

aspekty [Reflexive processes in the economy: concepts, models, applied aspects], monograph, APEKS, Donetsk, Ukraine, pp. 16-31.

9. Chernov, V.G. (2007), *Modeli podderzhki priniatia reshenii v investitsyonnoy deiatelnosti na osnove apparata nechetkih mnozhestv* [Models of decision support in investing activities on the basis of fuzzy sets], Hotline-Telecom, Moscow, Russia.
10. Lozhkova, L.S. (2015), "The model decision-making process of economic agents with regard to information influence", *Modeliyvannia ta prognozuvannua social'no-ekonomichnyh procesiv. Materiali V Mizhnar. nauk.-prakt. Internet-konf. molodykh uchenykh ta studentiv* [The modeling and forecasting of social and economic processes. Proc. 5th Int. Internet-Conf. of student and young researches], Kharkiv, NTMT, March 26-28, 2015, pp. 20-24.
11. Transparency International / "CPI Corruption Index 2014", available at: <http://ti-ukraine.org/corruption-perceptions-index-2014> (access May 19, 2015).
12. Socium / "Doing Business in Ukraine", available at: <http://socium.com.ua/2013/11/doing-business-in-ukraine-2014> (access May 19, 2015).
13. The Heritage Foundation / "About the Index", available at: www.heritage.org/index/about (access May 19, 2015).
14. The Heritage Foundation / "Ukraine. Open Markets", available at: www.heritage.org/index/country/ukraine#open-markets last (access May 19, 2015).
15. Matlab. Exponenta / "Compositional rule of fuzzy inference Zade", available at: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/1_7_5_1.php (access May 19, 2015).

УДК 669.01:338.516.47:005.22

ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ НА ПРОДУКЦІЮ МЕТАЛУРГІЙНОЇ ГАЛУЗІ МЕТОДАМИ ДИСКРЕТНОЇ НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІКИ

Чеверда С.С., к.е.н., доцент, Максишко Н.К., д.е.н., професор, Куркула С.Г.

*Запорізький національний університет
Україна, 69000, м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66*

webserega@mail.ru, maxishko@ukr.net

Об'єктом дослідження є ціни на гарячекатаний рулон (ГКР) як вид металопродукції, який становить значну частку (близько 65%) в загальній структурі експорту металопродукції України. Виявлено, що найбільший вплив на ціну ГРК мають ціни на залізорудну сировину (ЗРС) і сталевий брухт. Із метою вирівнювання часового лага проведено крос-кореляційний аналіз залежності цін ГКР від цін золота, нафти і сировинних ресурсів. Побудовано багатофакторну модель шляхом проведення регресійного аналізу залежності ціни ГКР від впливаючих на неї цін. За допомогою комплексного фрактального аналізу досліджено обрані часові ряди та виявлено, що часовим рядам цін на г/к рулон (ГКР), залізорудну сировину (ЗРС), сталевий брухт та нафту притаманна властивість трендостійкості. Крім того, усі часові ряди, що досліджуються, є персистентними та мають довготривалу пам'ять. Застосування інструментарію дискретної нелінійної динаміки дає змогу отримати нові знання щодо динаміки цін на г/к рулон (ГКР), залізорудну сировину (ЗРС), сталевий брухт та нафту, оцінити глибину пам'яті часових рядів цін. Побудовано прогноз на основі отриманої регресійної багатофакторної моделі та моделі однорідної структури, та проведена його верифікація. Для оцінки точності прогнозування було використано традиційні міри оцінки якості прогнозу (середньоквадратична похибка прогнозу, корінь із середньоквадратичної похибки прогнозу, середня абсолютна похибка прогнозу, корінь із середньоквадратичної відносної похибки прогнозу у відсотках від фактичних значень та середня абсолютна похибка прогнозу). Виявлено, що для всіх часових рядів застосування моделі однорідної структури дало можливість отримати більш точний прогноз, аніж при застосуванні класичних методів.

Ключові слова: металопродукція, гарячекатаний рулон, брухт сталевий, нафта, прогнозування, методи короткострокового прогнозування, методи середньострокового прогнозування, метод Холта-Уінтерса, гібридна система прогнозування.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ПРОДУКЦИЮ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ МЕТОДАМИ ДИСКРЕТНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ

Чеверда С.С., к.э.н., доцент, Максишко Н.К., д.э.н., профессор, Куркула С.Г.

*Запорожский национальный университет
Украина, 69000, г. Запорожье, ул. Жуковского, 66*

Объектом исследования являются цены на горячекатаный рулон (ГКР) как вид металлопродукции, который составляет значительную часть (около 65%) в общей структуре экспорта металлопродукции Украины. Выявлено, что наибольшее влияние на цену ГКР оказывают цены на железорудное сырье (ЖРС) и стальной лом. С целью выравнивания временного лага проведен кросс-корреляционный анализ зависимости цен ГКР от цен золота, нефти и сырьевых ресурсов. Построена многофакторная модель путем проведения регрессионного анализа зависимости цены ГКР от влияющих на нее цен. С помощью комплексного фрактального анализа выбранных для исследования временных рядов выявлено, что временным рядам цен на г/к рулон (ГКР), железорудное сырье (ЖРС), стальной лом и нефть присуще свойство трендоустойчивости. Кроме того, все временные ряды, которые исследуются, являются персистентными и имеют долговременную память. Применение инструментария дискретной нелинейной динамики позволяет получить новые знания о динамике цен на г/к рулон (ГКР), железорудное сырье (ЖРС), стальной лом и нефть, оценить глубину памяти временных рядов цен. Построен прогноз на основе полученной регрессионной многофакторной модели и модели однородной структуры, и проведена его верификация. Для оценки точности прогнозирования были использованы традиционные меры оценки качества прогноза (среднеквадратичная погрешность прогноза, корень из среднеквадратичной погрешности прогноза, средняя абсолютная погрешность прогноза, корень из среднеквадратичной относительной погрешности прогноза в процентах от фактических значений и средняя абсолютная погрешность прогноза). Выявлено, что для всех временных рядов применение модели однородной структуры позволило получить более точный прогноз, чем при применении классических методов.

Ключевые слова: металлопродукция, горячекатаный рулон, лом стальной, нефть, прогнозирование, методы краткосрочного прогнозирования, методы среднесрочного прогнозирования, метод Холта-Уинтерса, гибридная система прогнозирования.

PREDICTION PRICES IN THE METALLURGICAL INDUSTRY METHODS OF DISCRETE NONLINEAR DYNAMICS

Cheverda S.S., Ph.D., Maksyshko N.K., Ph.D., Professor, Kurkula S.G.

*Zaporizhzhya National University
Ukraine, 69000, Zaporizhzhya, Zhukovsky str., 66*

In an article for the study as the object it is selected price hot-rolled coil (HRC). It is found that the greatest impact on the price of creating the HRC prices there are for iron ore and steel scrap. In order to align the time lag it is conducted cross-correlation analysis HRC prices depending on the price of gold, oil and raw materials. In the case of gold, subject to minor HRC prices depending on the price of gold. It is constructed multivariate models through regression analysis depends HRC prices from affecting its price. With complex fractal analysis it is examined selected time series and found that the time series of prices for HRC, iron ore, scrap steel and oil there is stability of trends. In addition, all time series that investigates are persistent and have a long memory. The use of discrete nonlinear dynamics toolkit enables to gain new knowledge on the dynamics of prices on HRC, iron ore, scrap steel and oil, to assess the depth of memory time series of prices. It is powered forecast as a basis for multi-regression model and homogeneous structure, and held his verification. To assess the accuracy of forecasting used traditional measures of assessing the quality of the forecast (the mean prediction error, root mean square error of prediction, forecast average absolute error, root mean square relative error of prediction as a percentage of actual and average absolute error of the forecast). It is found that for all time-series models use homogeneous structure made it possible to get a more accurate prediction than the application of classical methods.

Key words: metal, hot roll, scrap steel, oil, forecasting, short-term forecasting methods, methods of forecasting the medium, Holt-Winters method, forecasting hybrid system.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

У результаті кризових явищ спостерігаються негативні тенденції щодо зниження обсягів виробництва вітчизняної металлопродукції та сталі в економіці України, а на світовому ринку спостерігається тенденція падіння цін на цю продукцію. При цьому аналіз сучасного стану металургійної галузі України дає можливість стверджувати, що Україна майже не має конкурентних переваг на міжнародному ринку металлопродукції, експорт металлопродукції

характеризується сировинною спрямованістю і практично повною відсутністю в його структурі високотехнологічних марок сталі.

Заходи модернізації та виходу з кризи вітчизняної металургійної галузі повинні базуватися на передбаченні та врахуванні тенденцій поведінки цін на світовому ринку металопродукції. Аналіз ситуації на ринку і прогнозування цін є одним із ключових інструментів успіху сучасного бізнесу. Тому проблема прогнозування цін на ринку металопродукції в умовах конкуренції стає вкрай важливою, а аналітик, який їх розробляє, несе велику відповідальність за точність прогнозу та прийняті на його основі рішення.

Це обумовлює необхідність ретельного аналізу властивостей динаміки ціни на металургійну продукцію й продукцію суміжних галузей та застосування засобів, що забезпечують отримання якомога точного прогнозу.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблеми економічної ефективності господарської діяльності українських металургійних підприємств досліджено в працях багатьох учених: С. Аптекаря [1], Т. Беня, В. Краснової, Ю. Макогона [2], А. Ільченко, Д. Рибалова [3]. У той же час найважливіші питання удосконалення управління ціноутворенням на металургійну продукцію на сучасному етапі розвитку української металургії, теоретичні та практичні аспекти проблеми прогнозування цін у галузі в сучасних умовах залишаються відкритими.

Отримання своєчасної інформації про тенденції на ринках збуту відіграє важливу роль у підтримці конкурентоспроможності підприємства і, як наслідок, забезпеченні його економічної безпеки. Зокрема, питання прогнозування світових цін на сталь розглянуті в [4-5]. Запропонована узагальнена методика прогнозування цін металопрокату на світовому ринку, але не висвітлюються методи підвищення точності прогнозів при використанні вже існуючих прогнозних моделей.

У роботі [6] запропоновано використання множинної багатофакторної регресійної моделі залежності цін металопрокату від цін сировинних ресурсів, що використовуються при його виробництві. Розроблена модель з достатньою точністю відображає цінову ситуацію на ринку, однак на практиці спостерігаються розбіжності між отриманими прогнозними і фактичними даними, що зумовило необхідність розробки та застосування нових методів отримання більш точних прогнозів [8].

ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є прогнозування динаміки ціни на металопродукцію, зокрема гарячекатаний рулон, за допомогою методів дискретної нелінійної динаміки.

ВИКЛАД РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення дослідження об'єктом було вибрано ціни на гарячекатаний рулон (ГКР). Вибір металопродукції пояснюється значною часткою в загальній структурі експорту металопродукції для України (близько 65%).

Як виявилось під час дослідження, найбільше впливають на ціну ГРК ціни на залізорудну сировину (ЗРС) і сталевий брухт (коефіцієнти кореляції 0,862 і 0,879 відповідно), ціни на нафту і золото слабо впливають (коефіцієнти кореляції, відповідно, 0,474 та 0,403).

Із метою вирівнювання часового лага проведено крос-кореляційний аналіз залежності цін ГРК від цін золота, нафти і сировинних ресурсів. Для ціни золота максимальний коефіцієнт кореляції спостерігається з лагом 6 місяців. З урахуванням незначної залежності цін ГРК від ціни на золото (рис. 1) припустимо, що ця залежність виявилася випадковою і в моделі використовуватися не буде.

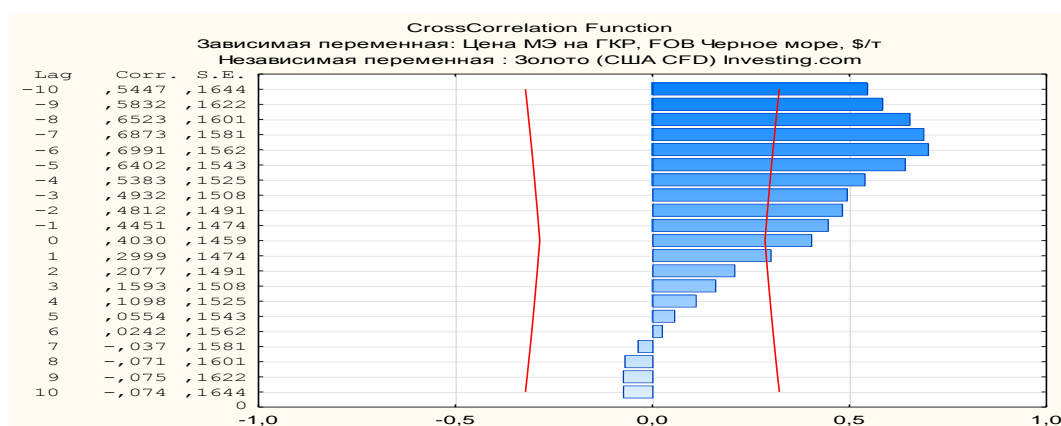


Рис. 1. Результати крос-кореляційного аналізу залежності цін ГКР від цін золота

В інших випадках ціни ГКР реагують на зміну цін брухту сталевого, ЗРК і нафти місяць в місяць (максимум коефіцієнта кореляції спостерігається за відсутності лагу).

На наступному етапі визначено параметри регресійної моделі:

$$Y_{ГКР} = 0.84X_{ЗРС} + 0.75X_{лом} - 0.35X_{нафта} + 174.52, \quad (1)$$

де $Y_{ГКР}$, $X_{ЗРС}$, $X_{лом}$, $X_{нафта}$ – ціни, відповідно, на ГКР, ЗРС, сталевий брухт та нафту.

Коефіцієнт детермінації цієї моделі дорівнює 0,8094, тобто розрахункові значення описують фактичні з точністю не нижче 80,9%. Така точність є достатньою для практичного застосування та за наявності інформації про прогнозні значення цін ЗРС, брухту сталевого і нафти марки Brent ця модель може бути використана для побудови прогнозних цін ГКР.

Подальше прогнозування ціни на ГКР полягає в отриманні прогнозних значень регресорів (або предикторів) $X_{ЗРС}$, $X_{лом}$, $X_{нафта}$ та обчислення на основі моделі (1) прогнозу. Таким чином, точність прогнозу ціни на ГКР залежатиме від точності прогнозування цін на ЗРС, сталевий брухт та нафту.

Із метою забезпечення підвищення точності прогнозу проведемо дослідження властивостей динаміки цін на виявлені чинники та визначимося із можливістю застосування для їх прогнозування методів дискретної нелінійної динаміки [9,10].

Розглянемо досліджувані часові ряди (ЧР) цін на ГКР, ЗРС, сталевий брухт і нафту та перевіримо їх на наявність фрактальної структури та довгострокової пам'яті на базі застосування методу комплексного фрактального аналізу [10]. Окрім виявлення наявності в певному ЧР довготривалої пам'яті, метою фрактального аналізу є оцінка її глибини. Ця мета передбачає визначення такої характеристики, як трендостійкість або, навпаки, схильність до «повернення до середнього частіше, ніж у випадковій поведінці ЧР». Знання зазначених фрактальних характеристик розглянутого ЧР надає аналітику передпрогнозу інформацію, яка дозволяє оцінити ступінь прогнозованості ЧР.

Першим етапом комплексного фрактального аналізу є метод нормованого розмаху Херста, який разом із процедурою перемішування дозволяє здійснити діагностику щодо фрактальної структури ЧР. Результати розрахунків значень показника Херста та значення показника Херста після перемішування рівнів ЧР, що досліджуються, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення показника Херста для ЧР ціни на ГКР та її чинників

	Значення показника Херста	Значення показника Херста після перемішування
ЗРС	0,835456	0,5534
Лом	0,83375	0,542856
Нафта	0,89322	0,5833
ГКР	0,852264	0,57295

З отриманих результатів можна зробити висновок, що ЧР цін на ГКР, ЗРС, сталевий брухт та нафту притаманна властивість трендостійкості (показник Херста наближається до 1), тобто

схильність рухатися за напрямом тренду: якщо рівні ряду динаміки зростали в попередній період, то ймовірніше, що вони будуть зростати і в наступний період. Проведений тест на перемішування це підтвердив (у всіх часових рядах у результаті перемішування була зруйнована структура, а значення показника Херста не перевищувало 0,55). Отже, усі ЧР $Y_{ГКР}, X_i, i \in \{ЗРС, лом, нафта\}$, що досліджуються, є персистентними та мають довготривалу пам'ять.

Другий етап комплексного фрактального аналізу, який дозволяє отримати кількісну характеристику глибини пам'яті ЧР, полягає в реалізації алгоритму послідовного R/S -аналізу: побудові сімейств H - та R/S -траєкторій й формуванні нечітких множин $L(Y_{ГКР}) = \{ (l, \mu(l)), l \in L^0 \}$ та $L(X_i) = \{ (l, \mu(l)), l \in L^0 \}$ глибини пам'яті ЧР $Y_{ГКР}$ та $X_i, i \in \{ЗРС, лом, нафта\}$. На рис. 2 представлено R/S -траєкторію та H -траєкторію для одного з сімейства ЧР $Y_{ГКР}$.

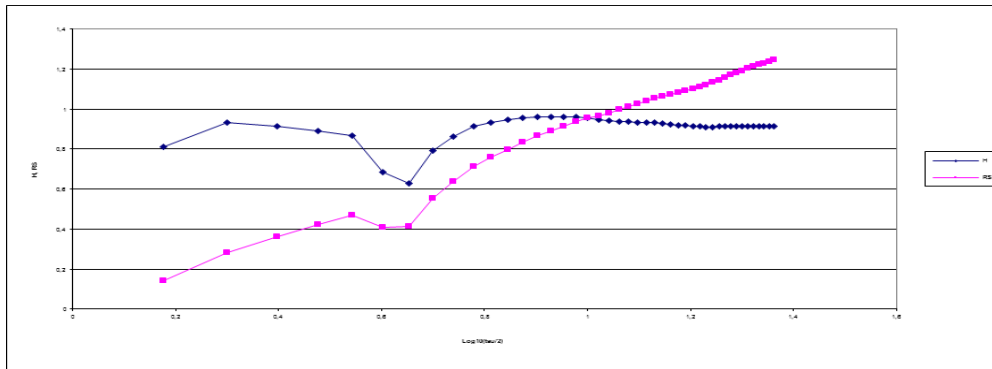


Рис. 2. R/S -траєкторія та H -траєкторія для ЧР цін на ГКР

Значення горизонту прогнозу h ([10]), що відповідає ЧР знаходиться в проміжку між центром тяжіння l_{CT} та значенням глибини пам'яті l_{H3} , що найчастіше зустрічається в нечіткій множині $L(X_i)$ глибини пам'яті: $l^* \leq h \leq l^{**}, l^* \leq l^{**}, l^*, l^{**} \in \{l_{H3}, l_{CT}\}$. Значення горизонту прогнозу визначає ступінь прогнозованості часового ряду. Зведені результати комплексного фрактального аналізу наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Зведені результати комплексного фрактального аналізу динаміки ціни

Часовий ряд	Показник Херста (H)	H після перемішування	Центр тяжіння нечіткої множини глибини пам'яті l_{CT}	Глибина пам'яті, що зустрічається найчастіше з нечіткої множини глибини пам'яті ЧР l_{H3}
ЗРС	0,835456	0,5534	7,2459	8
Лом	0,83375	0,542856	6,8978	7
Нафта	0,89322	0,5833	4,363636	5
ГКР	0,852264	0,57295	6,375	11

Таким чином, застосування інструментарію дискретної нелінійної динаміки дає змогу отримати нові знання щодо динаміки цін на ГКР, залізорудну сировину (ЗРС), сталевий брухт та нафту, оцінити глибину пам'яті часових рядів цін.

Отримані результати аналізу динаміки цін дають змогу застосувати для їх прогнозування методи, які враховують властивість трендостійкості, а розраховані кількісні оцінки – не тільки оцінити ступінь прогнозованості ціни, але й визначити параметри моделі прогнозування.

Для прогнозування часових рядів цін на ГКР, залізорудну сировину, сталевий брухт та нафту в помісячному вираженні за період з 01.2011 р. по 11.2014 р. ($n=48$) застосуємо гібридну прогнозу модель, що базується на використанні моделі однорідної структури та генетичних алгоритмах [10].

За базу прогнозування (ретроспекції) обрано період P_1 – з 01.2011 р. по 11.2013 р., період проспекції P_2 – з 12.2013 р. по 11.2014 р.

Розглядається асиметрична недетермінована модель однорідної структури (МОС) у вигляді впорядкованої четвірки компонентів

$$\langle \mathbf{Z}^1, T, \tau^{(n)}, Q \rangle,$$

де \mathbf{Z}^1 – дискретний простір елементів (скінчених автоматів, клітин),

$T = \{u^r, r = \overline{1, R}\}$ – алфавіт внутрішніх станів-термів, який містить, зокрема, нульовий стан спокою,

$\tau^{(n)}$ – глобальна функція переходів, яка формується на базі локальних функцій переходів,

Q – індекс сусідства, який визначає відповідні шаблони сусідства,
 $Q = \{-L, -(L-1), \dots, -2, -1, 0\}$

Індекс сусідства Q однорідної структури є впорядкованим кортежем елементів із \mathbf{Z}^1 , який визначає елементи-сусіди будь-якого елемента структури, тобто тих її елементів, з якими цей одиничний елемент безпосередньо пов'язаний інформаційними каналами [10].

Побудову прогнозної моделі на базі однорідної структури будемо здійснювати за такою процедурою. Спочатку необхідно ідентифікувати параметри моделі однорідної структури за ЧР P_1 , що розглядається (ретроспекція). Для цього визначаємо терм-множину $T = \{u^r, r = \overline{1, R}\}$ – алфавіту станів однорідної структури – для ЧР P_1 цін обрано 3-елементну терм-множину $T = \{u^r, r = \overline{1, 3}\} = \{H, C, B\}$, де H (C , B) означає низьке (середнє та високе) значення ціни.

Після ідентифікування параметрів моделі формується поточний стан моделі однорідної структури на базі перетворення базового числового ЧР P_1 у лінгвістичний ЧР $U = \langle u_i \rangle, i = \overline{1, n}, u_i \in T$. Для перетворення вихідного ЧР світових цін на нафту у ЛЧР обрано метод огинаючих ламаних, який описано в [10]. У результаті застосування цього методу одержуємо ЛЧР $U = \langle u_i, i = \overline{1, 2, \dots, n} \rangle$, елементи якого набувають значення з терм-множини T , тобто $u_i \in T, i = \overline{1, n}$. Наступним етапом прогнозування є формування глобальної функції переходів на базі ідентифікації локальної функції переходів, конкретизація індексу сусідства Q та відповідних шаблонів сусідства – складається з кроків $\alpha_k, k = 1, 2$:

α_1 – формування множини M всіх l -послідовностей, що містяться в отриманому ЛЧР;

α_2 – визначення локальних функцій переходів на базі статистики переходів l -послідовностей з M у стани-терми з T .

№	l-послідовність	Кількість переходів в l-послідовність							Сума переходів	Частоти переходів в l			
		1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4
1	A	100	23	6	0	0	0	0	129	0,7752	0,1783	0,0465	0
2	B	20	25	21	0	0	0	0	66	0,3030	0,3788	0,3182	0
3	C	10	18	61	0	0	0	0	89	0,1124	0,2022	0,6854	0
4	AA	78	17	4	0	0	0	0	99	0,7879	0,1717	0,0404	0
5	BA	15	4	1	0	0	0	0	20	0,75	0,2	0,05	0
6	CA	7	2	1	0	0	0	0	10	0,7	0,2	0,1	0
7	AB	6	10	7	0	0	0	0	23	0,2609	0,4348	0,3043	0
8	BB	5	8	12	0	0	0	0	25	0,2	0,32	0,48	0
9	CB	9	7	2	0	0	0	0	18	0,5	0,3889	0,1111	0
10	AC	2	0	4	0	0	0	0	6	0,3333	0,001	0,6667	0
11	BC	0	5	16	0	0	0	0	21	0,001	0,2381	0,7619	0
12	CC	8	13	40	0	0	0	0	61	0,1311	0,2131	0,6557	0

Рис. 3. Фрагмент внутрішньої пам'яті однорідної структури – локальні функції переходів l -послідовностей та відповідні їм частоти

На рис. 3 наведено фрагмент результатів роботи цього етапу, а саме знайдені локальні функції переходів l -послідовностей ($l = \overline{1,3}$) у стани з T та відповідні їм частоти.

У результаті верифікації прогнозної моделі однорідної структури для ЧР P_1 побудовано ЛЧР $U^B = \langle u_i^B \rangle$. Для оцінки точності прогнозування будемо використовувати функцію оцінювання

$F(w) = \sum_{i=1}^n e_i(w) / n$, де $e_i(w) = |r_i^{\text{Пр}} - r_i^{\Phi}|$, $r_i^{\text{Пр}}$ – номер терму $u_i^{\text{Пр}} \in T$, що відповідає прогнозованому значенню $u_i^{\text{Пр}} = f(w) = u_i^{\text{Пр}}$ на i -му рівні, r_i^{Φ} – номер терму $u_i^{\Phi} \in T$, що відповідає фактичному значенню $u_i = u_i^{\Phi}$ на i -му рівні.

Перехід від отриманого ЛЧР $U^B = \langle u_i^B \rangle$ до числового $P^B = \langle p_i^B \rangle$ будемо здійснювати, обираючи за p_i^B середину інтервалу, що відповідає значенню рівня u_i^B ЛЧР. Подальше застосування генетичного алгоритму в межах гібридного підходу для настроювання моделі дає змогу зменшити похибку.

Графічне представлення результатів прогнозування наведено на рис. 4-7.

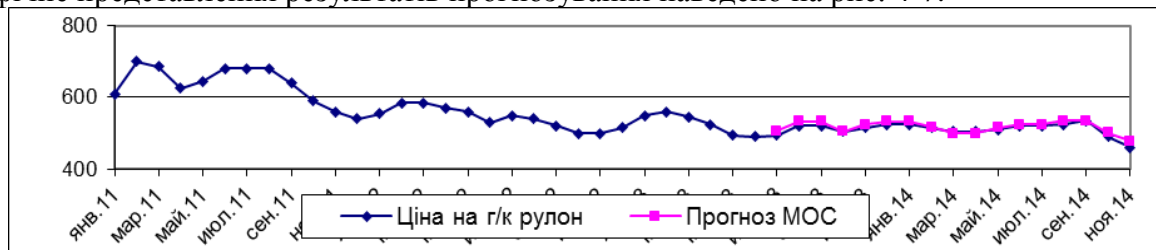


Рис. 4. Верифікації прогнозної моделі на базі МОС для цін на г/к рулон

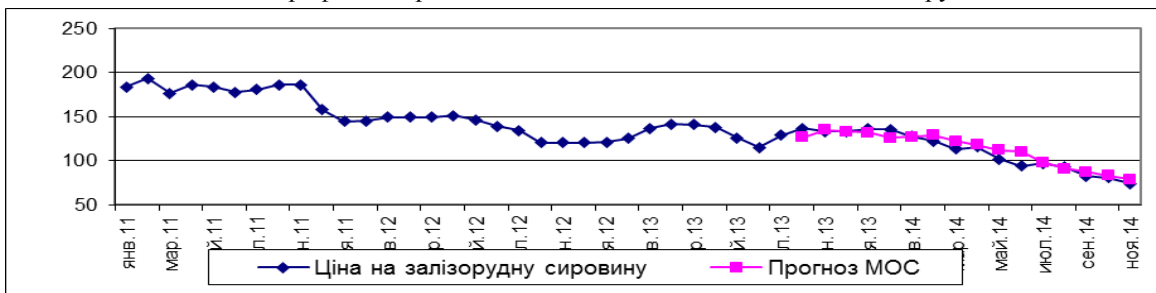


Рис. 5. Верифікації прогнозної моделі на базі МОС для цін на залізорудну сировину



Рис. 6. Верифікації прогнозної моделі на базі МОС для цін на сталевий брухт



Рис. 7. Верифікація прогнозної моделі на базі МОС для цін на нафту

Для прогнозування ціни на ГКР застосуємо отриману раніше регресійну модель (1).

За допомогою моделі однорідної структури було розраховано прогноз на наступні періоди для усіх факторів моделі. Отримані результати були використані в моделі, що дало можливість отримати прогноз ціни на ГКР, який зображено на рис. 8.

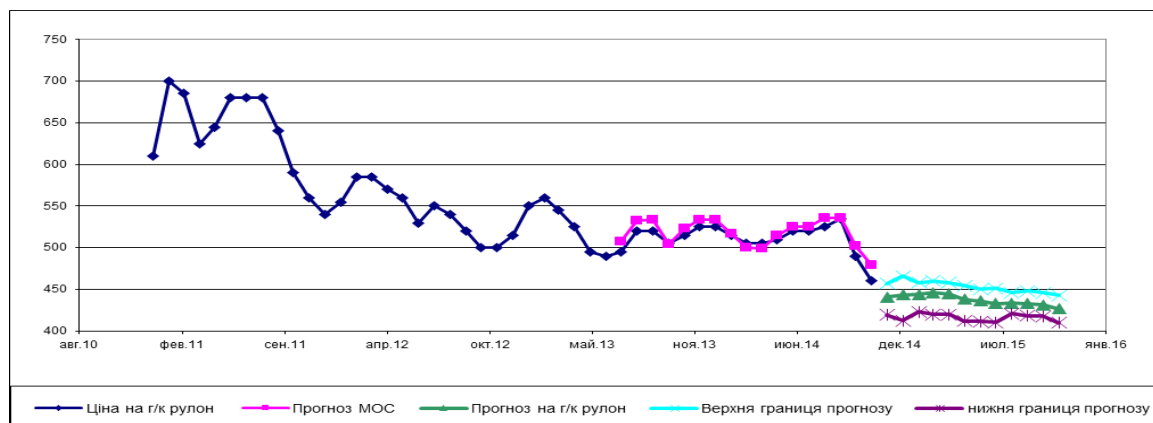


Рис. 8. Верифікація прогнозної моделі на базі МОС для цін на г/к рулон

Для оцінки точності прогнозування в термінах вихідного (числового) ЧР будемо використовувати традиційні міри оцінки якості прогнозу: середньоквадратична похибка прогнозу MSE , корінь із середньоквадратичної похибки прогнозу $RMSE$, середня абсолютна похибка прогнозу MAE , корінь із середньоквадратичної відносної похибки прогнозу у відсотках від фактичних значень $RMSPE$ та середня абсолютна похибка прогнозу $MAPE$.

Отримані оцінки якості прогнозу для розглянутих ЧР наведені в таблиці 5. Аналізуючи ці оцінки, можна зробити висновок, що для всіх часових рядів застосування МОС дало можливість отримати точний прогноз, який є більш якісним, ніж при застосуванні класичних методів [11].

Таблиця 5 – Порівняння похибок прогнозних моделей на базі Регресійна модель + експоненційне згладжування та Регресійна модель + МОС

Методи прогнозування	Регресійна модель + експоненційне згладжування					Регресійна модель + МОС				
	MSE	RMSE	MAD	RMSPE, %	MAPE, %	MSE	RMSE	MAD	RMSPE, %	MAPE, %
ЗРС	26,198	5,118	4,277	4,655	4,019	22,86	4,781	3,558	4,1945	3,179
Лом	29,618	5,442	4,567	1,467	1,238	9,052	3,008	2,451	0,8238	0,6737
Нафта	17,636	4,199	3,587	4,885	3,787	11,64	3,258	3,043	4,7782	2,8943
ГКР	541,46	23,26	19,59	4,496	3,815	87,27	9,342	7,999	1,876	1,5843

ВИСНОВКИ

Металургійна галузь України є складовою світової металургійної галузі, активним учасником світового ринку металопродукції, тому в статті зосереджено увагу саме на аналізі та прогнозуванні динаміки ціни на металопродукцію, зокрема, гарячекатаний рулон за допомогою методів дискретної нелінійної динаміки.

Виходячи із поставленої мети та спираючись на результат проведеного дослідження, можна стверджувати, що досить важливими факторами, що впливають на ціни ГКР, є ціни на рудну сировину, лом сталевий та тенденції цін на нафту. Застосування інструментарію дискретної нелінійної динаміки дало можливість виявити наявність довготривалої пам'яті в досліджуваних часових рядах та визначити горизонти прогнозування. Комбінування отриманої регресійної моделі та моделі однорідної структури дало можливість отримати

прогноз на наступні періоди з високою якістю, про що свідчать розраховані похибки прогнозу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Экономические проблемы черной металлургии Украины : монографія / [под общ. ред. С. С. Аптекаря, А. И. Амоши]. — Донецк : ДонГУЭТ, 2011. — 383 с.
2. Макогон Ю. ГМК Украины: мифы и реальность / Ю. Макогон // Зеркало недели. — 2012. — № 34 (562). — С. 10.
3. Ильченко А. В. Методы управления затратами производства металлопродукции : монографія / А. В. Ильченко. — Донецк : Ин-т экономики пром-ти, 2005. — 72 с. (Праці / Методы управления затратами производства металлопродукции НАН Украины).
4. Jasmine Ng and Juan Pablo Spinetto. Iron Ore Seen by Citigroup Below \$60 as 2015 Forecast Cut [Електронний ресурс] / Jasmine Ng and Juan Pablo Spinetto // Bloomberg Business. — Режим доступу : <http://www.bloomberg.com/news/2014-11-10/iron-ore-seen-at-less-than-60-by-citigroup-as-15-forecasts-cut.html>.
5. SocieteGenerale снизил прогноз цен на нефть на 2015-16 гг. [Електронний ресурс] / Oilnews. — Режим доступу : http://oilnews.com.ua/a/news/Societe_Generale_uhudshil_prognoz_stoimosti_nefti_na_2015-16_gg/215461.
6. Self-organization in leaky threshold systems: The influence of near-meanfield dynamics and its implications for earthquakes, neurobiology, and forecasting / [J. B. Rundle et al.] // Colloquium of the National Academy of Sciences, Irvine, USA. — Irvine, 2002. — P. 2514—2521.
7. Zhu J. Using Markov Chains for Link Prediction in Adaptive Web Sites / J. Zhu, J. Hong, J. G. Hughes // 1st Int. Conf. on Computing in an Imperfect World, UK, London. — London, 2002. — P. 60—73.
8. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : підручник / [В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк та ін.]. — Х. : ВД «ІНЖЕК», 2005. — 396 с.
9. Максишко Н. К. Анализ и прогнозирование эволюции экономических систем : монография / Н. К. Максишко, В. А. Перепелица. — Запорожье : Полиграф, 2006. — 248 с.
10. Максишко Н. К. Моделирование экономики методами дискретной нелинейной динамики : монография / Н. К. Максишко ; науч. ред. проф. В. О. Перепелица. — Запори́жжя : Поліграф, 2009. — 416 с.
11. Чеверда С. С. Застосування методу експоненційного згладжування для прогнозування світових цін на гарячочкатаний рулон / С. С. Чеверда, С. Г. Куркула // Управління соціально-економічним розвитком регіонів та держави : зб. матеріалів ІХ Міжнар. конф. студентів і молодих вчених, 16—17 квіт., 2015 р., Запори́жжя. — Запори́жжя : ЗНУ, 2015. — С. 380—381.

REFERENCES

1. Aptekar, S.S. and Amosha, A.I. (2011), *Ekonomicheskie problem chernoi metalurgii* [Economic problems of the steel industry], monograph, DonGUET, Donetsk, Ukraine.
2. Makagon, Yu. (2012), “GMC of Ukraine: the myths and reality”, *Zerkalo nedeli*, vol. 34, p. 10.
3. Ilchenko, A.V. (2005), *Metodi uoravleniya zatratami proizvodstva metaloprodukcii* [Methods of managing costs of steel production], monograph, NAN Ukrainy, Donetsk, Ukraine.
4. Jasmine, Ng and Spinetto, Juan Pablo (2014), “Iron Ore Seen by Citigroup Below \$60 as 2015 Forecast Cut”, available at: <http://www.bloomberg.com/news/2014-11-10/iron-ore-seen-at-less-than-60-by-citigroup-as-15-forecasts-cut.html> (access May 05, 2015).
5. Oilnews / “SocieteGenerale increased forecast of the oil prices for 2015-16 years”, available at: http://oilnews.com.ua/a/news/Societe_Generale_uhudshil_prognoz_stoimosti_nefti_na_2015-16_gg/215461 (access May 06, 2015).
6. Rundle, J.B. (2002), “*Self-organization in leaky threshold systems: The influence of near-meanfield dynamics and its implications for earthquakes, neurobiology, and forecasting*”, Colloquium of the National Academy of Sciences, pp. 2514-2521.
7. Zhu, J., Hong, J. and Hughes, J.G. (2002), Using Markov Chains for Link Prediction in Adaptive Web Sites, 1st Int. Conf. on Computing in an Imperfect World, UK, London, pp. 60-73.
8. Geets, V.M., Klebanova, T.S., Chernyak, O.I., Ivanov, V.V., Dubrovina, N.A. and Stavitskii, A.V. (2005), *Modeli i metody sotsialnogo prognozuvannya* [Models and methods of social forecasting], textbook, INZHEK, Kharkiv, Ukraine.

9. Maksyshko, N.K. and Perepelytsia, V.O. (2006), *Analiz i prognozirovaniye evolutsii ekonomicheskikh system* [Analysis and forecasting of the evolution of economic systems], monograph, Poligraf, Zaporizhzhya, Ukraine.
10. Maksyshko, N.K. and Perepelytsia, V.O. (2009), *Modeliuvannia ekonomiky metodamy dyskretnoi neliniinoi dynamiky* [Economy modeling by methods of discrete nonlinear dynamics], monograph, Poligraf, Zaporizhzhya, Ukraine.
11. Cheverda, S.S. and Kurkula S.G. (2015), "Application of exponential smoothing for forecasting world prices for haryachokatannyu roll", *Upravlinnya socialno-ekonomichnim rozvitkom regioniv ta derjavi. Zbirnik materialiv IX Mijnarodnoi konf. studentiv i molodih vchenih* [Managing Socio-Economic Development of Regions and State. Proc. of 9th Int. Conf. of Students and Young Scientists], Zaporozhye, ZNU, April 16-17, 2015, pp. 380-381.

УДК 330.46: 336.02

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ДОХОДІВ ДОМОГОСПОДАРСТВА НА ЗАСАДАХ ТЕОРІЇ ЖИТТЄЗДАТНОСТІ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Сергеева Л.Н., д.е.н., професор, Ковтун О.А., к. держ.упр., доцент

Східноєвропейський університет економіки і менеджменту

Україна, 18036, м. Черкаси, вул. Нечуй-Левицького, 16

sergeeva@optima.ua, kovtun-oksana71@mail.ru

У статті розглядаються теоретичні засади концепції життєздатності складних систем, управління якими зумовлене динамікою їхньої внутрішньої структури, та які безперервно навчаються, адаптуються та еволюціонують. Такий підхід дозволяє розглядати домогосподарство як систему, що здатна до самоорганізації. Тому в статті домогосподарство визначається як складна економічна система, що здатна нескінченно довго зберігати й підтримувати самостійне існування. Домогосподарство є відносно гармонійною за внутрішньою структурою, стабільною та по відношенню до зовнішнього середовища внутрішньо несуперечливою системою. Кожне домогосподарство має певний обсяг фінансових ресурсів, які можна спрямувати на існування (тобто виконання своїх функцій) та на розвиток, під яким розуміється пряма, незворотна зміна. Тому авторами пропонується здійснювати визначення структури розподілу доходів домогосподарств та її оптимізацію, спираючись на теорію життєвого циклу та засади гармонійного менеджменту. На кожному етапі життєвого циклу перед домогосподарством постають різні цілі, тому на першій стадії воно прагне забезпечити собі існування – стійкість та надійність, а на двох наступних – розвиток (живучість та вмотивованість). Надано характеристику кожній структурній складовій, виходячи з обраного для дослідження життєвого циклу, а для формування структури розподілу доходів домогосподарства пропонується застосовувати концепцію гармонійного менеджменту, яка при вирішенні завдань управління складною економічною системою ґрунтується на принципі гармонійної упорядкованості й узгодженості її складових – тобто на кожній стадії життєвого циклу домогосподарство має гармонійну структуру доходів. Запропоновані показники доходів домогосподарства дозволяють кількісно оцінити ступінь його життєздатності, враховуючи рівень впливу кожної структурної складової на життєздатність системи в цілому.

Ключові слова: доходи домогосподарства, життєздатна система, структура доходів, життєвий цикл домогосподарства, показники доходів домогосподарства.

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ДОХОДОВ ДОМОХОЗЯЙСТВА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сергеева Л.Н., д.э.н., профессор, Ковтун О.А., к.гос.упр., доцент

Восточноевропейский университет экономики и менеджмента

Украина, 18036, г. Черкасы, ул. Нечуй-Левицкого, 16

В статье рассматриваются теоретические основы концепции жизнеспособности сложных систем, управление которыми обусловлено динамикой их внутренней структуры, и которые непрерывно адаптируются, эволюционируют и обучаются. Такой подход позволяет рассматривать домохозяйство как способную к самоорганизации систему. Поэтому в статье домохозяйство определяется как сложная экономическая система, которая способна бесконечно долго сохранять и поддерживать самостоятельное существование. Оно является