей, а й узгодження прогнозних даних з економічними, управлінськими та інформаційними аспектами функціонування підприємства.

Враховуючи, що цифровізація активізує обсяги даних і впливає на швидкоплинність зовнішнього середовища, виникає потреба в дослідженні механізмів адаптації прогнозних підходів до реальних умов підприємницької діяльності. Особливої уваги потребує ідентифікація головних елементів, які впливають на точність адаптивних прогнозів, з урахуванням інтеграції аналітичних, інтелектуальних і правових складових в умовах невизначеності та цифрової динаміки.

Метою статті є обґрунтування доцільності використання адаптивного прогнозування як ефективного інструменту управління підприємством в умовах економічної невизначеності.

Відповідно до визначеної мети необхідно окреслити коло завдань дослідження:

- ✦ проаналізувати природу невизначеності в сучасному економічному середовищі та її вплив на ефективність традиційних методів прогнозування;
- ✦ розкрити сутність адаптивного прогнозування, визначити його основні характеристики та принципи дії; охарактеризувати основні методи адаптивного прогнозування;
- ✦ визначити переваги та обмеження кожного з методів у контексті використання в умовах невизначеності;
- ✦ оцінити практичну доцільність використання адаптивного прогнозування на підприємствах з урахуванням специфіки даних і рівня нестабільності середовища;
- ✦ надати рекомендації щодо вибору та комбінування адаптивних методів для підвищення точності управлінських прогнозів.

В умовах високої невизначеності економічного середовища, коли традиційні методи прогнозування, що базуються на екстраполяції сталих тенденцій або чітких причинно-наслідкових зв'язків, стають менш ефективними, особливого значення набувають методи адаптивного прогнозування. Ці методи характеризуються здатністю автоматично коригувати свої параметри та структуру у відповідь на надходження нової інформації та зміни в досліджуваному процесі. Їхня особливість полягає в гнучкості та здатності пристосовуватися до мінливих умов, що робить їх цінним інструментом для прогнозування в складних і динамічних середовищах.

Основна ідея адаптивного прогнозування полягає в тому, що новіші спостереження отримують більшу вагу при формуванні прогнозу, ніж старіші. Це дозволяє моделі швидше реагувати на останні зміни в тенденціях і враховувати несподівані події або структурні зрушення, які можуть виникнути в умовах невизначеності [2].

До основних методів адаптивного прогнозування належать:

**1. Методи експоненційного згладжування (Exponential Smoothing Methods)** – ця група методів є однією з найпоширеніших в адаптивному прогнозуванні. Вони використовують зважену ковзну середню, де ваги зменшуються експоненційно з віддаленням у минуле. Це дозволяє моделі плавно реагувати на зміни рівня, тенденції та сезонності часового ряду:

- ✦ *просте (одинарне) експоненційне згладжування (Simple Exponential Smoothing – SES)* – прогноз на прийдешній період є зваженим середнім поточного значення та попереднього прогнозу. Ваговий коефіцієнт ( $\alpha$ )

визначає швидкість адаптації моделі до нових даних. Чим вище значення  $\alpha$  (ближче до 1), тим більша вага надається останньому спостереженню, і модель швидше реагує на зміни;

- ✦ *експоненційне згладжування з урахуванням тенденції (Holt's Linear Trend Method)* – використовується для часових рядів з лінійною тенденцією. Модель оновлює два компоненти: рівень і тенденцію. Вводяться два параметри згладжування:  $\alpha$  – для рівня та  $\beta$  – для тенденції;
- ✦ *експоненційне згладжування з урахуванням сезонності (Winters' Method)* – застосовується для часових рядів, що мають як тенденцію, так і сезонні коливання. Існують адитивна та мультиплікативна моделі сезонності, кожна з яких має свій набір рівнянь оновлення з параметром згладжування для сезонного компонента ( $\gamma$ ).

**2. Адаптивні фільтри (Adaptive Filters)** – ця група методів включає більш складні алгоритми, які динамічно змінюють свої параметри на основі оцінки похибок прогнозування. Одним із відомих прикладів є фільтр Калмана (*Kalman Filter*), який є потужним інструментом для прогнозування та оцінювання стану динамічних систем в умовах невизначеності та шумів. Фільтр Калмана використовує рекурсивний алгоритм, що оновлює оцінку стану системи на кожному кроці часу на основі нових вимірювань і попередніх оцінок. Він широко застосовується в різних галузях, включно з економікою та фінансами, особливо в розрахунках, де присутні значні випадкові коливання та структурні зміни [1].

**3. Нейронні мережі (Neural Networks)** – штучні нейронні мережі, особливо рекурентні нейронні мережі (*RNN*) та їхні варіанти, такі як довготривала короткочасна пам'ять (*long short-term memory – LSTM*) і вентиляний рекурентний вузол (*gated recurrent units – GRU*), можуть бути використані для адаптивного прогнозування складних нелінійних залежностей у часових рядах в умовах невизначеності. Вони здатні навчатися на великих обсягах даних і виявляти складні патерни (тобто здатність виявляти повторювані або приховані закономірності, структури або взаємозв'язки в даних), які можуть бути невидимі для традиційних статистичних методів. У процесі навчання мережа адаптує свої внутрішні ваги та з'єднання, щоб мінімізувати помилку прогнозування на нових даних [3; 7].

Необхідно зазначити, що складні патерни можуть включати: багатофакторні залежності; комбінації змінних, які лише разом формують закономірність; зміни, що проявляються лише в певних часових або контекстуальних умовах.

**4. Методи, засновані на зміні параметрів моделі** – деякі адаптивні методи безпосередньо змінюють параметри прогнозуючої моделі (наприклад, коефіцієнти регресії) у відповідь на виявлені помилки прогнозування. Відповідно, існують адаптивні алгоритми для оцінки параметрів ARMA-моделей, де порядок моделі або значення коефіцієнтів можуть змінюватися з часом [7].

**А**даптивні методи прогнозування є потужним інструментом для управління підприємством, оскільки вони дозволяють швидко реагувати на зміни ринкового середовища та внутрішніх процесів. Їхня здатність до самокоригування робить прогнози більш гнучкими та точними в

динамічних умовах. У табл. 1 наведено вищезазначені методи адаптивного прогнозування, а саме – окреслено переваги, недоліки та обмеження застосування як інструментів управління підприємством.

Особливості застосування методів адаптивного прогнозування в умовах невизначеності:

- ✦ *реакція на зміни* – основна перевага полягає у здатності моделей швидко реагувати на раптові зміни, шоки або нові тенденції, що є характерним для невизначеного середовища;
- ✦ *автоматичне налаштування* – багато адаптивних методів мають механізми автоматичного налаштування параметрів (наприклад, коефіцієнтів згладжування) на основі істо-

Таблиця 1

Методи адаптивного прогнозування як інструментів управління підприємством

Метод адаптивного прогнозування	Переваги	Недоліки	Обмеження застосування
1	2	3	4
1. Методи експоненційного згладжування ( <i>Exponential Smoothing Methods</i> )	Простота та ефективність – легкі для розуміння та реалізації, особливо для короткострокових прогнозів. Адаптивність – швидко реагують на зміни в часовому ряді, надаючи більшу вагу останнім даним. Різноманітність – наявність різних варіантів (просте, з трендом, із сезонністю) дозволяє адаптувати модель до різних типів даних. Мінімальні вимоги до даних – не потребують великого обсягу історичних даних для початку роботи	Обмежена універсальність: кожен метод найкраще підходить для певного типу часового ряду (наприклад, просте згладжування не враховує тренд). Вибір параметрів – оптимальний вибір параметрів згладжування ( $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ) може бути складним і впливати на точність. Чутливість до варіації – можуть бути чутливими до аномальних значень у даних. Складність для нелінійних патернів – обмежено підходять для прогнозування складних нелінійних залежностей	Не ефективні для: – прогнозування довгострокових періодів; – часових рядів зі складною нелінійною динамікою; – даних з частими та непередбачуваними варіаціями без попередньої обробки
– Просте (одинарне) експоненційне згладжування ( <i>SES</i> )	Швидка реакція на зміни рівня, підходить для стаціонарних рядів без тренду та сезонності	Не враховує наявність тренду чи сезонності, що обмежує його застосування	Виключно для стаціонарних рядів без тренду та сезонності
– Експоненційне згладжування з урахуванням тенденції ( <i>Holt's Linear Trend Method</i> )	Ефективно враховує лінійний тренд у даних, покращуючи точність прогнозів для зростаючих/спадних рядів	Припускає лінійність тренду, що може бути невірним для всіх часових рядів	Обмежено лінійними трендами; неефективне для нелінійних тенденцій
– Експоненційне згладжування з урахуванням сезонності ( <i>Winters' Method</i> )	Найкраще підходить для часових рядів з вираженою сезонністю та трендом, дозволяє враховувати циклічні коливання	Складніша модель з більшою кількістю параметрів, що вимагає ретельнішого налаштування	Вимагає чітко вираженої та стабільної сезонності; складно адаптується до зміни періоду або амплітуди сезонності

1	2	3	4
2. Адаптивні фільтри ( <i>Adaptive Filters</i> ) (наприклад, фільтр Калмана)	Висока точність – можуть давати дуже точні оцінки та прогнози стану динамічних систем, навіть в умовах невизначеності та шуму. Оцінка прихованих станів – здатні оцінювати не тільки майбутні значення, а й «приховані» внутрішні стани системи. Рекурсивний алгоритм – ефективно оновлюють оцінки на кожному кроці, використовуючи нові вимірювання та попередні прогнози. Застосування – широко використовуються у складних системах (наприклад, фінансове моделювання, навігація)	Математична складність – вимагають глибокого розуміння стохастичних процесів та лінійної алгебри. Високі обчислювальні вимоги – можуть бути ресурсоємними, особливо для великих систем. Чутливість до помилок моделювання – точність залежить від коректності математичної моделі системи	Вимагає попереднього знання про характеристики шуму та динаміку системи. Складно застосовувати для нелінійних систем без розширених версій (наприклад, розширений фільтр Калмана)
3. Нейронні мережі ( <i>Neural Networks</i> ) ( <i>RNN, LSTM, GRU</i> )	Виявлення складних патернів – здатні навчатися та прогнозувати нелінійні, багатофакторні та приховані залежності у великих обсягах даних, які не під силу традиційним методам. Висока адаптивність – постійно коригують внутрішні ваги та зв'язки для мінімізації помилок прогнозування. Універсальність – можуть застосовуватися до широкого спектра часових рядів, незалежно від їхніх статистичних властивостей	Складність визначення механізму розрахунків – важко інтерпретувати, як саме мережа робить прогноз (відсутність прозорості). Великі обсяги даних – вимагають значних обсягів історичних даних для ефективного навчання. Високі обчислювальні витрати – навчання мереж може бути дуже ресурсоємним і тривалим. Ризик перенавчання – можуть «перенавчатися» на тренувальних даних, що знижує їхню точність на нових даних	Потребують значних обчислювальних ресурсів та великих обсягів добре підготовлених даних. Складність у виборі оптимальної архітектури мережі та гіперпараметрів. Ризик перенавчання, особливо при обмежених даних
4. Методи, засновані на зміні параметрів моделі (наприклад, адаптивні <i>ARMA</i> -моделі)	Пряма адаптація параметрів – безпосередньо коригують коефіцієнти прогнозувальної моделі (наприклад, регресії) у відповідь на помилки, що дозволяє моделі постійно «підлаштовуватися» під змінювані умови. Гнучкість структури – порядок моделі або значення коефіцієнтів можуть змінюватися з часом, що робить їх придатними для рядів зі структурними змінами. Теоретична обґрунтованість – базуються на міцних статистичних принципах	Складність ідентифікації – визначення оптимальних параметрів адаптації та їхньої динаміки може бути складним. Чутливість до шуму – можуть бути чутливими до випадкових коливань, що призводить до нестабільного коригування параметрів. Обмеженість форм залежностей – здатні моделювати певні форми залежностей, але можуть бути не найкращим вибором для дуже складних нелінійних патернів	Потребують розуміння статистичних властивостей часового ряду (стаціонарність). Можуть бути менш ефективними для дуже різких і непередбачуваних змін у структурі даних

Джерело: сформовано автором за [5; 7; 8; 11].

ричних даних та оцінки помилок прогнозування;

- ✦ *гнучкість* – адаптивні моделі можуть бути застосовані до різних типів часових рядів та економічних процесів, що робить їх універсальним інструментом в умовах невизначеності;
- ✦ *складність інтерпретації* – у деяких випадках, особливо для складних методів, таких як нейронні мережі, інтерпретація отриманих прогнозів може бути складною;
- ✦ *потреба в якісних даних* – якість прогнозів, отриманих за допомогою адаптивних методів, усе ще залежить від якості та репрезентативності історичних даних;
- ✦ *ризик перенавчання* – складні адаптивні моделі, такі як нейронні мережі, можуть бути схильні до перенавчання на історичних даних, що може призвести до низької точності прогнозів на нових, невідомих даних.

Методи адаптивного прогнозування є потужним інструментом для прогнозування в умовах невизначеності, оскільки вони здатні пристосовуватися до мінливих економічних реалій. Вибір конкретного методу залежить від характеристик досліджуваного процесу, наявності даних, рівня невизначеності та вимог до точності прогнозу. У багатьох випадках комбінування різних адаптивних методів або їхнє використання в поєднанні з експертними оцінками може призвести до більш надійних та обґрунтованих прогнозів в умовах невизначеності [9].

У контексті управління підприємством динаміка більшості фінансово-економічних показників характеризується наявністю стійкої коливальної компоненти, що відображає сезонні, циклічні або випадкові зміни в середовищі функціонування бізнесу. Для керівника або аналітика підприємства, який використовує прогнозування як інструмент управлінського впливу, важливо не лише побудувати адекватну трендову модель, а й ідентифікувати та врахувати характер повторюваних коливань.

З цієї точки зору методи адаптивного прогнозування виступають важливим інструментом управління, оскільки дають змогу:

- ✦ оперативно реагувати на зміни ринкової ситуації;
- ✦ формувати реалістичні очікування щодо доходів, витрат, попиту тощо;
- ✦ підвищувати точність планування за рахунок урахування сезонності або циклічності;
- ✦ адаптувати стратегії розвитку підприємства на основі обґрунтованих прогнозів.

Ефективне управління сезонними або коливальними процесами можливе лише за умови застосування відповідного класу прогнозних моделей – адитивних або мультиплікативних, що забезпечують відтворення як основної тенденції, так і змінної частини. Таким чином, адаптивне прогнозування не лише підвищує якість управлінських рішень, а й формує гнучкість управлінської системи в умовах нестабільності.

Адитивні сезонні моделі ефективно описують стабільні сезонні коливання, які не залежать від рівня тренду, тоді як мультиплікативні моделі враховують змінні сезонні коливання, інтенсивність яких зростає або зменшується разом із загальною тенденцією. У практичній діяльності для підвищення достовірності прогнозів та адаптації до реальних умов доцільно застосовувати моделі, здатні поєднувати обидва типи сезонних компонентів. До таких універсальних методів належать авторегресійні моделі, модель Хольта – Уінтерса та підхід Бокса – Дженкінса [6].

Методи простої екстраполяції динамічних рядів ґрунтуються на перенесенні виявлених у минулому тенденцій на майбутній період, виходячи з припущення про сталість умов і відсутність істотних змін. Проте таке припущення часто не відповідає реальній економічній ситуації, оскільки середні темпи зростання та параметри трендової моделі можуть суттєво варіюватися навіть у межах одного історичного періоду. Внаслідок цього ефективність застосування простих екстраполяційних методів для прогнозування соціально-економічних процесів є обмеженою і в багатьох випадках недостатньою для отримання точних результатів [4].

Суть адаптивного прогнозування полягає в динамічній зміні константи згладжування в процесі обчислень. Це робить такі моделі саморегульованими: вони здатні оперативно оновлювати прогнози з мінімальною затримкою, як тільки з'являються нові дані, що значно підвищує ефективність, оскільки немає потреби перераховувати весь попередній обсяг інформації [12].

Адаптивна модель прогнозування є рекурентною самоналагоджувальною системою, спроможною відображати динамічну еволюцію властивостей часового ряду та оцінювати інформаційну цінність його елементів. У сфері короткострокового прогнозування ці моделі забезпечують високу точність оцінки значень динамічних рядів. Застосування адаптивних методів дозволяє досягти оптимального балансу між вимогою статистичних підходів щодо обсягу вибірки для підвищення точності оцінок та умовою гомогенності даних. Адаптація в таких моделях реалізується через дискретні, незначні коригування. Модель ініціюється

з певного початкового стану параметрів, на основі яких формується прогноз на один крок вперед. Виявлене відхилення між прогнозним і фактичним значенням використовується як помилка, що слугує основою для коригування параметрів моделі. Ця рекурентна процедура забезпечує постійне узгодження моделі з фактичною динамікою ряду, що, по суті, є процесом автоматичного «навчання» моделі для вибору найефективніших параметрів на основі ретроспективних статистичних даних.

**А**даптивні моделі прогнозування вирізняються значною гнучкістю, оскільки здатні динамічно підлаштовуватися під зміни в даних і коригувати свої параметри. Ця властивість дозволяє їм ефективно реагувати на неочікувані коливання або зміну тенденцій у часовому ряді, що є величезною перевагою в нестабільних умовах. Однак, незважаючи на свою гнучкість, ці моделі не є універсальними. Їх ефективність значно залежить від відповідності внутрішніх механізмів моделі тим закономірностям, які притаманні конкретному процесу, що досліджується. Відповідно модель, яка ефективна для прогнозування продажів без сезонності, може виявитися неефективною для даних із яскраво вираженими сезонними піками. Тому при розробці та обґрунтуванні адаптивних моделей критично важливо глибоко аналізувати та розуміти найбільш імовірні закономірності розвитку досліджуваного процесу. Це включає виявлення наявності трендів, циклічності, сезонності, а також раптових чи структурних змін. Лише такий комплексний підхід, що враховує специфіку даних, дозволить обрати або адаптувати модель, яка буде максимально точно відображати реальну динаміку та давати надійні прогнози, що знизить необґрунтоване реагування на поверхневі зміни.

### ВИСНОВКИ

Адаптивне прогнозування в умовах економічної невизначеності виступає ефективним інструментом управління підприємствами, оскільки здатне динамічно реагувати на зміни у внутрішньому та зовнішньому середовищі. Головна перевага адаптивних моделей – здатність до самоналаштування, що забезпечує високу точність короткострокових прогнозів без необхідності повного перерахунку історичних даних. Різні методи адаптивного прогнозування: експоненційне згладжування, адаптивні фільтри, нейронні мережі, адаптивні ARMA-моделі – мають свої сильні та слабкі сторони, що вимагає виваженого підходу до вибору моделі залежно від характеру досліджуваного процесу. Просте екстраполювання трендів в умовах нестабільності демонструє низьку ефективність,

оскільки не враховує структурні зміни, сезонність і випадкові коливання. Успішне застосування адаптивних моделей можливе лише за умови ретельного аналізу властивостей часового ряду, включно з трендом, сезонністю, циклічністю та шумами.

Перспективи подальших досліджень: інтеграція адаптивних методів із штучним інтелектом, зокрема гібридні моделі, що поєднують нейромережеві підходи з класичними методами прогнозування; автоматизація вибору та налаштування моделей на основі мета-навчання та оптимізаційних алгоритмів і розробка методик виявлення та попередження перенавчання в складних адаптивних моделях щодо управління підприємством. ■

### БІБЛІОГРАФІЯ

1. Антонюк А. О. Моделювання систем : навч. посіб. Ірпінь : Університет ДФС України, 2019. 412 с.
2. Бандоріна Л. М., Лозовська Л. І., Савчук Л. М. Моделювання економіки : навч. посіб. Дніпро : УДУНТ, 2022. 154 с.
3. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / за ред. В. В. Вітлінського. Київ : КНЕУ, 2008. 536 с.
4. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. / за ред. О. Т. Івашука. Тернопіль : ТНЕУ «Економічна думка», 2008. 704 с.
5. Казарезов А. Я., Циплицька О. О. Економіко-математичне моделювання : навч. посіб. для самостійного вивчення. Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2009. 248 с.
6. Камінська Н. І. Адаптивні методи у соціально-економічному прогнозуванні. VII Міжнародна науково-методична конференція. *Форум молодих економістів-кібернетиків «Моделювання економіки: проблеми, тенденції, досвід»* (м. Тернопіль, 21–22 жовтня 2016 р.). Тернопіль, 2016. С. 83–84. URL: [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18392/2/Conf\\_2016\\_Kaminska\\_N\\_I-Adaptive\\_methods\\_in\\_socio\\_83-84.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18392/2/Conf_2016_Kaminska_N_I-Adaptive_methods_in_socio_83-84.pdf)
7. Математичні методи і моделі в управлінні економічними процесами / за заг. ред. Малярець Л. М. Харків : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 420 с.
8. Мельникова М. В. Матричні методи макроекономічного планування: підхід до підвищення ефективності використання. *Збірник наукових праць ДонДУУ. Серія «Економіка»*. 2017. № 1. С. 56–67.
9. Григорків В. С. Моделювання економіки : підручник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. 360 с.
10. Островський П. І., Гострик О. М., Добрунік Т. П., Радова О. В. Моделювання економічних процесів : навч. посіб. Одеса : ОНЕУ, 2012. 132 с.
11. Ревенко Д. С. Структурний підхід до моделювання стійкості соціально-економічних систем. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2018. Вип. 6. С. 225–230. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-35>

12. Щербініна С. А., Климко О. Г., Марочко Т. Р. Застосування економіко-математичного моделювання для аналізу діяльності підприємства. *Ефективна економіка*. 2019. № 6.  
DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.6.59>

## REFERENCES

Antoniuk, A. O. *Modeliuvannia system* [Systems Modeling]. Irpin: Universytet DFS Ukrainy, 2019.  
Bandorina, L. M., Lozovska, L. I., and Savchuk, L. M. *Modeliuvannia ekonomiky* [Economic Modeling]. Dnipro: UDUNT, 2022.  
*Ekonomiko-matematychne modeliuvannia* [Economic and Mathematical Modeling]. Kyiv: KNEU, 2008.  
*Ekonomiko-matematychne modeliuvannia* [Economic and Mathematical Modeling]. Ternopil: TNEU «Ekonomiczna dumka», 2008.  
Hryhorkiv, V. S. *Modeliuvannia ekonomiky* [Economic Modeling]. Chernivtsi: Chernivetskyi nats. un-t im. Yu. Fedkovycha, 2019.  
Kaminska, N. I. "Adaptyvni metody u sotsialno-ekonomichnomu prohnozuvanni" [Adaptive Methods in Socio-Economic Forecasting]. *Forum molodykh ekonomistiv-kibernetikyiv «Modeliuvannia ekonomiky: problemy, tendentsii, dosvid»*. 2016. [https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18392/2/Conf\\_2016\\_Kaminska\\_N\\_I-Adaptive\\_methods\\_in\\_socio\\_83-84.pdf](https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18392/2/Conf_2016_Kaminska_N_I-Adaptive_methods_in_socio_83-84.pdf)

Kazariezov, A. Ya., and Tsyplitska, O. O. *Ekonomiko-matematychne modeliuvannia* [Economic and Mathematical Modeling]. Mykolaiv: Vyd-vo ChDU im. Petra Mohyly, 2009.  
*Matematychni metody i modeli v upravlinni ekonomichnymy protsesamy* [Mathematical Methods and Models in the Management of Economic Processes]. Kharkiv: Vyd. KhNEU im. S. Kuznetsia, 2016.  
Melnykova, M. V. "Matrychni metody makroekonomichnoho planuvannia: pidkhd do pidvyshchennia efektyvnosti vykorystannia" [Matrix Methods of Macroeconomic Planning: An Approach to Increasing the Efficiency of Use]. *Zbirnyk naukovykh prats DonDUU. Serii «Ekonomika»*, no. 1 (2017): 56-67.  
Ostrovskiy, P. I. et al. *Modeliuvannia ekonomichnykh protsesiv* [Modeling of Economic Processes]. Odesa: ONEU, 2012.  
Revenko, D. S. "Strukturnyi pidkhd do modeliuvannia stiikosti sotsialno-ekonomichnykh system" [Structural Approach to Modeling Sustainability of Socio-Economic Systems]. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi*, no. 6 (2018): 225-230.  
DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2018-6-35>  
Shcherbinina, S. A., Klymko, O. H., and Marochko, T. R. "Zastosuvannia ekonomiko-matematychnoho modeliuvannia dlia analizu diialnosti pidpriemstva" [Application of Economic-Mathematical Modeling for Analysis of Industrial Enterprise Activities]. *Efektivna ekonomika*, no. 6 (2019).  
DOI: <https://doi.org/10.32702/2307-2105-2019.6.59>

УДК 658.5

JEL: C61; D91; M21

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2025-6-421-432>

# КОГНІТИВНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗВИТКУ ІНДУСТРІАЛЬНИХ ПАРКІВ В УМОВАХ ГЕТЕРОГЕННОСТІ ЕКОНОМІЧНИХ РЕСУРСІВ

©2025 СОРОКІН С. А.

УДК 658.5

JEL: C61; D91; M21

## Сорокін С. А. Когнітивне моделювання процесів розвитку індустріальних парків в умовах гетерогенності економічних ресурсів

У статті досліджено вплив гетерогенності економічних ресурсів на траєкторії розвитку індустріальних парків у регіональному контексті України. Метою статті є дослідження впливу гетерогенності економічних ресурсів на траєкторії розвитку індустріальних парків в умовах нестабільного середовища, з акцентом на просторову нерівномірність ресурсного забезпечення регіонів України. Обґрунтовано, що просторово-ресурсна нерівномірність є критичним чинником формування стратегій індустріальних парків і регіональної політики. Різномірність економічних ресурсів між регіонами України має комплексний характер та охоплює фінансову, кадрову, енергетичну й інвестиційну складові. На основі статистичних даних проаналізовано ключові показники ресурсної забезпеченості регіонів – фінансові результати індустріальних парків, зайнятість, рівень безробіття, середню заробітну плату, обсяги капітальних інвестицій. Встановлено, що найбільша концентрація економічного потенціалу зосереджена в обмеженій кількості регіонів – Київській, Дніпропетровській, Львівській та Харківській областях, у той час як інші регіони мають суттєво менший доступ до базових ресурсів, що обмежує їхній розвиток. Розкрито зміст поняття гетерогенності ресурсів як неоднорідності за якістю, продуктивністю, доступністю та можливістю використання в умовах нестабільного соціально-економічного середовища. Окрему увагу приділено методології когнітивного моделювання, що дозволяє візуалізувати складну систему взаємозалежностей між ресурсними чинниками та управлінськими процесами. Запропоновано авторську когнітивну карту факторів розвитку індустріальних парків, що відображає причинно-наслідкові зв'язки між фінансовою доступністю, інноваційним потенціалом, кваліфікацією персоналу, інфраструктурою, партнерствами, гнучкістю індустріальних парків, рівнем конкуренції та репутаційним капіталом. Доведено, що така карта може бути використана як інструмент стратегічного аналізу, адаптивного управління та прогнозування розвитку індустріальних парків у гетерогенному середовищі.