

МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЧАСОВИХ РЯДІВ В КОНТЕКСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНОГО КУРСУ

METHODS OF TIME SERIES ANALYSIS IN THE CONTEXT OF CURRENCY RATE FORECASTING

Стаття глибоко розкриває тему прогнозування валютних курсів, що є ключовим аспектом для розуміння та впливу на макроекономічну стабільність, особливо в умовах української економіки. Стаття проводить детальний аналіз різних методів прогнозування, фокусуючись на моделях ARIMA та VAR, які вважаються одними з найефективніших у багатовимірному економетричному аналізі. Особлива увага в статті приділяється здатності цих моделей моделювати складні взаємозв'язки між різними економічними показниками, а також їх гнучкості у включенні зовнішніх змінних, що мають велике значення у контексті прогнозування валютних курсів. Автори аналізують, як минулі значення однієї або кількох змінних можуть впливати на поточні значення інших змінних, тим самим надаючи комплексний погляд на динаміку валютного курсу та його залежність від різних економічних і неекономічних факторів. Також у статті розглядається важливість проведення імпульсного реагування аналізу, який дозволяє прослідкувати, як шоки в одній змінній розповсюджуються та впливають на інші змінні. Це особливо значуще для розуміння реакції економіки на політичні та економічні події, які можуть мати далекосяжні наслідки. Стаття відіграє важливу роль у забезпеченні глибокого розуміння методології прогнозування валютних курсів, що є критично важливим для економічного планування та реалізації монетарної політики.

Ключові слова: валютний курс, монетарна політика, VAR модель, ARIMA модель, монетарна політика, формування очікувань.

The proposed article is devoted to forecasting the exchange rate using time series analysis methods. This study was conducted in 2 stages. At the first stage, the theoretical basis for forecasting the exchange rate based on the views of scientists of the post-Keynesian economic school was considered. Representatives of this school developed the Quarterly Projection Model, which is used for small open economies with a floating exchange rate and inflation targeting. In the Quarterly Projection Model, the factors affecting the formation of the exchange rate are considered. Such factors are GDP growth, the state of the balance of payments, NBU FX interventions, and the inflation rate. We separately investigated the impact of these factors on the exchange rate of the USD/UAH currency pair. For example, changes in GDP can directly affect the relative value of the hryvnia. The Key Policy Rate is a key instrument of the NBU's monetary policy. An increase in the Key Policy Rate can strengthen the hryvnia, while its decrease can lead to its weakening. Another factor affecting the exchange rate is the current account of the balance of payments. A small imbalance of this indicator (2–5% of GDP) is considered a standard phenomenon for many countries. An excessive current account deficit increases the risk of devaluation of the national currency. High inflation forces hryvnia holders to abandon it and switch to other liquid means of preserving real wealth, such as foreign currency. Therefore, a rather strong, rapid and constant increase in prices becomes the reason for a significant increase in the exchange rate. It is worth noting that the influence of these indicators occurs with a significant time lag. We used the Granger causality test to empirically analyze the causal relationships between the exchange rate and influencing factors. Empirical analysis has shown that the volume of NBU interventions, the balance of payments and the Key Policy Rate are significant and influential factors in the formation of the exchange rate in Ukraine. At the second stage, exchange rate forecasting was carried out using the vector autoregression (VAR) model. The application of the VAR model made it possible to investigate the complex interrelationships between economic indicators. Also, this model made it possible to take into account time lags and exogenous variables. The obtained results indicate the high adequacy of the vector autoregression (VAR) model in forecasting the exchange rate in the short- and medium-term planning periods.

Key words: currency rate, monetary policy, VAR model, ARIMA model, monetary policy, expectation formation, Granger Causality test.

УДК 339.743:519.246.8

DOI: <https://doi.org/10.32782/bses.86-20>

Гаврилюк Ю.В.

студент факультету фінансів,
банківської справи та страхування,
Одеський національний економічний
університет

Деркач Ю.Б.

к.е.н., доцент кафедри банківської справи,
Одеський національний економічний
університет

Havryliuk Yurii

Odessa National Economic University

Derkach Julia

Odessa National Economic University

Постановка проблеми. Висока нестабільність та динамічність валютного ринку змушує суб'єктів та учасників вдаватися до методів обмеження валютного ризику, використовуючи хеджування та лімітування валютних ризиків. Обмеження валютного ризику є недостатнім для досягнення максимального рівня прибутку та реалізації ефективної грошово-кредитної політики. Необхідним залишається розробка ефективних інструментів прогнозування валютного курсу [1].

Сезонна та авторегресивна залежність значень валютного курсу унеможлиблює ефективне використання методів лінійної регресії. Актуальним є інтерпретація теоретичних результатів щодо

процесів Маркова, стохастичних процесів, методів сучасного аналізу для ефективного аналізу економічних процесів. Саме адекватне розуміння динаміки розвитку валютного курсу, стає рушійним фактором.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема прогнозування та моделювання валютного курсу займає значне місце серед робіт вітчизняних та закордонних науковців. Група дослідників на чолі з Babu та Reddy досліджує прогнозування валютного курсу, використовуючи моделі ARIMA, нейронних мереж та нечітких нейронів [2]. Вони аналізують поведінку щоденних обмінних курсів індійської рупії по відношенню до долара США,

британського фунта, євро та японської єни. Виявили, що модель ARIMA краще прогнозує валютні курси в Індії порівняно з більш складними нелінійними моделями.

Група дослідників під керівництвом Clements проводить дослідження, в якому використовуються методи сезонної інтеграції та коефіцієнти передачі для прогнозування валютних курсів [3]. Вони зосереджуються на впливі макроекономічних змінних та їх зв'язку з валютними курсами, наголошуючи на важливості довгострокового аналізу для ефективного прогнозування.

Дослідницька група на чолі з Tran Mong Uyen Ngan вивчає прогнозування валютних курсів за допомогою інтегрованих моделей, які поєднують класичні економетричні методи з сучасними підходами, такими як машинне навчання [4]. Вони демонструють, як поєднання різних моделей може покращити точність прогнозів.

У дослідженні, проведеному групою науковців під керівництвом Бобрицької Г., розглядаються виклики та можливості, пов'язані з прогнозуванням валютних курсів у країнах з розвиненими та економіками країн, що розвиваються [6]. Вони аналізують роль політичних та економічних чинників та їх вплив на валютні курси, використовуючи комплексні економетричні моделі.

У дослідженні, проведеному Башко В. зосереджується увага на використанні нейронних мереж для прогнозування валютних курсів [7]. Автор оглядає різні типи нейронних мереж та їх ефективність для прогнозування валютного курсу.

Але залишається нерозробленою модель середньострокового прогнозу валютного курсу, що здійснює оцінку на основі авторегресивного аналізу не лише попередніх значень валютного курсу, а й теоретичне та емпіричне обґрунтування ознак, що регресують та можуть бути корисними для аналізу валютного курсу.

Постановка завдання. Метою статті є пошук, теоретичне та емпіричне обґрунтування чинників впливу на валютний курс з подальшою розробкою та аналізом моделі середньострокового прогнозування валютного курсу на основі векторної авторегресії (VAR).

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасна економічна теорія здійснює аналіз економічних процесів, враховуючи загальний ймовірнісний підхід, що при моделюванні кожного показника, додає певну шоківу складову, але є досить складною для прогнозування, фактором її впливу в основному є неекономічні фактори, при тому вважається, що математичне очікування даних показників є рівним нулю, а розподіл залишків відповідає нормальному розподілу.

Наступним рушієм кроком у дослідженні макроекономічних показників є дослідження їх зі сторони теорії стохастичного числення. На даному

етапі розвитку була розроблена модель для довгострокового економічного розвитку DSGE (dynamic stochastic general equilibrium model) [7].

Модель є глибокою та теоретичною і демонструє виключно трендові значення макроекономічних показників. Потребами суб'єктів господарювання, фінансових установ та регуляторів є оперативна оцінка короткострокових та середньострокових показників валютного курсу.

Короткострокове прогнозування валютного курсу здійснюється за допомоги авторегресивних моделей (ARIMA та SARIMA models), основними перевагами даних методів є врахування низки неекономічних факторів, що можуть впливати на сезонність валютного курсу, та не можуть бути кількісно оцінені [8]. Додатковою перевагою даного аналізу є досить легка програмна реалізація та мінімальний обсяг інформації для отримання майбутніх значень. Зазначимо, що основним недоліком даного методу є нехтування динаміки загального розвитку економіки, регуляторних заходів, ймовірності настання кризових та сценаріїв дефолту для держави. Саме тому використання ARIMA моделі є недоцільним для проміжку часу більшого за 1 кв., це і демонструють довірчі інтервали побудови ARIMA. Наведені нижче дані свідчать, що після прогнозування валютного курсу на 3 місяці, довірчий інтервал є досить великим, адекватність моделі знижується та не несе жодний економічний зміст (рис. 1).

Додатково варто зазначити, що для прогнозування валютного курсу для української економіки є недоцільним і навіть шкідливим використання показників до 2014 року, дана причина пов'язана з фіксацією валютного курсу, при якому фактори, що прямо або опосередковано впливають на значення валютного курсу відсутні, до того ж відсутня авторегресивна складова залежності валютного курсу від минулих значень, що спотворює результати моделювання за допомогою ARIMA моделі.

З метою переходу до розробки короткострокової моделі прогнозу валютного курсу необхідним є наявність певного підґрунтя для наступного етапу дослідження відповідно до сформованої економічної доктрини (моделі). Представники посткейнсіанської економічної школи є розробниками макроекономічної середньострокової прогнозної моделі QPM (Quarterly Projection Model) для малих відкритих економік, з плаваючим валютним курсом та інфляційним таргетування [9]. Для даної моделі трансмісійний механізм дії монетарної політики набуває наступного вигляду (рис. 2).

В межах аналізу даної моделі виявляються теоретично обґрунтованими наступні фактори впливу на формування валютного курсу:

1. Приріст ВВП;
2. Стан платіжного балансу;
3. Валютні інтервенції;

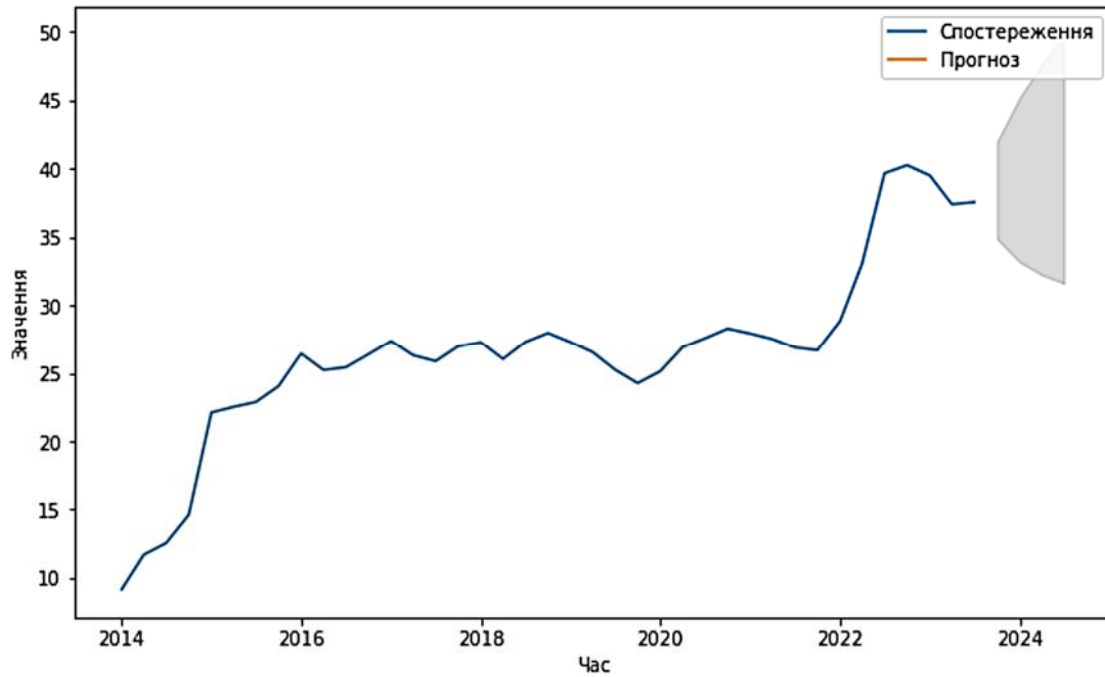


Рис. 1. ARIMA моделювання для короткострокового прогнозування валютного курсу UAH/USD

Джерело: побудовано автором на основі [1]

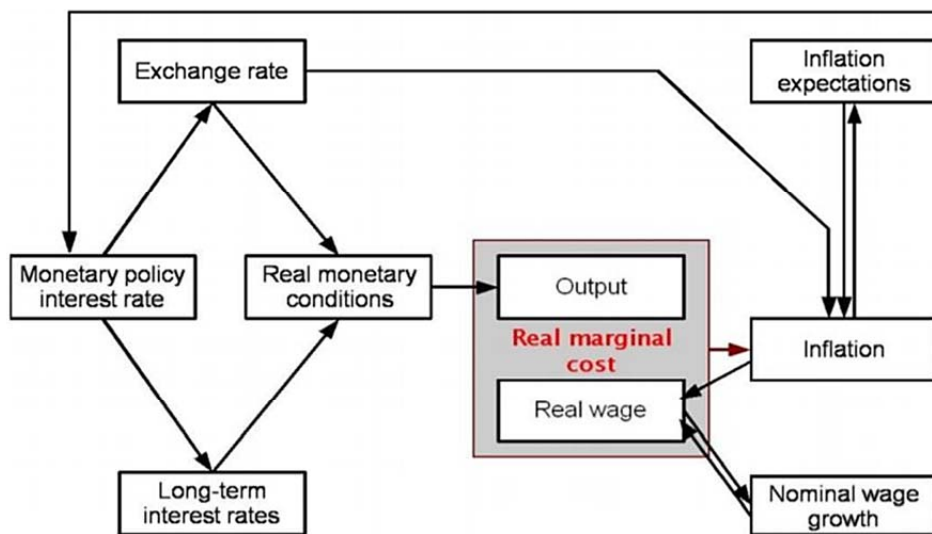


Рис. 2. Трансмісійний механізм дії монетарної політики QPM моделі

Джерело: побудовано автором на основі [2]

4. Рівень інфляції [10].

Проведемо детальний теоретичний аналіз сутності впливу кожного з даних факторів:

Зміни у ВВП показують зміни в економічному зростанні і можуть безпосередньо впливати на відносну вартість валюти країни. Високий ВВП відображає більші темпи виробництва, що свідчить про більший попит на продукцію цієї країни. Але очевидним є, що саме динаміка валютного курсу визначає сальдо економічної торгівлі, привабливості національних товарів та як результат визначає показник чистого експорту. Тому даний

показник не впливає на формування валютного курсу, а саме складова валютного курсу здійснює вплив на внутрішній та національний продукт держави.

Облікова ставка є ключовим інструментом в арсеналі монетарної політики Національного банку України (НБУ), спрямованою на реалізацію контролю над інфляцією і утримання її у визначених цільових рамках. Починаючи з 2019 року, вказана ставка була встановлена на рівні 5% з можливістю коливань на 1 відсотковий пункт. Облікова ставка впливає на економіку шляхом

регулювання рефінансування комерційних банків та залучення депозитів, розмір процентних ставок по яких тісно корелюється з обліковою ставкою. Зміни в обліковій ставці мають значний вплив на дохідність гривневих фінансових інструментів, оскільки ставки на міжбанківському ринку є залежними від неї.

У контексті облігацій внутрішньої державної позики (ОВДП) України, їх дохідність формується ринком з урахуванням поточних фінансових потреб Міністерства фінансів. Проте, ці дохідності також реагують на зміни в обліковій ставці НБУ. Зміни у дохідності гривневих ОВДП впливають на їх привабливість у порівнянні з інвестиціями в інші світові валюти, що, у свою чергу, веде до змін в потоках міжнародного капіталу. Це сприяє коливанням у пропозиції іноземної валюти на внутрішньому ринку і, відповідно, впливає на курс гривні. Таким чином, зростання облікової ставки може зміцнити курс гривні, тоді як її зниження може призвести до його ослаблення.

Водночас, слід враховувати глобальний контекст, особливо монетарну політику Федеральної резервної системи США (ФРС). Наприклад, недавнє оголошення ФРС про підвищення своєї ключової ставки у 2023 році може негативно відобразитися на фінансових умовах для України та інших країн, що розвиваються, зважаючи на зростання прибутковості цінних паперів США.

Наявність або відсутність обмежень на міжнародний рух капіталу також важлива. Зокрема, приєднання України до міжнародного депозитарію Clearstream у 2019 році збільшило доступність ОВДП для іноземних інвесторів, що має значний вплив на їх привабливість на міжнародному рівні. Саме привабливість гривневих депозитів та ОВДП стали рушійним фактором у переході Національним банком України до режиму «керованої гнучкості», стабілізувавши валютний ринок та ставши джерелом надходження валюти для підтримання платіжного балансу України.

Невеликий дисбаланс у балансі поточних операцій, який складає від 2 до 5 відсотків від внутрішнього валового продукту (ВВП), вважається стандартним явищем для багатьох розвиваючихся країн. Високий рівень внутрішнього споживання в цих країнах часто покривається за рахунок залучення зовнішніх інвестицій. Значне перевищення дефіциту може бути ознакою надмірної оцінки національної валюти. Наприклад, в Україні дефіцит поточного рахунку досяг 6,7% від ВВП у 2008 році та 8,7% у 2013 році, що попереджало про неминучу девальвацію [1]. Надлишковий дефіцит у балансі поточних операцій підвищує ризик для країни у випадку раптового припинення потоку іноземних інвестицій. Для вирівнювання дефіциту часто використовуються міжнародні резерви центрального банку, що може спричинити за собою

девальвацію національної валюти для врегулювання економічного дисбалансу.

Мала відкрита економіка України, демонструє чутливість до несподіваних коливань у балансі попиту та пропозиції на валютному ринку, що може призвести до значних коливань валютного курсу. Центральний банк здійснює інтервенції на валютному ринку, що дозволяє стабілізувати обмінний курс і, відповідно, ціни для споживачів. До того ж, перспективи та обсяги майбутніх валютних інтервенцій впливають на формування валютного курсу. Ринкові учасники аналізують сигнали від центрального банку щодо його намірів здійснювати інтервенції, що в свою чергу впливає на їхні очікування та поведінку на ринку. Це може призвести до корекцій у валютному курсі, відображаючи сприйняття майбутньої політики центрального банку.

Галопуюча інфляція змушує держателів національної грошової одиниці відмовлятися від неї та переходити до інших ліквідних засобів збереження реального багатства. Найбільш доступний та вільно-конвертований у національну валюту актив є іноземна валюта, саме тому досить сильне, стрімке та постійне підвищення цін стає причиною значного зростання валютного курсу.

Варто зазначити, що вплив даних показників є не миттєвим, а зі значним часовим лагом, для прикладу облікова ставка діє на економічні процеси з лагом 9–18 місяців, а вплив стану платіжного балансу та обсягів інтервенцій стає помітним лише після 4–6 місяців [10].

Для емпіричного аналізу причинно-наслідкових зв'язків між валютним курсом та вище проаналізованими факторами впливу доцільним є використання тесту на причинність Грейнджера (Granger causality test), що полягає в оцінці коефіцієнтів векторно-авторегресивної моделі.

Для двох обраних ознак будуються два регресивні рівняння:

$$\begin{aligned} Y_t &= a_0 + a_{11}Y_{t-1} + a_{12}Y_{t-2} + \dots + a_{1n}Y_{t-n} + \\ &+ a_{21}X_{t-1} + a_{22}X_{t-2} + \dots + a_{2n}X_{t-n} \quad (1) \\ X_t &= b_0 + b_{11}X_{t-1} + b_{12}X_{t-2} + \dots + b_{1n}X_{t-n} + \\ &+ b_{21}Y_{t-1} + b_{22}Y_{t-2} + \dots + b_{2n}Y_{t-n}. \quad (2) \end{aligned}$$

Та формуються дві гіпотези:

1. Нульова гіпотеза (H_0) – x не є причиною y за Грейнджером, тобто $a_{21} = a_{22} = \dots = a_{2n} = 0$
2. Альтернативна гіпотеза (H_1) – x є причиною y за Грейнджером [12].

Перевірка гіпотези для кожного з коефіцієнтів буде здійснювати за допомогою аналізу p -value, тобто оцінюючи значущість даного показника для прогнозування валютного курсу. Нульова гіпотеза відхиляється та приймається альтернативна гіпотеза, якщо p -value є меншим від 0,05. У випадку якщо значення p -value є більшим за 0,05 приймається гіпотеза першого рівня.

Проведемо даний аналіз та занесемо результати до наступної таблиці 1.

Емпіричний аналіз продемонстрував, що значущими та єдиними впливовими факторами формування валютного курсу на даному етапі розвитку економіки України є: обсяг інтервенцій НБУ, сальдо платіжного балансу та облікова ставка.

Варто знову підкреслити, що класична лінійна регресія для аналізу складних сезонних показників є недоцільною. Для доведення цього факту наведемо кореляційну таблицю досліджуваних на тест на причинність за Грейнджером (таблиця 2).

Коефіцієнти лінійної кореляції є близькими до нуля, що робить неможливим адекватне та доцільне прогнозування валютного курсу за допомоги багатфакторної лінійної регресії.

Наступним етапом розробки моделі є інтерпретація результатів та побудова векторної авторегресивної моделі. Модель векторної авторегресії (VAR) є одним із найефективніших та широко використовуваних методів у багатовимірному економетричному аналізі [11]. Основні переваги моделі VAR включають:

1. Здатність моделювати складні взаємозв'язки між змінними: VAR може аналізувати систему, коли існують взаємозв'язки між багатьма змінними. Тому VAR добре підходить для вивчення системи, де змінні взаємопов'язані та впливають одна на одну.

2. Використання часових затримок змінних як пояснювальних факторів: Це дозволяє досліджувати, як попередні значення однієї або декількох змінних впливають на поточні значення інших факторів.

3. Гнучкість у включенні зовнішніх (екзогенних) змінних: Це також може бути корисним при моделюванні екзогенних шоків або політичних впливів на набір змінних системи.

4. Проведення аналізу імпульсної реакції: VAR дозволяє вивчати поширення шоків у різних змінних моделі, через кожну з них.

5. Прогнозування за допомогою системи рівнянь: Модель VAR корисна, оскільки вона може передбачати різні змінні одночасно, що є цінним для багатовимірних систем.

6. Адекватність у моделюванні стаціонарних часових рядів: VAR призначена для роботи з даними, які мають властивості стаціонарності.

Таблиця 1

Результати тестування на причинність за Грейнджером

Фактор	Після 2014		До 2014	
	P value	Висновок	P value	Висновок
GDP	0.2092	NO		
INT_NBU	0.0003555	OK		
P_B_S	0.007099	OK		
RS	0.004565	OK	Не репрезентативна	
CPI	0.7429	NO		
RES	0.2559	NO		

Умовні позначення:

GDP – Валовий внутрішній продукт;

INT_NBU – агрегований щоквартальний розмір інтервенцій НБУ;

P_B_S – сальдо платіжного балансу;

RS – облікова ставка;

CPI – рівень інфляції;

RES – золото-валютні резерви станом на кінець кварталу;

NO – X не є причиною валютного курсу за Грейнджером;

OK – X є причиною валютного курсу за Грейнджером.

Джерело: побудовано автором на основі [1]

Таблиця 2

Кореляційна таблиця факторів впливу на формування валютного курсу

	GDP	CPI	S	RS	RES_S	INT_NBU	P_B_S
GDP	1						
CPI	-0.4151836	1					
S	0.14208663	-0.1821409	1				
RS	-0.3493186	0.49203691	0.25344368	1			
RES_S	0.3207999	-0.2424336	0.64816523	-0.1023232	1		
INT_NBU	-0.1822041	-0.1330278	-0.3083166	-0.4072203	-0.3476974	1	
P_B_S	0.24225116	-0.3240736	0.49677219	-0.1638213	0.28878242	-0.0718422	1

Джерело: побудовано автором на основі [1]

Загальне рівняння VAR моделі визначає наступне:

$$y_t = a_0 + \sum_{i=1}^{n_1} a_{1i} \cdot y_{t-i} + \sum_{i=1}^{n_2} a_{2i} \cdot x_{1t-i} + \dots + \sum_{i=1}^{n_m} a_{mi} \cdot x_{mt-i} \quad (3)$$

Використовуючи, теоретично обґрунтований часовий лаг для вибраних показників (2 квартали) отримаємо наступний загальний вид рівняння:

$$S_{ts} = S_{ts} \cdot I1 + INT_{NBU_{ts}} \cdot I1 + P_{B_{S_{ts}}} \cdot I1 + RS_{ts} \cdot I1 + S_{ts} \cdot I2 + INT_{NBU_{ts}} \cdot I2 + P_{B_{S_{ts}}} \cdot I2 + RS_{ts} \cdot I2 + const. \quad (4)$$

За допомогою програмних засобів розрахуємо коефіцієнти (табл. 3).

Розрахуємо R-squared (R^2): $R^2 = 0.9213$. Значення R-squared більше ніж 0,7, що свідчить мінімальну частку відхилень між теоретичними та емпіричними значеннями. Для додаткової впевненості розрахуємо adjusted R-squared ($adj.R^2$): $adj.R^2 = 0,9390$. Що повторно підтверджує нашу

гіпотезу про достовірність та адекватність моделі.

На основі векторної авторегресивної моделі залишається можливим ефективно середньострокове прогнозування аналізованої величини, в даному випадку валютного курсу (табл. 4).

Відповідно, можемо зробити висновок про подальшу позитивну динаміку валютного курсу валютної пари USD/UAH, що свідчить про вирівнювання шоків пропозиції, спричинених військовими діями, дефіциту на валютному ринку, різке негативне сальдо міжнародної торгівлі Отриманий аналіз дозволяє рекомендувати поступовий перехід Національним банком України до плаваючого валютного курсу.

Отриманні значення графічно представлено на рисунку 3.

Висновки з проведеного дослідження. Отже, нами було детально розглянуто важливість та ефективність використання моделі векторної авторегресії (VAR) для аналізу та прогнозування валютного курсу, особливо у контексті України.

Таблиця 3

Розрахунок параметрів VAR моделі прогнозування валютного курсу

Коефіцієнт при додатку	Назва доданку	Значення
S_ts.I1	Валютний курс в t-1 кварталі	9.450532e-01
INT_NBU_ts.I1	Інтервенції НБУ за t-1 квартал	-5.434353e-01
P_B_S_ts.I1	Сальдо платіжного балансу в t-1 кварталі	-4.605926e-04
RS_ts.I1	Середньозважена облікова ставка в t-1 кварталі	7.651501e-02
S_ts.I2	Валютний курс в t-2 кварталі	2.891912e-03
INT_NBU_ts.I2	Інтервенції НБУ за t-2 квартал	-6.269131e-02
P_B_S_ts.I2	Сальдо платіжного балансу в t-2 кварталі	-3.195329e-05
RS_ts.I2	Середньозважена облікова ставка в t-2 кварталі	-6.770545e-02
const	Константа	1.859146e+00

Джерело: побудовано автором на основі [1]

Таблиця 4

Прогнозні значення валютного курсу

Квартал	S_baseline	S_low 95%	S_upper 95%
2023Q4	36.75481	34.04098	39.46864
2024Q1	36.46533	32.21489	40.71576
2024Q2	34.61539	28.86443	40.36636
2024Q3	32.47847	25.67588	39.28106
2024Q4	30.70444	23.03799	38.37089
2025Q1	29.12095	20.76558	37.47631
2025Q2	27.90288	19.0645	36.74126
2025Q3	27.23273	18.03409	36.43137
2025Q4	27.06487	17.57295	36.55679
2026Q1	27.32096	17.56765	37.07426

Джерело: побудовано автором на основі [1]

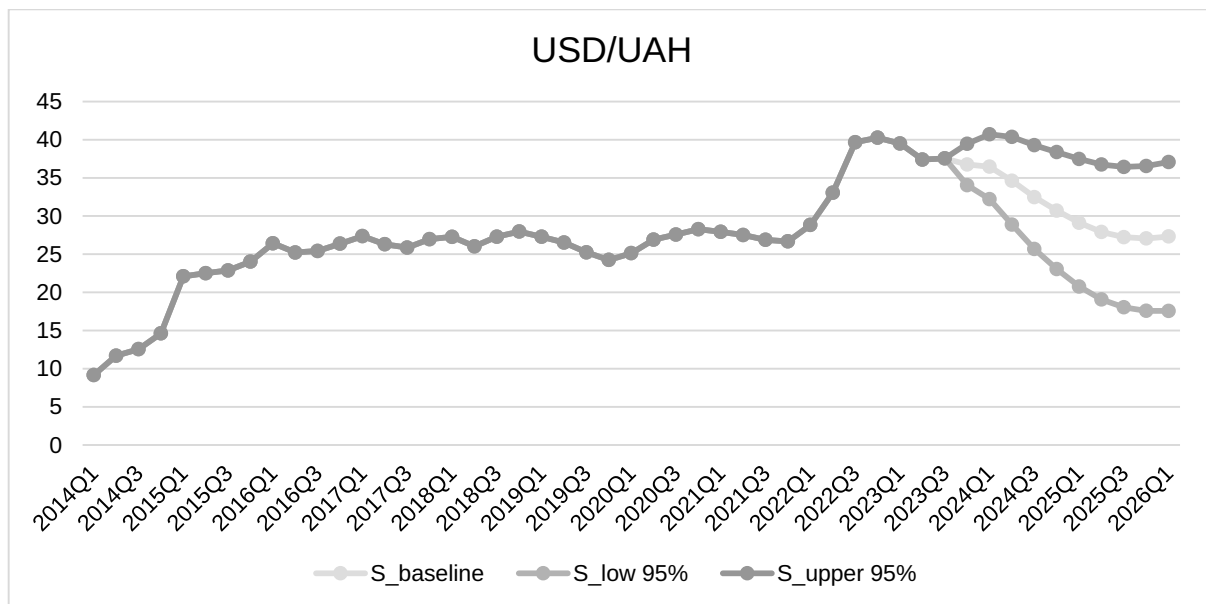


Рис 3. Прогнозні значення валютного курсу валютної пари USD/UAH та 95% довірчий інтервал

Джерело: побудовано автором на основі [1]

Значним є внесок VAR у розуміння складних взаємозв'язків між економічними показниками, її здатність включати часові затримки та екзогенні змінні, що забезпечує більш глибокий та об'ємний аналіз. Модель також демонструє високу адекватність у прогнозуванні валютного курсу, що відкриває можливості для ефективного використання у коротко- та середньостроковому плануванні.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. НБУ. Статистика фінансового сектору. URL: <http://https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial> (дата звернення: 01.12.2023).
2. Babu, A. S., & Reddy, S. K. (2015). Exchange rate forecasting using ARIMA. *Neural Network and Fuzzy Neuron, Journal of Stock & Forex Trading*, 4(3), 01–05.
3. Clements, K. W., & Lan, Y. (2010). A new approach to forecasting exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(7), 1424–1437.
4. Ngan, T. M. U. (2013). Forecasting foreign exchange rate by using ARIMA model: A case of VND/USD exchange rate. *Methodology*, 2014, 2015.
5. Бобрицька Г.С., Петренко О.Є., Філатова Л.Д. Математичне моделювання прогнозу валютного курсу в Україні в умовах кризового стану. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2017. № 2(23). С. 268–273.
6. Башко В. Прогнозування валютного курсу в Україні. *Вісник Національного банку України*. 2015. № 1. С. 14–19.
7. Del Negro, M., & Schorfheide, F. (2013). DSGE model-based forecasting. In *Handbook of economic forecasting* (vol. 2, pp. 57–140). Elsevier.

8. Piccolo, Domenico. A distance measure for classifying ARIMA models. *Journal of time series analysis*. 1990. 11(2). 153–164.

9. Coletti, D., Hunt, B., Rose, D., & Tetlow, R. (1996). *The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model, Part 3. The Dynamic Model: QPM* (No. 75). Bank of Canada.

10. Сорока С. П. Валютний курс і його фактори в умовах фінансової нестабільності. *Економіка. Управління. Інновації. Серія: Економічні науки*. 2009. №2. С. 34–40 URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eui_2009_2_36 (дата звернення: 01.12.2023).

11. Nakajima, J. (2011). Time-varying parameter VAR model with stochastic volatility: An overview of methodology and empirical applications.

12. Lopez, L., & Weber, S. (2017). Testing for Granger causality in panel data. *The Stata Journal*, 17(4), 972–984.

REFERENCES:

1. NBU. Statystyka finansovoho sektoru. [NBU Statistics of the financial sector]. Available at: <http://https://bank.gov.ua/ua/statistic/sector-financial> (data zvernennia: 01.12.2023).
2. Babu, A. S., & Reddy, S. K. (2015). Exchange rate forecasting using ARIMA. *Neural Network and Fuzzy Neuron, Journal of Stock & Forex Trading*, 4(3), 01–05.
3. Clements, K.W., & Lan, Y. (2010). A new approach to forecasting exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 29(7), 1424–1437.
4. Ngan, T.M.U. (2013). Forecasting foreign exchange rate by using ARIMA model: A case of VND/USD exchange rate. *Methodology*, 2014, 2015.
5. Bobrytska H.S., Petrenko O.Ye., Filatova L.D. (2017) Matematychnе modeliuвання prohnozu vali-

utnoho kursu v Ukraini v umovakh kryzovoho stanu. [Mathematical modeling of the exchange rate forecast in Ukraine under the conditions of a crisis]. *Finansovo-kredytna diialnist: problemy teorii ta praktyky – Financial and credit activity: problems of theory and practice*, vol. 2(23), pp. 268–273.

6. Bashko V. (2015) Prohnozuvannia valiutnoho kursu v Ukraini. [Forecasting the exchange rate in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoho banku Ukrainy – Bulletin of the National Bank of Ukraine*, vol. 1, pp. 14–19.

7. Del Negro, M., & Schorfheide, F. (2013). DSGE model-based forecasting. In *Handbook of economic forecasting* (vol. 2, pp. 57–140). Elsevier.

8. Piccolo, Domenico. A distance measure for classifying ARIMA models. *Journal of time series analysis*. 1990. 11(2). 153–164.

9. Coletti, D., Hunt, B., Rose, D., & Tetlow, R. (1996). The Bank of Canadas New Quarterly Projection Model, Part 3. The Dynamic Model: QPM (No. 75). Bank of Canada.

10. Soroka S.P. (2009) Valiutnyi kurs i yoho faktory v umovakh finansovoi nestabilnosti [Exchange rate and its factors in conditions of financial instability] *Ekonomika. Upravlinnia. Innovatsii. Serii: Ekonomichni nauky – Economy. Management. Innovations. Series: Economic Sciences*, vol. 2, pp. 34–40. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eui_2009_2_36 (data zvernennia: 01.12.2023).

11. Nakajima, J. (2011). Time-varying parameter VAR model with stochastic volatility: An overview of methodology and empirical applications.

12. Lopez, L., & Weber, S. (2017). Testing for Granger causality in panel data. *The Stata Journal*, 17(4), 972–984.