

СЛАВА УКРАЇНІ! ГЕРОЯМ СЛАВА!



**АНАЛІТИК**  
АУДИТОРСЬКА ФІРМА



# ЕКОНОМІКА ФІНАНСИ ПРАВО

ЩОМІСЯЧНИЙ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

№ 11'2022

(видається з 1994 року)

**ISSN 2786-5517 (Online), ISSN 2409-1944 (Print)**

<https://doi.org/10.37634/efp.2022.11>

**Журнал включено до переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата з економічних і юридичних наук**

Наказ Міністерства освіти і науки України від 02 липня 2020 р. № 886 (економічні науки).

Наказ Міністерства освіти і науки України від 24 вересня 2020 р. № 1188 (юридичні науки).

Рішення Аудиторської палати України від 21.12.2017 р. № 353/10 (облік та аудит).

Реєстраційне свідоцтво КВ № 21620-11520ПР від 12 жовтня 2015 р.

Журналу присвоєно міжнародний ідентифікаційний номер ISSN 2409-1944 та включено до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus.

Префікс doi журналу: 10.37634/efp.

## **Засновники:**

Аудиторська фірма "Аналітик" спільно з Національною академією внутрішніх справ України

## **Статті обов'язково проходять**

### **відбір, внутрішнє і зовнішнє рецензування**

Рекомендовано до друку та до поширення через мережу Інтернет Вченою радою Національної академії внутрішніх справ України (Протокол № 16 від 15 листопада

2022 р.). Повний або частковий передрук матеріалів журналу допускається лише за згодою редакції.

Відповідальність за добір і викладення фактів несуть автори. За зміст та достовірність реклами несе відповідальність рекламодавець.

Підписано до друку 18.11.2022

Формат 60×84/8

Наклад – 250 прим.

**Адреса редакції:** 01001, м. Київ, вул. Хрещатик, 44

**Телефони:** (050) 735-43-41, (096) 221-88-61

**Факс:** (044) 278-05-88

**E-mail:** [efp.redaktor@gmail.com](mailto:efp.redaktor@gmail.com)

**Сайт:** [www.efp.in.ua](http://www.efp.in.ua)



Суб'єкт видавничої справи

© "Аналітик", 2022  
© "Економіка. Фінанси. Право",  
2022

Типографія: ТОВ "Міжнародний бізнес центр"

#### Головний редактор

*Левченко Валентина Петрівна*, д.е.н., член Ради нагляду за аудиторською діяльністю Органу суспільного нагляду за аудиторською діяльністю, директор ВПГО «Спілка аудиторів України» (Україна)

#### Шеф-редактор

*Головач Володимир Володимирович*, к.ю.н., голова правління ПрАТ «Аудиторська фірма "Аналітик»»; Заслужений юрист України (Україна)

#### Заступник головного редактора

*Головач Тетяна Анатоліївна*, д.е.н., професор, аудитор, заступник директора з наукової роботи Інституту аудиту (Україна)

#### Члени редакційної колегії з економічних наук:

*Бойко Антон Олександрович*, к.е.н., доцент кафедри економічної кібернетики, Сумський державний університет (Україна)

*Величко Олена Георгіївна*, к.е.н., доцент кафедри міжнародних фінансів, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (Україна)

*Герасимович Анатолій Михайлович*, д.е.н., професор, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (Україна)

*Криштопа Ірина Ігорівна*, д.е.н., професор, професор кафедри обліку і оподаткування, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (Україна)

*Манцевич Юрій Миколайович*, д.е.н., доцент, вчений секретар, Державне підприємство «Науково-дослідний і проектний інститут містобудування» (Україна)

*Полякова Євгенія Сергіївна*, к.е.н., доцент кафедри фінансів та банківської справи, проректор з науково-педагогічної роботи (навчальний процес). Вищий навчальний заклад «Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка» (Україна)

*Потишняк Олена Миколаївна*, д.е.н., професор, професор кафедри організації виробництва, бізнесу та менеджменту, Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (Україна)

*Сіскос Евангелос*, д.е.н., професор, Університет Західної Македонії (Греція)

*Ткаченко Сергій Анатолійович*, д.е.н., професор, ректор, Вищий навчальний заклад "Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка»"; академік Академії економічних наук України (Україна)

*Тринчук Віктор Вікторович*, к.е.н., доцент, професор кафедри фінансових ринків, Університет державної фіскальної служби України (Україна)

*Чижевська Людмила Віталіївна*, д.е.н., професор, професор кафедри інформаційних систем в управлінні та обліку, Державний університет «Житомирська політехніка» (Україна)

#### Члени редакційної колегії з правових наук:

*Балгімбекова Гульнара*, к.ю.н., зав. кафедри конституційного та міжнародного права, Карагандинський державний університет імені Е.А. Букетова (Казхстан)

*Бригінець Олександр Олексійович*, д.ю.н., професор, Хмельницький університет управління та права імені Леоніда Юзькова; член Союзу юристів України (Україна)

*Василинчук Віктор Іванович*, д.ю.н., професор, професор кафедри оперативного-розшукової діяльності, Національна академія внутрішніх справ, Заслужений юрист України, полковник поліції (Україна)

*Константинов Сергій Федорович*, д.ю.н., професор, зав. кафедри адміністративної діяльності, Національна академія внутрішніх справ (Україна)

*Озерський Ігор Володимирович*, д.ю.н., професор, професор кафедри цивільного та кримінального права і процесу, Чорноморський національний університет імені Петра Могили; академік Національної академії наук вищої освіти України (Україна)

*Скоржевська-Амберг Малгожата*, доктор філософії, адвокат, кафедра теорії, філософії та історії права, юридичний коледж, Університет Козмінського (Польща)

*Фрицький Юрій Олегович*, д.ю.н., професор, професор кафедри конституційного, адміністративного права та соціально-гуманітарних дисциплін, Інститут права та суспільних відносин Університету "Україна"; Заслужений юрист України. Член Центральної виборчої комісії (Україна)

*Яровий Анатолій Олександрович*, к.ю.н., доцент, професор кафедри права публічного адміністрування, Маріупольський державний університет; суддя у відставці (Україна)

**Відповідальний редактор:** Поповецька-Демченко Леся Петрівна (Україна)

**Випусковий редактор:** Туманян Анна Оганесівна (Україна)

#### Editors-in-chief

*Valentyna P. Levchenko*, Doctor of Economics, member of the Supervisory Board for audit activity of the Authority public oversight for audit activity, Director of the All-Ukrainian Professional Non-Governmental Organization "Union of Auditors of Ukraine" (Ukraine)

*Volodymyr V. Holovach*, PhD in Legal Sciences, Head of the Board of the Audit Firm "Analitik"; Honored Lawyer of Ukraine (Ukraine)

#### Deputy Editor-in-Chief

*Tetiana A. Holovach*, Doctor of Economics, Professor, auditor, deputy director for scientific work of the Institute of Audit (Ukraine)

#### Members of the editorial board of Economic Sciences:

*Anton O. Boiko*, PhD in Economics, Associate Professor of Economic Cybernetics department, Sumy State University (Ukraine)

*Olena H. Velychko*, PhD in Economics, Associate Professor of International Finances department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (Ukraine)

*Anatolii M. Herasymovych*, Doctor of Economics, Professor, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (Ukraine)

*Iryna I. Krystopa*, Doctor of Economics, Professor, Professor of Accounting and Taxation department, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (Ukraine)

*Yurii M. Mantsevych*, Doctor of Economics, Associate Professor, Scientific Secretary, State Enterprise "Research and Design Institute of Urban Development" (Ukraine)

*Yevheniia S. Poliakova*, PhD in Economics, Associate Professor of Finances and Banking department, vice-rector for scientific and pedagogical work, Higher Educational Institution «International Technology University "Mykolaiv Polytechnic"» (Ukraine)

*Olena M. Potyshniak*, Doctor of Economics, Professor, Professor of the Organization of Production, Business and Management department, Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture (Ukraine)

*Evangelos Siskos*, Doctor of Economics, Professor, University of Western Macedonia (Greece)

*Serhii A. Tkachenko*, Doctor of Economics, Professor, Rector, Higher Educational Institution «International Technology University "Mykolaiv Polytechnic"»; academician of Academy of Economic Sciences of Ukraine (Ukraine)

*Viktor V. Trynchuk*, PhD in Economics, Associate Professor, Professor of Financial Markets department, University of the State Fiscal Service of Ukraine (Ukraine)

*Liudmyla V. Chyzhevska*, Doctor of Economics, Professor, Professor of Information Systems in Management and Accounting department, State University "Zhytomyr Polytechnic" (Ukraine)

#### Members of the editorial board of Legal Sciences:

*Gulnara Balgimbekova*, PhD in Legal Sciences, Head of the constitutional and international law department, Karagandy State University named after E.A. Buketov (Kazakhstan)

*Oleksandr O. Bryhinets*, Doctor of Legal Sciences, Professor, Leonid Yuzkov Khmelnytskyi University of Management and Law; member of the Union of Lawyers of Ukraine (Ukraine)

*Viktor I. Vasylynchuk*, Doctor of Legal Sciences, Professor, Professor of the Operational and Investigating department, National Academy of Internal Affairs; Honored Lawyer of Ukraine, colonel of the Police (Ukraine)

*Serhii F. Konstantinov*, Doctor of Legal Sciences, Professor, Head of the Administrative Activity department, National Academy of Internal Affairs (Ukraine)

*Ihor V. Ozerskyi*, Doctor of Legal Sciences, Professor, Professor of the Civil and Criminal Law and Process department, Petro Mohyla Black Sea National University; academician of the National Academy of Sciences of Higher Education of Ukraine (Ukraine)

*Malgorzata Skorzevska-Amberg*, PhD, DSc, Theory, Philosophy and History of Law department, College of Law, Kozminski University (Poland)

*Yurii O. Frytskyi*, Doctor of Legal Sciences, Professor, Professor of the Constitutional, Administrative Law and Social and Humanitarian disciplines department, Law and Public Relations Institute of the "Ukraine" University; Honored Lawyer of Ukraine, member of the Central Election Commission (Ukraine)

*Anatolii O. Yaroyvi*, PhD in Legal Sciences, Professor of Law and Public Administration department, Mariupol State University; retired judge (Ukraine)

**Managing editor:** Lesia P. Popovetska-Demchenko (Ukraine)

**Issue Editor:** Anna O. Tumanian (Ukraine)

DOI: <https://doi.org/10.37634/efp.2022.11.1>  
 УДК 338:519.7

**Ігор Миколайович ПІСТУНОВ**

д.т.н., професор, Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9041-9368>

e-mail: [pistunovi@gmail.com](mailto:pistunovi@gmail.com)

**Слізавета Едуардівна ЛІТАУ**

студентка, Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5111-6108>

e-mail: [Litau.Y.E@nmu.one](mailto:Litau.Y.E@nmu.one)

## ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЄВА ЯК ЗАСІБ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

У статті розглянуто можливість прогнозування розвитку економіки України за допомогою динамічної моделі Леонт'єва з трьома видами виробничої діяльності: виробництво знарядь праці (галузь 1), виробництво предметів праці (галузь 2), виробництво предметів споживання (галузь 3). Розраховано значення коефіцієнтів моделі, яка складається з лінійного, нелінійного та диференціального рівнянь першого порядку за даними 2008-2020 рр. Розв'язано задачу Коші відносно галузей 1, 2, 3. Виконано прогноз на 2021-2022 рр. Порівняння прогнозу з даними ДержСтату за 2021 р. показало прийнятну точність прогнозування.

**Ключові слова:** Модель Леонт'єва, задача Коші, нелінійна модель, прогноз, економіка України

### ВСТУП

Розвиток економіки України йде в умовах суперечливих тенденцій позбавлення наслідків тоталітарного минулого з жорсткою плановою економікою, яка не враховувала швидких змін у попиту та виробництві, та намаганням стати країною з реальною ринковою економікою. Тому дуже важливим є можливість прогнозування перспектив економічного прогресу України.

Прогнозування як наукова дисципліна має значну кількість послідовників і дослідників. Основним методом для прогнозування часових рядів, якими і є статистичні показники економіки, є використання попе-

редніх значень самих показників (авторегресійні моделі) та поточного часу, яким у таких моделях виступають квартали та роки [1].

Однією з найефективніших моделей, яка, на наш погляд, найбільше відповідає сучасним реаліям економіки України, є динамічна модель Леонт'єва [2] з трьома видами виробничої діяльності: виробництво знарядь праці (галузь 1 –  $x_1$ ), виробництво предметів праці (галузь 2 –  $x_2$ ), виробництво предметів споживання (галузь 3 –  $x_3$ ) виду (1), де  $a$  та  $b$  – коефіцієнти моделі,  $t$  – час:

$$\begin{cases} x_1(t) = a_{11}x_1(t) + a_{12}x_2(t) + a_{13}x_3(t) + b_{11} \frac{dx_1}{dt} + b_{12} \frac{dx_2}{dt} + b_{13} \frac{dx_3}{dt} \\ x_2(t) = a_{21}x_1(t) + a_{22}x_2(t) + a_{23}x_3(t) \\ x_3(t) = c(t) \end{cases} \quad (1)$$

**МЕТА** роботи – знайти числові значення коефіцієнтів (1), визначити тип функції  $x_3$ , оцінити стан економіки України за коефіцієнтами  $\lambda$  та  $r_0$ , прогнозувати параметри  $x_1$ ,  $x_2$  та  $x_3$  на майбутній період, оцінити якість прогнозування.

### МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження базується на працях вітчизняних і зарубіжних вчених, на матеріалах періодичних видань, даних Держстату України. Використано методи математичного аналізу, спектральної щільності, синтезу трансцендентних моделей, прогнозування часових рядів.

### РЕЗУЛЬТАТИ

Для вирішення поставлених задач використано дані для всіх галузей економіки з сайту Державного управління статистики України [3] за 2010-2020 рр. по-квартально.

Здійснено угруповання даних згідно з методикою [4]

для виконання вимог моделі шляхом складання показників галузей виробництва, які входять у відповідний вид виробничої діяльності:

Галузь  $X_1$  – виробництво знарядь праці: сільське та лісне господарство; добувна промисловість; постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря.

Галузь  $X_2$  – виробництво предметів праці: переробна промисловість; будівництво; водопостачання; каналізація, поводження з відходами.

Галузь  $X_3$  – виробництво предметів споживання: торгівля та ремонт; транспорт та зв'язок; освіта; фінансова діяльність; операції з нерухомістю, послуги підприємцям; державне управління; інші види економічної діяльності; податки та продукти мінус оплата послуг фінпосередників; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги.

Всі дані зібрано за кварталними даними у таблицю Excel, час  $t$  позначався як РРРРКК, де Р – номер року,

а КК – номер кварталу. Наприклад, для 3 кварталу 2011 р.  $t = 201103$ .

Модель виробництва предметів споживання, згідно з [1] рекомендується описувати експоненційною залежністю. Розрахунок коефіцієнтів зроблено методом регресійного аналізу програмою Excel, додатком Regression. Отримано залежність:

$$X_3 = 9,791 \cdot 10^{-125} e^{-0,001480489918691t} \quad (2)$$

На рис. 1 показано графік та лінію апроксимації для галузі  $X_3$ . На цьому графіку також видно щоквартальні сезонні коливання.

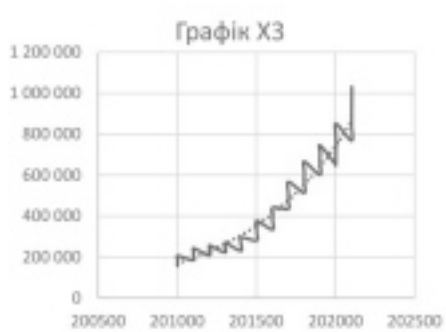


Рис. 1. Опис  $X_3$  експонентою

Тоді з урахуванням (2) залежність виробництва предметів споживання від часу прийняла вигляд (рис. 3):

$$X_3 = 9,7910^{-125} \cdot e^{0,00148048991869171t} + 10^5 \cdot (1 - e^{-0.05t}) \cdot \sin 0.5t + 3 \cdot 10^5 (1 - e^{-0.01t}) \sin 0.25t + 5000 \quad (3)$$

Для знаходження коефіцієнтів першого та другого рівнянь з (1) використано додаток Regression електронних таблиць Excel. Похідні першого порядку в розрахунковій таблиці замінено різницями виду  $dX/dt = X_t - X_{t-1}$ . Такий підхід вимагає використання в якості аргументів шуканих залежностей попередні значення цих же даних. В результаті отримано такі залежності: (4) – для галузі виробництва знярядь праці  $X_1$  та (5) – для галузі виробництва предметів праці  $X_2$ .

$$X_1 = 1,18342285744979 \cdot x_1 - 2,3270297036464 \cdot x_2 + 0,377867916078636 \cdot x_3 + 1,26335422821506 \cdot \frac{dx_1}{dt} - 5343,45276621494 \cdot \frac{dx_2}{dt} + 2056,11583063847 \cdot \frac{dx_3}{dt} \quad (4)$$

$$X_1 = 4,161^{-120} \cdot e^{0,0015t} + 22.2 \cdot 10^5 \left( \frac{1 - e^{-0.05t+1}}{-0,05t+1} \right) (-\cos 0.5t) + 66.6 \cdot 10^5 \left( \frac{1 - e^{-0.01t+1}}{-0,01t+1} \right) (-\cos 0.25t) + 1.8 \cdot 10^9 \cdot \left( \frac{1 - e^{-0.05t+1}}{-0,05t+1} \right) (-\sin 0.5t) + 3/4 \cdot 10^9 \left( \frac{1 - e^{-0.01t+1}}{-0,01t+1} \right) (-\sin 0.25t) - 19453,43988x_{t-1} + 9.4 \cdot 10^8 \quad (6)$$

Прогнозування виконувалося на два роки – 2021 та 2022 рр. Дані 2021 р. використано для визначення середньої похибки прогнозування. Результати прогнозування для всіх трьох галузей показано на рис. 4-6, де перша точка відповідає 1 кв. 2021 р., а восьма – 4 кв. 2022. Середня похибка прогнозування склала для  $X_1$  –

Для врахування цих коливань знайдено різницю між кривою апроксимації (2) та значеннями  $X_3$ . Оскільки маємо періодичні коливання, то їх апроксимацію варто здійснювати за методикою [5], яка дозволяє знайти коефіцієнти трансцендентних моделей через функцію Solver електронних таблиць Excel. Для знаходження частоти та амплитуди синусоїд використано програмний комплекс Statistika. Амплітудно-частотна характеристика різниць (рис. 2) показала два найбільших складники з частотами 0,25 та 0,5. Отже, модель різниць має містити суму двох синусоїд.

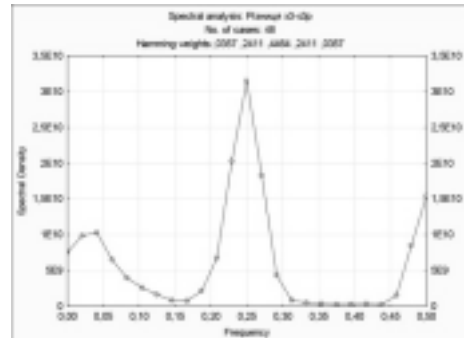


Рис. 2. Амплітудно-частотна характеристика різниць

$$X_2 = 0,0466278483524375 \cdot x_1 - 0,375989446763958 \cdot x_2 + 0,283484801766206 \cdot x_3 \quad (5)$$

Якщо підставити тепер формули з (4) та (5) у (3), то згідно з [1] маємо отримати вираження виду:

$$x_1(t) = ax_1(t) + b \frac{dx_1}{dt} + g_1 c(t) + g_2 \frac{dc}{dt},$$

для якого коефіцієнти знаходяться як перетворення коефіцієнтів з (1):

$$a = a_{11} + \frac{a_{12} a_{21}}{1 - a_{22}}, \quad b = b_{11} + \frac{b_{12} b_{21}}{1 - b_{22}},$$

$$g_1 = a_{13} + \frac{a_{12} a_{23}}{1 - a_{22}}, \quad g_2 = b_{13} + \frac{b_{12} a_{23}}{1 - a_{22}}.$$

У результаті отримаємо задачу Коші, яку розв'язано методом розкладення похідної на частини  $dx$  та  $dt$ . Для знаходження константи інтегрування  $C_0$  використано значення  $X_1$  для I кв. 2010 р. Результат перетворень подано у формулі (6):

9,56 %, для  $X_2$  – 17,54 %, для  $X_3$  – 14,70 %.

Аналіз стану економіки України за показником  $\lambda = 0,0005700215$  [1] визначає, що технологічний приріст економіки України практично відсутній. Все зростання відбувається за рахунок екстенсивного збільшення випуску продукції.

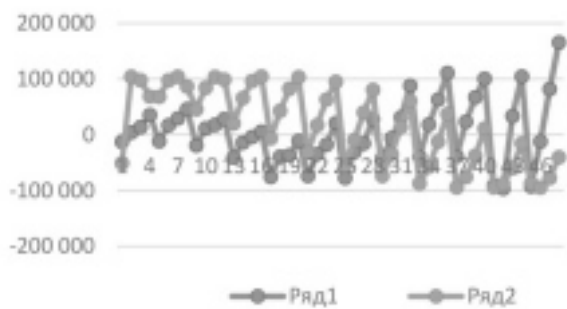
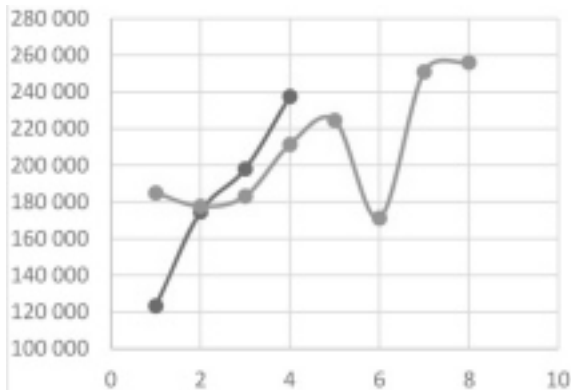
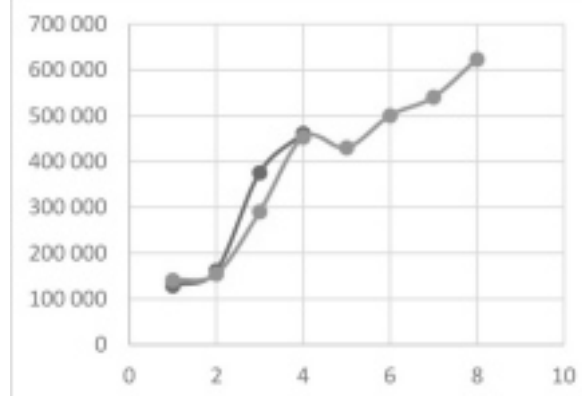
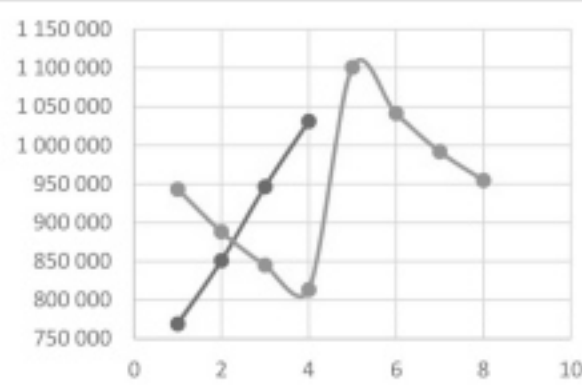


Рис. 3. Опис різниць синусоїдою

Рис. 5. Прогноз для  $X_2$ Рис. 4. Прогноз для  $X_1$ Рис. 6. Прогноз для  $X_3$ 

Коефіцієнт пропорційності зростання продукції [1]  $r_0 = 0.23$ . Це підтверджує, що розвиток економіки йде екстенсивним шляхом, оскільки для інтенсивного розвитку характерним є  $0 \leq r_0 \leq \lambda$ .

Загалом прогноз показав, що 2022 р. мав би стати роком чергового зростання економіки України.

### ВИСНОВКИ

Підсумовуючи, відзначимо:

- 1) 2022 р. мав би стати черговим роком підйому економіки України;
- 2) динамічна модель Леонтьєва дозволяє прогнозувати розвиток економіки держави;

### Список використаних джерел

1. Гладка О.М., Карпович І.М., Сінчук А.М. Моделі економічної динаміки для фахівців з інформаційних технологій. Рівне, 2019. 158 с.
2. Бродський Ю.Б., Молодецька К.В. Моделювання економічної динаміки. Житомир, 2016. 132 с.
3. Державна служба статистики України. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/>
4. Галузева і міжгалузева структура національної економіки. URL: [https://studopedia.su/9\\_65508\\_galuzeva-i-mizhgaluzeva-struktura-natsionalnoi-ekonomiki.html](https://studopedia.su/9_65508_galuzeva-i-mizhgaluzeva-struktura-natsionalnoi-ekonomiki.html)
5. Пістунов І.М., Пістунов М.І. Моделювання періодичних процесів в економіці. *Економіка: проблеми теорії та практики*. 2001. Вип. 135. ДНУ. С. 204-207.

### References

1. Hladka O.M., Karpovych I.M., Sinchuk A.M. Models of economic dynamics for specialists in information technologies. Rivne, 2019. 158 p. (in Ukrainian).
2. Brodskiy Yu.B., Molodetska K.V. Modeling of economic dynamics. Zhytomyr, 2016. 132 p. (in Ukrainian).
3. State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (in Ukrainian).
4. Branch and inter-branch structure of the national economy. URL: [https://studopedia.su/9\\_65508\\_galuzeva-i-mizhgaluzeva-struktura-natsionalnoi-ekonomiki.html](https://studopedia.su/9_65508_galuzeva-i-mizhgaluzeva-struktura-natsionalnoi-ekonomiki.html) (in Ukrainian).
5. Pistunov I.M., Pistunov M.I. Modeling periodic processes in the economy. *Economics: problems of theory and practice*. 2001. Issue 135. DNU. pp. 204-207. (in Ukrainian).