

Т. М. Берідзе,

д. е. н., професор, професор кафедри електрична інженерія,

Криворізький національний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2509-3242>

А. В. Бузра,

к. пед. н., доцент, доцент кафедри вищої математики,

Криворізький національний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3978-3404>

О. О. Бондаренко,

к. е. н., доцент кафедри загальноінженерних дисциплін та обладнання,

Криворізький національний університет

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0387-3486>

DOI: 10.32702/2306-6814.2025.3.13

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗУ ВАЛОВОГО РЕГІОНАЛЬНОГО ПРОДУКТУ

T. Beridze,

Doctor of Economic Sciences, Professor, Professor of the Department of Electrical Engineering,

Kryvyi Rih National University

A. Buhra,

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department

of Higher Mathematics, Kryvyi Rih National University

O. Bondarenko,

PhD in Economics, Associate Professor, Department of General Engineering

Disciplines and Equipment, Kryvyi Rih National University

MODELING OF GROSS REGIONAL PRODUCT FORECAST

У статті досліджено сутність часового ряду валового регіонального продукту України задля формалізації та реалізації моделювання валового регіонального продукту, як стохастичного процесу. Рівень розвитку регіонів формується із синергії всіх його складових компонентів. Дослідження розвитку регіонів містять значну кількість впливових факторів, які віддзеркалюються в валовому регіональному продукті. В даному контексті розуміється, що існує необхідність використання в методологічних дослідженнях розвитку регіональних ресурсів методів прогнозування. Науково-практичні дослідження, представлені в площині моделювання прогнозування валового регіонального продукту, зосереджені в основному на застосуванні аналізу часових рядів без врахування стохастичних процесів. Пропонується проводити аналіз часових рядів, що характеризують значення показника валового регіонального продукту України, шляхом дослідження стохастичних складових з урахуванням песимістичного та оптимістичного розвитку подій.

The article explores the essence of the time series of the gross regional product of Ukraine in order to formalize and implement the modeling of the gross regional product as a stochastic process. The level of development of regions is formed from the synergy of all its constituent components. Studies of the development of regions contain a significant number of influential factors that are reflected in the gross regional product. In this context, it is understood that there is a need to use

forecasting methods in methodological studies of the development of regional resources. The use of extrapolation methods for forecasting economic indicators has been used before, but the emergence of modern IT technologies has made it possible to make qualitative changes in solving these problems through a more in-depth study of the material. Research into the concepts of economic forecasting in general and regions separately provides grounds for analyzing their features. Currently, there is a need to carefully study possible ways to ensure goodness by involving new approaches. One of such approaches is the study and forecasting of regional development. The level of regional development is formed from the synergy of all its components. Studies of regional development contain a significant number of influential factors that are reflected in the gross regional product. The relevance of studying the issue of economic forecasting of gross regional product is, first of all, for conducting rational regional policy. Scientific and practical studies presented in the area of modeling the forecasting of the gross regional product are focused mainly on the application of time series analysis without taking into account stochastic processes. The conducted analysis of scientific publications proves the relevance of using ARIMA modeling to solve rather complex problems. Analysis of economic indicators by studying time series using ARIMA models allows predicting future corresponding values with sufficient accuracy. Scientific and practical research presented in the area of modeling of forecasting gross regional product is focused mainly on the application of time series analysis without taking into account stochastic processes. It is proposed to analyze time series characterizing the value of the gross regional product indicator of Ukraine by studying stochastic components taking into account pessimistic and optimistic developments.

Ключові слова: валовий регіональний продукт, часовий ряд, прогнозування, стохастичність.
Key words: gross regional product, time series, forecasting, stochasticity.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Модернізація сучасної економіки — головна передумова зменшення соціальних ризиків та загроз. Вектор соціально-економічного розвитку направлений на відповідне підвищення рівня та якості життя населення. Сьогоденність не дозволяє в повній мірі задовольнити різноманітні потреби усіх членів суспільства. Наразі існує потреба ретельного вивчення можливих шляхів забезпечення доброти за допомогою залучення нових підходів. Одним з таких підходів є дослідження та прогнозування розвитку регіонів. Рівень розвитку регіонів формується із синергії всіх його складових компонентів. Дослідження розвитку регіонів містять значну кількість впливових факторів, які віддзеркалюються в валовому регіональному продукті. В даному контексті розуміється, що існує необхідність використання в методологічних дослідженнях розвитку регіональних ресурсів методів прогнозування. Використання методів екстраполяції для прогнозу економічних показників застосовувалося і раніше, проте поява сучасних ІТ — технологій дало змогу зробити якісні зміни під час вирішення цих завдань шляхом більш глибокого опрацювання матеріалу. Дослідження концепцій економічного прогнозування загалом та регіонів окремо дають підстави для проведення аналізу їх особливостей. Актуальність вивчення питання економічного прогнозування валового регіонального продукту полягає, перш за все, для проведення раціональної регіональної політики

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питанням прогнозування на підставі застосування часових рядів присвячено чимало публікацій. Багаторічні дослідження науковців вказують на те, що розвиток є динамічним явищем. В працях вчених закладене вагоме методологічне та методичне підґрунтя для різнопланового та глибокого дослідження досліджуваної проблеми. Ґрунтовне дослідження щодо регіонального розвитку проведено автором Гринів В. М. Системно проаналізовано структура складних об'єктів. Визначено вплив на кількісні характеристики об'єкта структурних змін. Зазначено нерівномірність розвитку соціально-економічних процесів [1]. Науковцями Савченко Е.А., Тутова Е.В. досліджено та запропоновано побудову прогнозних моделей на основі індуктивного підходу. Ними проаналізовано тенденції економічного розвитку регіону на основі сукупності демографічних та соціальних показників [2]. Дослідження Ємець К. присвячене порівнянню моделей прогнозування часових рядів, з вираженою сезонністю. Зазначено, що застосування таких моделей передбачає значну кількість часових ресурсів. Автор акцентує увагу на доцільності пріоритетності замовника та конкретизації задач [3]. Авторами А. П. Феєр Д. В. Ланде застосовано технологію OSINT. Підкреслено результативність ARIMA для формування прогнозу [4]. Дослідження Мулеса О. Ю., Гече Ф. Е., Батюк А. Є., Мельник О. О. присвячено вирішенню проблеми покращення якості прогнозу. Науковці запропонували прогнозну схему, яка є синтезом базових прогнозних моделей. Крім того визначено ме-

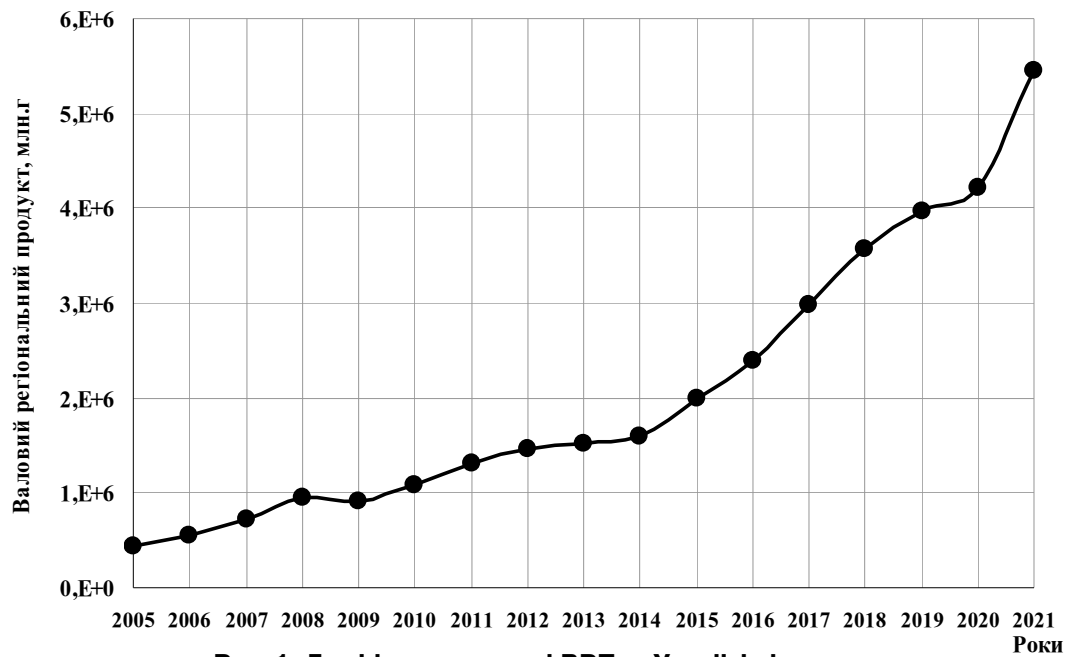


Рис. 1. Графік залежності ВРП в Україні від часу

Джерело: сформовано на основі [15].

тод побудови цільової функції для задачі оптимізації у вигляді лінійної комбінації результатів прогнозування базовими прогнозними моделями [5]. Вчені М.С. Широкопетлева, О.А. Пономаренко, Дудар З.В. акцентували увагу на реальних проблемах при моделюванні прогнозу шляхом порівняння методів прогнозування. Науковці пропонують застосовувати модель ARIMA для вирішення задач прогнозування [6]. Прогнозування безпосередньо виробництвом запропоновано Хомяк Т., Малиєнко А., Симонец Х. Науковці провели системний аналіз на засадах функціональної моделі з подальшим вирішенням задачі прогнозування [8]. Дослідження особливостей сфер використання моделей прогнозування часових рядів проведено Андрусенко Ю.О. Автором проведена класифікація основних моделей прогнозування часових рядів, що дозволило визначити їх особливості [9]. Науковці Стукало Н.В, Литвин М.В дослідили світовий досвід фінансування регіонального розвитку. Наукова праця вчених відображає глибинні тенденції особливостей фінансування регіонального розвитку [10]. Варто звернути увагу на наукові дослідження вченого Медвідь В, який запропонував теоретичне узагальнення та методологічне обґрунтування прогнозування сучасного регіонального розвитку. Автором визначено, "...що прогнозування як інструмент економічного регулювання регіонального розвитку є деякою функцією, покликаною забезпечувати обґрунтований вибір основної гіпотези можливого становища регіону, що описується за допомогою певного набору показників..." [11]. Системний підхід досліджено. в науковій публікації авторами Діденко Є. О., Цалко Т. Р., Кирилко Н. М. Сформовано теоретико-методичні засади дослідження стану стратегічного потенціалу регіону. Регіон виступає системою, що може мати як внутрішньодержавний, так і міждержавний характер [12]. Автором Більською О. В. здійснено критичний аналіз рівня значень та динаміки соціально-економічних показників. Доведено доцільність застосування методу інтегрального оцінювання.

Визначені "...траєкторія соціально-економічного розвитку України ..." [13]. Важливо, що методичні підходи моделювання прогнозування дозволяють визначити як можливі майбутні тренди, у фарватері яких відбуватимуться коригування. Проведений аналіз наукових публікацій доводить актуальність застосування ARIMA моделювання для вирішення досить складних завдань. Аналіз економічних показників шляхом дослідження часових рядів за допомогою ARIMA — моделей дозволяє з достатньою точністю передбачити майбутні відповідні значення. Науково-практичні дослідження, представлені в площині моделювання прогнозування валового регіонального продукту, зосереджені в основному на застосуванні аналізу часових рядів без врахування стохастичних процесів. Пропонується проводити аналіз часових рядів, що характеризують значення показника валового регіонального продукту України, шляхом дослідження стохастичних складових з урахуванням песимістичного та оптимістичного розвитку подій.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Формулювання цілей статті (постановка завдання) — дослідження значень показників часового ряду валового регіонального продукту України задля формалізації та реалізації моделювання валового регіонального продукту, як стохастичного процесу з метою формування підґрунтя щодо раціонального управління регіонами.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Запропоновано методику дослідження показників часового ряду валового регіонального продукту, як стохастичного процесу. Відповідно до методологічних положень щодо розрахунку валового регіонального продукту "...валовий регіональний продукт (ВРП) — це інтегрований показник економічного розвитку регіону, який характеризує результат виробничої діяльності резидентів в межах економічної території регіону і вимі-

рюється сукупною вартістю товарів та послуг, виготовлених ними для кінцевого використання..." [14]. Розрахунки ВРП ґрунтуються на міжнародних стандартах Системи національних рахунків 2008 та Європейської системи національних і регіональних рахунків 2010.

ВРП регіону як правило обчислюється дискретно через однаковий проміжок часу, утворюючи часові ряди, що дозволяє судити про динаміку зміни економічного розвитку регіону.

На рис. 1 приведено графік залежності ВРП в Україні від часу [15]. Аналіз приведенного графіка вказує на те, що має місце зростання ВРП з часом, але при цьому мають місце елементи стохастичності.

Приведений графік показує, що має місце часовий ряд. В загальному випадку часові ряди — це множина спостережень, що генеруються послідовно в часі. Якщо час безперервний, часовий ряд називається безперервним. Якщо час змінюється дискретно, часовий ряд дискретний. Спостереження дискретного часового ряду, зроблені у моменти часу $t_0, t_1, \dots, t_N$ можуть бути позначені через $x(t_0), x(t_1), \dots, x(t_N)$. В нашому випадку будуть розглядатися тільки дискретні часові ряди, в яких спостереження робляться через фіксований інтервал h . Коли є N послідовних значень такого ряду, доступних для аналізу, то пишемо $x_0, x_1, \dots, x_N$, позначаючи так спостереження в рівновіддалені моменти часу $t_0, t_0 + h, \dots, t_0 + N \cdot h$. Якщо приймається t_0 за початок і h за одиницю часу, то можна розглядати h як спостереження у момент часу t .

Враховуючи, що в нашому випадку $t_0 = 2005$ рік і $h = 1$ рік, тому для знаходження нових змінних треба скористатися формулою

$$k = t - 2005 \quad (1),$$

де $t = 2005, 2006, \dots, 2021$.

В нашому разі дискретний часовий ряд з'являється шляхом накопичення змінної протягом заданого проміжку часу.

Дані про ВРП є випадковим тимчасовим рядом, точніше реалізацією стохастичного процесу. Щоб дискретний випадковий процес був строго стаціонарним, взаємний розподіл будь-якої сукупності спостережень не повинен змінюватися при зрушенні всіх часів спостережень вперед чи назад [16]. Середнє значення і дисперсія стаціонарного стохастичного процесу не залежать від часу. Для дискретного стаціонарного стохастичного процесу середнє значення можна оцінити за формулою.

$$\bar{x} = \frac{1}{N+1} \sum_{t=0}^N x_t \quad (2),$$

а дисперсію за формулою

$$\sigma_x^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^N (x_t - \bar{x})^2 \quad (3).$$

З припущення про стаціонарність випливає, що спільний розподіл ймовірностей є однаковим для усіх часів, розділених однаковими інтервалами часу. Отже, природу цього спільного розподілу можна оцінити за діаграмою розсіювання, побудованою за парами значень x_t, x_{t+k} часового ряду, розділених постійною

затримкою k . Коваріація між значеннями x_{t-1}, x_{t+k} , відокремленими k інтервалами часу, називається автоковаріацією із затримкою k та визначається формулою

$$\gamma_k = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^N [(x_t - \bar{x})(x_{t+k} - \bar{x})],$$

$$k = 0, 1, \dots, K \quad (4).$$

Автокореляція із затримкою k дорівнює

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (5).$$

Для того, щоб стохастичний процес був строго стаціонарним, вся його ймовірнісна структура повинна залежати тільки від різниці часів. Менш жорстка вимога, яка називається слабкою стаціонарністю другого порядку, полягає в тому, щоб існували постійні середнє значення та дисперсія. Аналіз значень ВРП в Україні, приведених на графіку рис. 1, показує, що ці значення часового ряду можуть бути представлені за допомогою нелінійної нестаціонарної моделі. Зокрема, має місце тренд значень ВРП, який може бути апроксимований поліномом другого порядку у вигляді.

$$x_{tr}(k) = a \cdot k^2 + b \cdot k + c \quad (6),$$

де a, b, c — параметри.

Для знаходження невідомих параметрів a, b, c скористаємось неадаптивним алгоритмом ідентифікації. Для цього підставимо дані з табл. 1 в формулу (6). В результаті получимо систему із 17 рівнянь із 3 невідомими.

$$a \cdot k_i^2 + b \cdot k_i + c = x_i, i = 0, 1, \dots, 16 \quad (7).$$

Оскільки число невідомих менше числа рівнянь ($3 < 17$), то система рівнянь є несумісною. Несумісну систему рівнянь (7) вирішимо методом найменших квадратів, тобто мінімізуючи сумарну нев'язку правих і лівих частин рівнянь цієї системи. Для цього утворюємо функцію сумарної нев'язки у вигляді суми квадратів нев'язок кожного з рівнянь системи (7)

$$F(a, b, c) = \sum_{i=0}^{16} (a \cdot k_i^2 + b \cdot k_i + c - x_i)^2 \quad (8).$$

Як видно, функція (8) невід'ємна і дорівнює нулю при збігу правих та лівих частин рівнянь розв'язуваної системи (7). При цьому чим правіші частини рівняння (7) близькі до лівих, тим менше значення функції нев'язки (8). Це дає підставу вважати рішенням системи (7) таке значення параметрів

$$(a^*, b^*, c^*) \quad (9),$$

при яких функція нев'язки (8) мінімальна, тобто

$$F(a^*, b^*, c^*) = \min_{a, b, c} F(a, b, c).$$

Таким чином, для вирішення несумісної системи рівнянь (7) достатньо мінімізувати функцію сумарної нев'язки, тобто

$$F(a, b, c) \rightarrow \min_{a, b, c} \quad (10).$$

Функція (7) має специфічну структуру, яка полягає в лінійності функції щодо параметрів, що визначаються. Ця лінійність дозволяє звести завдання мінімізації (10) до розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь.

Знаходимо:

$$a = 20657.88, b = -55768.83, c = 692172.42.$$

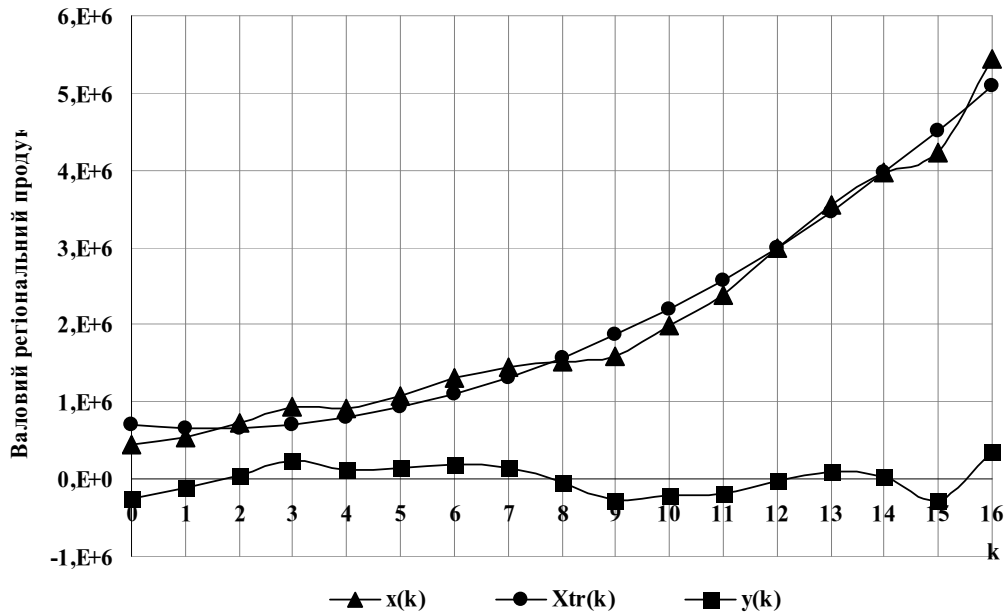


Рис. 2. Графіки залежності від часу ВРП в Україні, лінії тренду ВРП (11) та лінії відхилення ВРП від лінії тренду (12)

Джерело: сформовано на основі [16].

Таким чином, рівняння лінії тренду має вигляд

$$x_{tr}(k) = 20657.88 \cdot k^2 - 55768.83 \cdot k + 692172.42 \quad (11).$$

Істинний коефіцієнт детермінації моделі залежності випадкової величини x_{tr} від факторів k визначається наступним чином

$$R^2 = 1 - \frac{D[x_{tr}|k]}{D[x_{tr}]} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_{x_{tr}}^2},$$

де $D[x_{tr}] = \sigma_{x_{tr}}^2$ — дисперсія випадкової величини,

$D[x_{tr} | k] = \sigma^2$ — умовна (за факторами k) дисперсія залежною змінною (дисперсія помилки моделі).

Розрахуємо:

$$R^2 = 1 - \frac{38451978333}{2170247018962} = 0.982.$$

Обчислена величина коефіцієнта детермінації вказує, згідно шкали Чеддока, на "дуже високу тісноту зв'язку" [16].

Відхилення значень ВРП від її лінії тренду (11) визначається як різниця

$$y(k) = x(k) - x_{tr}(k) \quad (12).$$

Аналіз лінії відхилення (12) як часового ряду показує, що це відхилення можна розглядати як стохастичний лінійний стаціонарний процес, який характеризується вибірковими середнім $\bar{y} = -8.4$ і дисперсією $\sigma_y^2 = 3.85 \cdot 10^{10}$.

Для подальшого аналізу представимо (12) як відхилення від її вибіркового середнього

$$z(k) = y(k) - \bar{y} \quad (13).$$

Зрозуміло, що таке перетворення приведе до $\bar{z} = 0$ і збереження дисперсії, тобто $\sigma_z^2 = 3.85 \cdot 10^{10}$.

Для подальшого аналізу часового ряду обчислимо вибіркові оцінки автокореляцій. Найбільш задовільною оцінкою автокореляції при затримці l є

$$r_l = \frac{c_l}{c_0} \quad (14),$$

$$\text{де } c_l = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-l} (z(i) - \bar{z})(z(i+l) - \bar{z}),$$

$l = 0, 1, \dots, L$ — вибіркова оцінка автоковаріації, $\bar{z}$ — середнє значення часового ряду.

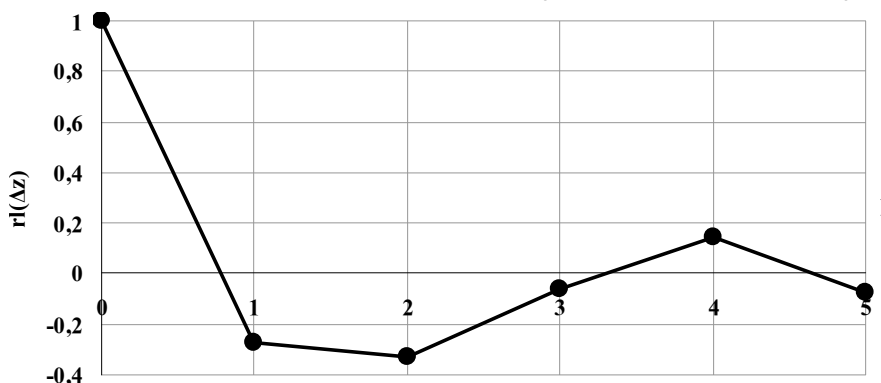


Рис. 3. Графік автокореляційної функції, обчисленої для першої різниці (15)

Джерело: сформовано авторами.

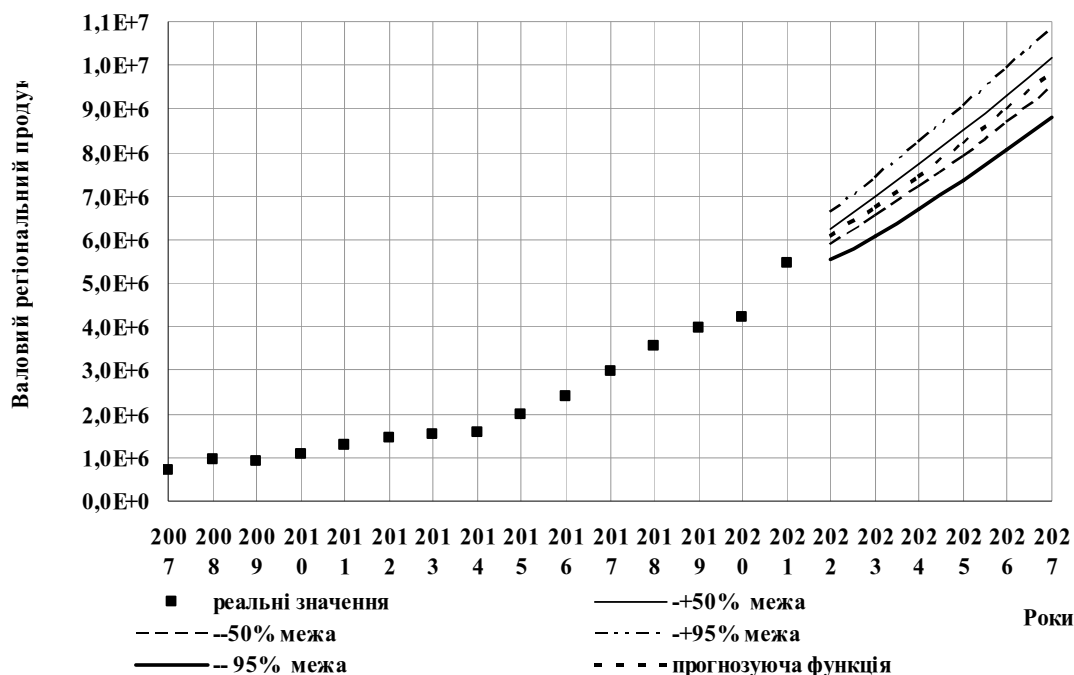


Рис. 4. Прогнози та ймовірні межі для тимчасового ряду ВРП України

Джерело: сформовано авторами на основі [16].

Далі знаходимо вибірку автокореляцію для першої різниці для вибірки — ∇z за формулою:

$$r_l(\nabla z) = \frac{c_l(\nabla z)}{c_0(\nabla z)} \quad (15),$$

$$\text{де } c_l(\nabla z) = \frac{1}{N-2} \sum_{i=0}^{N-1-l} (\nabla z(i) - \bar{\nabla z})(\nabla z(i+l) - \bar{\nabla z}),$$

$$l = 0, 1, \dots, L, \quad \bar{\nabla z} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \nabla z(i).$$

На рис. 3 представлено автокореляційну функцію обчислену за формулою (15).

При цьому стандартна похибка оцінки автокореляції (15) може бути обчислена за формулою

$$D[r_l] \approx \frac{1}{N} (1 + 2 \cdot \sum_{i=1}^q \rho_i^2), \quad l > q \quad (16).$$

Використовуючи (16) з $q = 1$ і підставляючи r_l замість ρ_l , знаходимо, що за такої гіпотези вибіркової дисперсія для великих затримок дає стандартну похибку 0,308. Оскільки вибірккові автокореляції для затримок, більше ніж 1, не більше в порівнянні з цією стандартною похибкою, тому немає причин сумніватися в адекватності моделі $\rho_l = 0$ ($l \geq 1$). Таким чином, має місце математична модель першої різниці

$$\nabla z(k+j) - \bar{\nabla z} = a(k+j),$$

або

$$z(k+j) = z(k+j-1) + \bar{\nabla z} + a(k+j) \quad (17),$$

де $a(k+j)$ — остатня похибка прогнозу на шаг вперед.

Прогнозування за допомогою формули (17) в момент часу k проводиться по формулам на один крок, 2 кроки і т.д.

$$\hat{z}(k/1) = z(k) + \bar{\nabla z}, \quad \hat{z}(k/j) = \hat{z}(k/j-1), \\ j = 2, 3, \dots \quad (18).$$

Видно, що прогнози легко обчислюються рекурентним способом, починаючи з $\hat{z}(k/1), \dots$

Таким чином, побудована математична модель часового ряду ВРП в Україні, яка дозволяє прогнозувати значення ВРП, користуючись його значеннями в минулому.

В розгорнутому вигляді математична модель часового ряду ВРП в Україні запишеться у вигляді

$$x(k) = x_{tr}(k) + z(k) + \bar{\nabla z} + \bar{y} + a(k),$$

або

$$x(k) = 20657.88 \cdot k^2 - 55768.83 \cdot k + 730492.38 + z(k) + a(k), \quad k = 1, \dots, 16 \quad (19).$$

Для обчислення ймовірнісних меж при довільному випередженні дисперсія помилки прогнозу на j кроків уперед для будь-якого моменту часу k , що визначається як математичне очікування величини дорівнює

$$V(j) = [1 + \sum_{i=1}^{j-1} \psi_i^2] \sigma_a^2$$

З припущення, що помилка підпорядковується нормальному закону, впливає, що умовний розподіл ймовірності майбутнього значення процесу $z(k+j)$ буде також нормальним із середнім значенням $\hat{z}(k/j)$ та стандартним відхиленням $[1 + \sum_{i=1}^{j-1} \psi_i^2]^{0.5} \sigma_a$. Для обчислення ваг ψ_i скористаємось рівнянням

$$\varphi(B)\psi(B) = 1 \quad (20),$$

де B — оператор зсуву назад, який визначається як

$$Bz(k) = z(k-1).$$

В нашому випадку рівняння (20) має вигляд

$$1 + \psi_1 B + \psi_2 B^2 + \dots - B - \psi_1 B^2 - \psi_2 B^3 + \dots = 1.$$

Прямим прирівнюванням коефіцієнтів B^i при однакових ступенях, отримуємо

$$\psi_0 = 1, \\ \psi_1 = 1 \\ \psi_m = \psi_{m-1}, \quad m = 2, 3, \dots \quad (21),$$

Враховуючи, що σ_a можна замінити на вибіркове стандартне відхилення S_a , рівняння (21) і наближені $(1 - \varepsilon)\%$ — імовірнісні межі $x(k + j)(-)$ і $x(k + j)(+)$ будуть мати вигляд:

$$x(k + j)(\pm) = 20657.88 \cdot k^2 - 55768.83 \cdot k + 692164.06 + \hat{x}(k/j) \pm u_{\varepsilon} \cdot [1 + j]^{0.5} \cdot 196214.1 \quad (22),$$

де u_{ε} — квантиль рівня $1 - \frac{\varepsilon}{2}$ стандартного нормального розподілу.

50% — ні і 95% — ні імовірнісні межі визначаються за формулами

$$50\% \text{—ні межі: } \hat{x}(k/j) \pm 0.674 \cdot [1 + j]^{0.5} \cdot 196214.1,$$

$$95\% \text{—ні межі: } \hat{x}(k/j) \pm 1.96 \cdot [1 + j]^{0.5} \cdot 196214.1.$$

На рис. 4 представлено графіки результатів розрахунків ВРП на Україні залежно від часу спостереження.

На рис. 4 показаний прогноз ВРП на найближчі три роки після 2021 року. Крім того, вказані межі 50% і 95% — них довірчих інтервалів для цих прогнозів. Аналіз наведених прогнозів вказує на можливе зріст ВРП на Україні з урахуванням песимістичного та оптимістичного розвитку подій, виражених через 50% і 95% — ні довірчі інтервали.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

Моделювання ВРП на підставі статистичних даних з 2005 р. по 2021р. дозволило за відповідною аналітичною залежністю, отриманою на основі дослідження часового ряду ВРП, провести точковий та інтервальний прогнози ВРП. Відповідно до отриманих аналітичних залежностей в оцифрованому вигляді показано, що за досліджуваний період ВРП зростає і на майбутні п'ять роки після 2021 року можливе також зростання ВРП з урахуванням песимістичного та оптимістичного розвитку подій, виражених через 50% і 95% — довірчі інтервали. В подальших дослідженнях варто враховувати відповідні часові статистичні показники, які характеризують показники ВРП.

Література

- Гринів В. М. Оцінка потенціалу соціально-економічного розвитку регіонів. (2021). Український журнал прикладної економіки та техніки. р. Том 6. № 4. 147 — 153. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2021-4-17>
- Савченко Е.А., Тутова Е.В. (2016). Прогнозування валового регіонального продукту областей України на основі індуктивного підходу. Управляющие системы и машины. № 3. С. 84—92. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/113325>
- Ємець К. (2024). Методи прогнозування часових рядів з вираженою сезонністю на основі трансформів. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 333 (2), 131—134. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-20>
- Фегер А. П., Ланде Д. В. (2023). Аналіз методів прогнозування часових рядів в завданнях OSINT. Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених С. 184—187. <https://>

ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/12591177-0536-4257-baf0-3df424729f9a/content

- Мулеса О. Ю., Гече Ф. Е., Батюк А. Є., Мельник О. О. (2021). Інформаційна технологія прогнозування часових рядів методом синтезу прогнозної схеми. Український журнал інформаційних технологій. Т. 3, № 2. С. 81—86 <https://doi.org/10.23939/ujit2021.02.081>
- Широкопетлева М.С., Пономаренко О.А., Дудар З.В. (2018). Порівняння методів прогнозування часових рядів. Бионика интеллекта. № 2 (91). С. 41—47. https://bionica-scimag.com/archives/2018/articles/91_06.pdf
- Барковська О., Воропаєва К., Руських О. (2023). Обґрунтування вибору нейромережного лінгвістичного класифікатора. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 3 (25), 5—14. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.25.005>
- Хомяк Т., Малиенко А., Симонец Х. (2024). Застосування методів згладжування для прогнозування обсягу виробництва. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології, С. 8—12. <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2019.01.02>
- Андрусенко Ю.О. Аналіз основних моделей прогнозування часових рядів. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 3 (65). С. 91—96. <https://doi.org/10.30748/zhp.2020.65.14>
- Стукало Н.В., Литвин М.В. Світовий досвід фінансування регіонального розвитку: Монографія. Інновація. Дніпропетровськ. 2015, 236 с. URL: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1529
- Медвідь В. (2013). Методологічні основи прогнозування регіонального розвитку. Галицький економічний вісник. Економіка та управління національним господарством. № 1 (40). С. 71—76.
- Діденко Є. О., Цалко Т. Р., Кирилко Н. М. Дослідження стану стратегічного потенціалу як визначальна вимога ефективного регіонального управління. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2021. № 4. DOI: 10.32702/2307-2156-2021.4.32
- Більська О. В. (2020). Траєкторія соціально-економічного розвитку України. Інвестиції: практика та досвід. № 15—16. С. 5—9. DOI: 10.32702/2306-6814.2020.15-16.5
- Методологічні положення розрахунку валового регіонального продукту. Наказ Державної служби статистики 30.12.2022 № 461 https://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2018/284/mp_roz_VRP.pdf
- Державна служба статистики України. Отримано з <http://www.ukrstat.gov.ua/>
- Лукаченко І.Г., Семко Р.Б. (2015). Динамічні стохастичні моделі загальної рівноваги: теорія побудови та практика використання у фінансових дослідженнях. Монографія. Текст. Київ. НУ "Києво Могилянська академія". 248 с.

References:

- Hryniv, V. (2021), "Assessment of the potential of socio-economic development of regions", *Ukrainskyi zhurnal prykladnoi ekonomiky ta tekhniky*, vol. 6 (4), pp.147—152. DOI: <https://doi.org/10.36887/2415-8453-2021-4-17>

2. Savchenko, E.A. and Tutova, E.V. (2016), "Forecasting the gross regional product of regions of Ukraine based on an inductive approach", *Upravliaiuschye systemy y mashyny*, vol. 3, pp. 84—92, available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/113325> (Accessed 05 Jan 2025).

3. Yemets', K. (2024), "Methods for forecasting time series with pronounced seasonality based on transforms", *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 333 (2), pp. 131—134. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2-20>

4. Feher, A. P. and Lande, D. V. (2023), "Analysis of time series forecasting methods in OSINT tasks", *Vseukrains'ka naukovo-praktychna konferentsiia studentiv, aspirantiv ta molodykh vchenykh [All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduate Students and Young Scientists]*, Pp. 184-187, available at: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/12591177-0536-4257-baf0-3df424729f9a/content> (Accessed 05 Jan 2025).

5. Mulesa, O. Yu., Heche, F. E., Batiuk, A. Ye. and Mel'nyk, O. O. (2021), "Information technology for time series forecasting using the forecast scheme synthesis method", *Ukrains'kyj zhurnal informatsijnykh tekhnolohij*, vol. 3 (2), pp. 81—86. <https://doi.org/10.23939/ujit2021.02.08>

6. Shyrokopetlieva, M.S., Ponomarenko, O.A. and Dudar, Z.V. (2018), "Comparison of time series forecasting methods", *Byonyka yntellekta*, vol. 2 (91), pp. 41—47, available at: https://bionica-scimag.com/archives/2018/articles/91_06.pdf (Accessed 05 Jan 2025).

7. Barkovs'ka, O. Voropaieva and K. Rus'kykh, O. (2023), "Justification of the choice of a neural network linguistic classifier", *Suchasnyj stan naukovykh doslidzhen' ta tekhnolohij v promyslovosti*, vol. 3 (25), pp. 5—14. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2023.25.005>

8. Khomiak, T., Malyenko, A. and Symonets, Kh. (2024), "Application of smoothing methods for forecasting production volume", *Visnyk Natsional'noho tekhnichnoho universytetu "KhPI". Serii: Systemnyj analiz, upravlinnia ta informatsijni tekhnolohii*, vol. 1, pp. 8—12. <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2019.01.02>

9. Andrusenko, Yu.O. (2020), "Analysis of basic time series forecasting models", *Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivs'koho natsional'noho universytetu Povitrianykh Syl*, vol. 3 (65), pp. 91—96. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.65.14>

10. Stukalo, N.V. and Lytvyn, M.V. (2015), *Svitovyj dosvid finansuvannia rehional'noho rozvytku: Monohrafiia [World experience in financing regional development: Monograph]*, Innovatsiia, Dnipropetrovsk, Ukraine, available at: http://repository.dnu.dp.ua:1100/?page=inner_material&id=1529 (Accessed 05 Jan 2025).

11. Medvid', V. (2013), "Methodological foundations of forecasting regional development", *Halyts'kyj ekonomichnyj visnyk. Ekonomika ta upravlinnia natsional'nyh gospodarstvom*, vol. 1 (40), pp. 71—76.

12. Didenko, Ye., Tsalko, T. and Kyrylko, N. (2021), "Research on the state of strategic potential as a defining requirement for effective regional management", *Derzhavne upravlinnya: udoskonalennya ta rozvytok*, [Online], vol. 4, DOI: 10.32702/2307-2156-2021.4.32

13. Bil'ska, O. (2020), "The trajectory of socio-economic development of Ukraine", *Investytsiyi: praktyka ta dosvid*, vol. 15—16, pp. 5—9. DOI: 10.32702/2306-6814.2020.15-16.5

14. State Statistics Service of Ukraine (2022), Order "Methodological provisions for calculating gross regional product", available at: https://www.ukrstat.gov.ua/metod_polog/metod_doc/2018/284/mp_roz_VRP.pdf (Accessed 05 Jan 2025).

15. State Statistics Service of Ukraine (2024), "Regions of Ukraine: statistical collections for 2014—2021", available at: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/publ2_u.htm (Accessed 05 Jan 2025).

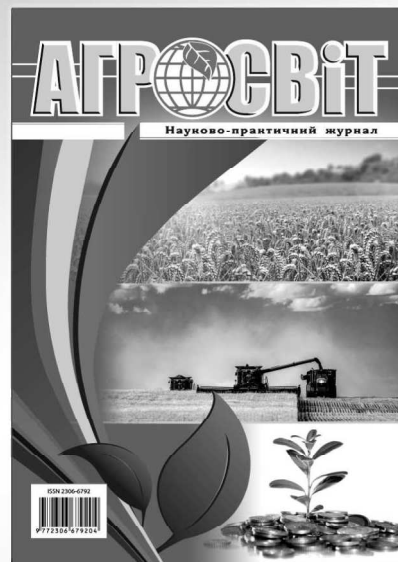
16. Lukianenko, I.H. and Semko R.B. (2015), *Dynamični stokhastychni modeli zahal'noi rivnovahy: teoriia pobudovy ta praktyka vykorystannia u finansovykh doslidzhenniakh. Monohrafiia [Dynamic stochastic general equilibrium models: theory of construction and practice of use in financial research. Monograph]*, NU "Kyivo Mohylians'ka akademiia", Kyiv, Ukraine.

Стаття надійшла до редакції 18.01.2025 р.

АГРОСВІТ

<https://nayka.com.ua>

Передплатний індекс: 23847



Виходить 24 рази на рік

**Журнал включено до переліку
наукових фахових видань України
з ЕКОНОМІЧНИХ НАУК (Категорія «Б»)**

Спеціальності – 051, 071, 072, 073, 075, 076, 292