

ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІКИ СВІТОВИХ ЦІН НА ПРОДОВОЛЬСТВО МЕТОДАМИ ЕКОНОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ

EVALUATION OF THE WORLD FOOD PRICES' DYNAMICS BY ECONOMETRIC MODELLING AND FORECASTING METHODS

Ляшенко О.М.

доктор економічних наук, професор,
професор кафедри економіки,
Луцький національний технічний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5489-815X>

Дем'янюк О.Б.

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри міжнародних економічних відносин,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4699-0172>

Ковальчук А.П.

студентка,
Луцький національний технічний університет

Liashenko Oksana

Lutsk National Technical University

Demianiuk Olga

West Ukrainian National University

Kovalchuk Anastasiia

Lutsk National Technical University

У статті проведено оцінювання динаміки світових цін на продовольство методами економетричного моделювання часових рядів. Для аналізу динаміки світових цін на продовольчі товари, що відображає зміни у вартості світового продовольчого кошика, вибрано Індекс продовольчих цін (The FAO Food Price Index – FPI), програмний продукт STATISTICA 12 та використано теорію часових рядів. Розроблена авторегресійна прогнозна модель динаміки світових цін на продовольство дала можливість проаналізувати динаміку індексу споживчих цін на продукти харчування у світі протягом 2000–2020 рр. та виділити три великі цикли коливань індексу споживчих цін протягом досліджуваного періоду, які були пов'язані, насамперед, із кризовими явищами у світовому розвитку. Здійснено прогнозування основного тренду розвитку світового ринку продовольства на найближчі три роки.

Ключові слова: індекс продовольчих споживчих цін, модель, продовольча проблема, динаміка, економетричне оцінювання.

В статье проведена оценка динамики мировых цен на продовольствие методами эконометрического моделирования временных рядов. Для анализа динамики мировых цен на продовольственные товары, отображающей изменения в стоимости мировой продовольственной корзины, выбран Индекс продовольственных цен (The FAO Food Price Index – FPI), программный продукт STATISTICA 12 и использована теория временных рядов. Разработанная авторегрессионная прогнозная модель динамики мировых цен на продовольствие дала возможность проанализировать динамику индекса потребительских цен на продукты питания в мире в течение 2000–2020 гг. и выделить три больших цикла колебаний индекса потребительских цен в течение исследуемого периода, которые были связаны, прежде всего, с кризисными явлениями в мировом развитии. Проведено прогнозирование основного тренда развития мирового рынка продовольствия на ближайшие три года.

Ключевые слова: индекс продовольственных потребительских цен, модель, продовольственная проблема, динамика, эконометрическое оценивание.

In today's global challenges, the food problem of providing the population with sufficient food is one of the most important problems of mankind. At the present stage, the food problem is caused primarily by excessive use of natural resources and increased food consumption, resulting in a constant rise in food prices, which threatens food security in low-income countries, as well as the poorest in developed and developing countries. The article examines fluctuations in world food prices during 2000–2021 using economic and mathematical modelling. The analysis is based on the FAO Food Price Index, as an important indicator of the world food prices dynamics and tracks changes in the value of the world food basket. The article aims to develop an analytical approach to estimating the dynamics of world food prices based on the use of modern methods and information technologies of econometric data analysis and modelling. To model, the cyclical dynamics of food prices in the world, time series analysis utilizing software STATISTICA 12 on official monthly data of the food consumer price index have been used. Developed ARIMA (0,0,4) (2,0,0) gave the possibility to analyze the dynamics of the food consumer price index in the world during 2000–2020 and to explore three large cycles of fluctuations of the consumer price index during the studied period, which were connected, first of all, with the crisis phenomena in the world development. Significant reductions have been observed in the pre-crisis periods 2007, 2010, 2018, respectively, and the highest peaks were reached just in periods of crisis exacerbation (2008, 2012–2013, 2021). By using the ARIMA model, the behaviour of the consumer food price index in the world for the next 3 years is predicted. It was found that in the forecast period would be cyclical fluctuations in the food consumer price index with an amplitude smaller than in 2018–2020, which indicates a partial stabilization of prices for basic food products in the world. Forecasting of fluctuations in world food prices will help regulate food security in densely populated, low-income regions suffering from hunger, as well as the poorest sections of the population in developed and developing countries to prevent food shortages and exacerbate hunger in these regions.

Key words: consumer food price index, model, food problem, dynamics, econometric evaluation.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Глобалізація, об'єднуючи світ і формуючи нові зв'язки, породжує низку глобальних проблем. В умовах сучасних глобальних викликів продовольча проблема, пов'язана із забезпеченням населення продуктами харчування в достатній кількості, – одна з найважливіших проблем людства. На сучасному етапі продовольча проблема спричинена, насамперед, некваліфікованим і надмірно інтенсивним використанням природних ресурсів та збільшенням споживання продуктів харчування, наслідком чого є постійне зростання цін на продовольство, що становить загрозу для продовольчої безпеки в країнах із низьким рівнем розвитку, а також для найбідніших верств населення в розвинених країнах і країнах, що розвиваються.

Серед важливих чинників, що зумовлюють розвиток продовольчої проблеми і загострення продовольчої кризи, – зростання цін на основні продукти харчування, наслідком чого є зниження купівельної спроможності населення. В останні роки загострила цю проблему пандемія коронавірусу, яка вплинула на світові продовольчі ринки та спричинила зростання попиту на продукти харчування, а отже, і підвищення їхньої собівартості. Зростання цін на продукти харчування на тлі боротьби з пандемією коронавірусу і обмежень, пов'язаних із цим, призводить до зниження купівельної спроможності населення і, як наслідок, посилює проблему голоду, особливо в густонаселених регіонах світу, що і так страждали від голоду та значною мірою залежать від імпорту продовольства та нездатні підвищити рівень продовольчого самозабезпечення через обмеженість природних ресурсів.

Зазначимо, що останніми роками спостерігаються тенденції щодо поступового зростання

цін на продовольство, причому прогнозується, що ціни на продукти харчування в майбутньому лише дорожчатимуть. Прогнозування тенденцій динаміки світових цін на продовольство може створити економічні і технологічні передумови для стримування темпів росту цін. Тому для оцінки ситуації забезпечення продовольством у світі актуальним є дослідження і прогнозування динаміки світових цін на базові продукти харчування для попередження несприятливої ситуації з продовольством, що може загострити проблему голоду у світі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спираються автори. Вагомий внесок у розвиток теорії та методології продовольчого забезпечення та продовольчої безпеки зробили такі зарубіжні та вітчизняні вчені, як М. Бабиш, В. Гринишин, М. Говард, Я. Іщук, Т. Мальтус, Ф. Кене, Д. Кейнс, М. Одинцов, А. Сміт, С. Урба, Ю. Юрченко та ін.

Серед науковців, які займаються дослідженням можливостей прогнозування майбутніх цін (акцій, сировини, деривативів тощо), – М. Арчак, О. Бандура, Н. Дзюбановська, Р. Круз, Н. Максишко, Дж. Миллер та ін. Питання прогнозування динаміки цін на продовольчих ринках вивчали такі вітчизняні вчені, як В. Веденєєв [1], У.М. Ніконенко [2], Л. Петришин [3] та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на значні напрацювання у цій сфері, дослідження питання прогнозування цін на продовольство в контексті вирішення продовольчої проблеми не можна вважати вичерпним, оскільки окремі його аспекти є ще недостатньо висвітленими, а деякі з них потребують постійного моніторингу та аналізу, зокрема питання оцінювання динаміки

світових цін на продовольство економіко-математичними методами в частині прогнозування індексів споживчих цін для відстеження зміни вартості світового продовольчого кошика. Саме недостатність вивчення цього питання і зумовила вибір дослідження.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою статті є розроблення аналітичного підходу до оцінювання динаміки світових цін на продовольство на основі використання сучасних методів та інформаційних технологій економетричного аналізу даних та моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Важливим показником динаміки світових цін на продовольчі товари, що відстежує зміни у вартості світового продовольчого кошика, є Індекс продовольчих цін, що визначається Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (ФАО) (The FAO Food Price Index – FPI). Індекс продовольчих цін ФАО одним із гармонізованих індексів споживчих цін є показником щомісячної зміни міжнародних цін на кошик продовольчих товарів та складається із середнього значення п'яти індексів цін товарних груп (цукор, рослинна олія, м'ясо, зернові та молочна продукція) [4]. Гармонізовані індекси споживчих цін (ГІСЦ) призначені для міжнародного порівняння інфляції споживчих цін і використовуються для оцінки критерію інфляційної конвергенції відповідно до вимог ст. 121 Амстердамського договору [5] та Європейського центрального банку

(ЄЦБ) для оцінки стабільності цін для цілей монетарної політики.

Концептуально вказані індекси є індексами цін типу індексу Ласпейреса (різновид агрегатного цінового індексу, що використовується в макроекономічному аналізі та ціновій статистиці для вимірювання цін на товари та послуги за певний період часу) і розраховуються як річні ланцюгові індекси, що дають змогу змінювати вагові коефіцієнти щороку. Усі гармонізовані індекси споживчих цін розбиваються за категоріями споживчих витрат на основі класифікації ЕСОICOP-НІСР, розробляються та публікуються з використанням загального індексного звітного періоду (2015 р. = 100).

Ми використали офіційні щомісячні дані індексу продовольчих споживчих цін (CPFI) Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН з 01 січня 2000 р. по 1 квітня 2021 р., що доступні на офіційному порталі FAOSTAT monthly Food FPI [4] (рис. 1).

Із рис. 1 видно, що протягом визначеного періоду CPFI має висхідний тренд із сезонними коливаннями й є нестационарним. Ряди економічних даних, як правило, нестационарні і для більшості з них характерна систематична зміна рівнів із нерегулярними коливаннями, коли піки і спади чергуються з різною інтенсивністю, що відображає економічні цикли (промислові, будівельні, ринкові тощо), які повторюються з різною тривалістю і різною амплітудою коливань.

На рис. 2 представлено гістограму значень досліджуваного індексу, яка свідчить про те, що

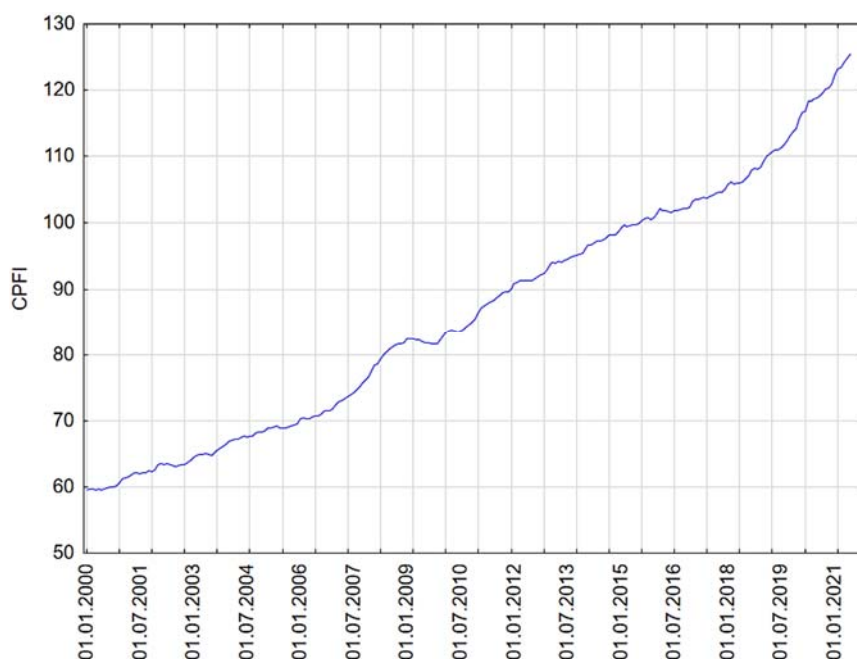


Рис. 1. Динаміка індексу споживчих цін на продовольство (CPFI) 2000–2021 рр.

Джерело: складено авторами за [4]

розподіл значень часового ряду не є нормальним, а тому доцільно вивчити структуру цього ряду для ідентифікації залежностей у ньому. Вирішення такого завдання передбачає розкладання ряду значень на детермінований та стохастичний складники.

Під час моделювання динамічних процесів причинний механізм формування властивих їм особливостей у явному вигляді не враховується. Будь-який процес розглядається як функція часу. Певна річ, час не є фактором конкретного соціально-економічного процесу, змінна часу t просто акумулює комплекс постійно діючих умов і причин, які визначають цей процес.

У моделях динаміки процес умовно поділяється на чотири складники: довгострокову, детерміновану часом еволюцію – тренд $f(t)$; періодичні коливання різних частот C_t ; сезонні коливання S_t ; випадкові коливання e_t .

Зв'язок між цими складниками представляється адитивно або мультиплікативно [6]:

$$y_t = f(t) + C_t + S_t + e_t$$

$$y_t = f(t) C_t S_t e_t$$

Така умовна конструкція дає змогу, залежно від мети дослідження, вивчати тренд, згладжуючи коливання, та/або вивчати коливання, видаляючи тренд. Під час прогнозування здійснюється зведення прогнозів різних елементів в один кінцевий прогноз.

Для встановлення характеру детермінованого та стохастичного складників побудовано автокореляційну функцію вхідного ряду (рис. 3).

Як видно з рис. 3, досліджуваний ряд містить періодичні коливання різних частот. Як відомо, такі коливання не залежать ні від значень основного тренду показника, ні від часових характе-

ристик, оскільки мають недетерміновану природу. Відповідно до вигляду автокореляційної функції (рис. 3), перетворимо вихідний ряд логарифмуванням із відніманням тренду та лагом зсуву вихідного ряду – 1 із метою подолання мультиплікативної природи вихідного ряду та визначення порядку і сезонного лагу моделі ряду. Побудована автокореляційна функція перетвореного ряду дає змогу стверджувати про наявність у структурі ряду 12-місячного сезонного лагу (рис. 4).

Значення перетвореного вихідного ряду, представлені на рис. 5, відображають стохастичний складник значень індексу споживчих цін на продовольство протягом 2000–2020 рр. та чотирьох місяців 2021 р. і дають змогу стверджувати про наявність циклічних компонент у характері зміни цін на продовольство у світі протягом зазначеного періоду дослідження.

Як видно з рис. 5, стохастичний складник вихідного ряду індексу споживчих цін на продовольство протягом 2000–2020 рр. та чотирьох місяців 2021 р. є комплексним – містить три великих цикли: 2000–2008, 2008–2012, 2012–2020 рр. багато малих збурень у межах цих великих циклів. Значні зниження показника спостерігалися у передкризові періоди (2007, 2010, 2018 рр. відповідно), а найвищі піки досягалися саме у періоди загострення криз (2008, 2012–2013, 2021 рр. відповідно), що спричинялося зростанням цін на товари, що входять до продовольчого кошика: рослинної олії, цукру, м'яса, зерна та молочної продукції.

Характер кросскореляційної функції між вихідними значеннями індексу споживчих цін на продовольство у світі і перетвореними значеннями вихідного ряду (рис. 6) свідчить про

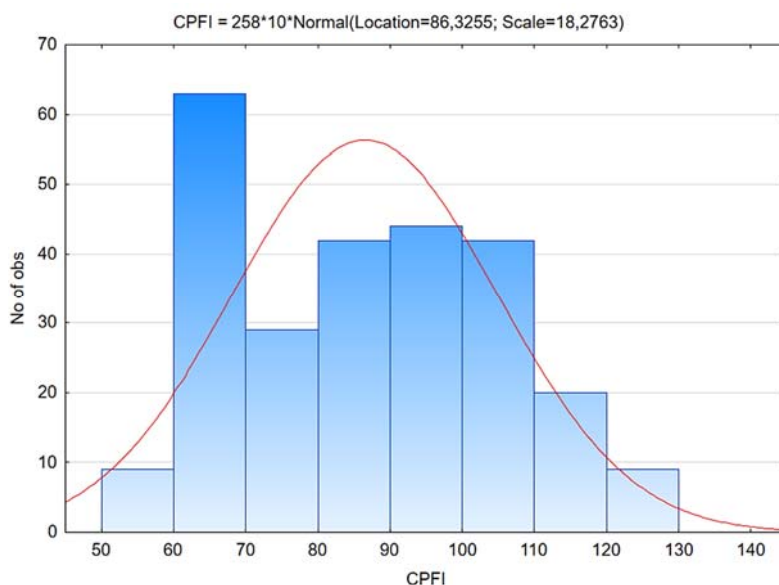


Рис. 2. Гістограма значень CPFI

Джерело: складено авторами за [4]

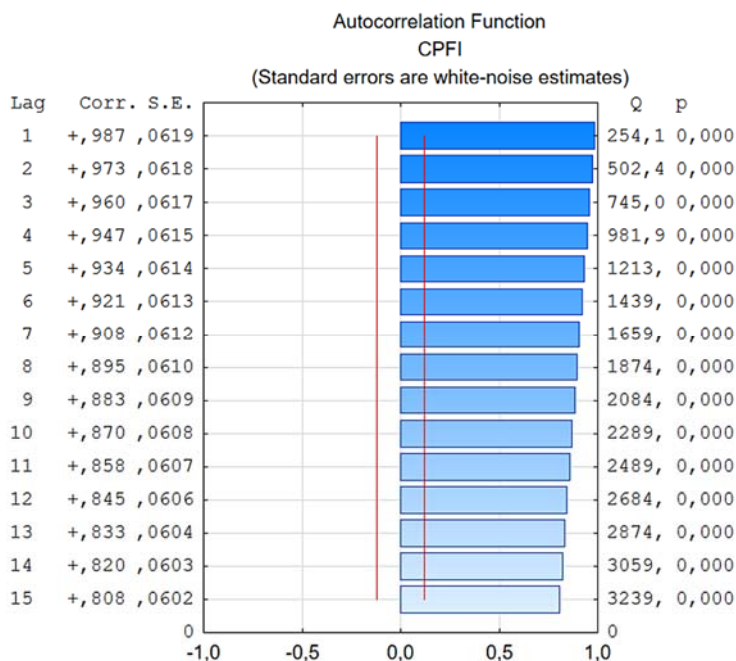


Рис. 3. Автокореляційна функція вхідного ряду CPFI

Джерело: складено авторами за власними розрахунками за даними [4]

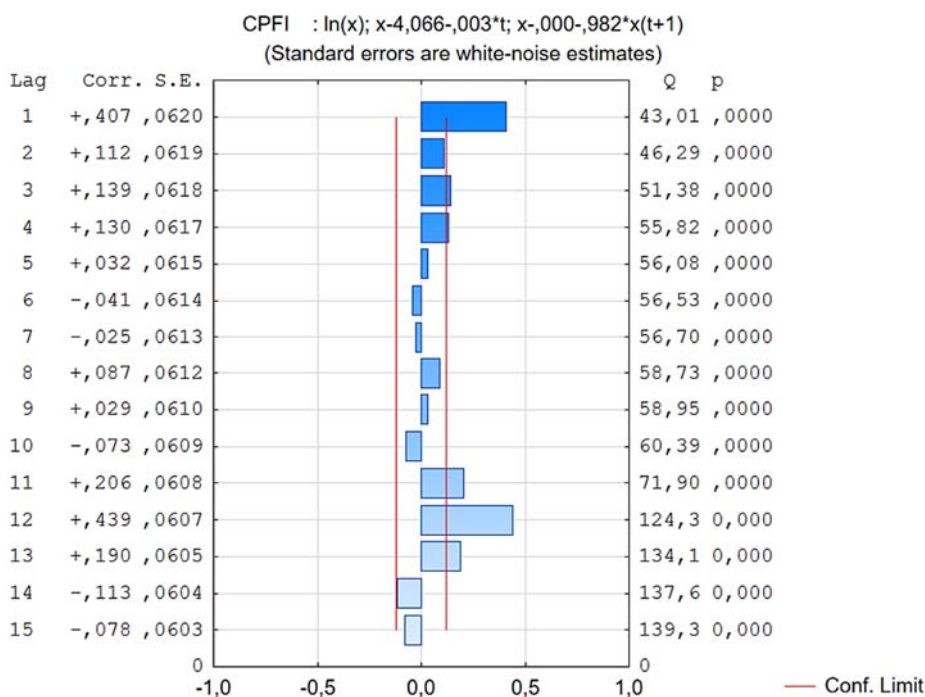


Рис. 4. Автокореляційна функція логарифмованого ряду CPFI з видаленням тренду

Джерело: складено авторами за власними розрахунками за даними [4]

адекватність застосовуваного підходу і придатність отриманої моделі для проведення прогнозування циклічності цін на продовольство.

Визначення порядку ковзного середнього для побудови AR-моделі перетвореного ряду

було проведено методом підбору з використанням пакету STATISTICA 12.0. Найкращий результат отримано під час розрахунків за AR-моделлю з ковзним середнім зі значенням фільтру 4 та сезонним лагом 12.

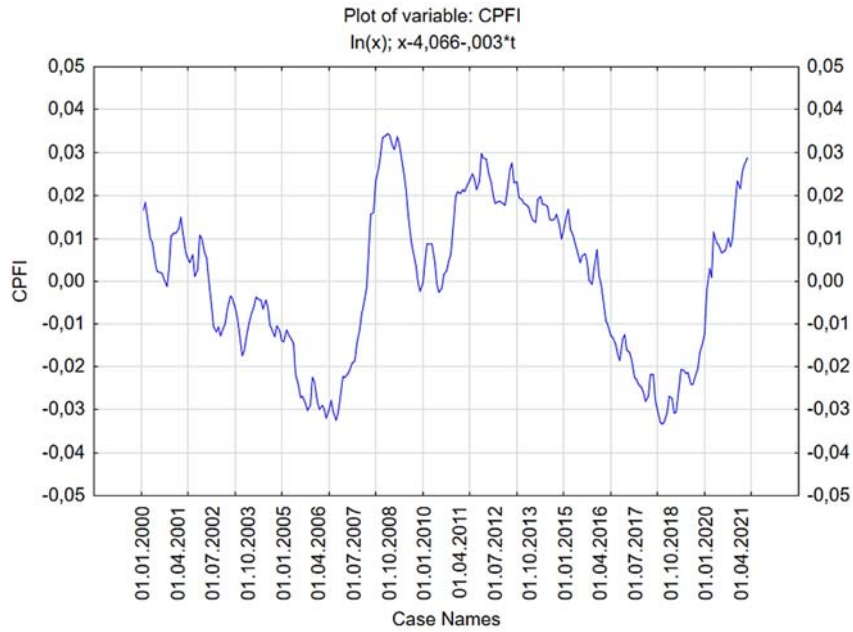


Рис. 5. Перетворений ряд CPFI з вилученим трендом (стохастичний складник)

Джерело: складено авторами за власними розрахунками за даними [4]

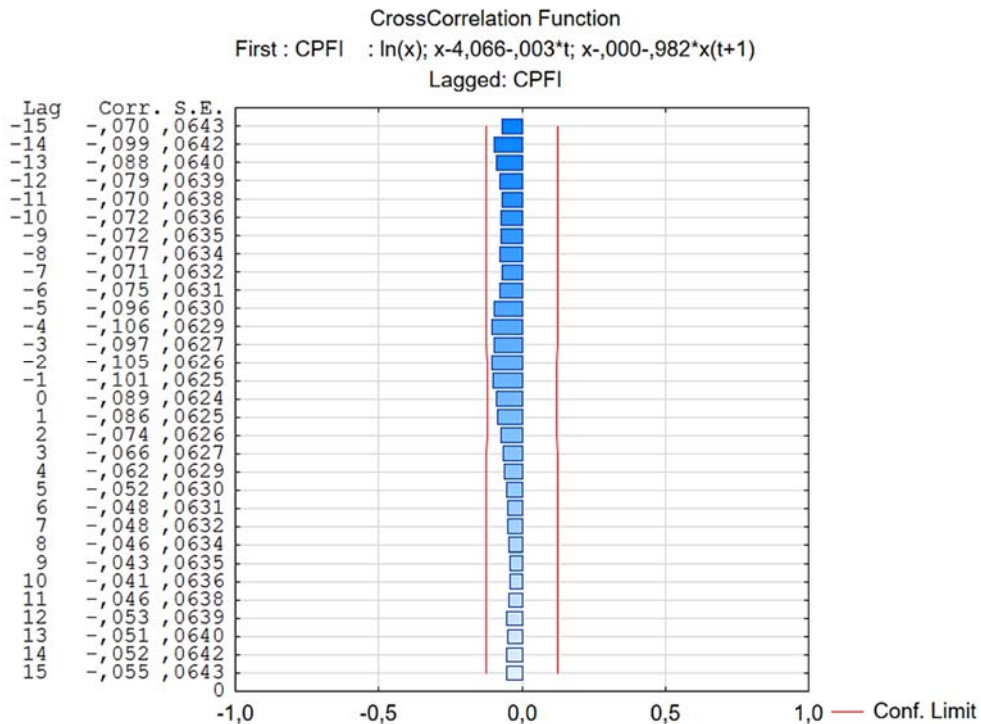


Рис. 6. Кросскореляційна функція вихідного та перетвореного ряду значень CPFI

Джерело: розрахунки авторів пакетом STATISTICA 12.0

Специфікації отриманої моделі наведено на рис. 7.

Оцінка адекватності моделі проведена графічним методом свідчить, що залишки є рівномірно розподіленими (рис. 8), а значення

автокореляційної функції залишків моделі знаходяться в межах інтервалу довіри (рис. 9).

Таким чином, модель є придатною для прогнозування поведінки індексу споживчих цін на продовольство у світі.

Input: CPFI : ln(x); x-4,066-.003*t; x-,000-,982*x(t+1) (Food price index) Model:(0,0,4)(2,0,0) Seasonal lag: 12 MS Residual= ,00001						
Paramet.	Param.	Asympt. Std.Err.	Asympt. t(251)	p	Lower 95% Conf	Upper 95% Conf
q(1)	-0,308180	0,064007	-4,81480	0,000003	-0,434239	-0,182121
q(2)	-0,232066	0,065271	-3,55544	0,000451	-0,360615	-0,103518
q(3)	-0,221063	0,062123	-3,55846	0,000446	-0,343413	-0,098714
q(4)	-0,112598	0,058647	-1,91993	0,056000	-0,228100	0,002905
Ps(1)	0,372211	0,063627	5,84993	0,000000	0,246901	0,497521
Ps(2)	0,290548	0,066968	4,33863	0,000021	0,158658	0,422439

Рис. 7. Результати моделювання за моделлю ARIMA (0,0,4)(2,0,0)

Джерело: розрахунки авторів пакетом STATISTICA 12.0

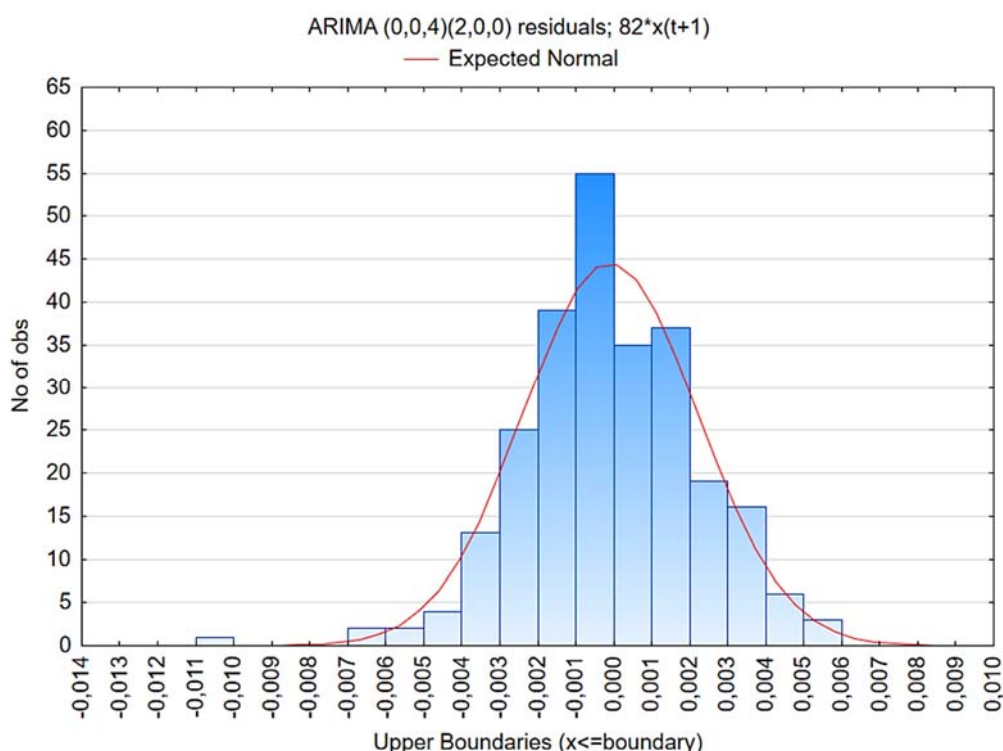


Рис. 8. Гістограма розподілу залишків моделі ARIMA (0,0,4)(2,0,0)

Джерело: розрахунки авторів пакетом STATISTICA 12.0

Для перевірки точності прогнозу з 258-ми спостережень (місяців) було вилучено 20% спостережень (52 місяці) і проведено прогнозування динаміки індексу споживчих цін на продовольство у світі за отриманою моделлю на цих 52 місяці (див. рис. 10). Як видно із згаданого рисунку, за повернення на графік реальних помісячних даних вилучених спостережень прогноз моделі повністю збігається з реальними даними та знаходиться в межах інтервалу довіри.

Ми провели прогнозування поведінки індексу споживчих цін на продовольство у світі на 36 місяців (три роки), що відображено на рис. 11. Характер отриманої прогнозовної дина-

міки індексу споживчих цін на продовольство свідчить про стихання амплітуди коливань стохастичного складника значень вихідного ряду. Це означає, що швидких і критичних процесів зростання і падіння цін на продовольчі товари у наступні три роки не передбачається. При цьому збережеться річний сезонний стохастичний складник коливань цього ряду, у межах якого відбуватимуться коливання меншої амплітуди.

Висновки з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрям. Проведене дослідження поведінки індексу світових споживчих цін на продовольство дало

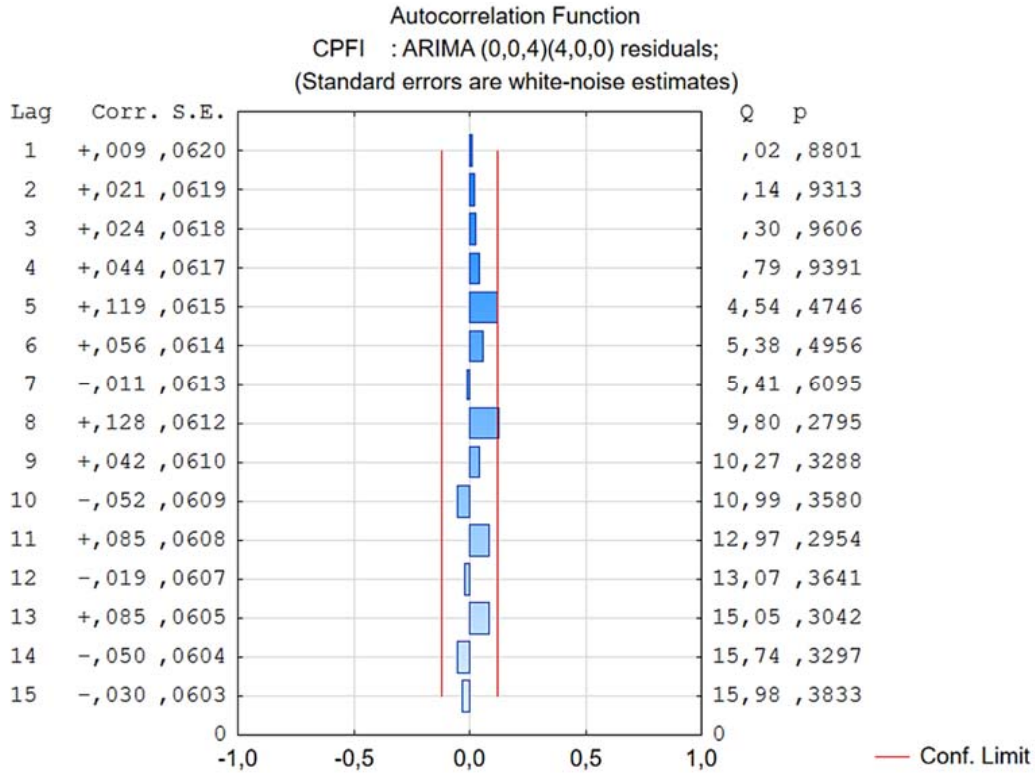


Рис. 9. Автокореляційна функція залишків моделі ARIMA (0,0,4)(2,0,0)

Джерело: розрахунки авторів пакетом STATISTICA 12.0

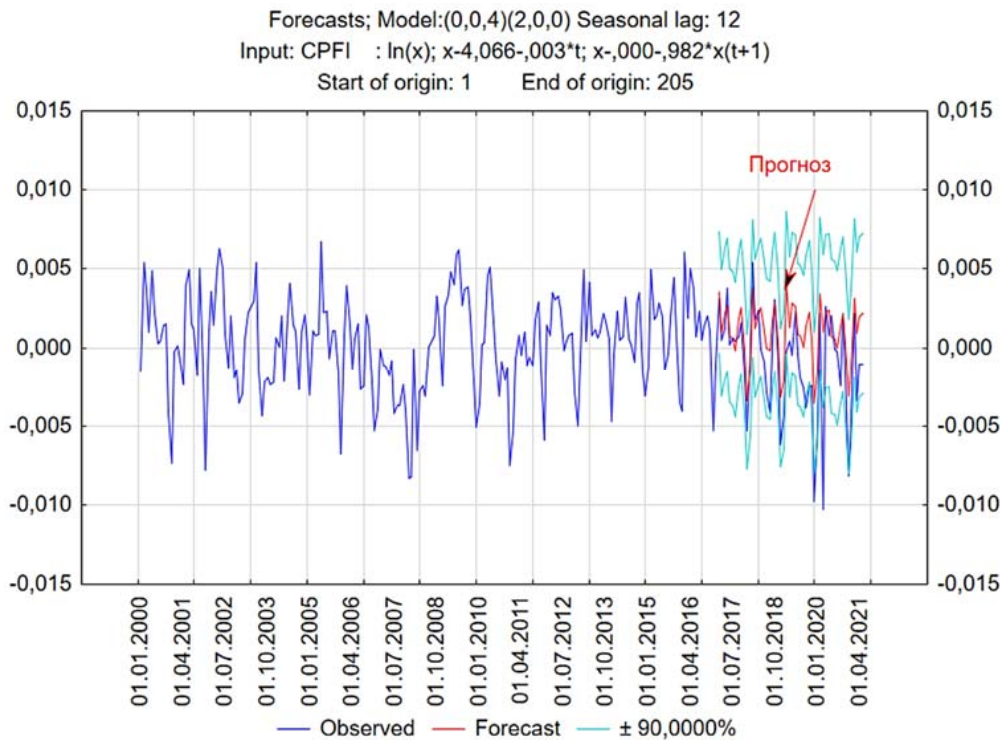


Рис. 10. Прогнозування за моделлю ARIMA (0,0,4)(2,0,0) на основі «обрізаного» ряду

Джерело: розрахунки авторів пакетом STATISTICA 12.0

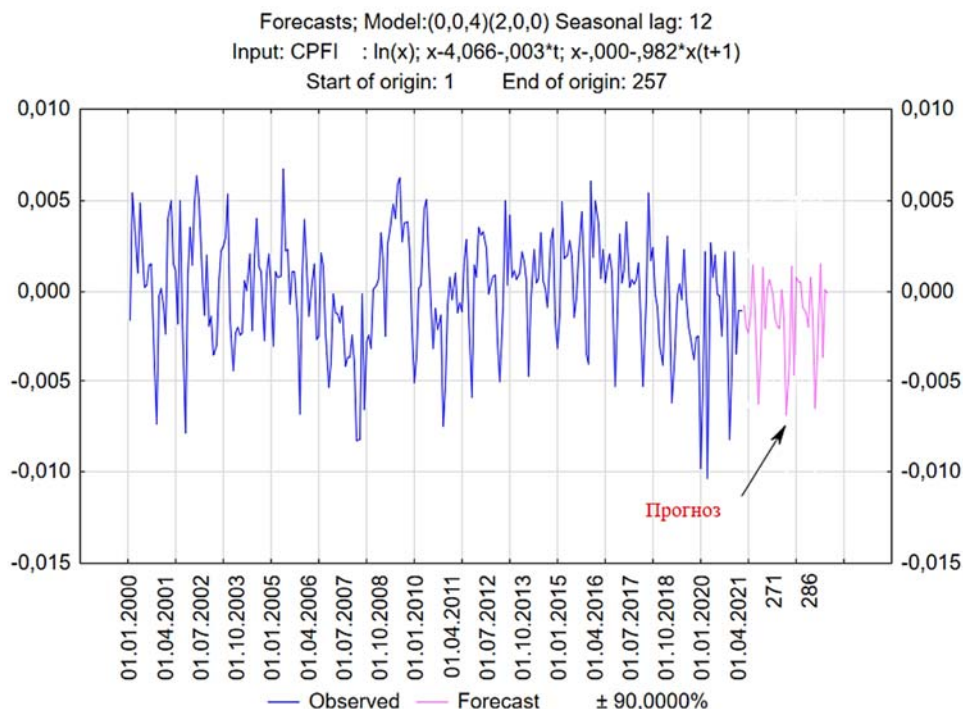


Рис. 11. Прогнозування за моделлю ARIMA (0,0,4)(2,0,0) на 36 місяців починаючи з 01.05.2021

Джерело: розрахунки авторів пакетом STATISTICA 12.0

зможу виділити три великих цикли: 2000–2008, 2008–2012 та 2012–2020 рр. і багато малих збурень у межах цих великих циклів. Причиною виникнення такої циклічності в індексах цін є, насамперед, кризові моменти, які мали місце у світовому розвитку. Однак такі кризи, як фінансова криза 2008 р. чи криза 2019 р., пов'язана з пандемією COVID-19, передбачити важко, а тим більше спрогнозувати масштаби їхнього впливу на рівень цін на базові продукти харчування у світі. Однак прогнозування тенденцій щодо коливання світових цін на продовольство дасть змогу регулювати питання забезпечення продовольством кризових регіонів для попередження дефіциту базових продуктів харчування

та загострення проблеми голоду у зазначених регіонах.

Проведене моделювання та прогнозування індексів споживчих цін на продовольство засвідчує наявність у майбутньому циклічності коливань цього індексу з амплітудою меншою, ніж це відбувалося протягом 2018–2020 рр., а це означає, що різких коливань цін на продовольчі товари у наступні три роки не передбачається

У продовження дослідження автори пропонують застосувати метод сезонної декомпозиції Census I до аналізу залишків отриманої моделі з метою виявлення кількості й амплітуди циклів випадкового складника досліджуваного динамічного ряду.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Веденєєв В.А. Оцінка ефективності довгострокових моделей прогнозування ціни реалізації продукції аграрного сектору в Україні. *Економіка та держава*. 2019. № 9. С. 46–51. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/9_2019/10.pdf.
2. Ніконенко У.М. Вплив світових сировинних цін на динаміку інфляції в ресурсозалежних економіках. *Причорноморські економічні студії*. 2020. Вип. 51. С. 15–21. URL: <https://doi.org/10.32843/bses.51-2>.
3. Петришин Л.П. Цінові тенденції на світовому та національному ринках зернових і зернобобових та олійних культур. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. 2016. Вип. 8. Ч. 2. С. 50–53.
4. Consumer Price Indices 2000–2021: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/CP> (дата звернення: 15.10.2021).
5. Treaty of Amsterdam amending the treaty on European Union, the Treaties establishing the European Communities and certain related aas. Amsterdam on 2 October 1997. URL: https://europa.eu/european-union/sites/default/files/docs/body/treaty_of_amsterdam_en.pdf.
6. Бокс Дж., Дженкінс Г. Анализ временных рядов: Прогноз и управление. Вып. 1 / пер. с англ. Москва : Мир, 1974. 405 с.

REFERENCES:

1. Viedenieiev V.A. (2019) Ocinka efektyvnosti dovghostrokovykh modelej proghnozuvannja ciny realizaciji produkciji aghrarnogho sektoru v Ukrajinі [Effectiveness evaluation of the longqterm forecasting models of the agricultural sector products` sales prices in Ukraine]. *Ekonomika ta derzhava*, no. 9, pp. 46–51.
2. Nikonenko U.M. (2020) Vplyv svitovykh syrovynnykh cin na dynamiku infljacji v resursozaleznykh ekonomikakh [The impact of world commodity prices on inflation dynamics in resource-dependent economies]. *Prychornomorsjki ekonomichni studiji*, vol. 51, pp. 15–21.
3. Petryshyn L.P. (2016) Cinovi tendenciji na svitovomu ta nacionaljnomu rynekakh zernovykh i zernobobovykh ta olijnykh kuljtur [Price trends at the global and national markets of cereals, legumes and oilseeds]. *Naukovyj visnyk Uzhghorodskogho nacionaljnogho universytetu*, vol. 8, pp. 50–53.
4. Consumer Price Indices 2000-2021: The Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/CP> (accessed 15 October 2021).
5. Treaty of Amsterdam amending the treaty on European Union, the Treaties establishing the European Communities and certain related aas. Amsterdam on 2 October 1997. URL: https://europa.eu/european-union/sites/default/files/docs/body/treaty_of_amsterdam_en.pdf.
6. Boks Dzh., Dzenkins G. (1974) *Analiz vremennykh ryadov: Prognoz i upravlenie* [Time series analysis: forecasting and control]. Moscow. (in Russian)