

# МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ В УМОВАХ ДИНАМІЧНИХ ЗМІН ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

©2018 ШАРКО М. В., ГУСАРІНА Н. В.

УДК 338.486

## Шарко М. В., Гусаріна Н. В. Моделювання та прогнозування процесів економічного розвитку в умовах динамічних змін зовнішнього середовища

Мета статті полягає в побудові функцій прогнозування показників економічного розвитку виробництва, наданих часовими рядами. Розглянуто моделювання змін фінансово-економічних показників виробництва в короткостроковій і середньостроковій перспективах. Наведено методику виявлення аномалій часового ряду і значущості їх впливу на значення основних характеристик часового ряду. Обґрунтовано, що прогнозування процесів економічного розвитку підприємств найбільш оптимально виконується за допомогою поліноміальної квадратичної апроксимації. Використання запропонованого підходу дозволяє виключити суб'єктивізм експертного оцінювання та підвищити точність та достовірність прогнозів. Перспективою подальших досліджень у даному напрямку є зіставлення реальних виробничих даних фінансово-економічних показників динамічного ряду з обчисленими трендами й адаптація до поточних умов. Подальший розвиток моделювання та прогнозування процесів економічного розвитку реалізує процес постійного оновлення моделі залежно від впливів оточуючих факторів, наближаючи характеристики математичної моделі до реальних даних.

**Ключові слова:** моделювання, терміни, характеристика прогнозування, економічний розвиток, часові ряди.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 6. **Формул:** 3. **Бібл.:** 8.

**Шарко Маргарита Василівна** – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри економіки і підприємництва, Херсонський національний технічний університет (Бериславське шосе, 24, Херсон, 73008, Україна)

**E-mail:** mvsharko@gmail.com

**Гусаріна Наталія Вікторівна** – кандидат економічних наук, доцент кафедри економіки і підприємництва, Херсонський національний технічний університет (Бериславське шосе, 24, Херсон, 73008, Україна)

**E-mail:** gusarina@ukr.net

УДК 338.486

UDC 338.486

## Шарко М. В., Гусаріна Н. В. Моделирование и прогнозирование процессов экономического развития в условиях динамических изменений внешней среды

Цель статьи заключается в построении функций прогнозирования показателей экономического развития производства, представленных временными рядами. Рассмотрено моделирование изменений финансово-экономических показателей производства в краткосрочной и среднесрочной перспективах. Приведена методика выявления аномалий временного ряда и значимости их влияния на значения основных характеристик временного ряда. Обосновано, что прогнозирование процессов экономического развития предприятий наиболее оптимально выполняется с помощью полиномиальной квадратичной аппроксимации. Использование предложенного подхода позволяет исключить субъективизм экспертного оценивания и повысить точность и достоверность прогнозов. Перспективой дальнейших исследований в данном направлении является сопоставление реальных производственных данных финансово-экономических показателей динамического ряда с вычисленными трендами и адаптация к текущим условиям. Дальнейшее развитие моделирования и прогнозирования процессов экономического развития реализует процесс постоянного обновления модели в зависимости от воздействий окружающих факторов, приближая характеристики математической модели к реальным данным.

**Ключевые слова:** моделирование, сроки, характеристика прогнозирования, экономическое развитие, временные ряды.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 6. **Формул:** 3. **Библ.:** 8.

**Шарко Маргарита Васильевна** – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики и предпринимательства, Херсонский национальный технический университет (Бериславское шоссе, 24, Херсон, 73008, Украина)

**E-mail:** mvsharko@gmail.com

**Гусаріна Наталія Вікторівна** – кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и предпринимательства, Херсонский национальный технический университет (Бериславское шоссе, 24, Херсон, 73008, Украина)

**E-mail:** gusarina@ukr.net

## Sharko M. V., Husarina N. V. Modeling and Forecasting of Economic Development Processes in Conditions of Dynamic Changes of External Environment

The article is aimed at building the functions of forecasting the indicators of economic development of production, represented by time series. Modeling of changes of financial-economic indicators of production in short and medium-term perspectives is considered. The methodology of detection of anomalies of a time series together with significance of their influence on values of the basic characteristics of a time series is provided. It is substantiated, that forecasting of processes of economic development of enterprises is most optimally executed by means of polynomial quadratic approximation. Use of the proposed approach allows to exclude subjectivity of expert estimation and to increase accuracy and reliability of forecasts. The prospect of further researches in this direction is comparison of real production data of financial-economic indicators of dynamic series with the calculated trends and adaptation to current conditions. Further development of modeling and forecasting of processes of economic development implements the process of constant updating of the model depending on influences of surrounding factors, bringing closer the characteristics of mathematical model to real data.

**Keywords:** modeling, timing, forecasting characterization, economic development, time series.

**Fig.:** 1. **Tbl.:** 6. **Formulae:** 3. **Bibl.:** 8.

**Sharko Marharyta V.** – D. Sc. (Economics), Professor, Head of the Department of Economics and Business, Kherson National Technical University (24 Beryslavske Chss., Kherson, 73008, Ukraine)

**E-mail:** mvsharko@gmail.com

**Husarina Nataliya V.** – PhD (Economics), Associate Professor of the Department of Economics and Entrepreneurship, Kherson National Technical University (24 Beryslavske Chss., Kherson, 73008, Ukraine)

**E-mail:** gusarina@ukr.net

Господарський механізм економічного розвитку підприємств на сучасному етапі їх функціонування характеризується неоднозначністю та передбачуваністю впливів зовнішнього середовища. За цих умов імперативом забезпечення сталого економічного розвитку в довгостроковій перспективі виступає інноваційна діяльність і прогнозування її розвитку в середньостроковій перспективі. Прогнозування на основі часового ряду економічних показників базується на експертизі й екстраполяції спостережуваних тенденцій. Але такий підхід може застосовуватися лише до одномірних методів прогнозування, хоча прогнозовані економічні показники формуються під впливом більшого числа факторів, виділити які неможливо. Багатофакторність умов і різноспрямованість аналізованих показників, що входять до інтегральної оцінки результативності виробничої діяльності, різко знижує якість прогнозів, тому моделювання та прогнозування окремих фінансово-економічних показників підприємства в умовах динамічних змін зовнішнього середовища є актуальним завданням виробничої діяльності.

Аналіз публікацій за означеною проблемою показує, що характерними рисами економічного розвитку підприємства є збільшення динаміки змін поточних процесів, наявність великої кількості зв'язків та підвищення чуттєвості до змін впливу зовнішнього середовища, що вимагає постійного моніторингу та прогнозування фінансово-економічних показників [1–3]. В існуючій практиці оцінка результатів виробничої діяльності виконується шляхом зіставлення економічних показників по закінченню робіт або для їх змін у наступний момент часу [4–6]. Загальний недолік такого підходу полягає у незіставності умов у різні моменти часового ряду, за які здійснюється виробнича діяльність. Тому фіксуються лише ті події, що вже сталися і виключається можливість коригування процесів розробки відповідних управляючих впливів [7; 8].

До *невирішених частин* загальної проблеми економічного розвитку підприємств належить моделювання та прогнозування змін фінансово-економічних показників виробництва в короткостроковій та середньостроковій перспективах.

*Метою роботи* є побудова функцій прогнозування показників економічного розвитку виробництва, наданих часовим рядом, на основі статистичного аналізу динаміки згладжування експериментальних даних.

*Економічний прогноз* – це науково обґрунтоване передбачення результатів та можливих проблем розвитку, використане для вибору альтернатив і рекомендацій з реалізації виробничої діяльності.

Поняття економічного розвитку та економічного зростання порівняні, сумісні, але не тотожні. Головна мета економічного зростання – це збільшення обсягів економічних благ. Економічне зростання – один

із критеріїв економічного розвитку. Даний процес не завжди йде по висхідній лінії. Він включає в себе періоди зростання та спаду.

Економічний розвиток можливий і тоді, коли економічного зростання немає, тобто існують певні передумови його існування, які відображаються у структурних перетвореннях та інноваціях. Економічний розвиток – це здатність господарської системи підтримувати високі темпи зростання, забезпечуючи необхідні зміни. Важлива роль в економічному розвитку належить інноваційним, інвестиційним, технологічним факторам і їх прогнозуванню.

Відповідно до усталених уявлень методи прогнозування показників економічного розвитку на основі часових рядів можна розділити на прогнозування на основі суб'єктивних суджень експертів та їх інтуїції, заснованої на знаннях конкретної предметної області та існуючої інформації про прогнозований процес; методи прогнозування на основі використання часового ряду однієї змінної та побудови її трендів; методи прогнозування на основі часових рядів декількох змінних, що визначають векторну величину направленої протікання економічних процесів. Усі ці методи мають свої переваги і недоліки, та для якісного прогнозування процесів економічного розвитку в умовах динамічних змін впливу зовнішнього середовища на функціонування виробничих об'єктів з урахуванням особливостей виробництва необхідне їх комплексне використання.

Основою прогнозування економічних показників за мінливих зовнішніх умов є побудова й аналіз трендів. Тренд – це стале систематичне змінення процесу протягом тривалого часу. Тренд визначає основну тенденцію часових рядів. Часовий ряд тільки тоді правильно відображає економічний процес розвитку, коли його складові компоненти складають послідовність однорідних, зіставних величин.

Для виявлення трендів у часових рядах і обчислення показників трендових моделей використовується апарат теорії ймовірностей і математичної статистики. Відмінність часових економічних рядів від статистичних сукупностей полягає в тому, що значення компонентів часового економічного ряду залежать одне від одного та обумовлюються самою природою функціонування виробництва. У загальному випадку часовий економічний ряд, що складається зі значень економічних показників, має вигляд:

$$y_1, y_2, y_3, \dots, y_n.$$

Оскільки абсолютні економічні показники мають різну ступінь вимірюваних величин і різні розмірності для їх кількісного співставлення, вони повинні бути перетворені у відносні величини. Їх можна отримати співвідношенням значень в різні періоди динамічного ряду з одним і тим самим значенням, яке

взяте за базу порівняння. За базу порівняння в економічних дослідженнях приймають початковий рівень часового ряду  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$ .

Інший спосіб представлення абсолютних значень економічних показників часового ряду у вигляді їх відносних величин полягає в послідовному зіставленні поточних значень із попередніми значеннями. При цьому утворюється ланка перетворених значень і аналізуються індекси або індикатори економічного розвитку.

Приклад таких перетворень наданий у *табл. 1*, де наведено виробничі показники підприємства «Маріна-Груп».

$$\lambda_t = \frac{|y_t - y_{t-1}|}{\sigma_y}, \quad t = 2, 3, \dots, n,$$

де  $y_t$  – поточне значення показників часового ряду в момент часу  $t$ ;

$y_{t-1}$  – попереднє значення цього показника в момент часу  $t - 1$ ;

$n$  – загальне число аналізованих значень показників часового ряду;

$\sigma_y$  – середньоквадратичне відхилення.

Своєю чергою, середньоквадратичне відхилення розраховується як:

**Таблиця 1**

**Вхідна інформація про виробничу діяльність підприємства «Маріна-Груп»**

Найменування показників	Рік					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Індекс середньомісячного виробітку в % до попереднього року, $x_1$	1,008	1,010	1,022	1,085	1,167	1,647
Індекс середньомісячного виробітку в постійних цінах, $x_2$	1,002	1,031	0,916	0,852	0,814	1,119
Індекс середньомісячної заробітної плати одного працюючого в % до попереднього року, $x_3$	1,043	1,051	1,243	1,07	1,340	1,378
Індекс середньомісячної реальної заробітної плати одного працюючого в % до попереднього року, $x_4$	1,003	1,005	1,114	1,049	1,066	1,079

Початковою операцією обробки наведеної інформації при виявленні та встановленні наявності трендів у вихідному часовому ряду є проведення попереднього аналізу та згладжування часових рядів відносних економічних показників. Попередній аналіз часових рядів економічних показників полягає у виявленні й усуненні аномальних значень відносних економічних показників, що складають ряд.

Під аномальним значенням розуміється окреме конкретне значення часового ряду, яке не відповідає загальним закономірностям і, відповідно, потенційним можливостям відповідної економічної системи, для якої, власне, і будується тренд. Якщо не виконувати попередній аналіз вхідної інформації з виявлення аномальних значень, то конкретне аномальне значення, що залишається як ланка ряду, істотно впливає на значення основних характеристик часового ряду і в цілому на відповідну трендову модель.

Серед аналітичних методів виявлення аномалій для дослідження економічних рядів найбільш простим і зручним для практичного використання є метод Ірвіна, згідно з яким виконується порівняння розрахункових значень характеристик трендів і їх порівняння з табличними [3].

Розрахункові значення характеристик  $\lambda_t$  у критерію Ірвіна визначалися за формулою:

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}},$$

де  $\bar{y}$  – середнє значення усіх аналізованих значень  $n$  економічних показників  $x_i$  динамічного ряду

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}.$$

Табличні значення критерію Ірвіна для рівня значущості  $\alpha = 0,05\%$ , тобто з 5%-ною помилкою, наведено в *табл. 2*.

**Таблиця 2**

**Теоретичні значення критерію Ірвіна**

$n$	2	3	4	5	6	8	10
$\lambda_\alpha$	2,8	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6	1,5

Якщо розрахункові значення більше теоретичних  $\lambda_\alpha$ , то відповідні значення рівнів ряду  $y_t$  вважаються аномальними. Причинами появи аномалій можуть бути помилки в обліку та передачі інформації при агрегуванні показників (помилки у обчисленнях), їх відносних величин, помилки в наданні річної звіт-

ності та подальшого коригування статистичних показників. Ці аномалії при їх виявленні можуть бути усунені шляхом багаторазового повторення отримання інформації.

Якщо ж при повторних обчисленнях статистичних індикаторів такі помилки не усуваються, то відмічені аномалії фіксуються та використовуються як закономірності протікання динамічних процесів.

**Р**езультати розрахунків побудови функцій прогнозування процесів економічного розвитку, наданих динамічними змінами індексів виробництва, наведено в *табл. 3 – табл. 5*.

Порівняння розрахункових показників за критерієм Ірвіна  $\lambda_t$  з табличними  $\lambda_\alpha$  показало, що для основної маси аналізованих показників  $x_i$  у всі часи досліджуваного періоду спостерігається виконання умови  $\lambda_\alpha > \lambda_t$ , що свідчить про наявність трендів фінансово-економічних показників при моделюванні та прогнозуванні процесів економічного розвитку виробництва. Але для показника  $x_1$  у 2017 р. спо-

стерігалось відхилення від цієї умови. Тут  $\lambda_t > \lambda_\alpha$ , і це значення визнано аномальним. Те ж саме стосується і показника  $x_2$  у 2017 р., для якого  $\lambda_t > \lambda_\alpha$ . Разом із тим подальша перевірка інформації про значення цього показника підтвердила правильність наданих відомостей, і надані значення динамічного ряду показників  $x_1$  та  $x_2$  визнані як індикатори економічного розвитку підприємства.

Для виявлення загальної тенденції розвитку динамічного процесу зміни показників економічного розвитку виробництва на основі трендових моделей прогнозування виконують вирівнювання, або згладжування, часових рядів. Згладжування часових рядів економічних показників є обов'язковим етапом побудови трендів, тому що коливання рівнів економічної динаміки можуть приховувати загальну тенденцію економічного розвитку внаслідок випадкових відхилень.

При згладжуванні часових рядів необхідно вирішувати питання визначення довжини часового ряду для прогнозування. Якщо період ряду економічної динаміки дуже короткий, то можна не виявити тен-

Таблиця 3

**Результати розрахунків відхилення від середнього в показниках економічних трендів**

Показник	Середнє значення $\bar{y}$	Відхилення від середнього $y_t - \bar{y}$ по роках					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
$x_1$	1,157	-0,149	-0,147	-0,135	-0,072	0,011	0,491
$x_2$	0,956	0,046	0,075	-0,040	-0,104	-0,142	0,163
$x_3$	1,188	-0,145	-0,137	0,056	-0,118	0,153	0,191
$x_4$	1,036	-0,033	-0,031	-0,022	0,013	0,030	0,043

Таблиця 4

**Результати розрахунків середнього квадратичного відхилення в показниках економічних трендів**

Показник	Середнє квадратичне відхилення $\sigma_y$	Різниця по роках $y_t - y_{t-1}$				
		2012–2013	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017
$x_1$	0,248	0,002	0,012	0,063	0,082	0,48
$x_2$	0,116	0,029	-0,115	-0,064	-0,038	0,305
$x_3$	0,152	0,008	0,192	-0,173	0,27	0,038
$x_4$	0,033	0,002	0,009	0,035	0,017	0,013

Таблиця 5

**Результати розрахунків критерію Ірвіна в показниках економічних трендів**

Показник	Показники за критерієм Ірвіна $\lambda_t$ по роках				
	2012–2013	2013–2014	2014–2015	2015–2016	2016–2017
$x_1$	0,008	0,048	0,254	0,331	1,936
$x_2$	0,251	0,994	0,553	0,329	2,637
$x_3$	0,053	1,261	1,136	1,773	0,250
$x_4$	0,061	0,273	1,060	0,515	0,394



денції її розвитку. З іншого боку, дуже довгий часовий ряд може охоплювати періоди з різними трендами, тоді стає неможливим його описання за допомогою кривої зростання. У питаннях моделювання і прогнозування окремих фінансово-економічних показників підприємства в умовах динамічних змін зовнішнього середовища має бути присутньою змістовна оптимізація довжини часового ряду.

Існують механічні й аналітичні вирівнювання, або згладжування, часових рядів. Аналітичне передбачає проведення кривої поміж конкретними рівнями ряду. Перевагами цього методу є не тільки відображення кривої, властивої ряду, але і вивільнення від незначних коливань.

Сутність методів механічного згладжування полягає у використанні ковзної середньої. Для часового ряду  $y_1, y_2, y_3, \dots, y_n$  визначається інтервал згладжування  $m$ , який має бути меншим від довжини часового ряду  $n$  ( $m < n$ ). Величина цього інтервалу визначається вимогами прогнозування. Якщо необхідно згладити дрібні безладні коливання, інтервал згладжування обирають більшим, якщо ж вони несуть в собі особливе смислове навантаження, інтервал згладжування зменшують [3].

Технологічно процес згладжування показників часового ряду виглядає таким чином. Для перших трьох значень часового ряду обчислюється їх середнє арифметичне, що є згладженим значенням рівнів ряду, який знаходиться в середині інтервалу згладжування. Потім інтервал згладжування зміщується на один рівень вправо, і знову визначається середнє арифметичне, і т. д. У результаті такої процедури отримується  $n - m + 1$  згладжених рівнів ряду. При цьому перші та останні рівні ряду губляться і природно не згладжуються. Цей метод згладжування показників часових рядів може застосовуватися лише до рядів, що мають лінійну тенденцію. Ця обставина не дозволяє використовувати ковзну середню для аналізу даних табл. 1, в котрих чітка лінійна тенденція без відповідної математичної обробки не простежується.

Тому механічне згладжування фактичних значень показників рядів при моделюванні та прогнозуванні процесів економічного розвитку підприємства замінюється аналітичною поліноміальною апроксимацією.

Виконаний аналіз можливостей різновидів ліній трендів стосовно до даних аналізованого тимчасового ряду показав, що найбільш придатним видом згладжування експериментальних даних є поліноміальна квадратична апроксимація, тому що ступінь полінома повинна бути меншим за число рівнів, що входять до інтервалу згладжування. Оскільки  $n = 6$  і  $m = 3$ , то найменшим показником апроксимації буде два, тобто природно використання поліноміальної квадратичної апроксимації вигляду

$$x_i = x_0 + x_1 t + x_2 t^2,$$

де  $x_0$  – значення показника  $x_1$  при  $t = 0$ ;  
 $x_{i1}$  – лінійний приріст цього показника;  
 $x_{i2}$  – прискорення зростання показника  $x_1$ .

Розрахунки і графічні залежності показників трендів у різні роки досліджуваного періоду виконано за допомогою програми Microsoft Excel. Результати побудови надано на графіках рис. 1.

Разом з отриманими рівняннями на графіках відзначено значення величини коефіцієнта детермінації, що відображає достовірність апроксимації  $R^2$ . Поліноміальна лінія тренду виконана з прогнозом наперед на 1,5...2 роки. Оптимальна довжина періоду випередження, що визначається окремо для кожного економічного показника з урахуванням статистичного коливання даних, які вивчаються на основі змістовних суджень, свідчить про їх стабільність. Зазвичай в економічних дослідженнях ця довжина не перевищує однієї третини обсягу загального обсягу даних.

Результати комп'ютерної обробки наданих виробничих даних та їх аналітичні трендові моделі показано в табл. 6.

Таблиця 6

Результати прогнозування трендів фінансово-економічних показників в умовах невизначеності

Позначення	Найменування показника	Рівняння тренду	Коефіцієнт детермінації $R^2$
$x_1$	Індекс середньомісячного виробітку в % до попереднього року	$y = 0,0477x_2 - 191,99x + 193276$	0,9223
$x_2$	Індекс середньомісячного виробітку в постійних цінах	$y = 0,0301x_2 - 121,45x + 122334$	0,5107
$x_3$	Індекс середньомісячної заробітної плати одного працюючого в % до попереднього року	$y = 0,0083x_2 - 33,172x + 33345$	0,7134
$x_4$	Індекс середньомісячної реальної заробітної плати одного працюючого в % до попереднього року	$y = -0,0056x_2 + 22,533x - 22710$	0,5018

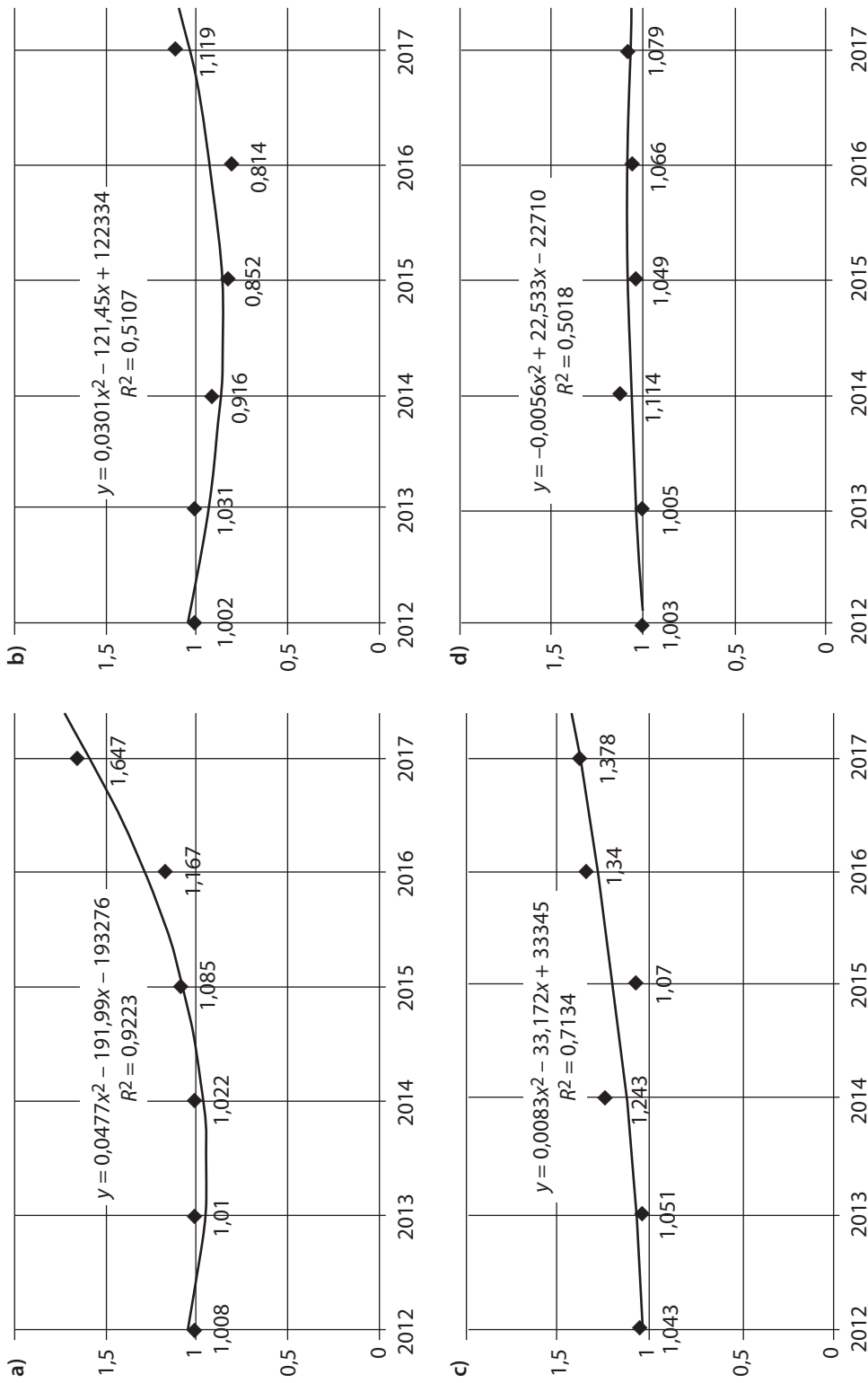


Рис. 1. Графічна інтерпретація індексів економічного розвитку підприємств

- a) середньомісячного виробітку в % до попереднього року;
- b) середньомісячного виробітку в постійних цінах;
- c) середньомісячної зарплати одного працюючого в % до попереднього року;
- d) середньомісячної реальної зарплати одного працюючого в % до попереднього року.

Перспективами подальших досліджень у даному напрямку є зіставлення реальних виробничих даних фінансово-економічних показників динамічного ряду з обчисленими за рівнями трендів, після чого отримана різниця має бути введена в математичну модель, оновлюючи її й адаптуючи до її поточних умов. Подальший розвиток моделювання та прогнозування процесів економічного розвитку в умовах динамічних змін зовнішнього середовища реалізує процес постійного оновлення моделі залежно від оточуючих факторів впливів, наближаючи характеристики математичної моделі до реальних даних.

## ВИСНОВКИ

Прогнозування за допомогою трендових моделей економічного розвитку відображає закономірності, що спостерігаються в минулому та сьогодні. Економіко-математична динамічна модель, в якій розвиток модельованої економічної системи відображається через її основні показники в часових рядах, використовує апарат теорії ймовірностей і математичної статистики. Відмінність часових економічних рядів полягає в тому, що послідовні значення рівнів часового ряду залежать один від одного.

З метою більш чіткого виявлення тенденцій розвитку процесів економічного розвитку на основі трендових моделей виконується згладжування часових рядів, що полягає у виявленні аномальних явищ у вихідному ряді. Для їх виявлення рекомендується використовувати метод Ірвіна, що полягає у порівнянні розрахункових значень критеріїв з табличними і визначенні причин їх виникнення.

Побудова функцій прогнозування процесів економічного розвитку в умовах динамічних змін зовнішнього середовища виконується за допомогою поліноміальної квадратичної апроксимації. ■

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бухалев В. А. Оптимальное сглаживание в системах со случайной скачкообразной структурой. М. : Физматлит, 2013. 188 с.
2. Лернер Ю. И. Методологические подходы к прогнозированию государственного бюджета Украины. *Вісник економічної науки України*. 2014. № 2. С. 62–70.
3. Шарко М. В. Державне регулювання інноваційних процесів. *Актуальні проблеми економіки*. 2003. № 12 (30). С. 168–178.
4. Светушков И. С. Самообучающаяся модель краткосрочного прогнозирования социально-экономической динамики. URL: <http://ivan.svetunkov.ru/science/files/correction.pdf>
5. Піскунова О. В. Застосування системних характеристик у моделюванні динаміки основних економічних показників функціонування малого підприємства. *Бізнес Інформ*. 2011. № 5. Т. 1. С. 99–102.
6. Войнаренко М. П., Троц І. В. Формування системи попередження, прогнозування і подолання банкрутства промислових підприємств. *Економіка: реалії часу*. 2015. № 4

(20). С. 272–278. URL: <https://www.science-community.org/uk/node/179722>

7. Садовникова Н. А., Шмойлова Р. А. Анализ временных рядов и прогнозирование. М. : МФПУ «Синергия», 2016. 152 с.

8. Sharko M., Burenko J., Gusarina N. Modeling of the management of the information potential of complex economic systems under conditions of the risk. *Technology audit and production reserves*. 2017. Vol. 2, Issue 4 (34). P. 14–19.

## REFERENCES

Bukhalev, V. A. *Optimalnoye sglazhivaniye v sistemakh so sluchaynoy skachkoobraznoy strukturoy* [Optimal smoothing in systems with a random jump structure]. Moscow: FIZMATLIT, 2013.

Lerner, Yu. I. "Metodologicheskiye podkhody k prognozirovaniyu gosudarstvennogo byudzheta Ukrainy" [Methodological approaches to forecasting the state budget of Ukraine]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, no. 2 (2014): 62–70.

Piskunova, O. V. "Zastosuvannya systemnykh kharakterystyk u modeliuvanni dynamiky osnovnykh ekonomichnykh pokaznykiv funktsionuvannya maloho pidpriemstva" [Application of system characteristics in modeling the dynamics of the main economic indicators of the functioning of a small enterprise]. *Biznes Inform*. Vol. 1, no. 5 (2011): 99–102.

Sadovnikova, N. A., and Shmoylova, R. A. *Analiz vremennykh ryadov i prognozirovaniye* [Time series analysis and forecasting]. Moscow: MFPU "Sinergiya", 2016.

Sharko, M. V. "Derzhavne rehulivuvannya innovatsiynykh protsesiv" [State regulation of innovation processes]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 12 (30) (2003): 168–178.

Sharko, M., Burenko, J., and Gusarina, N. "Modeling of the management of the information potential of complex economic systems under conditions of the risk". *Technology audit and production reserves*. Vol. 2, no. 4 (34) (2017): 14–19.

Svetunkov, I. S. "Samoobuchayushchaya model kratkosrochnogo prognozirovaniya sotsialno-ekonomicheskoy dinamiki" [Self-learning model of short-term forecasting of social and economic dynamics]. <http://ivan.svetunkov.ru/science/files/correction.pdf>

Voinarenko, M. P., and Trots, I. V. "Formuvannya systemy poperedzhennia, prohnozuvannya i podolannya bankrutstva promyslovykh pidpriemstv" [Formation of the system of warning, forecasting and overcoming of bankruptcy of industrial enterprises]. *Ekonomika: realii chasu*. 2015. <https://www.science-community.org/uk/node/179722>