

## СЕКЦІЯ 5 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 332.122:330.43

DOI: <https://doi.org/10.32840/2522-4263/2022-3-10>**Зомчак Л.М.**

*кандидат економічних наук, доцент,  
доцент кафедри економічної кібернетики  
Львівського національного університету імені Івана Франка*

**Дереш О.М.**

*студентка  
Львівського національного університету імені Івана Франка*

**Zomchak Larysa**

*Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor,  
Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics  
Ivan Franko National University of Lviv*

**Deresh Olha**

*Student  
Ivan Franko National University of Lviv*

### ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК РЕГОНІВ УКРАЇНИ: МОДЕЛЮВАННЯ НА ПАНЕЛЬНИХ ДАНИХ

#### ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGIONS OF UKRAINE: PANEL DATA MODELLING

**АНОТАЦІЯ**

У дослідженні реалізовано модель економічного розвитку регіонів України на лонгітюдних або панельних даних. У якості факторних змінних для моделі використано оборот роздрібною торгівлі, обсяг реалізованої промислової продукції, капітальні інвестиції, обсяг виробленої будівельної продукції, обсяги експорту, кількість зайнятого населення. Результуюча змінна – валовий регіональний продукт. Вхідна інформація щодо факторних змінних та валового регіонального продукту зібрана в розрізі областей України за період 2000–2020 рр. Після проведення тестів (тест на причинність та перевірку на стаціонарність рядів, тест Дарбіна-В'ю-Хаусмана та тест Вольда) модель було специфіковано як модель панельної авторегресії з фіксованими крос-секційними ефектами. Для такої моделі необхідно застосувати узагальнений метод найменших квадратів (panel EGLS), який базується на припущенні про неоднаковість дисперсії і тому дає можливість одержати найкращі оцінки. Загалом оцінка якості побудованої моделі дає хороші результати, відношення детермінації близьке до одиниці. Запропонована модель економічного розвитку регіонів адекватна дійсності та може бути використана для прогнозування.

**Ключові слова:** панельна модель, макроекономічне моделювання, економетричне моделювання, розвиток регіонів, лонгітюдні дані.

**ANNOTATION**

At the current stage, the development of the economy of Ukraine is impossible without considering territorial features, in particular, the strengths and weaknesses of the functioning of regional economic systems, favorable and negative trends in their development. The purpose of the investigation is analyzing and modelling the specifics of economic growth, the factors that influence it, in terms of individual regions of Ukraine at a certain point in time, to develop such a model that would be

suitable for further forecasting. A vector autoregression model based on longitudinal data of economic development across regions of Ukraine is used for achieving the purpose. The investigation implemented a model of economic development of the regions of Ukraine based on longitudinal or panel data. As factor variables for the model, the retail trade turnover, the volume of sold industrial products, capital investments, the volume of manufactured construction products, the volume of exports, and the number of the employed population were used. The resulting variable is gross regional product. Input information on factor variables and gross regional product was collected across the regions of Ukraine for the period 2000–2020. After conducting a number of tests (causality test and series stationarity test, Durbin-View-Hausman test, and Wald test), the model was specified as a panel autoregressive model with cross-sectional fixed effects. For such a model, it was necessary to apply the estimated generalized least squares method (panel EGLS), which is based on the assumed inequality of variance and therefore provides the opportunity to obtain the best linear estimates. In general, the quality assessment of the built model gives good results, the determination ratio is close to unity. In the regions of Ukraine, 99.69% of changes in the gross regional product are explained by changes in the values of the gross product itself, the volumes of capital investments, realized industrial products and exports, as well as the turnover of retail trade, with a corresponding lag, according to the  $r$  squared value. The proposed model of economic development of regions is adequate to reality and can be used for forecasting. Of course, russian war against Ukraine will make adjustments to the development of the economy of the country and its regions in the future. Therefore, the model characterizes the pre-war situation and may inadequately describe the development of economic processes after Ukraine's victory in the war.

**Key words:** panel model, macroeconomic modeling, econometric modeling, regional development, longitudinal data.

**Постановка проблеми.** Врахування особливостей регіонального розвитку, сильних та слабких сторін функціонування регіонів країни, негативних та позитивних трендів дозволяє ухвалювати ефективні рішення як на мезо-, так і на макрорівні. Адже саме на рівні регіонів реалізують проекти соціально-економічного розвитку, а показники регіонів визначають рівень розвитку країни. Можна стверджувати, що дослідження розвитку регіонів України, є актуальними та своєчасними питанням, особливо в умовах повномасштабного вторгнення Росії на територію України, яке неодмінно має і буде мати негативний вплив на розвиток регіонів та України в цілому, спричинятиме великі диспропорції у розвитку регіонів, призведе до скорочення всіх економічних показників через великі витрати державою задля забезпечення мирного неба над головою всіх українців, через окупацію частини території, через припинення діяльності бізнесу, тощо.

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Дослідженню проблем економічного розвитку на рівні регіону присвячено статті багатьох вчених. Огляд головних теорій регіонального економічного розвитку провів М. Коккіф [1], огляд останніх досліджень з регіонального розвитку зробив І. Малецькі [2], Д. Гіббс та К. О'Ніл зробили огляд наукових проблем регіонального розвитку в контексті зеленої економіки [3], М. Смол та співавтори – циркулярної економіки [4], а Е. Емін – в контексті інституційних перспектив [5]. У статті С. Беугелсдік та співавторів [6] досліджують роль продуктивності факторів на регіональний економічний розвиток Європи. Б. Рокіцкі та М. Степняк досліджують роль транспортної інфраструктури на економічний розвиток регіонів [7]. Т. Кемени та М. Стопер намагаються знайти відповідь на запитання, як впливає спеціалізація регіонів на їх економічний розвиток [8]. Л. Дмитришин та О. Зварич [9] досліджують роль інновацій як головного чинника, який впливає на економіку регіонального рівня

Огляд моделей регіонального економічного розвитку можна знайти у дослідженні Г. Трейза [10], а реалізацію моделей регіонального економічного розвитку на основі статистичних даних США у статті М. Бучхолз та Х. Безелт [11].

Серед найбільш актуальних та популярних можна виділити такі методи дослідження регіонального економічного розвитку: методи багатовимірної класифікації (М. Вдовин та М. Дідик [12]), методи системної динаміки (І. Вайт та А. Павлущик [13]), методи панельного моделювання (Л. Зомчак, Г. Умриш [14], Й. Хинади та співавтори [15]), просторового панельного моделювання (Л. Зомчак та Л. Коваль [16]), методи інтегрального оцінювання (М. Вдовин, О. Бондар [17]), методи дейта сайнс (Л. Чаговець та співавтори [18]) та дейта майнінг (З. Занг [19]) тощо.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Розвиток економіки України як соціально-економічної системи визначається розвитком складових її підсистем – регіонів, які успішно функціонують лише при наявності необхідних для розвитку ресурсів та їх економічної оцінки.

У зв'язку з цим важливо знати, за рахунок яких саме чинників досягається це економічне зростання, який внесок кожного з цих чинників у сукупний економічний успіх країни чи регіону.

Для моделювання регіонального розвитку доцільно застосовувати моделі на панельних даних, адже вони дають змогу одночасного врахування кількох змінних, зібраних у часовому розрізі для тих самих об'єктів.

**Формулювання цілей статті.** Метою дослідження є моделювання та аналіз специфіки економічного зростання, факторів, котрі впливають на нього, в розрізі окремих регіонів України в певний момент часу. На основі відібраних чинників регіонального економічного зростання реалізація такої моделі, яка була б придатною для подальшого прогнозування.

**Виклад основного матеріалу.** Кількість факторів, які впливають на економічний розвиток регіону, дуже велика, тому врахувати, а тим більше точно спрогнозувати їх для використання у вигляді випереджуючих індикаторів при побудові прогнозу досить складно, особливо коли вся економіка країни працює у режимі війсьського часу.

Тому для врахування дії факторів при побудові моделі прогнозування потрібно проаналізувати певний набір факторів та відібрати ті, які мають найзначніший вплив.

Проаналізувавши різні економічні характеристики регіону, було виокремлено наступні:

- оборот роздрібної торгівлі (млн грн);
- обсяг реалізованої промислової продукції (млн грн);
- капітальні інвестиції (млн грн);
- обсяг виробленої будівельної продукції (млн грн);
- обсяги експорту (млн дол. США);
- зайняте населення (тис. осіб).

Модель для прогнозування регіонального валового продукту, як показника економічного зростання регіону, можна записати в такому вигляді:

$$VRP = f(ORT; ORPr; KI; OVBP; EXPORT; ZN),$$

де  $VRP$  – валовий регіональний продукт (млн грн);

$ORT$  – оборот роздрібної торгівлі (млн грн);

$ORPr$  – обсяг реалізованої промислової продукції (млн грн);

$KI$  – капітальні інвестиції (млн грн);

$OVBP$  – обсяг виробленої будівельної продукції (млн грн);

$EXPORT$  – обсяги експорту (млн дол. США);

$ZN$  – зайняте населення (тис. осіб).

Побудова моделі буде відбуватися в розрізі 24 областей України на основі ретроспективних даних за 2000–2020 роки [20].

Першим важливим кроком в специфікації моделі це є перевірка рядів на стаціонарність – Panel Unit Root Test. Наприклад, експорт як фактор економічного зростання не є стаціонарним, тому що значення ймовірностей для тестів є більшим ніж 5%, тобто ми відкидаємо нульову гіпотезу і можемо стверджувати, що вихідний ряд не є стаціонарним. Далі маємо перевірити чи стаціонарний цей ряд в перших різницях і т.д.

Отже, перевіривши всі ряди, робимо висновок, що всі вони стаціонарні в перших різницях.

Наступний важливий крок в дослідженні такого явища як економічний розвиток проведення тесту на причинно-наслідковий зв'язок між результуючою та факторними змінними – тест Гренджера (табл. 1).

Чинники для яких p-value більші, ніж 5%, не мають або мають досить слабкий ефект на результуючу ознаку. Отже, можемо стверджувати, що зайняте населення та обсяг виробленої будівельної продукції не мають вагомego впливу і ці змінні можна виключити з моделі.

Побудуємо панельну авторегресійну модель у якій попередні значення змінних можуть впливати на поточні значення з певним лагом, тобто з певним «відставанням» у часі. Визначення лагів теж займає дуже важливе місце в специфікації моделей. Для цього необхідно провести тест – VAR Lag Order Selection test, який базується на різних критеріях, а саме Акаїке, Шварца, Ханнана-Куїна. Для висновків потрібно брати найменший інформаційний критерій. В нашому випадку значення кількості лагів для всіх критеріїв збігаються і це 2 (табл. 2).

Також це підтверджує інший тест – VAR Lag Exclusion Wald Test. Припущення, що можна застосувати 4 лагових значення, не підтвердилось.

Для вибору типу моделі необхідно провести тест Дарбіна-В'ю-Хаусмана, який дасть відповідь на питання, яку модель обрати. Цей тест також перевіряє чи дає оцінювання в разі випадкових ефектів незміщені оцінки чи ні.

Розрахувавши це значення, отримали такий результат (табл. 3).

Як бачимо, розраховане значення  $X^2$ -статистики є меншим, ніж критичне значення, розраховане за таблицею, а також p-value є меншим ніж 5%. Тобто, нульову гіпотезу не відхиляють. Отже, можна зробити висновок, що краще дані буде описувати модель з фіксованими ефектами.

Наступний важливий тест при специфікації моделі це тест Вольда (Wald) (табл. 4). Він дає чітке розуміння того, чи дійсно потрібно використовувати крос-секційні ефекти.

Згідно зі значенням F-статистики, не можемо відкинути нульову гіпотезу (p-значення менше ніж 0.05) про те, що модель із загальним перетином гірша, ніж модель з фіксованими ефектами.

Отже, в результаті проведених тестів ми отримали панельну авторегресійну модель з фіксованими крос-секційними ефектами економічного розвитку регіонів України.

Для того, щоб оцінити таку модель необхідно використовувати узагальнений метод найменших квадратів (panel EGLS), адже такий підхід дозволить нам у майбутньому уникнути проблем пов'язаних з автокореляцією та гетероскедастичністю (припущення про постійність дисперсії).

Таблиця 1

## Тест Гренджера на причинно-наслідковий зв'язок

Зміна	$X^2$ -статистика	p-value
ZN	12.60959	0.126
OVBP	9.092023	0.3346
ORT	26.19425	0.001
ORPR	22.84009	0.0036
KI	16.36029	0.0375
EXPORT	18.80705	0.0159

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 2

## Визначення лагових значень за критеріями Акаїке, Шварца та Ханнана-Куїна

Lag	AIC (Акаїке)	SC (Шварца)	HQ (Ханнана-Куїна)
0	19.9785	20.16548	20.05408
1	19.83488	20.04857	19.92125
2	19.78521*	20.02562*	19.88239*
3	19.80579	20.07291	19.91376
4	19.815	20.10883	19.93377
5	19.8157	20.13624	19.94527
6	19.81178	20.15903	19.95214

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 3

Результат проведення тесту Дарбіна-В'ю-Хаусмана

Сумарний тест	X <sup>2</sup> -статистика	Prob.
Випадковий період	53.373701	0.0000

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 4

Результат проведення тесту Вольда

Сумарний тест	Значення	Prob.
F-статистика	2.359498	0.0013
X <sup>2</sup> -статистика	58.230242	0.0001

Джерело: сформовано авторами

Тобто, на відміну від звичайного методу найменших квадратів, цей метод враховує інформацію про неоднаковість дисперсії і тому дає можливість одержати найкращі лінійні оцінки.

Специфікована вище модель буде мати такий вигляд:

$$VRP_{it} = \alpha_i + \sum_{j=1}^p \varphi_{ij} VRP_{i,t-j} + \sum_{j=1}^q \sigma_{ij} EXPORT_{i,t-j} + \sum_{j=1}^q \beta_{ij} KI_{i,t-j} + \sum_{j=1}^q \gamma_{ij} ORT_{i,t-j} + \sum_{j=1}^q \theta_{ij} ORPR_{i,t-j},$$

де  $i$  – індекс областей;

$t$  – лаг часу;

$p, q$  – кількість лагових значень;

$\alpha$  – скаляр;

$VRP$  – валовий регіональний продукт (млн грн);

$ORT$  – оборот роздрібною торгівлі (млн грн);

$ORPR$  – обсяг реалізованої промислової продукції (млн грн);

$KI$  – капітальні інвестиції (млн грн);

$EXPORT$  – обсяги експорту (млн дол. США).

Після оцінки параметрів моделі отримуємо такі результати, де не всі змінні є статистично значущі. Про це свідчить значення  $p$ -value. Тому можемо позбутись з моделі  $EXPORT(-1)$ ,  $EXPORT(-2)$ ,  $KI$ ,  $KI(-1)$ ,  $ORT$  та  $ORT(-2)$ .

Оцінки нової моделі наведені в таблиці 5.

Очевидно, що всі змінні є статистично значущі, тому що значення  $p$ -value є меншими за 0.05.

Як і у випадках парних регресій, стандартна похибка характеризує розсіювання фактичних значень результуючої змінної навколо теоретичних. Можемо стверджувати що для кожної змінної з таблиці 6 це значення є досить малим і наближеним до 0.

Тоді модель набуде вигляду:

$$VRP_{it} = -5625.65 + 0.884471 * VRP_{i,t-1} + 0.229284 * VRP_{i,t-2} + 2.656496 * EXPORT_{it} - 0.767422 * KI_{i,t-2} - 0.239889 * ORT_{i,t-1} + 0.212883 * ORPR_{it} - 0.237092 * ORPR_{i,t-1} + 0.082794 * ORPR_{i,t-2}.$$

На рисунку 1 представлені фактичні, розраховані значення валового регіонального продукту та інтервали довіри.

Якщо порівняти результати розрахованих значень за моделлю панельних авторегресії і фактичних, наприклад, за 2020 рік, то можна побачити, що модель є досить точною, а відмінність у значеннях незначною (рис. 2).

Якщо говорити про оцінювання критеріїв якості моделей лонгітюдних даних є певною мірою відмінним від класичного багаточинного аналізу. При цьому значення коефіцієнта детермінації знаходяться в інтервалі  $[0, 1]$  незалежно від того, який метод оцінювання було застосовано для отримання розрахованих (теоретичних) значень.

Після розрахунку отримати такі значення (табл. 6).

Таблиця 5

Результати оцінки параметрів моделі

Зміна	Коефіцієнти	Стандартна похибка	t-статистика	Prob.
C	-5625.650	1256.985	-4.475511	0.0000
VRP(-1)	0.884471	0.048593	18.20159	0.0000
VRP(-2)	0.229284	0.028394	8.075005	0.0000
EXPORT	2.656496	0.493614	5.381723	0.0000
KI(-2)	-0.767422	0.216006	-3.552778	0.0005
ORT(-1)	-0.239889	0.049652	-4.831429	0.0000
ORPR	0.212883	0.014747	14.43527	0.0000
ORPR(-1)	-0.237092	0.024662	-9.613807	0.0000
ORPR(-2)	0.082794	0.023641	3.502198	0.0006

Джерело: сформовано авторами

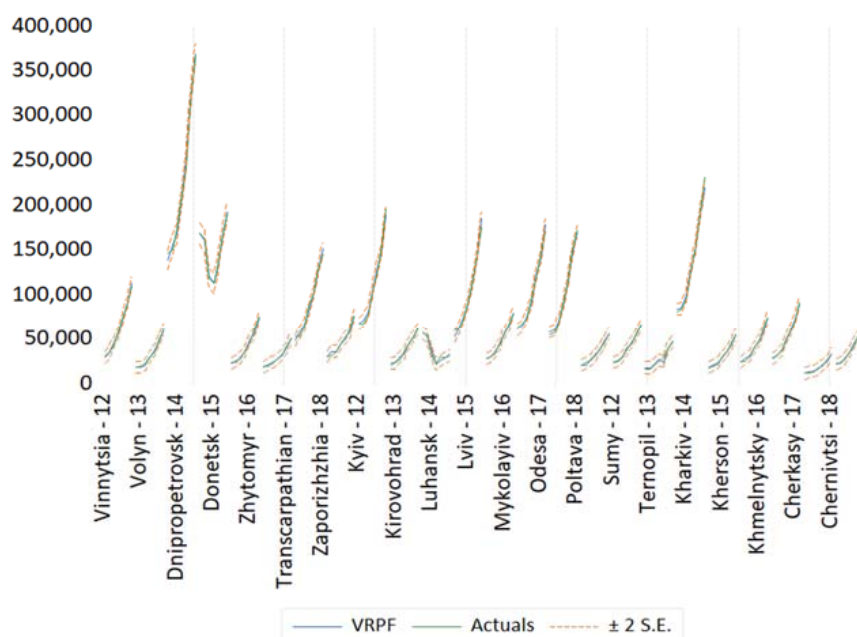


Рис. 1. Фактичні та розраховані значення ВРП

Джерело: сформовано авторами

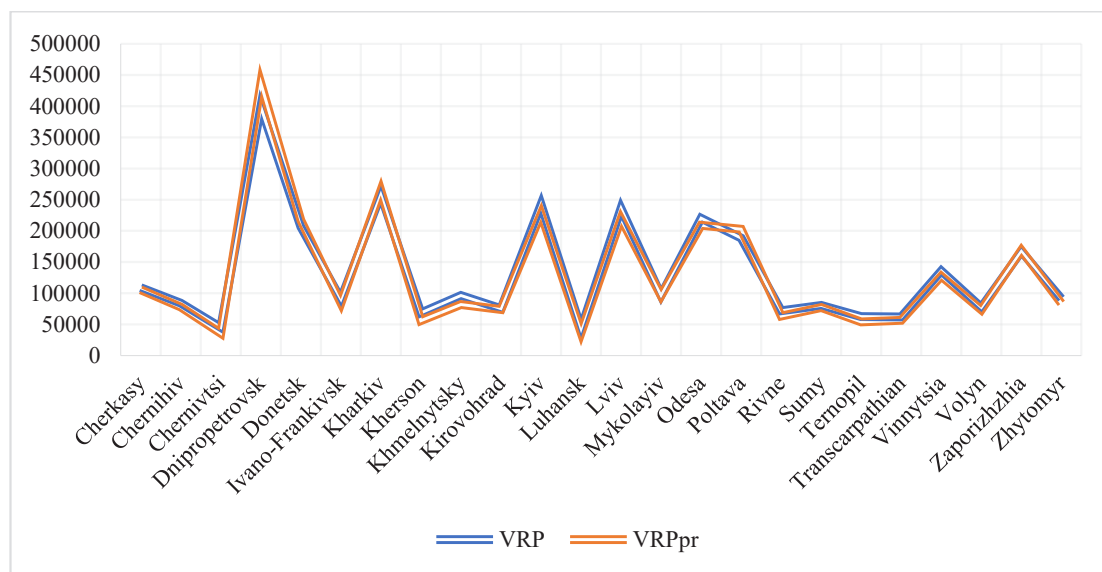


Рис. 2. Порівняння фактичного та розрахованого ВРП за 2020 рік

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 6  
Оцінювання критерію якості моделей  
логітюдних даних

Середньоквадратичне відхилення	0.997531
d-статистика	2.230461
Відношення детермінації	0.996968
F-статистика	1772.28
Prob	0.0000

Джерело: сформовано авторами

Отже, за результатами з таблиці 6, можна зробити висновок про адекватність запропонованої моделі. Середньоквадратичне відхилення набуває досить малого значення.

Це означає, що випадкові величини нормально розподілені.

За критерієм Дарбіна-Уотсона (d-статистика) впливає, що автокореляція є невизначеною, адже d-статистика більша, ніж 2 і потрапляє в інтервал [2,1; 3,07]. Тобто, не можемо стверджувати про наявність чи відсутність автокореляції.

Відношення детермінації набуває значення майже одиниці. Це дає розуміння того, що така модель майже повністю описує варіацію змінних.

Отже, в середньому по регіонах України 99.69% зміни валового регіонального продукту пояснюються зміною величин самого валового

продукту, обсягами капітальних інвестицій, реалізованої промислової продукції та експорту, а також оборотом роздрібною торгівлі.

**Висновки з проведеного дослідження.** Отже, за допомогою аналізу економічного розвитку регіонів було виокремлено низку важливих факторів впливу на регіональне економічне зростання, а саме на такий показник як валовий регіональний продукт, зокрема: оборот роздрібною торгівлі; обсяг реалізованої промислової продукції; капітальні інвестиції; обсяги експорту.

Провівши низку тестів (тест на причинність та перевірку на стаціонарність рядів, тест Дарбіна-В'ю-Хаусмана та тест Вольда) модель було специфіковано як модель панельної авторегресії з фіксованими крос-секційними ефектами. Для такої моделі необхідно було застосувати узагальнений метод найменших квадратів (panel EGLS), який базується на припущенні про неоднаковість дисперсії і тому дає можливість утримати найкращі лінійні оцінки.

Панельна VAR модель – це авторегресія, тому, звичайно, були проведені тести з дослідження та визначення довжини лагу, що в результаті становила два лаги.

Після оцінювання невідомих параметрів моделі, а саме коефіцієнтів скаляру та коефіцієнтів факторних змінних (VRP(-1), VRP(-2), EXPORT, KI(-2), ORT(-1), ORPR, ORPR(-1), ORPR(-2)), отримати відповідно такі значення – -5625.65, 0.0885, 0.0229, 2.657, -0.767, -0.239, 0.213, -0.237, 0.083.

Тобто, якщо за припущенням, що один параметр є змінним, а інші дорівнюють нулеві, то зміна відповідного фактора на 1% призведе до зміни валового регіонального продукту відповідно на 0.0885, 0.0229, 2.657, -0.767, -0.239, 0.213, -0.237, 0.083.

Загалом оцінка якості побудованої моделі дає хороші результати. Можемо точно стверджувати, що варіація валового регіонального продукту майже повністю пояснена моделю, адже відношення детермінації близьке до одиниці.

Виходячи з цього очевидним є те, що в середньому по регіонах України 99.69% зміни валового регіонального продукту пояснюються зміною величин самого валового продукту, обсягами капітальних інвестицій, реалізованої промислової продукції та експорту, а також оборотом роздрібною торгівлі, з відповідним лаговим відставанням.

А розраховане значення F-статистики перевищує емпіричне (знайдене за таблицею розподілу Фішера), тобто можемо стверджувати, що модель адекватно описує таку залежність.

Загалом запропонована модель економічного розвитку регіонів придатна і може бути використана для прогнозування. Варто пам'ятати, що поняття «економічного зростання» дуже складним і багатограним, потребує глибшого вивчення, охоплення та аналізу більшої кіль-

кості чинників впливу на нього, що в результаті дасть кращу якість прогнозування на регіональному рівні.

Подальші вдосконалення підходу до моделювання економічного розвитку регіонів України на панельних даних також можуть бути в напрямку застосування інших типів моделей, зокрема структурних рівнянь на панельних даних замість атеоретичних векторних авторегресійних рівнянь та обґрунтування залежностей між результуючою та факторними змінними.

Звичайно, російська збройна агресія проти України внесе свої корективи в розвиток економіки країни та її областей у майбутньому. Тож, модель характеризує довоєнну ситуацію і може неадекватно описувати розвиток економічних процесів після перемоги України у війні.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Coccia M. An introduction to theories of national and regional economic development. *Turkish Economic Review*. 2019. Vol. 5 (4). P. 350–358.
- Malecki E. J. Entrepreneurs, networks, and economic development: A review of recent research. *Reflections and extensions on key papers of the first twenty-five years of advances (Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence and Growth)*. Emerald Publishing Limited, Bingley. 2018. P. 71–116.
- Gibbs D., O'Neill K. Future green economies and regional development: a research agenda. *Transitions in Regional Economic Development*. 2018. P. 287–309.
- Smol M., Kulczycka J., Avdiushchenko A. Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 2017. Vol. 19 (3). P. 669–678.
- Amin A. An institutionalist perspective on regional economic development. *Economy*. 2017. P. 59–72.
- Beugelsdijk S., Klasing M. J., Milionis P. Regional economic development in Europe: the role of total factor productivity. *Regional Studies*. 2018. Vol. 52 (4). P. 461–476.
- Rokicki B., Stępnia K. Major transport infrastructure investment and regional economic development—An accessibility-based approach. *Journal of Transport Geography*. 2018. Vol. 72. P. 36–49.
- Kemeny T., Storper M. Is specialization good for regional economic development?. *Regional Studies*. 2015. Vol. 49(6). P. 1003–1018.
- Dmytryshyn L., Zvarych O. Innovations as a priority factor of the regional economic development. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2018. Vol. 4 (2). P. 70–778.
- Treyz G. I. Regional economic modeling: A systematic approach to economic forecasting and policy analysis. Springer Science & Business Media. 2013.
- Buchholz M., Bathelt H. Models of regional economic development: Illustrations using US data. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*. 2021. Vol. 65 (1). P. 28–42.
- Вдовин М. Л., Дідик М. О. Оцінювання економічного ризику регіону за допомогою методів багатовимірної класифікації. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер.: Економічні науки*. 2017. Вип. 24 (2). С. 148–151.
- Wheat I. D., Pawluczuk A. Dynamic regional economic modeling: a systems approach. *Ekonomia i Zarządzanie*. 2014. Vol. 6 (4).

14. Зомчак Л. М., Умриш Г. Т. Моделювання залежності валового регіонального продукту від сільського господарства України на основі лонгітюдних даних. *Економіка і суспільство*. 2018. № 16. С. 972–977.
15. Hunady J., Pisar P., Musa H., Musova Z. Innovation support and economic development at the regional level: panel data evidence from Visegrad countries. *Journal of international studies*. 2017. Vol. 10(3).
16. Зомчак Л. М., Коваль Л. О. Сталий розвиток регіонів України: просторово-панельний підхід. *Інфраструктура ринку*. 2022. Вип. 65. С. 211–215.
17. Вдовин М. Л., Боднар О. В. Інтегральне оцінювання зовнішньоекономічної діяльності регіонів України. *Причорноморські економічні студії*. 2019. С. 217–224.
18. Chagovets L., Prokopovych S., Kholod V. Data science methods for comprehensive assessment of regional economic development. *Development*. 2020. Vol. 18 (2).
19. Zhang Z. Relationship between regional economic development and ecological environment based on spatial data mining. *Ekoloji*. 2019. Vol. 28 (107). P. 1617–1625.
20. Державна служба статистики України: [Веб-сайт]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 10.10.2022).

#### REFERENCES:

1. Coccia, M. (2019). An introduction to theories of national and regional economic development. *Turkish Economic Review*, vol. 5 (4), pp. 350–358.
2. Malecki, E. J. (2018). Entrepreneurs, networks, and economic development: A review of recent research. *Reflections and extensions on key papers of the first twenty-five years of advances (Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence and Growth)*. Emerald Publishing Limited, Bingley, pp. 71–116.
3. Gibbs, D., & O'Neill, K. (2018). Future green economies and regional development: a research agenda. *Transitions in Regional Economic Development*, pp. 287–309.
4. Smol, M., Kulczycka, J., & Avdiushchenko, A. (2017). Circular economy indicators in relation to eco-innovation in European regions. *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 19 (3), pp. 669–678.
5. Amin, A. (2017). An institutionalist perspective on regional economic development. In *Economy* (pp. 59–72). Routledge.
6. Beugelsdijk, S., Klasing, M. J., & Milionis, P. (2018). Regional economic development in Europe: the role of total factor productivity. *Regional Studies*, vol. 52 (4), pp. 461–476.
7. Rokicki, B., & Stępiak, M. (2018). Major transport infrastructure investment and regional economic development – An accessibility-based approach. *Journal of Transport Geography*, vol. 72, pp. 36–49.
8. Kemeny, T., & Storper, M. (2015). Is specialization good for regional economic development?. *Regional Studies*, vol. 49 (6), pp. 1003–1018.
9. Dmytryshyn, L., & Zvarych, O. (2018). Innovations as a priority factor of the regional economic development. *Baltic Journal of Economic Studies*, vol. 4 (2), pp. 70–778.
10. Treyz, G. I. (2013). *Regional economic modeling: A systematic approach to economic forecasting and policy analysis*. Springer Science & Business Media.
11. Buchholz, M., & Bathelt, H. (2021). Models of regional economic development: Illustrations using US data. *Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie*, vol. 65 (1), pp. 28–42.
12. Vdovyn, M. L., & Didyk, M. O. (2017). Otsinyuvannya ekonomichnoho ryzyku rehionu za dopomohoyu metodiv bahatovymirnoyi klasyfikatsiyi [Assessing the economic risk of the region using multidimensional classification methods]. *Naukovyy visnyk Khersons'koho derzhavnoho universytetu. Ser.: Ekonomichni nauky*, vol. 24 (2), pp. 148–151.
13. Wheat, I. D., & Pawluczuk, A. (2014). Dynamic regional economic modeling: a systems approach. *Ekonomia i Zarządzanie*, vol. 6 (4).
14. Zomchak, L. M., & Umrysh, H. T. (2018). Modelyuvannya zalezhnosti valovoho rehional'noho produktu vid silskoho hospodarstva Ukrayiny na osnovi lonhityudnykh danykh [Modeling the dependence of the gross regional product on the agriculture of Ukraine based on longitudinal data]. *Ekonomika i suspilstvo*, vol. 16, pp. 972–977.
15. Hunady, J., Pisar, P., Musa, H., & Musova, Z. (2017). Innovation support and economic development at the regional level: panel data evidence from Visegrad countries. *Journal of international studies*, vol. 10 (3).
16. Zomchak, L. M., Koval', L. O. (2022). Stalyy rozvytok rehioniv Ukrayiny: prostорово-панельний підхід [Sustainable development of the regions of Ukraine: a spatial panel approach]. *Інфраструктура ринку*, vol. 65, pp. 211–215.
17. Vdovyn, M. L., & Bodnar, O. V. (2019). Intehralne otsinyuvannya zovnishn'oeconomichnoyi diyal'nosti rehioniv Ukrayiny [Integral evaluation of the foreign economic activity of the regions of Ukraine]. *Prichornomorski ekonomichni studiyi*, pp. 217–224.
18. Chagovets, L., Prokopovych, S., & Kholod, V. (2020). Data science methods for comprehensive assessment of regional economic development. *Development*, vol. 18 (2).
19. Zhang, Z. (2019). Relationship between regional economic development and ecological environment based on spatial data mining. *Ekoloji*, vol. 28 (107), pp. 1617–1625.
20. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (accessed: 10.10.2022).