

Сергієнко О. А., Татар М. С.

## МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПІДПРИЄМСТВА

У статті побудовані моделі дослідження поведінки валютних курсів із використанням методів фрактальності та взаємозв'язку між валютними курсами та факторами їх формування, що дозволить отримати адекватні прогнози в системі управління конкурентоспроможністю металургійних підприємств і сформувати ефективну валютну політику.

*Ключові слова:* валютний курс, конкурентоспроможність, моделі, прогнозування, фактори, фрактальність

*Рис.:* 9. *Табл.:* 4. *Формул.:* 12. *Бібл.:* 10.

**Сергієнко Олена Андріанівна** – кандидат економічних наук, доцент, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)

**Татар Марина Сергіївна** – аспірант, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» (вул. Чкалова, 17, Харків, 61070, Україна)

УДК 336.741

Сергиенко Е. А., Татар М. С.

### МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВАЛЮТНЫХ КУРСОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ

В статье построены модели исследования поведения валютных курсов с использованием методов фрактальности и взаимосвязи между валютными курсами и факторами их формирования, что позволит получить адекватные прогнозы в системе управления конкурентоспособностью металлургических предприятий и сформировать эффективную валютную политику.

*Ключевые слова:* валютный курс, конкурентоспособность, модели, прогнозирование, факторы, фрактальность

*Рис.:* 9. *Табл.:* 4. *Формул.:* 12. *Библ.:* 10.

**Сергиенко Елена Андриановна** – кандидат экономических наук, доцент, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)

**Татар Марина Сергеевна** – аспирант, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» (ул. Чкалова, 17, Харьков, 61070, Украина)

UDC 336.741

Sergienko E. A., Tatar M. S.

### MODELS OF FORECASTING CURRENCY RATES IN THE SYSTEM OF MANAGING ENTERPRISE'S COMPETITIVENESS

The article builds up a model of study of behaviour of currency rates with the use of methods of fractality and interconnection between currency rates and factors of their formation, which allows obtaining adequate forecasting in the system of managing competitiveness of metallurgy enterprises and formation of efficient currency policy.

*Key words:* currency rate, competitiveness, models, forecasting, factors, fractality

*Pic.:* 9. *Tabl.:* 4. *Formulae:* 12. *Bibl.:* 10.

**Sergienko Elena A.** – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)

**Tatar Marina S.** – Postgraduate Student, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute» named after M. Ye. Zhukovskiy (vul. Chkalova, 17, Kharkiv, 61070, Ukraine)

Однією з обов'язкових умов успішного управління конкурентоспроможністю підприємства у нестационарному зовнішньому середовищі є прогнозування рівня конкурентоспроможності. Прогнози конкурентоспроможності необхідні для визначення шляхів розвитку підприємства в майбутньому, для виявлення найбільш імовірних і економічно ефективних варіантів довгострокових, середньострокових і поточних планів, передбачення наслідків прийнятих рішень і здійснюваних у даний момент заходів з підвищення рівня конкурентоспроможності. Оскільки на конкурентоспроможність підприємства, окрім внутрішніх конкурентних можливостей, впливає зовнішнє середовище, то для ефективного управління конкурентоспроможністю необхідно також дослідження поведінки зовнішнього середовища. Для підприємств металургійної галузі, які імпортують деякі види сировини і експортують більшість виробленої продукції та можуть

понести значні збитки внаслідок несприятливої динаміки валютного курсу, необхідним є дослідження саме тих факторів зовнішнього середовища, які впливають на формування та стан валютного курсу. Аналіз поведінки курсів тих валют, які формують валютний портфель металургійних підприємств, зокрема долара США, євро і російського рубля, та їх прогнозування дозволить передбачити розвиток конкурентоспроможності у майбутньому.

Дослідження процесів, які відбуваються на валютному ринку, і прогнозування валютних курсів є необхідним на всіх рівнях:

- без дослідження валютного курсу неможливо правильно планувати дохідну та витратну частини бюджету, визначати експортні та імпорتنі ціни, розробляти ефективну валютну політику;
- неможливо правильно оцінювати результати зовнішньоекономічної діяльності, передбачати зміни

імпортованих складових собівартості продукції, визначати ціну контракту і можливі валютні ризики підприємства.

- неможливо передбачити зміни цін на товари, а, отже, і необхідність та вибір часу їх покупки і можливість своєчасної конвертації валюти, регулювати обсяги заощаджень в іноземній валюті тощо.

Актуальність такого дослідження підтверджується також тим, що за останні роки валютний курс гривні до основних іноземних валют характеризувався суттєвими змінами, особливо в кінці 2008 – початку 2009 р. на тлі світової фінансово-економічної кризи, що ще більше загострило дискусію про причини коливань курсів та їх вплив на конкурентоспроможність підприємств, які займаються зовнішньоекономічною діяльністю. Так, у 2008 р. гривня втратила 62,3% своєї вартості щодо долара США і 54,8% щодо євро [7].

Тому в роботі запропоновано дослідження динаміки валютних курсів, що є одним з блоків управління конкурентоспроможністю підприємств і передбачає реалізацію 3 модулів, кожен з яких вирішує певну прикладну задачу дослідження (рис. 1).

Модуль 1. Дослідження поведінки валютних курсів. Одним з методів дослідження поведінки валютних курсів є визначення фрактальності ринку на основі розрахунку показника Херста, за допомогою якого можна отримати уявлення про передумови майбутньої поведінки валютних курсів. Існує кілька методів визначення фрактальної розмірності:

1. R/S метод (Rescaled range analysis). Базується на обчисленні показника Херста, який характеризує від-

ношення сили тренда (детермінований фактор) до рівня шуму (випадковий фактор) [1].

2. Метод, заснований на визначенні клітинної розмірності  $D_c$ . У відповідності з визначенням Мандельброта, якщо часовий ряд є фракталом, його клітинна розмірність  $D_c$  може бути визначена за формулою:

$$D_c = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\ln N(\delta)}{\ln(1/\delta)} \quad (1)$$

3. Метод, заснований на визначенні стандартного відхилення для різних ступенів усереднення. Для самоподібного часового ряду стандартне відхилення агрегованого ряду виражається:

$$\text{Var}^{1/2}(x^{(m)}) = \text{Var}^{1/2}(x) / m^\beta, \quad (2)$$

де  $\beta$  визначається зі співвідношення  $H = 1 - \beta/2$  ( $H$  – показник Херста).

На практиці, при дослідженні фрактальних властивостей динамічних ринкових показників, обчислюють показник Херста, пов'язаний із фрактальною розмірністю наступним співвідношенням:

$$D = 2 - H, \quad (3)$$

де  $D$  – фрактальна розмірність,  
 $H$  – показник Херста.

Розраховані показники Херста для досліджуваних валют графічно представлено на рис. 2 – 4.

На графіках чітко простежується наявність стрибків курсів валют. Отримані результати розрахунків показника Херста і фрактальної розмірності для досліджуваних валют представлені в табл. 1.

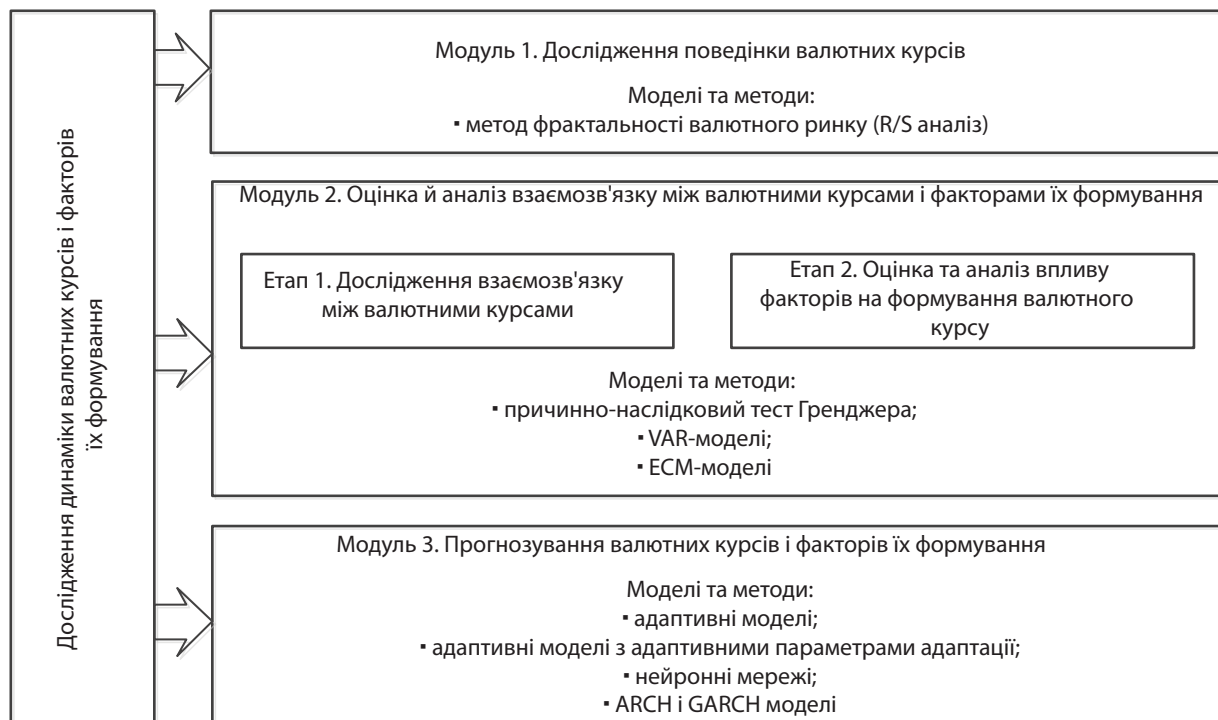


Рис. 1. Схема взаємозв'язку методів дослідження динаміки валютних курсів

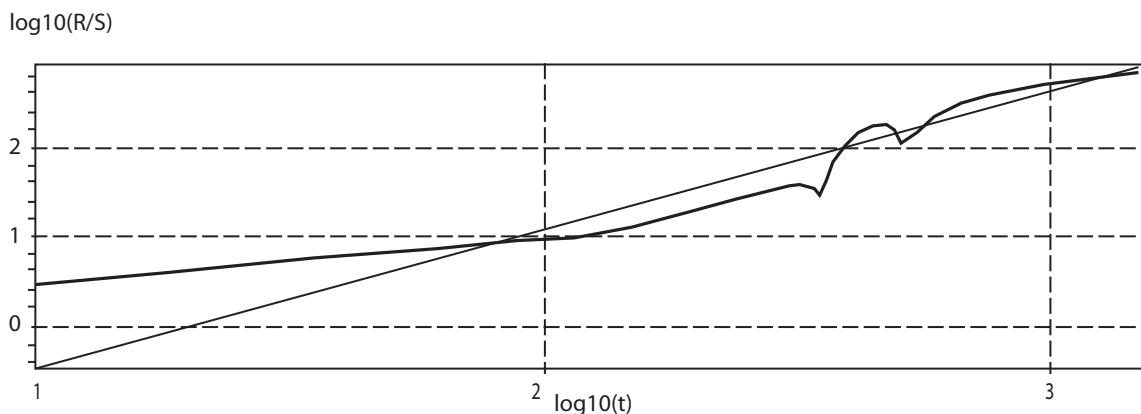


Рис. 2. Показник Херста для долара США

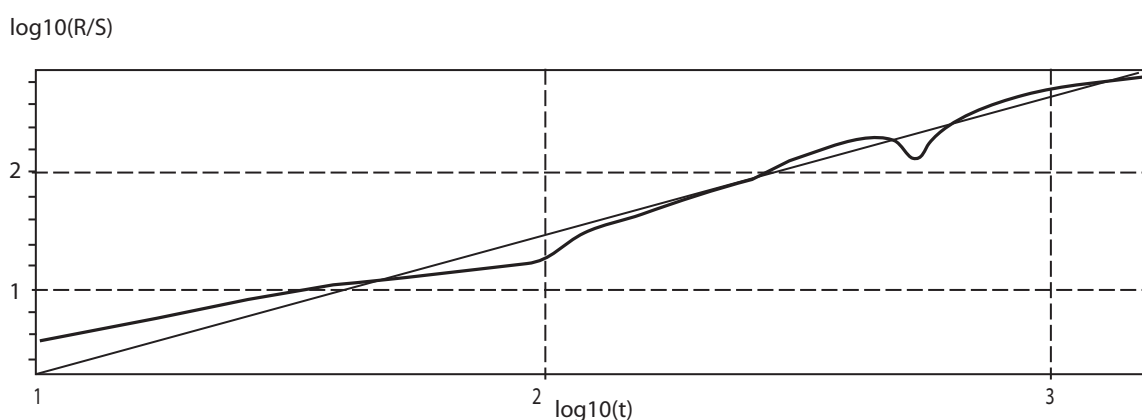


Рис. 3. Показник Херста для євро

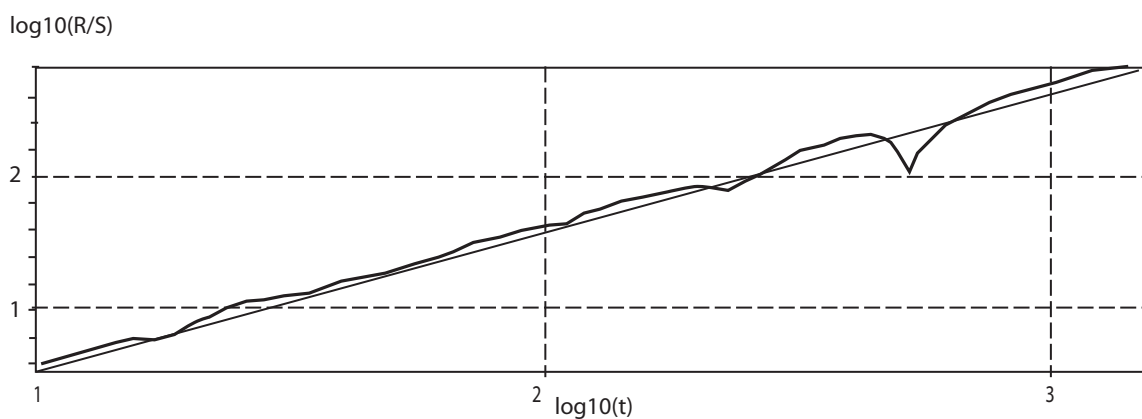


Рис. 4. Показник Херста для російського рубля

Коливання показника Херста в діапазоні  $0 < H < 0,5$  означає, що ряд є антиперсистентним, і чим ближче значення показника до 0, тим більш мінливим є ряд і більше спадів-підйомів він має. При  $H = 0,5$  ряд представляє собою випадкові блукання (броунівський випадковий рух). Якщо показник Херста  $0,5 < H < 1$ , то ряд персистентний або трендостійкий, тобто якщо ряд зростає (убуває) у попередньому періоді, то він буде зберігати дану тенденцію якийсь час у майбутньому. Якщо  $H > 1$ , як в нашому випадку, то це означає, що спостерігається стійка тенденція, про-

цес з фрактальним часом, з тимчасовими точками розриву похідної. Показує, що відбуваються незалежні стрибки амплітуди, розподілені по Леві за час, визначений величиною стрибка, і які ростуть разом з ним [9].

Проведений аналіз щоденної поведінки курсів валют протягом 12 років підтвердив гіпотезу нелінійності та фрактальності валютного ринку. Загалом спостерігаються наявність досить чітко виражених трендів при високій волатильності валютних курсів, що ускладнює їх прогнозування і призводить до підвищення рівня валютних ризиків.

Результати R/S аналізу

Показники	Валюта		
	Долар США	Євро	Російський рубль
Показник Херста	1,5361 ± 0,3475	1,2060 ± 0,1414	1,0434 ± 0,1411
Фрактальна розмірність	0,4639 ± 0,3475	0,7940 ± 0,1414	0,9566 ± 0,1411
Кореляційна розмірність	3,205	3,331	2,809
Розмірність фазового простору	4	6	3
Кореляційна ентропія	0,004	0,077	0,447
Розмірність фазового простору	1	>=7	>=4

**Модуль 2.** Оцінка та аналіз взаємозв'язку між валютними курсами і факторами їх формування. Реалізація даного модуля передбачає визначення взаємозв'язку між валютними курсами долара США, євро і російського рубля на основі причинно-наслідкового тесту Гренджера [4], результати якого з лагом 2 та 10 представлено на рис. 5.

Отримані результати показують, що в короткостроковій перспективі курс долара США впливає на російський рубль, а євро впливає на курс долара США. В довгостро-

ковому періоді, навпаки, курс російського рубля впливає на курс долара і євро. Це може пояснюватися тим, що економіка РФ є потужною і РФ є постачальником стратегічно важливих видів сировини у більшість країн світу.

Для дослідження взаємозв'язку між валютними курсами і виявлення динамічного зв'язку між поточними і лаговими значеннями досліджуваних показників побудовані VAR-моделі, основним результатом яких є вихідна інформація для двох типів аналізу: імпульсних функцій відгуків

## Pairwise Granger Causality Tests

Sample: 1 1553

Null Hypothesis:	Obs	Lags: 2		Lags 10	
		F-Statistic	Prob.	F-Statistic	Prob.
RUB does not Granger Cause EUR	1551	33.1198	8.E-15	129.775	1E-195
EUR does not Granger Cause RUB		25.7733	1.E-11	9.26628	5.E-15
USD does not Granger Cause EUR	1551	17.2368	4.E-08	2.63907	0.0034
EUR does not Granger Cause USD		27.4000	2.E-12	5.88845	9.E-09
USD does not Granger Cause RUB	1551	33.0889	8.E-15	11.6747	1.E-19
RUB does not Granger Cause USD		10.4839	3.E-05	96.0746	6E-154

Рис. 5. Результати тесту Гренджера з лагом 2 та 10

та декомпозиції дисперсій. Імпульсні функції відгуків дають можливість дослідити динаміку змін усіх показників системи у відповідь на зміну одного середньоквадратичного відхилення однієї з них. Отримані функції імпульсних відгуків представлені на рис. 6 і підтверджують нестабільну динаміку поведінки часових рядів, наявність різких коливань, які з часом загасають, однак траєкторії не приходять до повної рівноваги.

Декомпозиція дисперсії дає можливість оцінити внесок кожної зі змінних моделі у зміну досліджуваного показника. Отримані результати за курсами валют долара, євро і російського рубля (рис. 6) показали, що зі збільшенням періоду курс євро все більше залежить від курсу долара і російського рубля. В короткостроковій перспективі курс російського рубля на 20% впливає на зміну курсу долара США. У дов-

гостроковому періоді курс долара все більше пояснюється самим собою і внесок євро знижується. Курс російського рубля майже на 60% залежить від коливань долара.

Окрім оцінки та аналізу взаємозв'язку між валютними курсами необхідно провести дослідження взаємозв'язку між валютним курсом і факторами, які впливають на курс, оскільки саме вони у своїй сукупності визначають його зміну. В ході дослідження [8] доведено, що на валютний курс найбільше впливають такі фактори:

- створюючі (формуючі) фактори, які безпосередньо визначають динаміку валютних курсів (безпосередньо пов'язані з процесом міжнародної торгівлі). До них віднесено макроекономічні ( $F_1$ ) та ринкові ( $F_2$ ) фактори.
- регулюючі фактори, дія яких впливає на зміну створюючих чинників і регулююче впливає на механізм

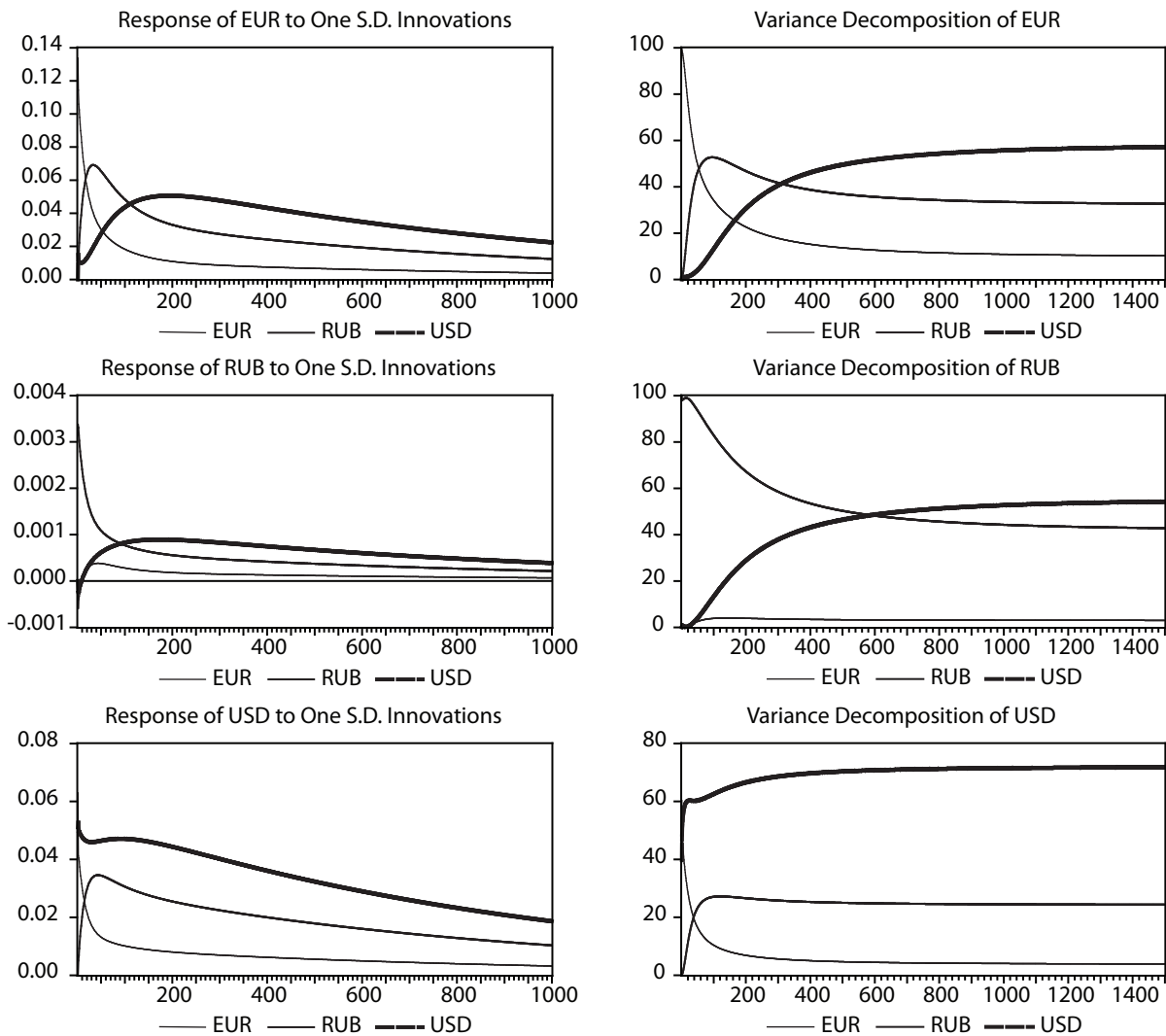


Рис. 6. Функції імпульсних відгуків та декомпозиції дисперсії курсів валют

встановлення валютного курсу. До них належать банківські ( $F_3$ ), фіскальні ( $F_4$ ), біржові ( $F_5$ ).

- попереджуючі фактори, порогові значення яких свідчать про виведення економічної системи з динамічної рівноваги і можливість настання кризових явищ в економіці. До них віднесено провокуючі ( $F_6$ ) та руйнуючі ( $F_7$ ).

На основі тесту Гренджера [4; 10] отримано наступні результати щодо взаємозв'язку між валютними курсами і факторами, що впливають на їх формування. На курс долара США найбільше впливають ринкові, біржові та руйнуючі фактори, на курс євро – ринкові, банківські, фіскальні та руйнуючі, на курс рубля – макроекономічні та провокуючі.

У роботі пропонується підхід до дослідження взаємовпливу валютних курсів і факторів їх формування на основі ЕСМ – моделювання (моделей коригування помилки) [4; 10]. Моделі коінтеграції (довгострокової взаємодії) валютних курсів і факторів їх формування дозволяють оцінити силу взаємодії цих показників, виявити фактори, що

найбільше впливають на курс долара, євро та російського рубля і на основі отриманої інформації приймати адекватні управлінські рішення, направлені на мінімізацію несприятливої зміни курсу і факторів на конкурентоспроможність підприємств.

Рівняння коінтеграційного взаємозв'язку курсів валют і факторів їх формування:

$$\begin{cases} D(USD) = -1.33 * (USD(-1)) - 0.48 * F2(-1) + \\ \quad + 0.51 * F5(-1) - 1.40 * F7(-1) - 32.65 \\ D(EUR) = 0.28 * (EUR(-1)) + 1.49 * F2(-1) - 4.96 * F3(-1) + \\ \quad + 10.83 * F4(-1) + 2.81 * F7(-1) - 65.54 \\ D(RUB) = -0.77 * (RUB(-1)) - 0.48 * F1(-1) + \\ \quad + 1.08 * F4(-1) + 0.51 * F6(-1) - 119.52 \end{cases}$$

Коефіцієнти  $\lambda_1, \lambda_2$  та  $\lambda_3$  для представленого довгострокового взаємозв'язку свідчать про наявність вибухових ефектів у системі ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 < 0$ ).

Отримані результати показують, що на курс долара США найбільше впливають ринкові, біржові та руйнуючі

фактори, на курс євро – ринкові, банківські, фіскальні та руйнуючі, на курс російського рубля – макроекономічні, фіскальні та провокуючі. Вплив факторів на валютний курс на основі декомпозиції дисперсії наведено в табл. 2

**Модуль 3.** Прогнозування валютних курсів і факторів їх формування. Аналіз літературних джерел показав, що найбільше використовуються формалізовані методи про-

гнозування валютного курсу на основі динамічних рядів. Запропоновано використання наступних динамічних моделей прогнозування:

1. Адаптивні моделі прогнозування [3].

Метод експоненційного згладжування. Сутність даного методу полягає у вирівнюванні динамічних рядів, які коливаються, з метою наступного прогнозування. Поточне зна-

Таблиця 2

Вплив факторів на валютний курс

Курс валют	Фактори формування валютного курсу						
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>6</sub>	F <sub>7</sub>
USD	6-8%	10-15%	3-7%	2-4%	5-12%	0,7-2%	7-10%
EUR	4-6%	7-9%	8-22%	7-15%	3-6%	4-7%	10-12%
RUB	15-20%	5-10%	1-3%	8-11%	2-4%	10-17%	7-10%

чення часового ряду зважується з урахуванням константи, що згладжує. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$S_t = \alpha \times y_t + (1 - \alpha) \times S_{t-1}, \quad (4)$$

де  $S_t$  – значення експоненціальної середньої в момент  $t$ ;

$y_t$  – поточне значення ряду динаміки;

$S_{t-1}$  – значення експоненціальної середньої в момент  $(t - 1)$ ;

$\alpha$  – константа, що згладжує.

Значення  $\alpha$  завжди знаходиться в межах від 0 до 1, і в кожному конкретному випадку необхідно вибрати найбільш прийнятне значення. Перевагами цього методу є точність, що збільшується зі збільшенням числа рівнів динамічного ряду. Недоліком методу є те, що немає точного методу для вибору оптимальної величини параметра згладжування  $\alpha$ . Точність прогнозу за цим методом зменшується зі збільшенням прогнозного інтервалу. Він ефективний для короткострокових прогнозів, в довгостроковому прогнозуванні його можна використовувати для одержання наближених оцінок.

Модель Хольта. В моделі Хольта параметри  $a_0(t)$  і  $a_1(t)$  оцінюються за допомогою двох ковзних середніх, які мають різні незалежні параметри згладжування. Коефіцієнт  $a_1(t)$  оцінюється як експоненціальна середня приростів параметра  $a_0(t)$ . Позначення для приросту параметра  $a_0(t)$  в момент  $t$ :

$$p(t) = a_0(t) - a_0(t-1). \quad (5)$$

Тоді згідно з моделлю Хольта:

$$a_1(t) = \alpha_1 p(t) + (1 - \alpha_1) a_1(t-1), \quad (6)$$

де  $0 \leq \alpha_1 \leq 1$  – перший параметр згладжування.

Коефіцієнт  $a_0(t)$  є експоненціальною середньою рівнів ряду, яка розрахована з урахуванням поправки на попередній приріст  $a_1(t-1)$ :

$$a_0(t) = \alpha_0 y_t + (1 - \alpha_0) a_0(t-1) + (1 - \alpha_0) a_1(t-1), \quad (7)$$

де  $0 \leq \alpha_0 \leq 1$  – другий параметр згладжування, не залежний від  $\alpha_1$ .

Прогноз в момент  $t$  на  $L$  кроків вперед здійснюється за формулою:

$$\hat{y}_{t+L} = a_0(t) + a_1(t) \times L \quad (8)$$

Для врахування сезонності та циклічних складових використовуються моделі Хольта-Вінтерса та Тейла-Вейджа. Модель Тейла-Вейджа враховує сезонність і адитивний тренд, на відміну від моделі Хольта-Вінтерса, яка мультиплікативно включає лінійний тренд.

2. Адаптивні моделі з адаптивними параметрами адаптації, які мають змінні параметри адаптації і пристосовуються до скачкоподібних змін динаміки досліджуваних часових рядів [5].

Метод Трігга. Прогноз будується за звичайною моделлю експоненціальної середньої, тобто значення  $q_t$  обчислене за формулою  $q_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) q_{t-1}$  або  $q_t = q_{t-1} + \alpha e_t$ , розглядається як прогноз рівня  $y_{t+1}$ , тобто  $\hat{y}_{t+1} = q_t$ . Одним з недоліків моментів цієї моделі є слабка реакція на стрибкоподібну зміну курсів валют. При цьому з'являється зсув в прогнозах.

Метод Трігга-Ліча. Згідно з даною моделлю, прогноз на крок вперед, обчислюється за формулою:

$$\hat{y}_{t+1} = q_t = |\theta_t| y_t + (1 - |\theta_t|) q_{t-1}, \quad (9)$$

де  $|\theta_t|$  – абсолютне значення контрольного сигналу.

Інші параметри моделі обчислюються як і в моделі Трігга.

Метод Чоу. За цим методом прогнози будуються на основі експоненційної середньої при різних значеннях параметра. У термінах чутливості моделі їх можна інтерпретувати як прогнози, виконані по слабо, середньо і високочутливим моделям.

Порівняльний аналіз адекватності моделей прогнозування за середньою абсолютною відсотковою помилкою наведено в табл. 3.

Значення середньої абсолютної відсоткової помилки показує, що найбільш адекватною для прогнозування курсу гривні до долара США є модель з демпфованим трендом, для прогнозування курсу євро – модель Хольта, для російського рубля – модель Хольта-Вінтерса. Отримані прогнозні значення курсів валют подано на рис. 7.

3. Прогнозування на основі нейронних мереж. Підхід до прогнозування із залученням технології нейронних мереж має багато переваг [2; 6]:

Таблиця 3

Значення середньої абсолютної відсоткової помилки за моделями

Вид моделі	Середня абсолютна відсоткова помилка, %		
	UAH/USD	UAH/EUR	UAH/RUB
Модель експоненційного згладжування	0,4209	0,7938	0,7294
Модель Хольта	0,4011	0,7544	0,7220
Модель з експоненційним трендом	0,4061	0,8128	0,7299
Модель з демпфованим трендом	0,3978	0,7659	0,7214
Модель Хольта-Вінтерса	0,4262	0,7741	0,7065
Модель Трігга	0,4719	0,7992	0,7298
Модель Трігга-Ліча	0,4407	0,8117	0,7756
Модель Чоу	0,4110	0,7725	0,7238

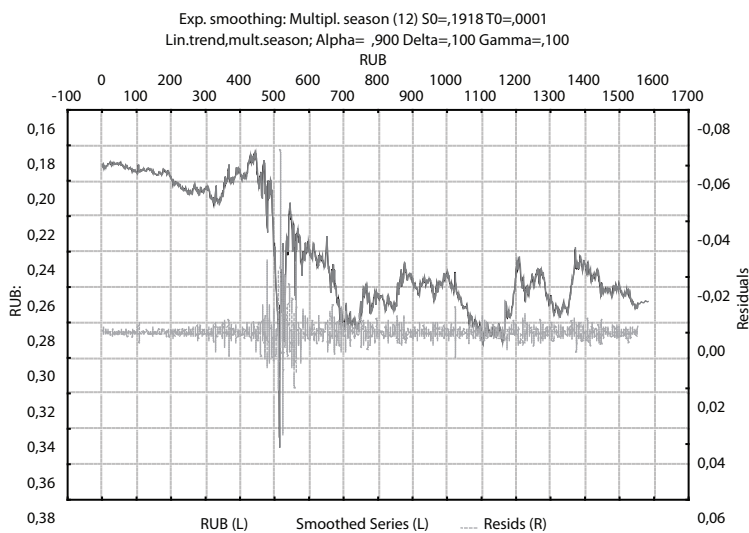
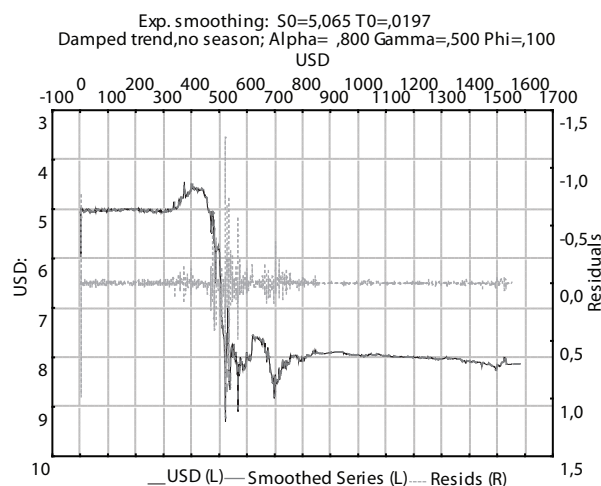
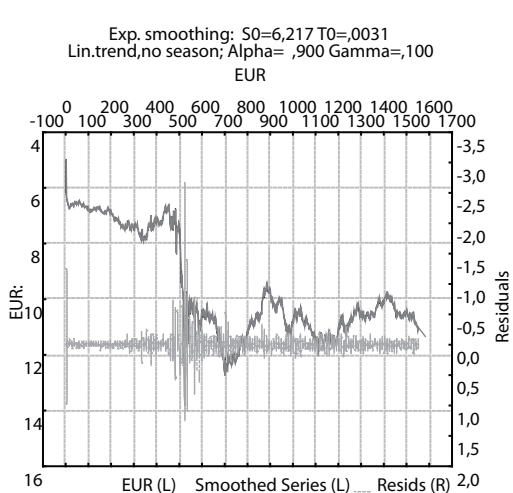


Рис. 7. Прогнозне значення валютних курсів

- нейронні мережі дають додаткові можливості в моделюванні нелінійних явищ і розпізнаванні їх хаотичної поведінки, завдяки своїй гнучкості вони можуть «схопити» самі різні структури в фазовому просторі;
- нейромережевий аналіз, на відміну від класичних підходів, не допускає ніяких обмежень на характер вхідної інформації (це можуть бути як індикатори даного часового ряду, так і відомості про поведінку інших ринкових інструментів);
- на відміну від класичних регресійних моделей та методів технічного аналізу, заснованих на загальних рекомендаціях, нейронні мережі здатні знаходити

оптимальні для даного інструмента індикатори і будувати за ними оптимальну для часового ряду стратегію передбачень. Крім того, ці стратегії можуть бути адаптивні і змінюватись разом з ринком, що особливо важливо для молодих ринків, які активно розвиваються, зокрема, українського.

Проте прогнозування на основі нейронних мереж має і недоліки, зокрема наявність помилок нейронних мереж при прогнозуванні, які пов'язані з нестачею інформації про прогнозовану систему та подіями, що відбулися всередині прогнозованого інтервалу.

Порівняльна характеристика результатів побудови нейросіткових моделей прогнозування наведена в табл. 4.

Таблиця 4

Порівняльна характеристика моделей

	Архітектура	Продуктивність навчання	Приховані шари	Середнє абсолютної похибки	Відношення ст. відхилення	Кореляція
USD1	РБФ s5 1:5-64-1:1	0,096562	64	0,0435	0,0844	0,9964
USD3	Лінійна s3 1:3-1:1	0,057605	0	0,027	0,0548	0,9984
USD3	БП s5 1:5-3-1:1	0,064383	3	0,042	0,0578	0,9983
USD4	БП s5 1:5-2-1:1	0,058787	2	0,0301	0,0530	0,9985
EUR1	РБФ s5 1:5-32-1:1	0,081464	32	0,0865	0,0813	0,9967
EUR2	Лінійна s5 1:5-1:1	0,085053	0	0,0739	0,0749	0,9972
EUR3	БП s5 1:5-3-1:1	0,084622	3	0,0729	0,0735	0,9973
EUR4	Лінійна s3 1:3-1:1	0,085407	0	0,0731	0,0742	0,9972
RUB1	РБФ s5 1:5-32-1:1	0,098772	32	0,0020	0,1160	0,9933
RUB2	БП s5 1:5-2-1:1	0,095980	2	0,0018	0,1055	0,9944
RUB3	БП s5 1:5-4-1:1	0,098026	4	0,0018	0,1079	0,9942
RUB4	Лінійна s3 1:3-1:1	0,097064	0	0,0017	0,1070	0,9943

З табл. 4. видно, що кожна з трьох валют має якісну модель прогнозування, кореляція кожної наближається до 1, а значення середньої абсолютної помилки менші 1%, отже це свідчить, що отримано якісний прогноз. Прогнозні значення курсів валют за нейросітковими моделями наведено на рис. 8.

4. ARCH і GARCH моделі. ARCH-модель моделює волатильність у вигляді суми константної базової волатильності і лінійної функції абсолютних значень декількох останніх змін валютного курсу. При цьому рівень волатильності (стандартне відхилення доходності фінансового інструменту) розраховується за наступною рекурсивною формулою (ARCH (q)):

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2. \quad (10)$$

Для того, щоб ця величина залишалася додатною з ймовірністю одиниця, потрібно, щоб  $\omega > 0, \alpha_1, \dots, \alpha_q \geq 0$ .

Розширенням ARCH-моделі є GARCH-модель волатильності, де на поточну волатильність впливають як попередні

зміни валютного курсу, так і попередні оцінки волатильності (т. зв. «старі новини»). Пам'ять ARCH (q) процесу обмежена q періодами. При використанні моделі часто потрібно довгий лаг q і велике число параметрів. Узагальнений ARCH процес (Generalized ARCH, GARCH) має нескінченну пам'ять і допускає більш економну параметризацію. Згідно моделі GARCH (p, q) розрахунок волатильності проводиться за формулою:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2. \quad (11)$$

Для збереження стаціонарності застосовуються такі обмеження:

$$\omega \geq 0, \alpha \geq 0, \beta \geq 0, \sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j \leq 1. \quad (12)$$

Застосування подібних моделей на практиці має ряд особливостей. Основним є те, що вони дозволяють прогнозувати періоди нестабільності на валютному ринку, тобто моменти різких цінових рухів, однак прогнозування



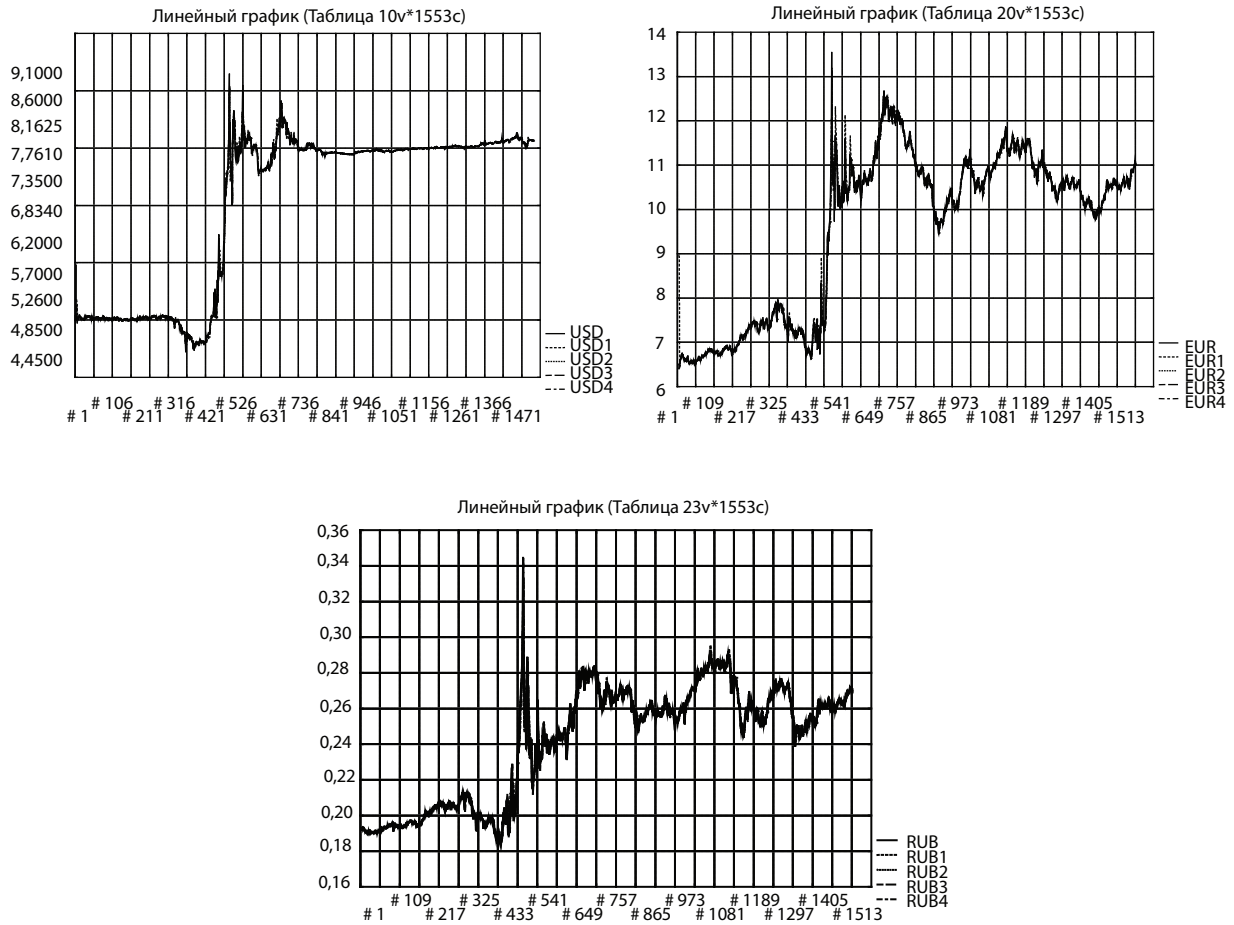


Рис. 8. Прогнозне значення валютних курсів

напрямку руху ціни за допомогою цих моделей є проблемним, що дозволяє розглядати клас GARCH-моделей швидше як один із індикаторів волатильності, ніж як моделі, на підставі яких робиться прогноз підвищення або зниження вартості валюти.

Модель ARCH (1), що описує коливання курсу долара має вид:

$$\sigma_t^2 = 0,00137 + 1,3219 * \varepsilon_{t-1}^2.$$

Модель GARCH (1,1), що описує коливання курсу євро має вид:

$$\sigma_t^2 = 0,000000169 + 0,035119 * \varepsilon_{t-1}^2 + 0,963672 * \sigma_{t-1}^2.$$

Модель GARCH (1,1), що описує коливання курсу рубля має вид:

$$\sigma_t^2 = 0,000000672 + 0,04421 * \varepsilon_{t-1}^2 + 0,94234 * \sigma_{t-1}^2.$$

Тут сума коефіцієнтів  $\alpha + \beta$  дуже близька до одиниці, вказуючи на те, що шоки волатильності постійні (стійкі). Графік прогнозу умовної волатильності валютних курсів представлено на рис. 9.

На основі аналізу умовної волатильності можна зробити наступні висновки:

- найбільш нестійка волатильність характерна для коливань курсу долара;

- прогнозне значення волатильності зменшується, що свідчить про зменшення ризику по відкритим позиціям в даний період;
- при прогнозному середньоквадратичному відхиленні в 0,5 процентних пункту, його втрати з 99 % ймовірністю не перевищать 1,2% від вартості портфеля.

Прогнозування валютного курсу і факторів, які впливають на його формування, є основою для прийняття ефективних управлінських рішень з підвищення рівня конкурентоспроможності підприємств. Таким чином, валютне середовище характеризується динамічністю, нестабільністю, циклічністю та агресивним впливом на конкурентоспроможність підприємств. Валютний курс є мінливим і залежить від безлічі факторів, деякі з яких дуже важко передбачити, зокрема фактори політичного і спекулятивного характеру. Оскільки кількість та складність ситуацій у зовнішньому середовищі зростають, система управління конкурентоспроможністю підприємства повинна набувати нові якості, збільшуючи можливості з формування та реалізації рішень, адекватних ситуації, що складається. В залежності від вихідних умов валютна політика підприємства має бути спрямована на:

- раціональне управління міжнародними грошовими потоками;

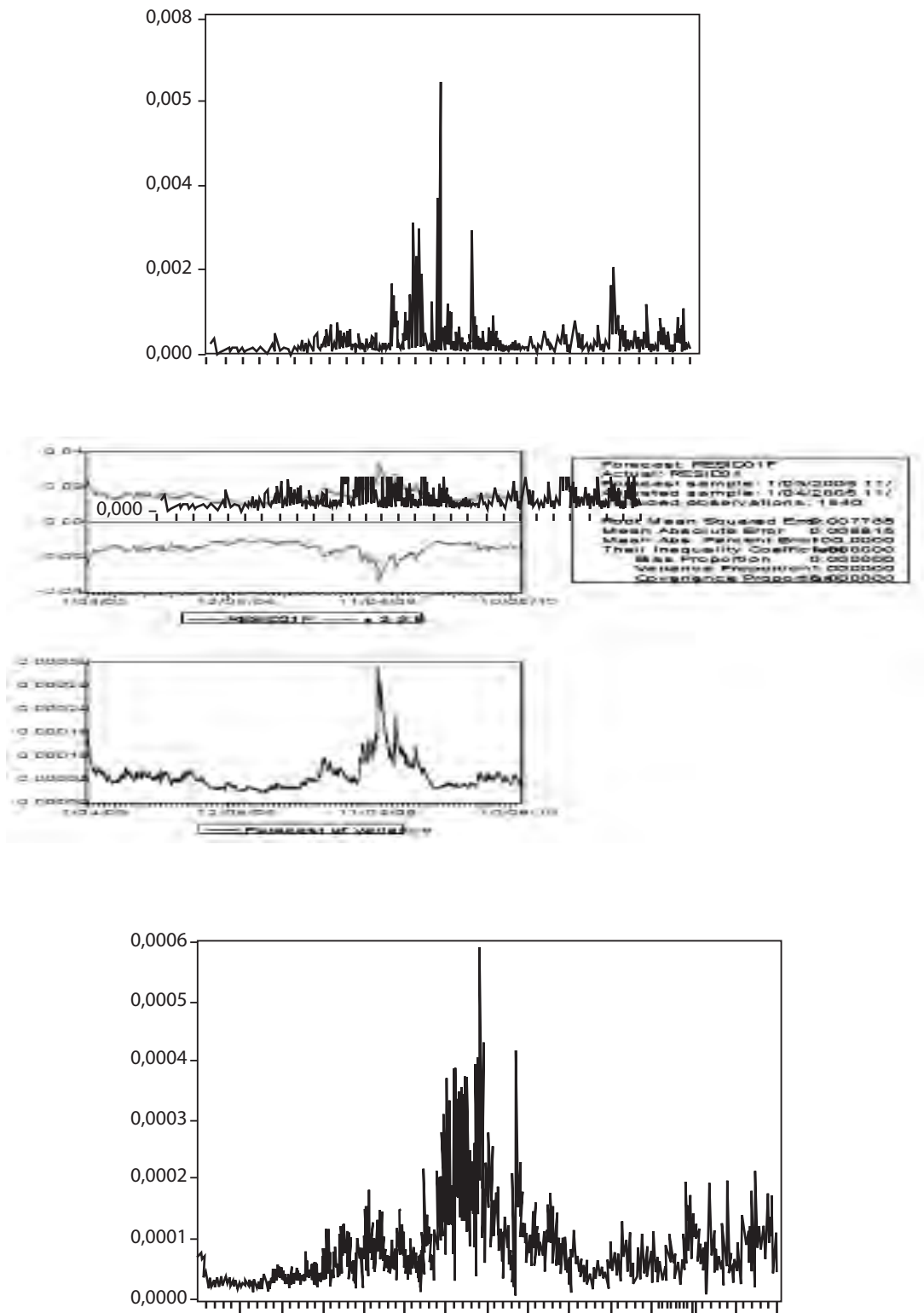


Рис. 9. Графік прогнозу умовної волатильності валютних курсів

- управління ціною (прийняття рішення щодо зменшення ціни на товар порівняно з конкурентами, щоб залишитися конкурентоспроможним);
- оптимізація фінансових вкладень в іноземній валюті;
- диверсифікація та регулювання валютного портфелю;
- суворий контроль за погашенням дебіторської заборгованості в іноземній валюті;
- перегляд умов зовнішньоекономічних контрактів, застосування в контрактах «ковзаючих» цін, скорегованих на зміну валютного курсу;
- оцінка та управління валютними ризиками з метою мінімізації несприятливої динаміки валютних курсів,

зокрема прийняття рішення щодо хеджування валютних ризиків або відмови від хеджування в залежності від вихідних умов;

- управління відкритими валютними позиціями на фондовому ринку з метою отримання додаткового прибутку.

Практичне запровадження отриманих результатів дослідження дозволить сформулювати на підприємстві ефективну валютну політику, диференційовану в залежності від рівня конкурентоспроможності підприємства, рівня впливу факторів формування валютного курсу і прогнозів валютних курсів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Алмазов А. А. Фрактальная теория. Как поменять взгляды на финансовые рынки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://forex-mmcs.ru/books/Books\\_under\\_the\\_technical\\_analysis/A.Almazov\\_The\\_fraktalnaja\\_theory.\\_How\\_to\\_change\\_a\\_sight\\_on\\_market.pdf](http://forex-mmcs.ru/books/Books_under_the_technical_analysis/A.Almazov_The_fraktalnaja_theory._How_to_change_a_sight_on_market.pdf)
2. Боровиков В. П. Прогнозирование в системе Statistica в среде Windows: Основы теории и интенсивная практика на компьютере: [уч. пособ.] / В. П. Боровиков, Г. И. Ивченко. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 368 с.
3. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
4. Лук'яненко І. Г., Гордніченко Ю. О. Сучасні економічні методи у фінансах. Навчальний посібник. – К.: Літера ЛТД, 2002. – 352 с.
5. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування: підруч. / В. М. Геєць, Т. С. Клебанова, О. І. Черняк [та ін.]. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 396 с.
6. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / Под ред. В. П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
7. Офіційний веб-сайт Національного банку України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://bank.gov.ua>.
8. Сергієнко О. А., Татар М. С. Дослідження факторів зовнішнього середовища в процесі формування конкурентних стратегій розвитку підприємства [Текст] / О. А. Сергієнко, М. С. Татар // Просторова економіка: концепції, моделі та регіональні аспекти: монографія / за ред. П. В. Захарченко, Т. П. Несторенко. – Бердянськ: Вид. Ткачук, 2012. – рос. мова, укр. мова: іл. – С. 289-303.
9. Статистика Херста [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.liveinternet.ru/community/2202959/post62177758/>
10. Черняк О. І. / Динамічна економіка: Навчальний посібник / Черняк О. І., Ставицький А. В. – К.: КВІЦ, 2000. – 120 с.

## REFERENCES

- Almazov, A. A. «Fraktalnaia teoriia. Kak pomeniat vzgliady na finansovye rynki». [Fractal theory. How to change my views on the financial markets]. [http://forex-mmcs.ru/books/Books\\_under\\_the\\_technical\\_analysis/A.Almazov\\_The\\_fraktalnaja\\_theory.\\_How\\_to\\_change\\_a\\_sight\\_on\\_market.pdf](http://forex-mmcs.ru/books/Books_under_the_technical_analysis/A.Almazov_The_fraktalnaja_theory._How_to_change_a_sight_on_market.pdf).
- Borovikov, V. P., and Ivchenko, G. I. Prognozirovanie v sisteme Statistica v srede Windows: Osnovy teorii i intensivnaia praktika na kompiutere [Forecasting in the Statistica in Windows: Basic theory and intensive practice on the computer]. Moscow: Finansy i statistika, 2006.
- Cherniak, O. I., and Stavtyskiy, A. V. Dynamichna ekonometryka [Dynamic Econometrics]. Kyiv: KVITs, 2000.
- Heiets, V. M., Klebanova, T. S., and Cherniak, O. I. Modeli i metody sotsialno-ekonomichnoho prohozuvannia [Models and methods of social and economic forecasting]. Kharkiv: Inzhnek, 2008.
- Luk'ianenko, I. H., and Horodnichenko, Yu. O. Suchasni ekonometrychni metody u finansakh. [Modern econometric methods in finance]. Kyiv: Litera LTD, 2002.
- Lukashin, Yu. P. Adaptivnye metody kratkosrochnogo prognozirovaniia vremennykh riadov [Adaptive methods of short-term time series prediction]. Moscow: Finansy i statistika, 2003.
- Neyronnye seti. STATISTICA Neural Networks: Metodologii i tekhnologii sovremennogo analiza dannykh [Neural network. STATISTICA Neural Networks: Methodology and technology of modern data analysis.]. Moscow: Goriachaia liniia - Telekom, 2008.
- Ofitsiyni veb-sait Natsionalnoho banku Ukrainy. <http://bank.gov.ua>.
- «Statistika Khersta» [Statistics Hirst]. <http://www.liveinternet.ru/community/2202959/post62177758/>.
- Serhiienko, O. A., and Tatar, M. S. «Doslidzhennia faktoriv zovnishnyoho seredovysshcha v protsesi formuvannia konkurentnykh stratehii rozvytku pidpriemstva» [The study of environmental factors in shaping competitive strategies of the company]. In Prostorova ekonomika: kontseptsii, modeli ta rehionalni aspekty, 289–303. Berdiansk: Vyd. Tkachuk, 2012.