УДК 004.891 DOI: 10.33744/2308-6645-2022-4-54-026-035
UDC 004.891

ВИБІР НАЙБІЛЬШ ВПЛИВОВИХ ЕКОНОМІЧНИХ ФАКТОРІВ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ ДОЛАРУ США

Гавриленко О.В., кандидат фізико-математичних наук, Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, gelena1980@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0413-6274

Новаківська К.Д., Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, kate.nova14@gmail.com, orcid.org/0000-0003-4997-2858

Шумейко О.А., Національний транспортний університет, Київ, Україна, shumeyko.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2897-060X

SELECTION OF THE MOST INFLUENTIAL ECONOMIC FACTORS FOR FORECASTING THE US DOLLAR EXCHANGE RATE

Gavrylenko O.V., Candidate of Physical and Mathematical Sciences, National Technical University of Ukraine «KPI named after Ihor Sikorsky», Kyiv, Ukraine, gelena1980@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0413-6274

Novakivska K.D., National Technical University of Ukraine «KPI named after Ihor Sikorsky», Kyiv, Ukraine, kate.nova14@gmail.com, orcid.org/0000- 0003-4997-2858

Shumeyko O.A., National Transport University, Kyiv, Ukraine, shumeyko.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2897-060X

Вступ

Проблема ефективності прогнозування курсу валют є досить актуальною проблемою від моменту зміни режиму курсу з фіксованого на регульований. Оскільки регульований режим характеризується тим, що центральний банк країни впливає на встановлення курсу на валютному ринку, вирівнюючи відчутні короткострокові, а іноді й середньострокові зміни курсу з метою зробити його передбачуваним і таким, що стимулює зовнішню торгівлю. На даний час існує багато теорій з приводу прогнозування валютного курсу, але не існує достатньо досконалої, яка б враховувала особливості кожної валюти.

Аналогів, що прогнозують курс валют досить небагато, це пояснюється відсутністю достатньої бази знань про формування курсу валют. Одним з таких аналогів є Trading Economics, що прогнозує середні значення курсу валют на чотири квартали вперед для 196 країн. Прогнози Trading Economics будуються з використанням власної глобальної макромоделі, яка враховує очікування аналітиків, кореляції між країнами та набір логічних зв'язків між різними показниками. Ще одним аналогом є застосунок Economics TD орієнтований на цільову аудиторію із Канади та США, що прогнозує середнє значення курсу на 6 кварталів вперед для Китайського юаню, Японської єни, Британський фунт, євро, долар США, Швейцарський франк, Канадський долар, Австралійський долар, новозеландський долар. Недоліками цих застосунків є те, що курс валют є динамічною величиною, а середнє значення на квартал не дає достатньо інформації про коливання значень курсу.

Предмет та мета дослідження

Предметом дослідження є курс валют. Метою дослідження є вибір найбільш впливових економічних факторів для підвищення ефективності прогнозування курсу валют. Для цього необхідно виконати такі задачі:

- проаналізувати фактори та обрати ті з них, які мають найбільший вплив;
- спрогнозувати майбутні значення обраних факторів;
- спрогнозувати значення курсу валют на основі отриманих прогнозів значень факторів;
- перевірити точність отриманих прогнозів.

Обґрунтування методу визначення важливості факторів та моделей для прогнозування курсу валют

Визначити важливість факторів можна за допомогою методу аналізу головних компонент. Метод аналізу головних компонент належить до групи методів факторного аналізу та дозволяє виокремити найбільш значимі компоненти.

Прогнозування макроекономічних показників може бути реалізованим з використанням неточних інтуїтивних методів або формалізованих методів, що за допомогою моделей шукають закономірності певних явищ. Модель прогнозування функціонально описує явища. Для прогнозування застосовуються предметні моделі та моделі часових рядів. Предметні моделі використовують закони області, що досліджується, а моделі часових рядів шукають залежності між майбутніми значеннями та значеннями минулого. Отже, для прогнозування макроекономічних показників будуть застосовуватися моделі часових рядів, оскільки правила змін даних величин в Україні не є повністю дослідженими. Моделі часових рядів поділяються на статистичні та структурні. До статистичних моделей належать модель експоненціального згладжування, регресійні та авторегресійні моделі та моделі за вибіркою максимальної подібності. До структурних належать моделі ланцюгів Маркова та моделі нейромереж. Моделі статистичної групи є швидкими та простими в порівнянні з методами структурної групи. Тому застосуємо статистичні моделі, а саме моделі ARIMA, модель експоненціального згладжування та модель аналізу сингулярного спектру для прогнозування значень чинників, що впливають на курс.

Регресійні моделі вивчають закономірності зміни не прогнозованої величини, а факторів, що впливають на показники цієї величини. Оскільки майбутні значення курсу прогнозуються на основі даних про фактори формування курсу, то для такого завдання найбільш застосовними є регресійні моделі. До таких моделей належать моделі навчені алгоритмами Fast Tree, Fast Forest, Fast Tree Tweedie та Gam.

Постановка задачі

На вході маємо історичні дані значень курсу валют та макроекономічних показників. Для досягнення мети за цими даними необхідно серед множини макроекономічних факторів обрати ті, що мають найбільший вплив. Потім спрогнозувати майбутні значення впливових факторів. На фінальному етапі необхідно спрогнозувати значення курсу валют на основі прогнозованих значень факторів, що отримали на попередньому кроці. На виході отримаємо прогнозований ряд курсу валют.

Визначення факторів, що мають найбільший вплив на курс

Метод головних компонент належить до групи методів факторного аналізу, що полягає у пошуку найбільш значущих факторів. Алгоритм методу головних компонент представлений на рисунку 1. Маємо множину факторів $F = \{f_1, ..., f_i, ..., f_k\}$, де $i = \overline{1,k}$, а k - кількість факторів, для кожного фактору i, на вхід алгоритму подаємо множину n значень факторів $f_i = \{f_{i1}, ..., f_{im}, ..., f_{in}\}$, де $m = \overline{1,n}$. В результаті отримаємо множину важливих факторів $F^{imp} = \{f_1^{imp}, ..., f_{n'}^{imp}\}$, де n' - кількість важливих факторів.

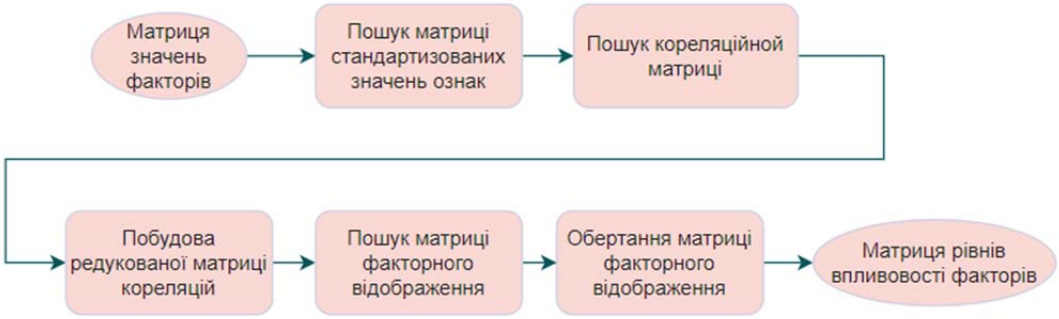

Рисунок 1 – Алгоритм методу головних компонент
Figure 1 – Principal component method algorithm

Прогнозування значень макроекономічних показників

ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) – це покращена версія авторегресійної моделі ковзного середнього з додаванням поняття інтегрованості. Модель ARIMA може враховувати такі параметри, як: p – порядок відставання, d – степінь відмінності, q – порядок ковзного середнього.

Нехай маємо часовий ряд показників певного макроекономічного показника за попередні періоди $T = \{t_1, t_2, ..., t_b, ..., t_{k'}\}$, $b = \overline{1,k'}$. Тоді авторегресійна модель порядку p та q буде виглядати так:

$$T = \sum_{i=1}^{p} \varphi_i T_{p-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j \varepsilon_{q-j} + c + \varepsilon \quad (1)$$

де φ_i – параметри регресійної моделі, θ_j – параметри ковзної моделі, $\varepsilon \in N(0, \sigma^2)$, c – константа, ε – «білий шум» [5].

При навчанні моделі за параметри було взято такі значення: $p = 4$, $d = 1$ та $q = 4$. В результаті отримали такі рівняння моделі для прогнозування купівлі готівкової валюти (2), купівлі безготівкової валюти (3), сальдо (різниці всіх операцій купівлі-продажу) (4), інфляції поточного року (5), реального ВВП (6) та купівлі клієнтами банків (7):

$$t_{k'+1} = 0.27889(t_{k'} - t_{k'-1}) + 0.05778(t_{k'-1} - t_{k'-2}) - \quad (2)$$
$$-0.78594(t_{k'-2} - t_{k'-3}) - 0.14109(t_{k'-3} - t_{k'-4}) + 0.1697$$
$$t_{k'+1} = 1.07959(t_{k'} - t_{k'-1}) + 0.35170(t_{k'-1} - t_{k'-2}) - \quad (3)$$
$$-1.09605(t_{k'-2} - t_{k'-3}) + 0.55126(t_{k'-3} - t_{k'-4}) + 0.10589$$
$$t_{k'+1} = -0.14006(t_{k'} - t_{k'-1}) - 0.11866(t_{k'-1} - t_{k'-2}) - \quad (4)$$
$$-0.03260(t_{k'-2} - t_{k'-3}) - 0.03352(t_{k'-3} - t_{k'-4}) + 0.3237$$
$$t_{k'+1} = 0.70738(t_{k'} - t_{k'-1}) - 1.33843(t_{k'-1} - t_{k'-2}) + \quad (5)$$
$$+0.34471(t_{k'-2} - t_{k'-3}) - 0.54391(t_{k'-3} - t_{k'-4}) + 1.29093$$
$$t_{k'+1} = -0.21286(t_{k'} - t_{k'-1}) + 0.61114(t_{k'-1} - t_{k'-2}) + \quad (6)$$
$$+0.10506(t_{k'-2} - t_{k'-3}) - 0.43241(t_{k'-3} - t_{k'-4}) + 1.91191$$
$$t_{k'+1} = -0.64125(t_{k'} - t_{k'-1}) - 0.32811(t_{k'-1} - t_{k'-2}) + \quad (7)$$
$$+0.01178(t_{k'-2} - t_{k'-3}) + 0.02756(t_{k'-3} - t_{k'-4}) + 1.20432$$

Прогнозування на основі історії також може бути реалізовано з використанням моделей експоненціального згладжування. Модель експоненціального згладжування Брауна належить до класу адаптивних, оскільки вона може змінювати свою структуру та параметри в залежності від змін умов. Ідея експоненціального згладжування полягає у вирівнюванні рівнів часового ряду за допомогою зважування ковзного середнього. Нехай маємо часовий ряд показників певного макроекономічного показника за попередні періоди $Y = \{y_1, y_2, ..., y_i, ..., y_{k'}\}$, $b = \overline{1, k'}$. Тоді можна спрогнозувати майбутнє значення фактору за формулою (7):

$$y_{i+1} = \gamma y_i + \alpha(y_i - y_{i-1}) \quad (7)$$

де y_i та y_{i-1} – попередні значення[6].

Після навчання моделі для отримали такі рівняння для прогнозування купівлі готівкової валюти (8), купівлі безготівкової валюти (9), сальдо (різниці всіх операцій купівлі-продажу) (10), інфляції поточного року (11), реального ВВП (12) та купівлі клієнтами банків (13):

$$y_{i+1} = 0.5135 y_i + 0.4912(y_i - y_{i-1}) \quad (8)$$
$$y_{i+1} = 0.0145 y_i + 0.7629(y_i - y_{i-1}) \quad (9)$$
$$y_{i+1} = 0.005801 y_i + 0.7294(y_i - y_{i-1}) \quad (10)$$
$$y_{i+1} = 0.08292 y_i + 0.3033(y_i - y_{i-1}) \quad (11)$$
$$y_{i+1} = 0.02814 y_i + 0.98812(y_i - y_{i-1}) \quad (12)$$
$$y_{i+1} = 0.02665 y_i + 0.1665(y_i - y_{i-1}) \quad (13)$$

Спрогнозувати майбутні значення макроекономічних показників можливо також за допомогою методу аналізу сингулярного спектру. Ідея даного методу полягає у перетворенні одновимірного часового ряду у багатовимірний та застосуванні до даного ряду методу головних компонент. На вхід методу подається часовий ряд значнь певного макроекономічного показника за попередні періоди $Y = \{y_1, y_2, ..., y_b, ..., y_{k'}\}$, $b = \overline{1, k'}$.

В результаті отримуємо рівняння d перших членів рекурентного прогнозу вигляду

$$y_i = \begin{cases} \tilde{y}_i, & i = 1, 2, \cdots, k' \\ \sum_{j=1}^{l-1} \alpha_j y_{i-j}, & i = k'+1, \cdots, k'+d \end{cases} \quad (14)$$

де $\tilde{y}_i (i = 1, 2, \cdots, n)$ створює реконструйований ряд (ряд із зменшенням шуму), а вектор обчислюється за допомогою[7]:

$$A = \frac{1}{1-\upsilon^2} \sum_{i=1}^{r} \pi_i U_i^{\bar{\nu}} \quad (15)$$

Після навчання моделі для отримали такі рівняння для прогнозування факторів купівлі готівкової валюти (16), купівлі безготівкової валюти (17), сальдо (різниці всіх операцій купівлі-продажу) (18), інфляції поточного року (19), реального ВВП (20) та купівлі клієнтами банків (21):

$$y_{i+1} = 0.4991198 y_i + 0.500803 y_{i-1} \quad (16)$$

$$y_{i+1} = 0.7239119 y_i - 1.10178947 y_{i-1} + 0.571379066 y_{i-2} + \quad (17)$$
$$+ 0.63892376 y_{i-3} - 1.68840551 y_{i-4} + 1.85621178 y_{i-5}$$

$$y_{i+1} = 0.4705252 y_i + 0.498599648 y_{i-1} \quad (18)$$

$$y_{i+1} = 0.448945 y_i + 0.56412 y_{i-1} \quad (19)$$

$$y_{i+1} = 0.5036182 y_i + 0.508450747 y_{i-1} \quad (20)$$

$$y_{i+1} = 0.252821237 y_i + 0.258062422 y_{i-1} + 0.2621188 y_{i-2} + 0.264963 y_{i-3} \quad (21)$$

Побудова регресійної моделі для прогнозування курсу валют на основі прогнозованих значень фактор

Вхідними даними для навчання моделі є дані з сайту Національного Банку України про курс валют у певний момент часу та значення макроекономічних показників, що відповідають цьому курсу. У загальному вигляді рядок датасету відповідає формулі (22).

$$y_i, x_{i1}, x_{i2}, ..., x_{ij}, ..., x_{in} \quad (22)$$

де i – індекс запису датасету, y_i – значення курсу валют (залежна змінна), x_{ij} – значення j - го фактору (незалежні змінні).

Оскільки цільова змінна прогнозується на основі декількох пояснювальних змінних, то для прогнозування курсу застосуємо множинну лінійну регресію. Метою множинної лінійної регресії є моделювання лінійного зв'язку між пояснювальними (незалежними) змінними та цільової (залежної) змінної. Множинну лінійну регресію можна описати формулою (23).

$$y_i = \beta_0 + x_{i1}\beta_1 + x_{i2}\beta_2 + ... + x_{ij}\beta_j + ... + x_{in}\beta_n + \varepsilon \quad (23)$$

де β_j – коефіцієнт регресії, ε - лаг.

Навчання моделі здійснювалось за допомогою алгоритмів Fast Tree, Fast Forest, Fast Tree Tweedie та GAM. Регресійна модель на основі дерев моделює ансамбль дерев, в яких кожна вершина, що не є листком містить умови для значень факторів, а листок містить значення прогнозу. Для підвищення продуктивності та точності отриманих значень, будується велика кількість дерев (100 – 200), а область значень факторів поділяється на досить малі проміжки. За побудованим ансамблем дерев алгоритмами Fast Tree, Fast Forest, Fast Tree Tweedie та GAM отримали коефіцієнти регресії застосовані у рівнянні регресії (24, 25, 26 та 27 відповідно). За отриманим рівнянням можна прогнозувати майбутні значення курсів валют.

$$y = -85.437295 + 0.0212076 x_1 - 0.0342834 x_2 + \quad (24)$$
$$+ 0.00697383 x_3 + 1.109588 x_4 + 0.00000179662 x_5 + 0.0286883 x_6$$

$$y = -86.804176 + 0.0206171 x_1 - 0.0298768 x_2 + \quad (25)$$
$$+ 0.00617737 x_3 + 1.122718 x_4 + 0.00000187445 x_5 + 0.0295878 x_6$$

$$y = -87.500197 + 0.0235286 x_1 - 0.0349955 x_2 + \quad (26)$$
$$+ 0.00731913 x_3 + 1.129702 x_4 + 0.00000193306 x_5 + 0.0317746 x_6$$

$$y = -113.631249 + 0.029046x_1 - 0.0573569x_2 + \\ + 0.00627262x_3 + 1.389347x_4 + 0.00000440869x_5 + 0.436436x_6 \quad (27)$$

де x_1 – купівля готівкової валюти, x_2 – купівля безготівкової валюти, x_3 – сальдо (різниця всіх операцій купівлі – продажу), x_4 – інфляція поточного року, x_5 – реальний ВВП, x_6 – купівля клієнтами банків.

Аналіз пов'язаних досліджень та публікацій

Проблема вибору найбільш значимих макроекономічних чинників є дуже важливою для підвищення точності передбачення курсу валют.

Здановський та Гончарова[1] в своєму дослідженні прогнозування на основі нечіткої логіки для побудови правил та умов використовували як кількісні, так і якісні фактори впливу. З кількісних факторів обрали рівень інфляції, облікової ставки, безробіття, валютних резервів, обсяги грошової маси в обігу, об'єм ВВП.

Зеленська та Барбаш[2] для побудови факторної моделі використовували лише кількісні фактори для прогнозування курсу. Найбільш впливовими факторами обрали дефіцит державного бюджету, темпи інфляції, попит на валюту, платіжний баланс країни, пріоритетні ставки, ВВП, пропозиція валюти, розвиток фондового ринку.

Г.М. Коломієць, А.Г. Іщенко [3] досліджували рівень важливості таких факторів, як: середньозважений курс на міжбанківському рівні, золото-валютні резерви, експорт/імпорт товарів та послуг, прямі інвестиції в Україну, прямі інвестиції з України, валовий зовнішній державний борг. За допомогою регресійно-кореляційної моделі визначили, що найважливішими з перелічених факторів є золотовалютні резерви Національного банку України, експорт, прямі іноземні інвестиції в Україну та з неї, а також валовий зовнішній державний борг.

Фарина О. І[4] за допомогою моделі формування валютного курсу методами системної динаміки визначила такі найбільш значимі фактори, як попит та пропозицію на іноземну валюту. До попиту можна віднести імпорт, збільшення міжнародних активів, повернення міжнародних зобов'язань, процентні виплати за міжнародними зобов'язаннями, а також зняття іноземної валюти населенням; до пропозиції – експорт, збільшення міжнародних зобов'язань, повернення іноземних активів, процентний дохід від іноземних активів та нові депозити в іноземній валюті.

Отримані результати

Дослідження рівня важливості факторів впливу на курс валют та прогнозування здійснювалося для валюти з найбільшим попитом в Україні – долару США. Проаналізовано такі макроекономічні фактори, як:

- купівля готівкової валюти;
- продаж готівкової валюти ;
- купівля безготівкової валюти;
- продаж безготівкової валюти;
- сальдо (купівля – продаж валюти);
- інфляція поточного року;
- номінальний ВВП;
- реальний ВВП;
- купівля клієнтами банків;
- продаж клієнтами банків;
- операції між банками;
- валові міжнародні резерви;
- чисті міжнародні резерви;
- рівень безробіття;
- облікова (процентна) ставка;
- сальдо валютних інтервенцій (купівля -продаж);
- обсяг угод номінальної вартості.

Результати отриманих рівней впливовості факторів на значення курсу долару США зазначені на рисунку 2. Важливими вважаємо ті фактори, в яких рівень впливовості ≥ 0.1. З рисунку 2 бачимо, що на курс долару найбільше впливають купівля готівкової/ безготівкової валюти, сальдо (різниця продажу та купівлі валют), номінальний/реальний ВВП, інфляція поточного року та купівля клієнтами банків. Інші фактори мають не досить відчутний вплив. Найбільший вплив на курс долара

має купівля готівкової валюти – 0.8499, а найменший – облікова ставка з рівнем впливовості 0.0003. Фактор реальний ВВП та номінальний ВВП є взаємнозалежними, тому для прогнозування будемо використовувати лише один із них, наприклад реальний ВВП. Слід зазначити, що набір впливових факторів для інших валют може відрізнятися, тому це важливо враховувати для прогнозування інших валют.

Фактор \ Курс	Долар
Купівля готівкової валюти	0.8499
Продаж готівкової валюти	0.02087
Продаж безготівкової валюти	0.00349
Купівля безготівкової валюти	0.24628
Сальдо (купівля-продаж)	0.21585
Інфляція поточного року	0.17147
Номінальний ВВП	0.22471
Реальний ВВП	0.21352
Купівля клієнтами банків	0.14262
Продаж клієнтами банків	0.0446
Операції між банками	0.07079
Валові міжнародні резерви	0.01553
Чисті міжнародні резерви	0.08252
Рівень безробіття	0.03041
Облікова ставка	0.0003
Сальдо валютних інтервенцій	0.00055
Обсяг угод номінальної вартості	0.00178

Рисунок 2 – Коефіцієнти важливості факторів впливу на курси валют
Figure 2 – Coefficients of importance of influencing factors on exchange rates

Обравши фактори переходимо до етапу прогнозування майбутніх значень даних макроекономічних показників за допомогою моделей ARIMA, Exponential Smoothing та SSA. Спрогнозуємо значення на 100 днів, а потім передамо ці дані на вхід регресійних моделей навчених алгоритмами Fast Tree, Fast Forest, Gam, Fast Tree Tweedie. Проаналізуємо, як змінюється значення середньої абсолютної похибки зі збільшенням прогнозованого періоду, середня абсолютна похибка розраховується за формулою (28)

$$\Delta_{сер} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta_i \tag{28}$$

де n – об'єм прогнозованого ряду, $i = \overline{1,n}$, Δ_i - похибка i-го елементу прогнозованого ряду, обрахована за формулою

$$\Delta_i = \frac{\left|x_{i\ факт} - x_{i\ прог}\right|}{x_{i\ факт}} \cdot 100\% \tag{29}$$

де $x_{i\ факт}$ – фактичне значення курсу, $x_{i\ прог}$ – спрогнозоване значення курсу.

З рисунків 3 – 5 бачимо, що для курсу долару США при збільшенні прогнозованого періоду до ста днів, значення середньої абсолютної похибки збільшується помірно та коливається у допустимих межах до 4 %, але інколи можна спостерігати неадекватну поведінку моделі Gam, коли на вхід подаються прогнозовані значення макроекономічних показників спрогнозованих моделлю SSA (рис. 3).

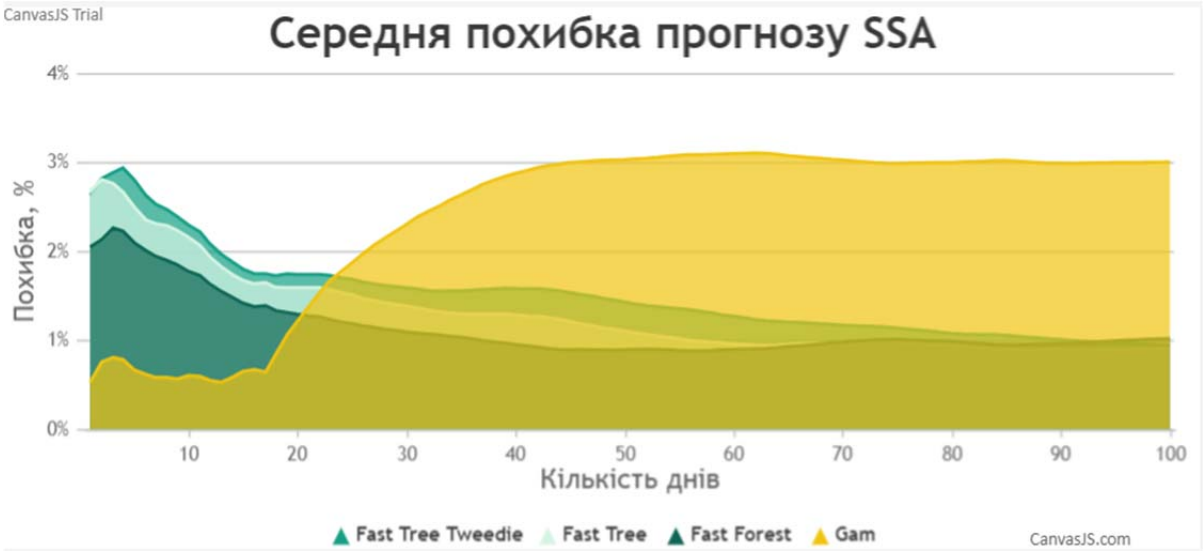

Рисунок 3 – Графік середнього значення похибки в залежності від розміру періоду для курсу долара прогнозованого на основі факторів отриманих моделлю SSA
Figure 3 – Graph of the average value of the error depending on the size of the period for the dollar exchange rate forecast based on the factors obtained by the SSA model

Рисунок 4 – Графік середнього значення похибки в залежності від розміру періоду для курсу долара прогнозованого на основі факторів отриманих моделлю ARIMA
Figure 4 – Graph of the average value of the error depending on the size of the period for the dollar exchange rate forecast based on the factors obtained by the ARIMA model

Отже, дослідження показали, що на курс долару США найбільш впливають фактори – купівля готівкової/безготівкової валюти, сальдо (різниця продажу та купівлі валют), номінальний/реальний ВВП, інфляція поточного року та купівля клієнтами банків. Для досягнення більшої точності прогнозування курсів необхідно будувати алгоритми/моделі/методи, що враховують вплив макроекономічних показників. Оскільки не існує аналітичних шляхів розрахунку майбутніх значень макроекономічних показників, їх необхідно прогнозувати, для цього можна використати такі моделі, як ARIMA, SSA, Exp. Smoothing тощо. Регресійні моделі побудовані алгоритмами Fast Forest, Fast Tree, Fast Tree Tweedie та Gam за результатами показали невелику похибку прогнозу, а отже є задовільними для прогнозування курсу валют.

Висновок

В даній роботі проведено дослідження економічних факторів впливу на курс долару США для прогнозування курсу за значеннями факторів. Рівень важливості факторів визначено за допомогою методу головних компонент. Найбільш значимими факторами виявилися: купівля

готівкової/безготівкової валюти, сальдо (різниця усіх операцій продажу та купівлі валют), реальний ВВП, інфляція поточного року та купівля клієнтами банків.

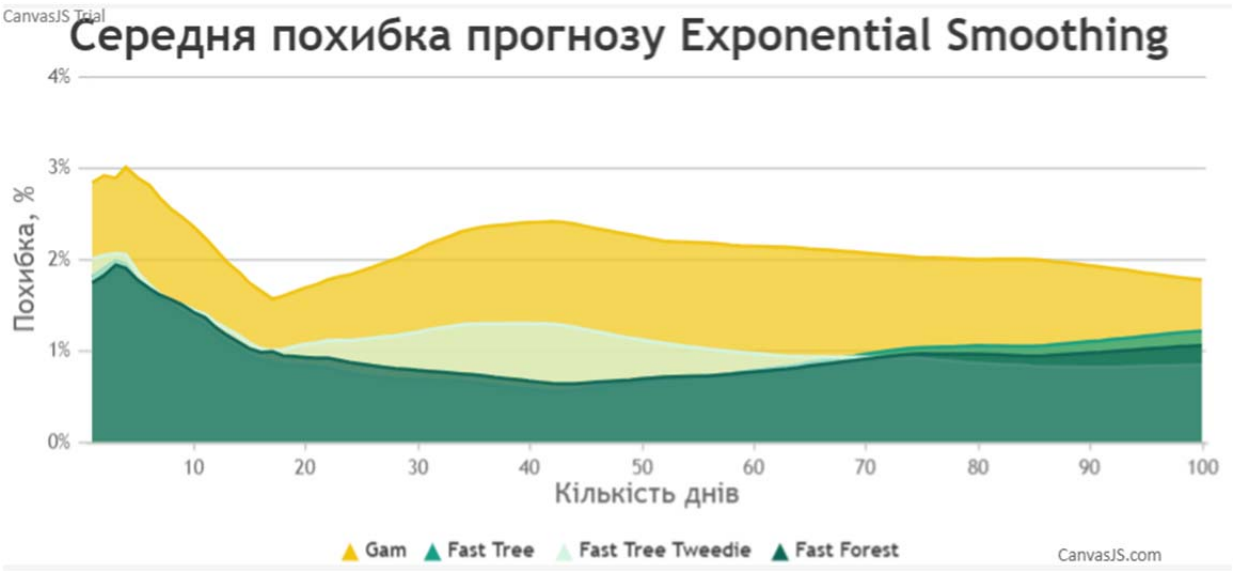

Рисунок 5 – Графік середнього значення похибки в залежності від розміру періоду для курсу долара прогнозованого на основі факторів отриманих моделлю Exponential Smoothing
Figure 5 – Graph of the average value of the error depending on the size of the period for the dollar exchange rate forecast based on the factors obtained by the Exponential Smoothing model

Для прогнозування майбутніх значень факторів побудовано моделі ARIMA, SSA та Exponential Smoothing, а для прогнозування значень курсу за спрогнозованими значеннями факторів побудовано багатофакторні регресійні моделі за допомогою алгоритмів Fast Forest, Fast Tree, Fast Tree Tweedie та Gam. В результаті роботи моделей отримали невелику середню абсолютну похибку (до 4 %), а це означає, що розглянутий у даній роботі спосіб прогнозування курсу валют є достатньо точним.

Описаний підхід допоможе експертам у галузі економіки значно полгешити процес формування бюджету, укладання договорів у іноземній валюті та проведення валютних операцій з Казначейством України.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Здановський Я. В., Гончарова В. А., Прогнозування курсу долара США на основі теорії нечіткої логіки як основний етап управління валютними ризиками // БІЗНЕСІНФОРМ, 2011. – 7. – с. 16.

2. М. І. Зеленська, С. О. Барабаш, ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ МОДЕЛЮВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ В УКРАЇНІ // Ефективна Економіка, 2014. – 2.

3. Г. М. Коломієць, А. Г. Іщенко, ФІНАНСОВІ СКЛАДОВІ ФОРМУВАННЯ ВАЛЮТНОГО КУРСУ УКРАЇНИ // Інвестиції: практика та досвід, 2017. – 4. – с. 9-12

4. Фарина О. І, Оцінка факторів формування валютного курсу в Україні // НАУКОВІ ЗАПИСКИ, Економічні науки, 2015. – т. 172 – с. 85-86.

5. Авторегресійні моделі прогнозування [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://jmlda.org/papers/doc/2011/no1/FadeevEtAl2011Autoreg.pdf.

6. Модель експоненціального згладжування [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://studme.org/52034/ekonomika/model_brauna_model_eksponentsialnogo_sglazhivania.

7. Gumgum Darmawan, Dedi Rosadi, Budi Nurani Ruchjana and Hermansah, Department of Mathematics, Universitas Gadjahmada,Yogyakarta, Indonesia, Universitas Padjadjaran,West Java,Indonesia, Departement of Mathematics Education, Universitas Riau Kepulauan,Batam,Indonesia // Forecasting of Internet Usage by Singular Spectrum Analysis with Trend Extraction Method, Proceedings of The 8th SEAMS-UGM International Conference on Mathematics and its Applications, 2019. – p. 2-4

REFERENCES

1. Zdanovskyi, Y. V., Goncharova, V. A., Forecasting the exchange rate of the US dollar based on the theory of fuzzy logic as the main stage of currency risk management // BIZNESINFORM, 2011. – 7. – p. 16 [in Ukrainian].
2. M. I. Zelenska, S. O. Barabash, APPLIED ASPECTS OF MODELING FOREIGN EXCHANGE RATES IN UKRAINE // Effective Economics, 2014. – 2. [in Ukrainian].
3. H. M. Kolomiets, A. G. Ishchenko, FINANCIAL COMPONENTS OF THE EXCHANGE RATE OF UKRAINE // Investments: practice and experience, 2017. – 4. – p. 9-12 [in Ukrainian].
4. O. I. Farina, Evaluation of factors of exchange rate formation in Ukraine // SCIENTIFIC NOTES, Economic Sciences, 2015. – v. 172 – p. 85-86 [in Ukrainian].
5. Robert Nau, Fuqua School of Business, Duke University // The mathematical structure of ARIMA models, 2014, – p. 3 – 4 [in English].
6. Eva Ostertagova, Oskar Ostertag, Faculty of Mechanical engineering, Technical university of Košice, THE SIMPLE EXPONENTIAL SMOOTHING MODEL // MODELLING OF MECHANICAL AND MECHATRONIC SYSTEMS 2011, The 4th International conference, 2011, – p. 3 – 4 [in English].
7. Gumgum Darmawan, Dedi Rosadi, Budi Nurani Ruchjana and Hermansah, Department of Mathematics, Universitas Gadjahmada,Yogyakarta, Indonesia, Universitas Padjadjaran,West Java,Indonesia, Departement of Mathematics Education, Universitas Riau Kepulauan,Batam,Indonesia // Forecasting of Internet Usage by Singular Spectrum Analysis with Trend Extraction Method, Proceedings of The 8th SEAMS-UGM International Conference on Mathematics and its Applications, 2019. – p. 2-4 [in English].

РЕФЕРАТ

Гавриленко О.В. Вибір найбільш впливових економічних факторів для прогнозування курсу долару США / О.В. Гавриленко, К.Д. Новаківська, О.А. Шумейко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Економічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2022. – Вип. 4 (54).

З лютого 2014 року було прийняте рішення про перехід до ринкової моделі формування курсу. Таке рішення допомогло посилити контроль над банками і значно зменшити рівень спекуляції валютними курсами. Разом із нововведеннями з'явилася потреба у визначенні курсу на майбутній період для правильного формування бюджету, укладення договорів в іноземній валюті та проведення валютних операцій з Казначейством України. Прогнозування курсу НБУ є досить важливою темою для економічного стану України.

В даній статті проведено дослідження основних макроекономічних показників впливу на курс долару США в Україні: купівля/продаж готівкової валюти, купівля/продаж безготівкової валюти, сальдо купівлі/продажу готівкової та безготівкової валюти, інфляція поточного року, номінальний та реальний ВВП, купівля/продаж клієнтами банків, операції між банками, валові та чисті міжнародні резерви, рівень безробіття, облікова (процентна) ставка, сальдо валютних інтервенцій, обсяг угод номінальної вартості. За допомогою методу головних компонент визначено основні економічні складові формування курсу. За допомогою статистичних моделей ARIMA, Exponential Smoothing та SSA спрогнозовано значення обраних факторів впливу. Спрогнозовано значення курсів валют за допомогою регресійних моделей побудованих алгоритмами Fast Tree, Fast Forest, Fast Tree Tweedie та Gam, а також проведено дослідження отриманих значень на точність.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУРС ВАЛЮТ, ЕКОНОМІЧНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ, МЕТОД ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ, ПРОГНОЗУВАННЯ, РЕГРЕСІЯ, ARIMA, EXPONENTIAL SMOOTHING, SSA, FAST TREE, FAST TREE TWEEDIE, FAST FOREST, GAM.

ABSTRACT

Gavrylenko O.V., Novakivska K.D., Shumeyko O.A. Selection of the most influential economic factors for forecasting the us dollar exchange rate. . Visnyk National Transport University. Series «Economic sciences». Scientific journal. – Kyiv: NTU, 2022. – Issue 4 (54).

Since February 2014, a decision was made to switch to the market model of exchange rate formation. Such a decision helped to strengthen control over banks and significantly reduce the level of speculation in exchange rates. Together with the innovations, there was a need to determine the exchange rate for the future period for the correct formation of the budget, the conclusion of contracts in foreign currency and the conduct of currency transactions with the Treasury of Ukraine. Forecasting the rate of the NBU is a very important topic for the economic state of Ukraine.

This article investigates the main macroeconomic indicators of the impact on the US dollar exchange rate in Ukraine: purchase/sale of cash currency, purchase/sale of non-cash currency, balance of purchase/sale of cash and non-cash currency, inflation of the current year, nominal and real GDP, purchase/sale by customers of banks, transactions between banks, gross and net international reserves, unemployment rate, accounting (interest) rate, balance of currency interventions, volume of nominal value transactions. Using the method of main components, the main economic components of the formation of the exchange rate are determined. With the help of ARIMA, Exponential Smoothing and SSA statistical models, the values of the selected influencing factors were predicted. The values of currency rates were predicted using regression models built by Fast Tree, Fast Forest, Fast Tree Tweedie and Gam algorithms, and the obtained values were studied for accuracy.

KEY WORDS: EXCHANGE RATE, ECONOMIC FACTORS OF INFLUENCE, METHOD OF PRINCIPAL COMPONENTS, FORECASTING, REGRESSION, ARIMA, EXPONENTIAL SMOOTHING, SSA, FAST TREE, FAST TREE TWEEDIE, FAST FOREST, GAM.

АВТОРИ

Олена Гавриленко, кандидат фізико-математичних наук, Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, gelena1980@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0413-6274

Катерина Новаківська, магістр кафедри інформаційних систем і технологій, , Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, kate.nova14@gmail.com, https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-4997-2858

Шумейко Олексій Андрійович, доцент кафедри інформаційних систем і технологій, Національний транспортний університет, Україна, Київ, Національний транспортний університет, +380664455347, Україна, Київ, shumeyko.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0003-2897-060X

AUTHORS

Olena Gavrylenko, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Igor Sikorsky KPI, Kyiv, Ukraine, gelena1980@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0413-6274

Kateryna Novakivska, Master of the Department of Information Systems and Technologies, Igor Sikorsky KPI, Kyiv, Ukraine, kate.nova14@gmail.com, https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-4997-2858

Oleksiy Andriyovych Shumeyko, Associate Professor of the Department of Information Systems and Technologies, National Transport University, Ukraine, Kyiv, National Transport University, +380664455347, Ukraine, Kyiv, shumeyko.ntu.edu.ua@gmail.com, orcid.org/0000-0003- 2897-060X

РЕЦЕНЗЕНТИ

Баранов Г.Л., професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор,

Стенін О.А., доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційних систем і технологій, Національний технічний університет « КПІ ім. Ігоря Сікорського».

REVIEWERS

Baranov G.L., professor of the Department of Information Systems and Technologies of the National Transport University, doctor of technical sciences, professor,

Stenin O.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Systems and Technologies, National Technical University «KPI named after Igor Sikorsky».