

УДК 330.42

DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.93.357154>

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ ДЕТЕРМІНОВАНОГО ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ

Калабухін Ю. Є., д.т.н., професор (УкрДУЗТ),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3693-7607>

Зоріна О. І., д.е.н., професор (УкрДУЗТ),

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8373-3209>

Білогуров Є. О., к.т.н. (УкрДУЗТ)



У статті обґрунтовано нагальну необхідність розробки сучасного науково-методичного підходу до прогнозування ключових показників господарської діяльності підприємств в умовах посилення невизначеності економічного розвитку України. Доведено, що класичні методи прогнозування не забезпечують необхідної точності та гнучкості в сучасних реаліях. Науково-методичний підхід до прогнозування показників господарської діяльності підприємств на основі даних динаміки детермінованого факторного аналізу дозволяє забезпечити достатню точність та достовірність отриманих результатів. Особливу увагу приділено адаптації підходу, який запропоновано, до специфіки української економіки з метою підвищення достовірності прогнозів та забезпечення фінансової стійкості підприємств у довгостроковій перспективі.

Ключові слова: економічний аналіз, детермінований факторний аналіз, результативний показник, часовий ряд, статистична оцінка, прогнозування.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACH TO FORECASTING BASED ON DETERMINISTIC FACTOR ANALYSIS DATA

Kalabukhin Yu. Ye., Doctor of Technical Sciences, Professor (USURT),

Zorina O. I., Doctor of Economics Sciences, Professor (USURT),

Bilohurov Ye. O., Candidate of Technical Sciences (USURT)

The article is devoted to solving a pressing scientific and applied problem – development of a scientific and methodological approach to forecasting the economic activity of an enterprise in conditions of chronic instability and turbulence of the external environment caused by the full-scale war in Ukraine. It is substantiated that traditional econometric models (correlation-regression analysis, trend extrapolation) lose their representativeness due to anomalous conditions of business functioning – destruction of infrastructure, logistical collapses, personnel migration, breaks in production chains and limited retrospective data.

The article proves that in modern conditions, enterprise management needs not just an accurate forecast, but a tool capable of providing multivariate (scenario) calculations: optimistic, realistic and stressful. This approach allows you to assess the "safety margin" of the enterprise, take into account unclear factors and qualitative risks, as well as operate on short or incomplete data samples, which is critically important for the economy of the war and post-war periods.

The main idea of the study is to combine the tools of deterministic factor analysis with forecasting methods based on time series. The factor method, unlike purely statistical methods, allows you to deeply penetrate the internal structure of financial and economic processes, quantitatively measure the impact of individual factors (for example, changes in prices, labor productivity, production volumes) on the performance indicator. This makes it possible to build forecasts not on the basis of searching for formal mathematical patterns that collapse under the influence of "black swans", but on the basis of modeling changes in factor characteristics under different scenarios of events.

The authors substantiate that the proposed approach provides the necessary stress resistance and adaptability of management decisions. It allows you to move from the statement of past trends to active management of the future by varying factor indicators. This allows the enterprise to prepare in advance for adverse changes (devaluation, inflation, blackouts) or to use favorable opportunities as effectively as possible.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development of theoretical and methodological principles of forecasting, which, unlike existing approaches, integrates deterministic factor analysis with forecasting based on a time series, taking into account the conditions of uncertainty and turbulence of the market environment. Such integration creates a unified toolkit that comprehensively covers both quantitative performance indicators and qualitative risk factors.

The practical significance of the research results lies in the possibility of using the proposed approach by financial analysts and managers of enterprises for operational tactical planning. It allows you to obtain relevant forecast estimates in real time, which is the key to maintaining financial stability and making informed management decisions in conditions of high uncertainty.

Keywords: *economic analysis, deterministic factor analysis, performance indicator, time series, statistical evaluation, forecasting.*

Постановка проблеми та її зв'язок з науковими чи практичними завданнями.

Сучасні умови господарювання суб'єктів економіки в Україні характеризуються хронічною нестабільністю зовнішнього середовища внаслідок функціонування підприємств в умовах повномасштабної війни, що спричиняє руйнування інфраструктури, логістичні колапси, міграційні потоки та розриви виробничих ланцюгів. Звітність підприємств за попередні періоди часто є нерепрезентативною для майбутнього через аномальні умови роботи (простої, релокація, мобілізація персоналу), що приводить до обмеженості та викривленості даних.

За таких умов для виживання та підтримки фінансової стійкості керівництву підприємств потрібен не просто прогноз, а багатоваріантний (сценарний) розрахунок (оптимістичний, реалістичний, стресовий), що дозволяє

оцінити «запас міцності». Прогнозування має забезпечувати не лише точність, а й оперативність отримання результату для прийняття тактичних рішень в режимі реального часу.

Отже, вищезначені проблеми диктують необхідність створення такого науково-методичного підходу до прогнозування, який би, на відміну від існуючих, поєднував у собі стрес-стійкість до зовнішніх шоків, врахування нечітких факторів (експертних оцінок) та здатність до навчання на коротких/неповних вибірках даних, характерних для економіки України воєнного та поствоєнного періодів.

Таким чином, у світлі сьогоденних економічних проблем актуальним стає прогнозування господарської діяльності підприємства з урахуванням оцінки динамічності розвитку його фінансово-господарського стану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В статті [1] розглядається динаміка показників зайнятості населення в цілому по Україні, по регіонах та окремих галузях економіки. Побудовано та досліджено тенденцію динамічних рядів зайнятості населення із урахуванням регіону та галузевої структури економіки. Дослідження проводилось за допомогою економетричних методів.

В роботі [2] визначаються особливості динаміки зайнятості населення в цілому по Україні та по регіонах. Побудовано динамічний ряд приросту зайнятості населення та досліджено тенденцію динамічного ряду із урахуванням структурних змін в зайнятості населення. Наявність систематичних змін у структурі зайнятості досліджувалась за допомогою математичних моделей. Враховуються фактори, що впливають на структуру зайнятості. Використано апарат фіктивних змінних та панельних даних в економетричному моделюванні показників, що визначають рівень зайнятості населення по регіонах.

Авторами [3] здійснено економетричний аналіз факторів, що визначають зміни в регіональній структурі зайнятості. Дослідження фокусується на моделюванні впливу соціально-економічних чинників, що дозволяє визначити ключові рушії динаміки зайнятості в регіонах України. Проведено дослідження на засадах економетричного моделювання факторів, що визначають динаміку регіональної структури зайнятості у промисловості України.

В статті [4] розглянуті основні теоретико-методологічні аспекти прогнозування фінансового стану підприємства, наведені методи прогнозування фінансового стану підприємства. Охарактеризовані сценарії розвитку подій при прогнозуванні. З'ясована сутність та роль прогнозування фінансового стану підприємства, визначені його функції та задачі. Визначені фактори, що перешкоджають

нормальному застосуванню прогнозування фінансового стану на підприємстві.

Запропоновано, що для визначення поняття прогнозування фінансового стану підприємства необхідний окремий аналіз суті прогнозування та фінансового стану підприємства, з подальшим їх синтезом.

В публікації [5] висвітлено результати проведеного дослідження, спрямованого на розробку підходу до прогнозування змін фінансово-господарського стану підприємства. Проведений аналіз показників фінансової звітності, а також використання методів логічного та економетричного аналізу дозволили запропонувати вирішення задачі оцінювання характеру взаємозв'язків в масиві показників, котрі характеризують різні аспекти діяльності підприємства. На основі сформованих масивів показників розраховано значення відповідних субіндексів, котрі характеризують відповідно потенціал інвестиційного забезпечення, ліквідність та ринкову стійкість, потенціал фінансової стійкості, ділову активність, рентабельність та ефективність використання основного капіталу. На основі інформації про розраховані значення інтегрального показника та субіндексів сформовано правило класифікації і побудовано дискримінантну модель. Науковий підхід, який запропоновано, дозволяє з високою ймовірністю прогнозувати зміни фінансово-господарського стану підприємств.

Автором [6] розглянуто та систематизовано основні базові економіко-математичні методи фінансового прогнозування, що включають побудову регресійних моделей, адитивної та мультиплікативної моделей декомпозиції, використання методу гармонійних ваг. В праці розкрито алгоритм застосування відповідних інструментів. Надано рекомендації, за яких умов варто використовувати той чи інший метод.

Стаття [7] присвячена застосуванню економетричних моделей для аналізу та прогнозування діяльності підприємств. Автори обґрунтовують використання моделювання як інструменту для оптимізації управлінських рішень та підвищення ефективності виробничих процесів. Розглянуто роль моделі в системі прогнозування. Особливу увагу приділено економетричним моделям, які відіграють важливу роль у процесі передбачення економічних процесів країни.

В роботі [8] досліджено значення фінансового прогнозування в антикризовому управлінні з метою забезпечення сталого розвитку підприємства на економічних, соціальних та екологічних засадах.

Визначено, що кризові ситуації підкреслюють необхідність запровадження ефективних інструментів антикризового управління, зокрема, фінансового прогнозування, що дозволяють підприємствам не тільки виживати в умовах кризи, але й забезпечувати стале зростання в довгостроковій перспективі.

Авторами розглянуто сутнісні характеристики механізму забезпечення сталого розвитку підприємства на засадах антикризового фінансового прогнозування. Наведено методи та прийоми фінансового прогнозування, методичні підходи до діагностики ймовірності банкрутства підприємств в контексті антикризового управління, а також рекомендації щодо вдосконалення фінансового прогнозування на підприємстві в контексті сучасних викликів та умов невизначеності.

У статті [9] розглянуто ряд методів для прогнозування прибутку, зокрема такі математичні інструменти, як показники динаміки часового ряду, трендові моделі, регресійний аналіз. За такого підходу передбачається, що прогнозований показник формується під впливом великої кількості факторів, виділити які або неможливо, або щодо яких відсутня

інформація. Отримані результати моделювання дозволили не тільки спрогнозувати загальні показники оцінки діяльності підприємства, а й визначити його розвиток у майбутньому.

Автором [10] викладено теоретичні аспекти оцінки фінансового стану підприємства та його динаміки з використанням факторного аналізу та зокрема методу головних компонент. Наведено приклад конкретних розрахунків та використання головних компонент для прогнозування настання фінансової кризи підприємства.

Виділення невирішених частин загальної проблеми. Традиційні економетричні моделі (кореляційно-регресійний аналіз, екстраполяція трендів і т. ін.) базуються на припущенні про стаціонарність процесів та наявність ретроспективних закономірностей. В сучасних умовах (наявність «чорних лебедів») ці закономірності часто руйнуються.

Відсутність уніфікованого інструментарію щодо науково обґрунтованих підходів, які б комплексно враховували як кількісні показники діяльності підприємства, так і якісні фактори ризику та невизначеності протягом значного періоду часу унеможливають використання застарілих (стабільних) моделей прогнозування.

Звісно, що способами, які дозволяють достатньо якісно здійснити економічний аналіз господарської діяльності підприємства та оцінювати її результати в умовах нестабільності економіки, з якою стикаються вітчизняні суб'єкти господарювання, включаючи турбулентність ринкового середовища, коливання валютного курсу, інфляційне зростання цін, обмеженість ресурсів і т. ін. є способи детермінованого факторного аналізу. Тому для забезпечення достатньої точності та достовірності показників господарської діяльності підприємств на майбутній період запропоновано науково-методичний підхід прогнозування на

основі даних динаміки детермінованого факторного аналізу.

Формування цілей статті.

Створити науковий підхід, який би унеможливив використання застарілих моделей, що не працюють в умовах значної невизначеності та динамічних змін фінансово-господарського стану підприємства та розробити безпосередньо метод, який використовує апарат детермінованого факторного аналізу для підвищення точності та обґрунтованості прогнозів в умовах нестабільної економіки.

Виклад основного матеріалу дослідження. Застосування математичних методів прогнозування виправдано лише на основі достовірних економічних моделей, які враховують реальні фактори в прогнозованому періоді. Очевидно, необхідним є синтез наявних методик, який розкриває різні фактори, що впливають на прогнозований результативний показник. Цей синтез може бути представлений як факторна модель прогнозування результативного показника. Факторна модель має наступні переваги:

1. Вона може бути використана при порівняно малій інформаційній базі.
2. Вона дозволяє визначити фактори, що впливають на зміну результативного показника, та відповідним чином на них впливати.
3. На її основі можна перевірити достовірність прогнозування результативного показника іншими методами.

Скористаємось основними теоретичними положеннями факторного аналізу для чого розглянемо мультиплікативну три факторну модель результативного показника

$$П = А \times В \times С, \quad (1)$$

де А, В, С – фактори економічної моделі результативного показника.

За умови наявності фактичного часового ряду, який відображає фактичну динаміку зміни факторів, на момент року t формула (1) приймає вид

$$П_t = A_t \times B_t \times C_t, \quad (2)$$

де A_t , B_t , C_t – фактори економічної моделі результативного показника в рік t фактичного часового ряду.

У відповідності до вимог проведення попереднього аналізу фактичного часового ряду необхідно виявити аномальні рівні кожного з факторів за періодами. Для цього слід використати метод Ірвіна, у відповідності до якого за кожним періодом t часового ряду відповідного фактору розраховується критерій за формулами:

$$I_{A_t} = \frac{|A_t - A_{t-1}|}{\sigma_A}, \quad (3)$$

$$I_{B_t} = \frac{|B_t - B_{t-1}|}{\sigma_B}, \quad (4)$$

$$I_{C_t} = \frac{|C_t - C_{t-1}|}{\sigma_C}, \quad (5)$$

де σ_A , σ_B , σ_C – середньоквадратичне відхилення відповідно, першого, другого та третього фактору за період фактичного часового ряду.

Очевидно, що чисельник у наведених формулах уявляє собою абсолютне відхилення відповідного фактору ланцюгове. З урахуванням цього формули (3), (4) та (5) приймають вид:

$$I_{A_t} = \frac{|\Delta A_t|}{\sigma_A}, \quad (6)$$

$$I_{B_t} = \frac{|\Delta B_t|}{\sigma_B}, \quad (7)$$

$$I_{C_t} = \frac{|\Delta C_t|}{\sigma_C}, \quad (8)$$

де ΔA_t , ΔB_t , ΔC_t – абсолютне відхилення відповідного фактору ланцюгове.

Середньоквадратичне відхилення за факторами за період фактичного часового ряду розраховується за формулами:

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^{t=t_k} (A_t - \bar{A})^2}{t-1}}, \quad (9)$$

$$\sigma_B = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^{t=t_k} (B_t - \bar{B})^2}{t-1}}, \quad (10)$$

$$\sigma_C = \sqrt{\frac{\sum_{t=2}^{t=t_k} (C_t - \bar{C})^2}{t-1}}, \quad (11)$$

де \bar{A} , \bar{B} , \bar{C} – середнє значення фактору відповідно, першого, другого та третього за весь період фактичного часового ряду.

Граничні значення критерію Ірвіна для рівня значущості 0,05 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Граничні значення критерію Ірвіна

n	2	3	10	20	30	50	100
I_t	2,8	2,3	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0

де n – кількість періодів часового ряду.

За умови того, що фактичний часовий ряд завершується кінцевим роком t_k кількість періодів часового ряду дорівнює $n = t_k - 1$.

Розраховані значення для відповідних факторів I_{A_t} , I_{B_t} , I_{C_t} порівнюються із табличним значенням граничного критерію Ірвіна $I_{\text{гран}}$. Якщо розрахункові значення $I_{\text{розра}} > I_{\text{гран}}$, то відповідне значення фактора в рік t часового ряду вважається аномальним.

Якщо n є проміжним значенням між встановленими у таблиці, то відповідне значення $I_{\text{гран}}^{\text{прм}}$ розраховується за формулою

$$I_{\text{гран}}^{\text{прм}} = I_{\text{гран}}^i + (I_{\text{гран}}^i - I_{\text{гран}}^{i+1}) \times \frac{n^{\text{прм}} - n_i}{n_i - n_{i+1}}, \quad (12)$$

де $n^{\text{прм}}$ – проміжне значення періоду;

$I_{\text{гран}}^{\text{прм}}$ – значення критерію

Ірвіна, яке відповідає $n^{\text{прм}}$;

n_i – табличне значення n , що безпосередньо передує $n^{\text{прм}}$;

n_{i+1} – табличне значення n , що безпосередньо слідує за $n^{\text{прм}}$;

$I_{\text{гран}}^i$ – табличне значення критерію Ірвіна, яке відповідає табличному значенню n_i ;

$I_{\text{гран}}^{i+1}$ – табличне значення критерію Ірвіна, яке відповідає табличному значенню n_{i+1} .

При наявності аномальних значень факторів за період часового ряду слід скористуватися процедурою згладжування методом простої ковзної середньої (або за трьома, або за п'ятьма точками в залежності від кількості та величини аномальних значень протягом часового ряду).

Результати попереднього аналізу аномальних значень та розрахунку ланцюгових абсолютних відхилень факторів за роками часового ряду заносимо до таблиці 2.

Таблиця 2

Результати попереднього аналізу аномальних значень та розрахунку ланцюгових абсолютних відхилень згладжених факторів за роками часового ряду

№ року	Згладжене значення фактора			Абсолютне відхилення згладженого фактора ланцюгове		
	A	B	C	ΔA	ΔB	ΔC
1	\hat{A}_1	\hat{B}_1	\hat{C}_1	-	-	-
2	\hat{A}_2	\hat{B}_2	\hat{C}_2	$\Delta \hat{A}_2$	$\Delta \hat{B}_2$	$\Delta \hat{C}_2$
3	\hat{A}_3	\hat{B}_3	\hat{C}_3	$\Delta \hat{A}_3$	$\Delta \hat{B}_3$	$\Delta \hat{C}_3$
...
t_k	\hat{A}_{t_k}	\hat{B}_{t_k}	\hat{C}_{t_k}	$\Delta \hat{A}_{t_k}$	$\Delta \hat{B}_{t_k}$	$\Delta \hat{C}_{t_k}$

Таким чином, отримано часові ряди значень абсолютного відхилення кожного із згладжених факторів ланцюгове за період від $t = 2$ до $t = t_k$.

Зміна результативного показника під впливом зміни факторів розраховується за формулою

$$\Delta П = \Delta П_A + \Delta П_B + \Delta П_C, \quad (13)$$

де $\Delta П_A$, $\Delta П_B$, $\Delta П_C$ – вплив зміни відповідно, першого, другого та третього фактора на зміну результативного показника.

За умови часового ряду, який відображає динаміку зміни згладжених значень факторів, на момент року t формула (13) приймає вид

$$\Delta П_t = \Delta П_{\hat{A}_t} + \Delta П_{\hat{B}_t} + \Delta П_{\hat{C}_t}, \quad (14)$$

де $\Delta П_{\hat{A}_t}$, $\Delta П_{\hat{B}_t}$, $\Delta П_{\hat{C}_t}$ – вплив зміни відповідно, першого, другого та третього фактора на зміну результативного показника на момент року t часового ряду.

Вплив зміни кожного фактора на зміну результативного показника у рік t фактичного часового ряду, у відповідності

до способу абсолютних різниць, розраховується за формулами:

$$\Delta П_{\hat{A}_t} = \Delta \hat{A}_t \times \hat{B}_{t-1} \times \hat{C}_{t-1}, \quad (15)$$

$$\Delta П_{\hat{B}_t} = \hat{A}_t \times \Delta \hat{B}_t \times \hat{C}_{t-1}, \quad (16)$$

$$\Delta П_{\hat{C}_t} = \hat{A}_t \times \hat{B}_t \times \Delta \hat{C}_t, \quad (17)$$

де $\Delta \hat{A}_t$, $\Delta \hat{B}_t$, $\Delta \hat{C}_t$ – абсолютне відхилення відповідно, першого, другого та третього згладжених факторів у рік t часового ряду;

\hat{B}_{t-1} , \hat{C}_{t-1} – значення відповідно, другого та третього згладжених факторів в рік, який передуює року t часового ряду;

\hat{A}_t , \hat{B}_t – значення відповідно, першого та другого згладжених факторів у рік t часового ряду.

Розрахунок впливу зміни кожного фактора на зміну результативного показника за роками часового ряду у відповідності до формул (15), (16) та (17) зручно зробити в табличній формі (таблиця 3) з урахуванням даних таблиці 2.

Таблиця 3

Розрахунок впливу зміни факторів на зміну результативного показника за роками часового ряду

№ року	Згладжене значення фактора			Абсолютне відхилення згладженого фактора ланцюгове			Вплив зміни факторів на зміну результативного показника		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	\widehat{A}_1	\widehat{B}_1	\widehat{C}_1	-	-	-	-	-	-
2	\widehat{A}_2	\widehat{B}_2	\widehat{C}_2	$\Delta\widehat{A}_2$	$\Delta\widehat{B}_2$	$\Delta\widehat{C}_2$	$\Delta\Pi_{\widehat{A}_2}$	$\Delta\Pi_{\widehat{B}_2}$	$\Delta\Pi_{\widehat{C}_2}$
3	\widehat{A}_3	\widehat{B}_3	\widehat{C}_3	$\Delta\widehat{A}_3$	$\Delta\widehat{B}_3$	$\Delta\widehat{C}_3$	$\Delta\Pi_{\widehat{A}_3}$	$\Delta\Pi_{\widehat{B}_3}$	$\Delta\Pi_{\widehat{C}_3}$
...
t_k	\widehat{A}_{t_k}	\widehat{B}_{t_k}	\widehat{C}_{t_k}	$\Delta\widehat{A}_{t_k}$	$\Delta\widehat{B}_{t_k}$	$\Delta\widehat{C}_{t_k}$	$\Delta\Pi_{\widehat{A}_{t_k}}$	$\Delta\Pi_{\widehat{B}_{t_k}}$	$\Delta\Pi_{\widehat{C}_{t_k}}$

З метою проведення статистичної оцінки отриманих результатів розрахунку результативного показника скористаємось розрахунком відносної похибки, коефіцієнта детермінації та критерію Фішера. Для цього розрахуємо значення результативного показника за фактичними та згладженими значеннями факторів користуючись наступними формулами:

- за фактичними значеннями факторів

$$\Pi_t^\Phi = A_t \times B_t \times C_t; \quad (18)$$

- за згладженими значеннями факторів

$$\widehat{\Pi}_t = \widehat{A}_t \times \widehat{B}_t \times \widehat{C}_t. \quad (19)$$

Розрахунок результативного показника за фактичними та згладженими значеннями факторів зручно зробити у табличній формі (таблиця 4).

Таблиця 4

Розрахунок результативного показника за фактичними та згладженими значеннями факторів

№ року	Фактичне значення фактора			Π^Φ	Згладжене значення фактора			$\widehat{\Pi}$
	A	B	C		A	B	C	
1	A_1	B_1	C_1	Π_1^Φ	\widehat{A}_1	\widehat{B}_1	\widehat{C}_1	$\widehat{\Pi}_1$
2	A_2	B_2	C_2	Π_2^Φ	\widehat{A}_2	\widehat{B}_2	\widehat{C}_2	$\widehat{\Pi}_2$
3	A_3	B_3	C_3	Π_3^Φ	\widehat{A}_3	\widehat{B}_3	\widehat{C}_3	$\widehat{\Pi}_3$
...
t_k	A_{t_k}	B_{t_k}	C_{t_k}	$\Pi_{t_k}^\Phi$	\widehat{A}_{t_k}	\widehat{B}_{t_k}	\widehat{C}_{t_k}	$\widehat{\Pi}_{t_k}$

Відносна похибка визначається за формулою

$$\bar{\delta}_\Pi = \frac{100\%}{t_k} \times \sum_{t=1}^{t=t_k} \frac{|\Pi_t^\Phi - \widehat{\Pi}_t|}{\Pi_t^\Phi}, \quad (20)$$

де $\Pi_t^\Phi, \widehat{\Pi}_t$ – значення результативного показника у рік t часового ряду відповідно, фактичне та розрахункове на основі згладжених факторів.

Коефіцієнт детермінації розраховується за формулою

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^{t=t_k} (\hat{\Pi}_t - \bar{\Pi})^2 - \sum_{t=1}^{t=t_k} (\Pi_t^\phi - \hat{\Pi}_t)^2}{\sum_{t=1}^{t=t_k} (\hat{\Pi}_t - \bar{\Pi})^2}, \quad (21)$$

де $\bar{\Pi}$ – середнє значення результативного показника, розрахованого за зладженими факторами, за період фактичного часового ряду

Середнє за період фактичного часового ряду значення результативного показника, розрахованого за зладженими факторами, розраховується за формулою

$$\bar{\Pi} = \frac{1}{t_k} \times \sum_{t=1}^{t=t_k} \hat{\Pi}_t \quad (22)$$

Критерій Фішера розраховується за формулою

$$F_{кр.} = \frac{R^2}{1 - R^2} \times \frac{t_k - m - 1}{m} \quad (23)$$

де $m = 1$.

Розрахунок складових відносної похибки, коефіцієнту детермінації та критерію Фішера зручно зробити в табличній формі (таблиця 5).

Таблиця 5

Розрахунок складових відносної похибки, коефіцієнту детермінації та критерію Фішера

№ року	Π^ϕ	$\hat{\Pi}$	Відносна похибка	$(\hat{\Pi}_t - \bar{\Pi})^2$	$(\Pi_t^\phi - \hat{\Pi}_t)^2$
1	Π_1^ϕ	$\hat{\Pi}_1$	$\frac{ \Pi_1^\phi - \hat{\Pi}_1 }{\Pi_1^\phi}$	$(\hat{\Pi}_1 - \bar{\Pi})^2$	$(\Pi_1^\phi - \hat{\Pi}_1)^2$
2	Π_2^ϕ	$\hat{\Pi}_2$	$\frac{ \Pi_2^\phi - \hat{\Pi}_2 }{\Pi_2^\phi}$	$(\hat{\Pi}_2 - \bar{\Pi})^2$	$(\Pi_2^\phi - \hat{\Pi}_2)^2$
3	Π_3^ϕ	$\hat{\Pi}_3$	$\frac{ \Pi_3^\phi - \hat{\Pi}_3 }{\Pi_3^\phi}$	$(\hat{\Pi}_3 - \bar{\Pi})^2$	$(\Pi_3^\phi - \hat{\Pi}_3)^2$
...
t_k	$\Pi_{t_k}^\phi$	$\hat{\Pi}_{t_k}$	$\frac{ \Pi_{t_k}^\phi - \hat{\Pi}_{t_k} }{\Pi_{t_k}^\phi}$	$(\hat{\Pi}_{t_k} - \bar{\Pi})^2$	$(\Pi_{t_k}^\phi - \hat{\Pi}_{t_k})^2$
Разом	-	-	$\sum_{t=1}^{t=t_k} \frac{ \Pi_t^\phi - \hat{\Pi}_t }{\Pi_t^\phi}$	$\sum_{t=1}^{t=t_k} (\hat{\Pi}_t - \bar{\Pi})^2$	$\sum_{t=1}^{t=t_k} (\Pi_t^\phi - \hat{\Pi}_t)^2$

На основі часових рядів впливу зміни факторів на зміну результативного показника, які отримано в таблиці 3, застосовуючи метод найменших квадратів, визначаємо параметри функцій, що відповідають зладженому тренду впливу зміни кожного фактору. На основі отриманих функцій розраховуємо

прогнознє значення впливу зміни факторів за роками прогнозного періоду $\Delta \Pi_{A_t}^{прг}$, $\Delta \Pi_{B_t}^{прг}$, $\Delta \Pi_{C_t}^{прг}$.

Прогнознє значення результативного показника на момент кінцевого року $t_{прг}$ прогнозного періоду визначається за формулою

$$\Pi_{t_{\text{прг}}} = \hat{\Pi}_{t_k} + \sum_{t=t_k+1}^{t=t_{\text{прг}}} (\Delta\Pi_{A_t}^{\text{прг}} + \Delta\Pi_{B_t}^{\text{прг}} + \Delta\Pi_{C_t}^{\text{прг}}), \quad (24)$$

де $\hat{\Pi}_{t_k}$ – значення результативного показника на момент кінцевого року t_k фактичного часового ряду.

Значення результативного показника на момент кінцевого року t_k фактичного часового ряду визначається за формулою

$$\hat{\Pi}_{t_k} = \hat{\Pi}_1 + \sum_{t=2}^{t=t_k} (\Delta\Pi_{\hat{A}_t} + \Delta\Pi_{\hat{B}_t} + \Delta\Pi_{\hat{C}_t}), \quad (25)$$

де $\hat{\Pi}_1$ – значення результативного показника на момент початкового року часового ряду, розрахованого за згладженими значеннями факторів.

$$\Pi_{t_{\text{прг}}} = \hat{A}_1 \times \hat{B}_1 \times \hat{C}_1 + \sum_{t=2}^{t=t_k} (\Delta\Pi_{\hat{A}_t} + \Delta\Pi_{\hat{B}_t} + \Delta\Pi_{\hat{C}_t}) + \sum_{t=t_k+1}^{t=t_{\text{прг}}} (\Delta\Pi_{A_t}^{\text{прг}} + \Delta\Pi_{B_t}^{\text{прг}} + \Delta\Pi_{C_t}^{\text{прг}}), \quad (27)$$

У відповідності до формули (27) для отримання прогнозного значення результативного показника $\Pi_{t_{\text{прг}}}$ необхідно:

1) за згладженими значеннями факторів на момент початкового року часового ряду розрахувати величину результативного показника $\hat{\Pi}_1$ (формула 26);

2) розрахувати вплив зміни кожного з факторів (за згладженими значеннями) $\Delta\Pi_{\hat{A}_t}$, $\Delta\Pi_{\hat{B}_t}$, $\Delta\Pi_{\hat{C}_t}$ за роками фактичного часового ряду від $t = 1$ до $t = t_k$;

3) використовуючи метод найменших квадратів, розрахувати прогнозні значення впливу зміни кожного з факторів $\Delta\Pi_{A_t}^{\text{прг}}$, $\Delta\Pi_{B_t}^{\text{прг}}$, $\Delta\Pi_{C_t}^{\text{прг}}$ за роками

значення результативного показника на момент початкового року часового ряду, розрахованого за згладженими значеннями факторів, визначається за формулою

$$\hat{\Pi}_1 = \hat{A}_1 \times \hat{B}_1 \times \hat{C}_1, \quad (26)$$

де \hat{A}_1 , \hat{B}_1 , \hat{C}_1 – згладжене значення відповідно, першого, другого та третього фактора на момент початкового року часового ряду.

З урахуванням формул (24), (25) та (26) остаточно отримаємо формулу для розрахунку прогнозного значення результативного показника на момент прогнозного року $t_{\text{прг}}$.

прогнозного періоду від $t = t_k + 1$ до $t = t_{\text{прг}}$.

Висновки. Таким чином, створено науково-методичний підхід до прогнозування на основі даних детермінованого факторного аналізу, який в умовах нестабільної економіки та динамічних змін фінансово-господарського стану підприємства, що є причиною значної невизначеності, дозволяє підвищити точність та обґрунтованість прогнозів, а також спрогнозувати вплив зміни факторів на зміну результативного показника протягом прогнозного періоду.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чупілко Т.А. Моделювання та прогнозування показників зайнятості

населення України за допомогою методів економетричного аналізу. *Ефективна економіка*. 2017. № 3. С. 1-7. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5477> (дата звернення: 01.03.2026).

2. Чупілко Т.А., Чупілко С.І., Хрущ Я.В. Дослідження динаміки ринку праці в Україні з урахуванням структурних змін у зайнятості населення [Електронний ресурс]. *Ефективна економіка*. 2016. №6. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua> (дата звернення: 01.03.2026).

3. Рядно О.А., Хрущ Я.В. Економетричне моделювання факторів, що впливають на динаміку регіональної структури зайнятості. *Вісник економічної науки України*. 2010. № 1 (17). С. 90-93.

4. Юнацький М.О. Огляд сучасних методів прогнозування фінансового стану підприємства. *Ефективна економіка*. 2018. № 4. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=6232> (дата звернення: 01.03.2026).

5. Пілько А.Д., Вітовська А.О. Прогнозування змін фінансово-господарського стану підприємства. *Економіка та суспільство*. 2024. Випуск 61. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-53> (дата звернення: 01.03.2026).

6. Ковбаса В.А. Систематизація економіко-математичних методів фінансового прогнозування. *Актуальні проблеми економіки*. 2024. №8 (278). С. 173-180. DOI: 10.32752/1993-6788-2024-1-278-173-180

7. Леонтюк-Мельник О.В., Захарчук Д. Економетричне моделювання для аналізу та прогнозування основної діяльності підприємства. *Галицький економічний вісник Тернопільського національного технічного університету*. 2016. № 2(51). С. 164-171.

8. Височин І.В., Передерій Т.С. Антикризове фінансове прогнозування в системі забезпечення сталого розвитку підприємства. *Економічна наука. Інвестиції: практика та досвід*. 2024. №20. С. 34-39. URL:

<https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.20.34> (дата звернення: 01.03.2026).

9. Півторак М.В., Музиченко О.М. Методи прогнозування чистого прибутку підприємства. *Економіка та держава*. 2021. № 1. С. 124–129. URL: 10.32702/2306-6806.2021.1.124 (дата звернення: 01.03.2026).

10. Загребя М.М. Теоретичні аспекти використання факторного аналізу при аналізі динаміки фінансового стану підприємства. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*. 2014. С. 455-461. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LIN&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Npkntu_e_2014_25_69 (дата звернення: 01.03.2026).

REFERENCES

1. Chupilko T.A. (2017). Modeliuvannia ta prohnzuvannia pokaznykiv zainiatosti naseleennia Ukrainy za dopomohoiu metodiv ekonometrychnoho analizu [Modeling and forecasting employment indicators of the population of Ukraine using econometric analysis methods]. *Efektivna ekonomika*, no. 3, pp. 1-7. Available at: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5477> (accessed 01 march 2026).

2. Chupilko T.A., Chupilko S.I., Khrushch Ya.V. (2016). Doslidzhennia dynamiky rynku pratsi v Ukraini z urakhuvanniam strukturnykh zmin u zainiatosti naseleennia [Research on labor market dynamics in Ukraine taking into account structural changes in employment]. *Efektivna ekonomika*, no. 6, Available at: <http://www.economy.nauka.com.ua> (accessed 01 march 2026).

3. Riadno O.A., Khrushch Ya.V. (2010). Ekonometrychne modeliuvannia faktoriv, shcho vplyvaiut na dynamiku

regionalnoi struktury zainiatosti [Econometric modeling of factors influencing the dynamics of regional employment structure]. *Visnyk ekonomichnoi nauky Ukrainy*, no. (17), pp. 90-93.

4. Yunatskyi M.O. (2018). Ohliad suchasnykh metodiv prohnozuvannya finansovoho stanu pidpriemstva [Overview of modern methods for forecasting the financial condition of an enterprise]. *Efektivna ekonomika*, no. 4. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=6232> (accessed 01 march 2026).

5. Pilko A.D., A.O. Vitovska (2024). Prohnozuvannya zmin finansovo-hospodarskoho stanu pidpriemstva [Forecasting changes in the financial and economic condition of an enterprise]. *Ekonomika ta suspilstvo*, no. 61, Available at: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2024-61-53> (accessed 01 march 2026).

6. Kovbasa V.A. (2024). Systematyzatsiia ekonomiko-matematichnykh metodiv finansovoho prohnozuvannya [Systematization of economic and mathematical methods of financial forecasting]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 8, (278), pp. 173-180. Available at: [10.32752/1993-6788-2024-1-278-173-180](https://doi.org/10.32752/1993-6788-2024-1-278-173-180) (accessed 01 march 2026).

7. Leontiuk-Melnyk O.V., Zakharchuk D. (2016). Ekonometrychne modeliuвання dlia analizu ta prohnozuvannya osnovnoi diialnosti pidpriemstva [Econometric modeling for analysis and forecasting of the main activities of the enterprise]. *Halytskyi ekonomichnyi*

visnyk Ternopilskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu, no. 2(51), pp. 164-171.

8. Vysochyn I.V., Perederii T.S. (2024). Antykrizove finansove prohnozuvannya v systemi zabezpechennia staloho rozvytku pidpriemstv [Anti-crisis financial forecasting in the system of ensuring sustainable development of the enterprise]. *Ekonomichna nauka. Investytsii: praktyka ta dosvid*, no. 20, pp. 34-39. Available at: <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2024.20.34> (accessed 01 march 2026).

9. Pivtorak M.V., Muzychenko O.M. (2021). Metody prohnozuvannya chystoho prybutku pidpriemstva [Methods for forecasting the net profit of an enterprise]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 1, pp. 124-129. Available at: [10.32702/2306-6806.2021.1.124](https://doi.org/10.32702/2306-6806.2021.1.124) (accessed 01 march 2026).

10. Zahreba M.M. (2014). Teoretychni aspekty vykorystannia faktornoho ana-lizu pry analizi dynamiky finansovoho stanu pidpriemstva [Theoretical aspects of using factor analysis in analyzing the dynamics of the financial condition of an enterprise]. *Naukovi pratsi Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky*, pp. 455-461. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LIN&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILE=&2_S21STR=Npkntu_e_2014_25_69 (accessed 01 march 2026).

Стаття надійшла 07.03.26

Стаття прийнята до друку після рецензування 12.03.26