

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА БІЗНЕС-АДМІНІСТРУВАННЯ
КАФЕДРА БІЗНЕС-АНАЛІТИКИ ТА ЦИФРОВОЇ ЕКОНОМІКИ**

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри бізнес-аналітики
та цифрової економіки

_____ Наталія КАСЬЯНОВА

«_____» _____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

**ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 051 «ЕКОНОМІКА»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ЕКОНОМІЧНА КІБЕРНЕТИКА»**

Тема: «Прогнозування валютних курсів в умовах нестабільності світової економіки»

Виконавець: ДЯЧКОВ Артем

Керівник: д.е.н., доцент ТЕЛЬНОВА Ганна

Консультанти з розділів:

Розділ 1: д.е.н., доцент ТЕЛЬНОВА Ганна

Розділ 2: д.е.н., доцент ТЕЛЬНОВА Ганна

Нормоконтролер із ЄСКД (ЄСПД):

ст. викладач ДИЯК Юлія

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет економіки та бізнес-адміністрування
Кафедра бізнес-аналітики та цифрової економіки
Спеціальність 051 «Економіка»
Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри бізнес-аналітики
та цифрової економіки

_____ Наталія КАСЬЯНОВА

«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студента: ДЯЧКОВА Артема.

Тема роботи: «Прогнозування валютних курсів в умовах нестабільності світової економіки»

затверджена наказом ректора № 506/ст від 13.04.2023

1. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру: 19.06.2023 р.
2. Вихідні дані до роботи: статистичні дані Світового банку, Державної служби статистики України, Національного банку України, Міністерства Фінансів України, Державний борг України, Міжнародного валютного фонду, щорічні звіти органів державної влади та міжнародних організацій, наукові праці вітчизняних та зарубіжних вчених, електронні інформаційні джерела.
3. Зміст дослідження: аналіз теоретичних основ прогнозування валютних курсів та методів прогнозування в умовах нестабільної світової економіки; проведення аналізу факторів впливу на валютний курс, оцінка ефективності різних методів прогнозування валютних курсів та їх застосування у сучасній практиці, проведення аналізу динаміки валютних курсів на прикладі України та Європи, прогнозування валютних курсів методами кореляційно-регресійного моделювання, вдосконалення методичного підходу до прогнозування валютних курсів за допомогою нейро-мережі.

4. Перелік обов'язкових демонстраційних матеріалів: 10 слайдів

5. Календарний план-графік

| № пор. | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання | Позначки керівника про виконання завдань |
|--------|--|-----------------------|--|
| 1 | Отримання завдання на кваліфікаційну роботу | 25.02.23 | <i>виконано</i> |
| 2 | Огляд літератури за темою | 01.03.23-10.03.23 | <i>виконано</i> |
| 3 | Опрацювання теоретичних засад здійснення прогнозування валютного курсу | 01.04.23-01.05.23 | <i>виконано</i> |
| 4 | Проведення аналізу факторів впливу на валютний курс | 05.05.23-07.05.23 | <i>виконано</i> |
| 5 | Оцінка ефективності різних методів прогнозування валютних курсів | 10.05.23-15.05.23 | <i>виконано</i> |
| 6 | Проведення аналізу динаміки валютних курсів на прикладі України та Європи | 17.05.23-19.05.23 | <i>виконано</i> |
| 7 | Вдосконалення методичного підходу до прогнозування валютних курсів за допомогою нейро-мережі | 19.05.23-23.05.23 | <i>виконано</i> |
| 8 | Аналіз отриманих результатів. | 23.05.23-28.05.23 | <i>виконано</i> |
| 9 | Розробка слайдів та написання доповіді | 03.06.2023-10.06.2023 | <i>виконано</i> |
| 10 | Попередній захист кваліфікаційної роботи | 15.06.2023 | <i>виконано</i> |
| 11 | Корегування роботи за результатами попереднього захисту | 14.06.2023-18.06.2023 | <i>виконано</i> |
| 12 | Остаточне оформлення кваліфікаційної роботи та слайдів | 18.06.2023 | <i>виконано</i> |
| 13 | Підписання відгуку та рецензії | 19.06.2023 | <i>виконано</i> |
| 14 | Захист кваліфікаційної роботи у ДЕК | 21-23.2023 | <i>виконано</i> |

6. Дата видачі завдання: 13.04.2023 р.

Керівник кваліфікаційної роботи

Ганна ТЕЛЬНОВА

Завдання прийняв до виконання

Артем ДЯЧКОВ

РЕФЕРАТ

Дячков Артем. Прогнозування валютних курсів в умовах нестабільності світової економіки. – Кваліфікаційна робота зі спеціальності 051 «Економіка», ОПП «Економічна кібернетика». Національний авіаційний університет Міністерства освіти і науки України, м. Київ, 2023.

Кваліфікаційна робота містить 70 сторінок, 9 таблиць, 15 рисунків, 2 додатки, список використаних джерел з 35 найменувань.

Об'єктом є процес прогнозування валютних курсів.

Предметом дослідження є удосконалення методичного підходу до прогнозування валютного курсу в умовах нестабільності світової економіки.

У дослідженні прогнозування валютних курсів використано такі методи дослідження: описовий та статистичний аналіз даних щодо валютного курсу та його змін: аналіз динаміки валютного курсу, рівня інфляції, стану економіки та інших факторів; методи прогнозування: регресійний аналіз, метод експоненційного згладжування, метод гребеневої регуляризації, метод авторегресії з ковзним середнім, метод аналізу головних компонент та інших; економетричні методи для дослідження взаємозв'язків між валютним курсом та іншими факторами, такими як рівень інфляції, ВВП, обсяги торгівлі та інші; метод експертних оцінок на основі залучення експертів з фінансів, економіки та інших суміжних галузей для визначення майбутньої тенденції валютного курсу та оцінки очікувань; методи машинного навчання та нейронні мережі для моделювання валютного курсу.

***Ключові слова:** прогнозування, валюта, курс, нестабільність, попит, пропозиція, машинне навчання, нейронні мережі, моделювання, євро, гривня.*

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП | 6 |
| РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ..... | 9 |
| 1.1 Валютний курс та особливості його формування..... | 9 |
| 1.2 Фактори, що впливають на валютний курс | 14 |
| 1.3 Методи прогнозування валютних курсів та їх застосування у сучасній практиці..... | 19 |
| Висновок до розділу 1..... | 26 |
| РОЗДІЛ 2 МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ | 28 |
| 2.1 Аналіз динаміки валютних курсів | 28 |
| 2.2 Прогнозування валютних курсів методами кореляційно-регресійного моделювання..... | 34 |
| 2.3 Вдосконалення методичного підходу до прогнозування валютних курсів .. | 42 |
| Висновок до розділу 2..... | 61 |
| ВИСНОВОК..... | 63 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 66 |
| ДОДАТКИ..... | 69 |

ВСТУП

В умовах нестабільності світової економіки прогнозування валютних курсів є однією з найбільш актуальних проблем для економіки країни та її бізнесу. Важливість точного та ефективного прогнозування валютних курсів зростає в умовах збільшення глобалізації фінансових ринків: зростанні обсягів міжнародної торгівлі, залежності економік країн від зовнішнього державного боргу, міжнародних кредитів.

Одним з найважливіших завдань економіки країни є зменшення ризику валютних операцій, що може бути досягнуто за допомогою розробки ефективних методів прогнозування валютних курсів. Вірогідність втрати певної частини коштів у результаті зміни валютного курсу стає особливо високою в умовах нестабільної економічної ситуації, коливання курсів валют у ці періоди можуть досягати дуже високих значень.

Особливої актуальності тема дослідження набуває у періоди останніх потрясінь: глобальна фінансова криза, пандемія COVID-19 та геополітичні конфлікти, створює значні труднощі для прогнозування валютних курсів, що змушує дослідників постійно удосконалювати методи прогнозування. Отже, дослідження в галузі прогнозування валютних курсів в умовах нестабільної світової економіки є дуже важливим для економічного розвитку країн та глобальної стабільності.

Наразі свій доробок у методику прогнозування валютних курсів внесли такі дослідники. Р. Енгл (Robert F. Engle) - Нобелівський лауреат з економіки за розробку моделей з архівною волатильністю (ARCH) і авторегресійних умовних гетероскедастичних моделей (GARCH). Ці моделі використовуються для прогнозування коливань валютних курсів [10]. К. Рогофф (Kenneth Rogoff) - визнаний економіст, який досліджує глобальну макроекономіку та валютні курси. Його робота спрямована на розуміння фундаментальних факторів, що впливають на валютні курси, і на розвиток моделей прогнозування[2]. Н.

Рагхуран (Raghuram Rajan) - економіст і банкір, був губернатором Резервного банку Індії. Він вніс вагомий доробок у розуміння факторів, що впливають на валютні курси, та розвиток моделей прогнозування валютних ринків. К. Рейнхарт (Carmen Reinhart) - відома економістка, яка проводить дослідження в галузі фінансової кризи, включаючи аналіз валютних криз. Її роботи включають вивчення історичних шаблонів і факторів, що призводять до змін валютних курсів [13]. Напрацювання і внесок вчених допомагають удосконалити методики та моделі прогнозування валютних ринків. Разом з тим, обмеженість досліджуваних факторів, таких як: експорт, облікова ставка США, золотовалютні запаси, чисті вливання прямих іноземних інвестицій, потребує подальшого розвинення інструментарію прогнозування валютних курсів.

Метою дослідження є удосконалення методів прогнозування валютних курсів в умовах нестабільної світової економіки та розробка рекомендацій щодо використання цих методів у практиці.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано наступні завдання:

- повести аналіз теоретичних основ прогнозування валютних курсів та методів прогнозування в умовах нестабільної світової економіки;
- повести аналіз факторів впливу на валютний курс;
- оцінити ефективність різних методів прогнозування валютних курсів та їх застосування у сучасній практиці;
- провести аналіз динаміки валютних курсів на прикладі України та Європи;
- спрогнозувати валютних курс методами кореляційно-регресійного моделювання;
- вдосконалити методичний підхід до прогнозування валютних курсів за допомогою нейро-мережі.

Об'єктом є процес прогнозування валютних курсів.

Предметом дослідження є удосконалення методичного підходу до прогнозування валютного курсу в умовах нестабільності світової економіки.

У дослідженні прогнозування валютних курсів в умовах нестабільної світової економіки можуть бути використані такі методи дослідження: описовий та статистичний аналіз даних щодо валютного курсу та його змін: аналіз динаміки валютного курсу, рівня інфляції, стану економіки та інших факторів; методи прогнозування: регресійний аналіз, метод експоненційного згладжування, метод гребеневої регуляризації, метод авторегресії з ковзним середнім, метод аналізу головних компонент та інших; економетричні методи для дослідження взаємозв'язків між валютним курсом та іншими факторами, такими як рівень інфляції, ВВП, обсяги торгівлі та інші; метод експертних оцінок на основі залучення експертів з фінансів, економіки та інших суміжних галузей для визначення майбутньої тенденції валютного курсу та оцінки очікувань; методи машинного навчання та нейронні мережі для моделювання валютного курсу.

Результати дослідження були опубліковані на конференції «Політ. Сучасні проблеми науки» [9].

Також результати дослідження були позитивно оцінені міською радою міста Радивилова Рівненської області Дубенського району, про що свідчить довідка № 57/01.09-25 від 05.06.2023 (Додаток Б).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ

1.1 Валютний курс та особливості його формування

Валютний курс - це вартість однієї валюти в порівнянні з іншою. Визначення валютного курсу є важливим елементом міжнародних фінансових відносин і має прямий вплив на зовнішню торгівлю країн. Валютний курс може бути фіксованим або плаваючим, залежно від рішення країни-емітента.

Фіксований валютний курс - це валютний курс, який встановлюється центральним банком країни і залишається незмінним впродовж певного періоду часу. Такий підхід дозволяє підтримувати стабільність валюти та уникнути коливань валютного курсу, що може негативно вплинути на економіку країни. Однак, фіксований валютний курс може стати проблемою у разі нерівноваги в зовнішній торгівлі або зміні міжнародних фінансових умов.

Плаваючий валютний курс - це валютний курс, який встановлюється на основі попиту та пропозиції на ринку валют. Цей курс може змінюватися залежно від рівня валютної угоди в країні. Плаваючий валютний курс дозволяє країні адаптуватися до змін у міжнародному середовищі, однак, може спричинити нестабільність валюти та збитки для підприємств, що займаються зовнішньою торгівлею[6].

Валютний курс грає важливу роль в міжнародній торгівлі, оскільки він визначає вартість товарів і послуг, що обмінюються між країнами. Якщо валютний курс змінюється, то змінюється і вартість товарів, що може вплинути на конкурентоспроможність країни на міжнародному ринку. Наприклад, якщо валюта країни знецінюється, то товари цієї країни стають дешевшими на міжнародному ринку, що може збільшити їхню конкурентоспроможність.

Крім того, валютний курс впливає на прибутковість компаній, що займаються зовнішньою торгівлею, оскільки вони отримують дохід у одній

валюти, а витрати мають в іншій. Якщо вартість валюти, в якій отримується дохід, знижується в порівнянні з валютою витрат, то компанії можуть зазнавати втрат.

Курсовий механізм визначає, якою буде вартість однієї валюти в іншій. Це залежить від того, який рівень попиту та пропозиції на валюту. Якщо на певний вид валюти є великий попит, то його вартість збільшується, а якщо пропозиція перевищує попит, то його вартість зменшується. Таким чином, валютний курс утворюється в результаті співвідношення між попитом та пропозицією на ринку валют.

За напрацюваннями таких вчених як Джон Мейнард Кейнс та Мілтон Фрідман, можна сказати, що попит на валюту залежить від багатьох факторів, таких як зовнішньоекономічна діяльність країни, фінансові інвестиції, туристичний потік та багато іншого. Попит на валюту залежить від кількох факторів, зокрема від попиту на імпортовані товари та послуги, витрат іноземних компаній на інвестиції в національну економіку, споживчого попиту на іноземну валюту для подорожей, інвестування в іноземні активи та інше. Зростання попиту на валюту може призвести до збільшення її вартості порівняно з іншими валютами[4].

За напрацюваннями Річарда Купера, пропозиція на валюту також залежить від багатьох факторів, включаючи зовнішньоекономічну діяльність, інвестиції та рівень валютних резервів країн. Пропозиція на валюту включає в себе усі виплати, які національна економіка отримує в іноземній валюті за експорт товарів і послуг, а також за інші фінансові операції. Зростання кількості валюти в обігу, отриманої від експорту, призводить до збільшення її пропозиції на ринку валют і зниження її курсу в порівнянні з іншими валютами[20].

Окрім того, валютний курс може бути визначений за допомогою біржових курсів. Біржовий курс - це вартість валюти на фондовій біржі. Він визначається на основі пропозиції та попиту на валюту на біржі, а також на основі даних про курси валют на інших біржах.

За таких умов вільний ринок самостійно встановлює вартість національної валюти в порівнянні з іншими валютами світу. Курсовий механізм визначається взаємодією попиту та пропозиції на валюту.

Курсовий механізм забезпечує рівновагу між попитом та пропозицією на валюту, що впливає на формування валютного курсу. Тобто курс валюти відображає її реальну ціну, оскільки він формується на основі попиту та пропозиції на ринку.

Валютний курс є важливим фактором, що впливає на міжнародну торгівлю, тому держави можуть вживати заходів для регулювання курсу своєї національної валюти. Це забезпечується за допомогою різних інструментів регулювання валютного курсу[28].

Один з таких інструментів - міжнародні резерви, які складаються з золота та іноземних валют, зокрема долара США. Держави можуть використовувати ці резерви для втручання на ринку та збереження стабільності валютного курсу.

Центральні банки також грають важливу роль у регулюванні валютного курсу, оскільки вони контролюють грошовий обіг в країні та визначають процентні ставки. Якщо центральний банк збільшує процентну ставку, то збільшується привабливість вкладів у національній валюті, що збільшує попит на неї та підвищує її валютний курс.

Крім того, держави можуть впроваджувати монетарну політику для регулювання валютного курсу. Монетарна політика полягає в регулюванні кількості грошей, що знаходяться в обігу в країні. Якщо держава зменшує кількість грошей в обігу, то це може привести до збільшення вартості національної валюти, що підвищує її валютний курс.

Інструменти регулювання валютного курсу є важливими для забезпечення стабільності національної валюти та підтримки міжнародної конкурентоспроможності економіки. Один з найважливіших інструментів - міжнародні резерви, які включають в себе золото та інші іноземні валюти, які уряд може використовувати для підтримки національної валюти у випадку нестабільності на ринку валют.[29]

Загалом, використання цих інструментів регулювання валютного курсу є складним та вимагає досвіду та розумного балансування між ними для забезпечення стабільності національної валюти та підтримки міжнародної конкурентоспроможності економіки.

Посилення волатильності валютного ринку є однією з найбільш актуальних проблем, яка може суттєво вплинути на національну економіку. Волатильність валютного ринку означає, що валютний курс може змінюватися дуже швидко і несподівано. Це може бути викликано різноманітними факторами, такими як економічна нестабільність, політична нестабільність, фінансові кризи, геополітичні конфлікти та інші[19].

Уряд та центральний банк можуть вживати різних заходів для зменшення волатильності валютного ринку та забезпечення стабільності національної валюти. Наприклад, центральний банк може втручатися в валютний ринок, щоб зменшити коливання валютного курсу, або встановлювати відповідні правила та обмеження на здійснення валютних операцій. Уряд може здійснювати монетарну політику, яка може включати в себе дії зі зміни ставок дисконтування, обсягу грошової маси, кількості відкритих ринкових операцій тощо. Монетарна політика може бути спрямована на зменшення волатильності валютного ринку шляхом зниження ставок процентів, що може зменшити залучення іноземних інвесторів та збільшити інтерес до власних активів.

Однак, монетарна політика може мати свої обмеження та несприятливі наслідки для економіки. Наприклад, зниження ставок процентів може призвести до зростання інфляції та дефіциту торговельного балансу. Тому необхідно дбайливо планувати та балансувати монетарну політику.

У разі посилення волатильності валютного ринку, уряд також може вживати інших заходів, таких як збільшення резервів національного банку або залучення кредитів від міжнародних фінансових організацій. Однак, такі заходи також можуть мати від'ємний вплив на економіку, так як можуть зменшити кількість коштів, які доступні для інвестування в розвиток країни.

Таким чином, можна констатувати:

– курсовий механізм впливає на формування валютного курсу шляхом забезпечення рівноваги між попитом та пропозицією на валюту. Валютний курс відображає реальну ціну валюти, а його формування залежить від ринкових умов та регулюючого впливу центральних банків та уряду;

– валютний курс має значний вплив на міжнародну торгівлю. Інструменти регулювання валютного курсу включають в себе використання міжнародних резервів, дії центральних банків та монетарну політику;

– міжнародні резерви, такі як золото та іноземні валюти, дозволяють державам втручатися на валютний ринок та забезпечувати стабільність валютного курсу. Валютний коридор є прямим інструментом обмеження валютного курсу, яким користуються держави для забезпечення стабільності своєї національної валюти. Він передбачає встановлення верхньої та нижньої межі для валютного курсу, в яких валюта може коливатися. Центральний банк встановлює ці межі шляхом продажу або купівлі власної валюти на міжнародному валютному ринку.

– заходи щодо регулювання валютного курсу мають велике значення для стабільності національної валюти та підтримки міжнародної конкурентоспроможності економіки. Однак, їх використання потребує досвіду та уважного балансування, оскільки неправильне втручання може мати негативні наслідки для економіки.

– посилення волатильності валютного ринку становить виклик для національної економіки. Щоб зменшити волатильність, уряд та центральний банк можуть застосовувати різні заходи, включаючи втручання на ринку, встановлення правил та обмежень на валютні операції, а також монетарну політику. Однак, необхідно бути обережними, оскільки ці заходи можуть мати негативні наслідки.

Загалом, забезпечення стабільності валютного ринку та підтримки економічної конкурентоспроможності вимагає уважного регулювання та балансування різних інструментів. Держави повинні враховувати ринкові умови,

міжнародні тенденції та особливості своєї внутрішньої економіки при вживанні заходів для регулювання валютного курсу.

1.2 Фактори, що впливають на валютний курс

Валютний курс - це один з найбільш важливих показників економічної стабільності країни, який має безпосередній вплив на зовнішню торгівлю, інвестиційний клімат, фінансову систему та інші аспекти національної економіки. Фактори, що впливають на валютний курс, можуть бути різноманітними - від економічних факторів, таких як рівень інфляції та процентні ставки, до політичних чинників, таких як стабільність уряду та міжнародні відносини[30].

Інфляція — це показник зміни ціни на певний товар або послугу за певний час. Коли ціни на товари чи послуги в середньому зростають — це і називається інфляцією.

Інфляція насправді є одним з найпростіших економічних явищ. Це явище описує поступове зростання цін та повільне зниження купівельної спроможності споживача внаслідок знецінення валюти.

Коли гривня знецінюється у вартості, зменшується її купівельна спроможність. З часом потрібно все більше гривень, щоб придбати таку ж кількість товарів чи послуг, ніж це було раніше. Інфляція показує саме ту цифру, наскільки більше гривень треба для купівлі певного товару[12].

Рівень безробіття – відношення кількості безробітних віком 15 років і старше до робочої сили зазначеного віку чи відповідної соціально-демографічної групи.

Рівень безробіття може впливати на валютний курс в різних напрямках. На перший погляд, зростання безробіття може призвести до зменшення попиту на товари та послуги, що може знизити вартість національної валюти та збільшити її кількість на ринку. Це може призвести до зниження валютного курсу.

Однак, також важливо враховувати, як влада реагує на зростання безробіття. Уряд може запроваджувати програми підтримки зайнятості та інвестувати у галузі, що створюють нові робочі місця. Це може підвищити економічну активність та збільшити попит на товари та послуги, що може збільшити вартість національної валюти та підняти валютний курс[11].

Державний борг — сукупні боргові зобов'язання держави перед усіма кредиторами (юридичними та фізичними особами, іноземними державами, міжнародними організаціями, тощо). Державний борг складається із заборгованості центрального уряду, регіональних та місцевих органів влади, а також боргів усіх корпорацій з державною участю, пропорційно частці держави в їх капіталі.

Державний борг може мати значний вплив на валютний курс країни. Коли уряд витрачає більше грошей, ніж отримує доходів, він змушений брати позики, в тому числі з-за кордону. Це призводить до збільшення державного боргу, який потрібно буде погашати у майбутньому.

Якщо рівень державного боргу високий, то це може знизити довіру інвесторів до економіки країни, що призводить до зменшення попиту на валюту цієї країни на міжнародному ринку. Якщо попит на національну валюту зменшується, то це може призвести до зниження її вартості в порівнянні з іншими валютами. З іншого боку, коли уряд погашає свій борг, це може призвести до збільшення попиту на валюту країни, що зміцнює її вартість.

Також, якщо рівень державного боргу становить значну частину ВВП країни, то може зростати ризик девальвації валюти. Для запобігання такої ситуації деякі держави можуть змушені підвищувати рівень процентних ставок для залучення іноземних інвесторів, що може збільшити вартість їх валюти.

Отже, рівень державного боргу може впливати на валютний курс країни, інвестори та ринки уважно спостерігають за цим фактором при прийнятті рішень щодо інвестування в економіку країни [8].

Торгівельний баланс - це різниця між вартістю експорту та імпорту товарів і послуг країни. Якщо країна експортує більше, ніж імпортує, її торговельний

баланс буде додатнім. На валютний курс це може вплинути таким чином: коли країна має додатній торговельний баланс, то її валюта стає більш популярною на міжнародному ринку. Це підвищує попит на національну валюту та може призвести до її зростання вартості порівняно з іншими валютами. З іншого боку, якщо країна має від'ємний торговельний баланс, то це може призвести до падіння вартості її валюти, оскільки іноземні покупці не мають потреби в обміні своєї валюти на національну валюту для покупки товарів цієї країни[26].

Рівень процентних ставок та доходність капіталу є двома ключовими факторами, які впливають на валютний курс. Коли процентні ставки в країні зростають або коли країна має високі рівні доходності капіталу, це зазвичай збільшує попит на її валюту. Вищі процентні ставки роблять вклади у цій валюті більш привабливими для іноземних інвесторів, які будуть купувати цю валюту, щоб зробити вклади, тоді як інвестори шукають високодохідні активи, і якщо країна може надати такі активи, то це збільшує ймовірність того, що її валюта буде купуватись іноземними інвесторами. З іншого боку, коли рівень доходності капіталу в країні знижується порівняно з іншими країнами, то це може призвести до зниження попиту на її валюту, і, відповідно, до зниження валютного курсу.

Отже, країни можуть використовувати політику зміни процентних ставок та політику доходності капіталу для регулювання попиту на їх валюту та валютного курсу.

Обсяги торгівлі та інвестицій є важливими факторами, які впливають на валютний курс. Якщо інвестори та підприємства з інших країн активно вкладають свої гроші в економіку певної країни, це призводить до збільшення попиту на національну валюту цієї країни, що зазвичай призводить до зростання її вартості. Навпаки, якщо інвестори вивозять свої гроші з країни, це може призвести до зменшення попиту на її валюту та зниження її вартості.

Політичні фактори мають значний вплив на валютний курс країни. Стабільність політичної ситуації в країні є одним з ключових факторів, який визначає сприятливі умови для залучення інвестицій та розвитку економіки. Нестабільність, в свою чергу, може призвести до зниження довіри до економіки

країни та зменшення інвестиційного потоку, що може призвести до зниження валютного курсу.

Геополітична обстановка в регіоні також має вплив на валютний курс. Наприклад, конфлікти в регіоні можуть вплинути на експорт та імпорт товарів та послуг, що може вплинути на баланс торгівлі та, в свою чергу, на валютний курс.

Очікування, панічні настрої та поведінкова економіка також мають вплив на валютний курс. Очікування ринкових учасників щодо майбутнього можуть сприяти змінам валютного курсу. Наприклад, якщо інвестори очікують погіршення економічної ситуації, вони можуть активно продавати валюту країни, що призведе до її знецінення.

Панічні настрої та негативна інформація можуть спричинити різкий спад валютного курсу. Новини про політичні кризи, економічні збої або фінансові скандали можуть викликати паніку серед інвесторів, які поспішають продавати валюту, що знову ж призводить до її знецінення.

Поведінкова економіка також відіграє роль у формуванні валютного курсу. Ринкові учасники не завжди діють раціонально, а часто піддаються емоціям та стадному інстинкту. Це може призвести до перебільшення рухів валютного курсу в одному напрямку або недооцінення його потенційних змін. Прийняття рішень на основі емоцій та недостатнього аналізу може призвести до нестабільності на валютному ринку.

Рішення центральних банків щодо монетарної політики також впливають на валютний курс. Наприклад, збільшення процентної ставки центральним банком може зробити валюту країни більш привабливою для інвесторів та сприяти зміцненню її курсу.

Рішення уряду щодо регулювання валютного курсу також може мати вплив на його зміну. Уряд може втручатися в роботу ринку валют з метою зменшення чи збільшення курсу своєї валюти. Такі дії можуть бути прийняті у зв'язку зі зміною кон'юнктури ринку, але також можуть бути спрямовані на

досягнення певної економічної мети, такої як підтримка експорту чи зменшення імпорту[5].

Міжнародні санкції та торгові війни також можуть мати вплив на валютний курс країни. Наприклад, введення санкцій проти країни може призвести до обмеження її здатності до здійснення міжнародної торгівлі та інвестицій, що знижує попит на валюту цієї країни. Торгові війни також можуть призвести до зниження валютного курсу, оскільки вони призводять до підвищення тарифів на імпортовані товари та послуги. Це може знизити попит на валюту тієї країни, яка імпортує більше товарів, ніж експортує.

Крім того, рішення уряду щодо регулювання валютного курсу також може впливати на його рівень. Наприклад, уряд може збільшити обсяги експорту та зменшити імпорт, що збільшить попит на валюту країни.

Валютний курс країни є комплексним показником, який відображає стан її економіки та інших факторів. Окрім факторів, згаданих вище, існують ще деякі інші фактори, які впливають на валютний курс.

По-перше, сприйняття валюти як безпечного активу може позитивно вплинути на валютний курс. Якщо валюта вважається стабільною та надійною, то інвестори будуть більш схильні інвестувати в неї, що збільшить попит на неї та підвищить її курс.

По-друге, ступінь довіри до економічної та політичної стабільності країни також може впливати на валютний курс. Якщо інвестори мають високу довіру до країни, вони будуть більш схильні інвестувати в неї, що підвищить попит на її валюту та збільшить її курс.

По-третє, спекулятивні операції на ринку валют можуть також вплинути на валютний курс. Якщо інвестори беруть великі позиції на ринку валют з метою отримати прибуток від різниці в курсах, це може створити штучний попит на валюту та спричинити коливання валютного курсу [22].

Нарешті, природні катастрофи та інші непередбачувані події можуть також впливати на валютний курс. Наприклад, якщо країна стає жертвою природної катастрофи, це може призвести до зменшення її виробництва та збільшення

витрат на відновлення, що може призвести до зменшення попиту на її валюту та зниження її курсу.

Усі ці фактори, які впливають на валютний курс, є взаємопов'язаними і можуть впливати на валютний курс як окремо, так і в комбінації. Тому, розуміння різних факторів, що впливають на валютний курс, є важливим для тих, хто займається міжнародним бізнесом, інвестує в іноземні активи або планує подорожі за кордон. Знання ризиків і можливих перспектив, що стосуються валютного курсу, можуть допомогти знизити ризики і збільшити можливості для успішного інвестування та бізнесу[32].

1.3 Методи прогнозування валютних курсів та їх застосування у сучасній практиці

Технічний аналіз - це метод вивчення руху цін на фінансових ринках з метою прогнозування подальшого їх розвитку. Він базується на ідеї, що ціни на ринку відображають усі фундаментальні та технічні фактори, які впливають на попит та пропозицію. Технічний аналіз розглядає ціни як сигнали ринку та дозволяє виявляти закономірності, що допомагають в прогнозуванні майбутнього руху цін[7].

Основні поняття технічного аналізу включають в себе графіки цін, технічні індикатори, лінії підтримки та опори, а також свічковий аналіз. Графіки цін відображають рухи цін у певний час та дозволяють виявляти тренди, зміни напрямку руху цін та інші закономірності. Технічні індикатори - це статистичні показники, які обчислюються на основі цін та обсягів торгів та дозволяють виявляти сигнали купівлі та продажу. Лінії підтримки та опори - це рівні на графіку цін, на яких можна очікувати зміну напрямку руху цін. Свічковий аналіз - це метод візуалізації цін за допомогою японських свічок, що дозволяє виявляти певні закономірності в поведінці ринку.

Технічний аналіз застосовують у прогнозуванні валютних курсів. Для цього використовуються ті ж самі методи технічного аналізу, які

використовуються для прогнозування цін на інших ринках. Наприклад, можливість використання технічного аналізу для прогнозування валютних курсів полягає в тому, що графіки цін дозволяють виявити тенденції та циклічність зміни валютного курсу. Наприклад, можна відслідковувати зміну цін на протязі декількох днів, тижнів чи місяців та визначити взаємозв'язок між цінами в різні періоди. Це дозволяє зробити висновки щодо майбутнього руху валютного курсу.

Окрім графіків цін, для прогнозування валютних курсів можуть використовуватися різноманітні індикатори технічного аналізу, такі як середні рухомі, індекси сили, стохастичні індикатори тощо. Ці індикатори допомагають зрозуміти поточний стан ринку та виявити можливі зміни валютного курсу.

Важливим аспектом застосування технічного аналізу в прогнозуванні валютних курсів є також здатність аналізувати не тільки самі графіки цін, але й інформацію про обсяги торгів на ринку валют. Обсяги торгів можуть свідчити про зацікавленість інвесторів у певній валютній парі та про можливі зміни настроїв ринку[31].

Технічний аналіз є широко використовуваним інструментом в прогнозуванні валютних курсів. Його застосування дозволяє зробити прогнози щодо майбутнього руху валютного курсу та визначити можливі ризики та перспективи інвестування в певну валютну пару.

Фундаментальний аналіз є іншим методом прогнозування валютних курсів, який використовується у сучасній економіці. Цей метод полягає у дослідженні фундаментальних чинників, які впливають на економіку країни та її валютний курс [15].

Фундаментальний аналіз ґрунтується на дослідженні фундаментальних факторів, які можуть впливати на валютний курс країни. Ці фактори можуть бути економічного, фінансового та політичного характеру. До економічних факторів відносяться такі показники, як ВВП, інфляція, рівень безробіття, торговий баланс тощо. До фінансових факторів належать стан ринку акцій, облігацій та інших

фінансових інструментів. До політичних факторів можна віднести стабільність уряду, стан відносин з іншими країнами, геополітичні ризики тощо.

Фундаментальний аналіз використовують у прогнозуванні валютних курсів, оскільки він дозволяє оцінити ризики, пов'язані зі зміною валютних курсів. Для цього аналізуються економічні, фінансові та політичні фактори, які можуть вплинути на валютний курс країни. Наприклад, якщо економіка країни зростає, то зазвичай зростає і її валютний курс. Навпаки, якщо інфляція зростає, то зазвичай це призводить до зниження валютного курсу. Крім того, при оцінці валютного курсу враховують також фінансову стабільність країни, її зовнішню торгівлю, політичні ризики та інші фактори.

Основними інструментами фундаментального аналізу є аналіз економічних показників, таких як ВВП, інфляція, безробіття, зовнішній борг та інші. Для оцінки фінансової стабільності країни використовуються показники державного бюджету, державного боргу та інших фінансових показників. Політичний ризик оцінюється на основі політичної ситуації в країні та зовнішньої політики.

Застосування фундаментального аналізу дозволяє прогнозувати зміни валютного курсу на середньо- та довгострокові періоди. Прогнозування валютних курсів на короткострокові періоди важливо для трейдерів та інших учасників валютного ринку, а прогнозування на середньо- та довгострокові періоди - для компаній, що здійснюють зовнішньоекономічну діяльність, та для держав, які планують бюджет.

Фундаментальний аналіз є важливим інструментом при прийнятті рішень щодо інвестування валютних активів. Він дозволяє оцінити ризики, пов'язані зі зміною валютного курсу, та планувати дії з урахуванням цих ризиків. Крім того, фундаментальний аналіз є важливим елементом в аналізі макроекономічної ситуації в країні, що дає змогу зрозуміти її економічний потенціал і ризики для інвесторів. Важливо враховувати, що фундаментальний аналіз може мати свої обмеження, наприклад, у випадку коливання політичної ситуації, яка може вплинути на валютний курс країни. Крім того, фундаментальний аналіз вимагає

більш складної і детальної аналітичної роботи та обчислень, порівняно з технічним аналізом [23].

У контексті сучасної економіки фундаментальний аналіз стає все важливішим, оскільки зростає кількість факторів, які можуть вплинути на валютний курс країни. Такі фактори, як рівень інфляції, дефіцит торговельного балансу, політична стабільність та багато інших, мають велике значення для розуміння напрямку руху валютного курсу та прийняття рішень щодо інвестування.

У цілому, технічний та фундаментальний аналіз є двома основними методами прогнозування валютних курсів, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Використання обох методів дозволяє досягти більш точних та об'єктивних результатів у прогнозуванні валютного ринку. Оскільки валютні курси є одними з найбільш непередбачуваних факторів на фінансовому ринку, точність та актуальність прогнозів є надзвичайно важливими для успішного інвестування та управління ризиками.

Моделювання валютних курсів є важливою складовою аналізу валютних ринків. Основною метою моделювання є прогнозування майбутніх змін валютного курсу, що дає змогу інвесторам та органам влади приймати рішення про купівлю або продаж валютних активів.

Інша модель - авторегресійна інтегрована модель зі змінною структурою (ARIMA-GARCH) - дозволяє враховувати не тільки залежності між значеннями курсу в різні моменти часу, а й статистичні властивості волатильності. Ця модель дозволяє краще передбачити коливання курсу та оцінювати ризики, пов'язані зі змінами волатильності на ринку.

У сучасній економіці моделі прогнозування валютних курсів стають все більш складними та враховують все більше факторів. Для більш точного прогнозування валютних курсів дослідники використовують не тільки традиційні підходи до моделювання, але й нові методи, такі як штучні нейронні мережі, генетичні алгоритми та машинне навчання.

Одна з найбільш поширених моделей, яка використовується в сучасній економіці для прогнозування валютних курсів, - це модель економічних факторів (Economic Factor Models). Ця модель передбачає, що валютний курс залежить від багатьох економічних факторів, таких як ставки відсотків, інфляція, зміна ВВП, баланс платіжного балансу та інших. Для прогнозування курсів валют, модель використовує регресійний аналіз, який дозволяє оцінити вплив кожного з факторів на валютний курс.

Окрім того, в сучасній економіці моделі прогнозування валютних курсів все частіше враховують такі фактори, як політична нестабільність, геополітичні ризики та інші непередбачувані події, що можуть вплинути на курс валют. Для цього використовуються різноманітні методи аналізу та прогнозування, такі як аналіз сценаріїв, метод мережевого аналізу та інші.

Узагальнюючи, моделі прогнозування валютних курсів є важливим інструментом для інвесторів та органів влади, які прагнуть зробити прибуток на фінансовій діяльності. Врахування фундаментальних факторів, а також аналіз технічних індикаторів, таких як рух середньої ціни, може допомогти в прогнозуванні майбутніх тенденцій валютних курсів. Однак, варто зазначити, що жодна модель не може дати точний прогноз на 100%. Ринок валют - це складний та непередбачуваний інструмент, який залежить від багатьох чинників, що можуть змінюватися в будь-який момент часу.

Тому, крім використання моделей прогнозування, інвесторам та органам влади також важливо мати глибокі знання про економічні, фінансові та політичні фактори, які впливають на валютні курси. Це може допомогти ухвалити рішення щодо купівлі або продажу валютних активів у відповідь на зміни в макроекономічній ситуації.

Машинне навчання (Machine Learning) - це підгрунття штучного інтелекту, яке дозволяє комп'ютеру навчитися виконувати певні задачі на основі даних, без явного програмування. Основними складовими машинного навчання є моделі, дані і алгоритми [27].

Модель - це математичне вираження, яке відображає взаємозв'язок між вхідними і вихідними даними. Наприклад, модель може передбачати вартість акцій на основі даних про попередні котирування, фінансові звіти тощо.

Дані - це вхідні параметри для моделі. Наприклад, у випадку прогнозування валютного курсу, вхідними параметрами можуть бути різноманітні макроекономічні показники, такі як ВВП, індекс споживчих цін, процентні ставки тощо.

Алгоритм - це процедура, яка виконує певні операції над даними з метою побудови моделі. Наприклад, у випадку нейронних мереж, алгоритм виконує процес навчання, під час якого змінюються ваги нейронів для досягнення найкращого результату.

Машинне навчання може бути застосоване для прогнозування валютних курсів, як і інші моделі прогнозування. Одним з основних підходів є використання нейронних мереж для побудови моделі прогнозування. Нейронні мережі - це комп'ютерні системи, які навчаються виконувати завдання, шляхом виявлення шаблонів у вхідних даних [3].

Нейронні мережі використовуються для прогнозування валютних курсів на основі великої кількості факторів, які можуть впливати на курс. Наприклад, це можуть бути макроекономічні показники, такі як ВВП, індекс споживчих цін, безробіття, зміни процентних ставок тощо. Також можуть використовуватись технічні показники, такі як рівні підтримки та опору, індикатори індексів, обсяги торгів та інші [18].

Для побудови моделі прогнозування за допомогою нейронних мереж необхідно мати велику кількість історичних даних, що дозволяють навчити мережу розпізнавати шаблони. Дані можуть бути представлені у вигляді числових значень, графіків, таблиць тощо.

Після побудови моделі прогнозування за допомогою нейронних мереж необхідно її перевірити на тестових даних, щоб оцінити її точність. У разі успішної перевірки модель можна застосовувати для прогнозування майбутніх значень валютного курсу.

Машинне навчання може забезпечити високу точність прогнозування валютних курсів, якщо використовувати правильно обраний набір факторів та даних, а також враховувати специфіку ринку та інші фактори, що можуть вплинути на прогноз. Однак, важливо розуміти, що жодна модель не може забезпечити 100% точність прогнозування, тому необхідно використовувати моделі разом з іншими методами аналізу.

Машинне навчання в сучасній економіці знаходить широке застосування в таких галузях, як фінанси, маркетинг, логістика та інші. У фінансовій сфері машинне навчання використовується для аналізу фінансових даних, прогнозування цін на акції та валютні курси, управління ризиками та оптимізації портфелів.

Одним з основних застосувань машинного навчання в фінансовій сфері є торгівля на фінансових ринках, включаючи ринок валют. Машинне навчання може бути застосоване для аналізу великих обсягів даних, що може допомогти виявити певні закономірності та шаблони на ринку, які можуть бути використані для прийняття рішень щодо торгівлі. Машинне навчання може також допомогти в прогнозуванні змін валютних курсів та волатильності ринку.

Іншим застосуванням машинного навчання в фінансовій сфері є ризик-менеджмент та управління портфелем. Машинне навчання може бути використане для виявлення та оцінки ризиків в інвестиційних портфелях та для побудови оптимального портфеля.

Загалом, машинне навчання є потужним інструментом для розв'язання різноманітних завдань в сучасній економіці, від прогнозування фінансових показників до виявлення шахрайства та захисту від кібератак. За допомогою машинного навчання можна зробити рішення на основі аналізу великих обсягів даних, що зазвичай були б занадто складні для людського розуму. Однак, як і з будь-якою технологією, важливо правильно використовувати машинне навчання і бути обережними щодо можливих помилок та перекручення результатів.

Таким чином, машинне навчання стає все більш популярним інструментом в економіці та фінансах, який дозволяє прогнозувати та аналізувати дані з

високою точністю та швидкістю, що допомагає в прийнятті обґрунтованих рішень та зменшенні ризиків.

Висновок до розділу 1

У даному розділі було розглянуто теоретичний підхід до прогнозування валютних курсів. Було встановлено, що валютний курс формується за допомогою курсового механізму, який забезпечує рівновагу між попитом та пропозицією на валюту. Валютний курс є важливим фактором, що впливає на міжнародну торгівлю, тому держави вживають заходів для його регулювання.

Ринкове регулювання та вплив центрального банку та уряду є важливими аспектами, що визначають валютний курс. Через свої дії та політичні рішення вони можуть спрямовувати рухи валютного ринку та впливати на стабільність та конкурентоспроможність економіки країни.

Уряд, зокрема міністерство фінансів, може також брати участь у валютному регулюванні. Вони можуть встановлювати податки, обмеження на капіталовкладення або інші політичні заходи, які впливають на рух валютного капіталу та валютний курс.

Один з методів регулювання валютного курсу - використання міжнародних резервів, таких як золото та іноземні валюти. Центральні банки також впливають на валютний курс через контроль грошового обігу та визначення процентних ставок. Монетарна політика є ще одним інструментом для регулювання валютного курсу.

Усі фактори, які впливають на валютний курс, взаємопов'язані і можуть впливати як окремо, так і в комбінації. Забезпечення стабільності валютного ринку та підтримки економічної конкурентоспроможності вимагає уважного регулювання та балансування різних інструментів. Державам необхідно враховувати ринкові умови, міжнародні тенденції та особливості своєї внутрішньої економіки при вживанні заходів для регулювання валютного курсу.

Машинне навчання та нейронні мережі виявляються потужними інструментами для прогнозування валютних курсів. Вони дозволяють аналізувати великі обсяги даних та зробити обґрунтовані рішення з високою точністю та швидкістю. Проте, необхідно бути обережними щодо можливих помилок та викривлення результатів використання машинного навчання.

Отже, розуміння теоретичних аспектів формування валютного курсу та використання машинного навчання, зокрема нейронних мереж, в прогнозуванні валютних курсів, має велике значення для держави, успішного управління фінансовими ризиками та розвитку міжнародного бізнесу.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОГНОЗУ ВАЛЮТНИХ КУРСІВ

2.1 Аналіз динаміки валютних курсів

Аналіз валютних курсів має багато складних факторів, які можуть впливати на курси, таких як макроекономічні показники, політична ситуація, внутрішні та зовнішні події і багато іншого. Враховуючи це, описовий аналіз наданих даних допоможе зрозуміти загальну динаміку та тенденції валютних курсів[16].

Для аналізу було взято дані про курс гривні та євро до долара за період з 1999 по 2022 рік, та відображено дані у графіках(Рис.2.1, рис. 2.2). Початкові дані представлені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Вхідні дані для аналізу (курс гривні та євро)

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Рік | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Курс долара до гривні | 4,13 | 5,44 | 5,37 | 5,33 | 5,33 | 5,32 | 5,12 | 5,05 | 5,05 | 5,27 | 7,79 | 7,94 |
| Курс долара до євро | 0,94 | 1,08 | 1,12 | 1,06 | 0,88 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,73 | 0,68 | 0,72 | 0,75 |
| Рік | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
| Курс долара до гривні | 7,97 | 7,99 | 7,99 | 11,89 | 21,84 | 25,55 | 26,60 | 27,20 | 25,85 | 26,96 | 27,29 | 32,34 |
| Курс долара до євро | 0,72 | 0,78 | 0,75 | 0,75 | 0,90 | 0,90 | 0,89 | 0,85 | 0,89 | 0,88 | 0,85 | 0,95 |

Джерела: [23, 17, 25, 24]



Рис. 2.1. Відображення динаміки курсу євро



Рис. 2.2. Відображення динаміки курсу гривні

Перед початком аналізу варто зазначити, що курс валют вимірює вартість однієї валюти у відношенні до іншої. У даному випадку розглядаються два курси: гривні до долара та євро до долара. Звернімо увагу на наступні спостереження:

Провівши детальний описовий аналіз даних про курс гривні до долара та євро до долара з року в рік було отримано такі спостереження:

За розглянутий період (1999-2022), курс гривні до долара та євро до долара показують коливання та тенденції, що можуть бути пояснені впливом різних факторів.

Курс гривні до долара:

- з 1999 року до 2004 року курс практично залишався стабільним, коливаючись навколо значення 5. Це був період відновлення після фінансової кризи 1998 року;

- з 2005 року почався послаблення гривні, і до 2008 року курс зріс на понад 50%, до рівня 5,267 гривень за долар. Цей період співпав з глобальною фінансовою кризою 2008 року, коли багато країн зазнали економічних труднощів;

- в 2009 році спостерігався різкий зріст курсу, досягаючи 7,791 гривні за долар. Це було пов'язано зі збільшенням економічної нестабільності та зовнішньоекономічних факторів;

- після 2009 року курс знову показував стабільність, з невеликими коливаннями протягом наступних років;

- у 2014 році відбулось різке послаблення гривні через політичну та економічну кризу в Україні. Курс стрибнув до 11,887, що відображало негативні наслідки цих подій;

- з 2015 по 2022 роки спостерігалось послаблення гривні, курс зріс більше ніж в 2,5 рази. Це було пов'язано з економічними труднощами, які виникли внаслідок анексії Криму та військового конфлікту на сході України, а також зі змінами на світових фінансових ринках.

У цілому, з огляду на розглянуті дані, можна виділити кілька тенденцій:

1. Тенденція до зростання курсу гривні до долара: з 1999 року до 2022 року курс збільшився майже в 7 разів. Це свідчить про послаблення гривні відносно долара протягом цього періоду.

2. Коливання курсу гривні до долара: виявлені значні коливання курсу гривні до долара протягом розглянутого періоду. Ці коливання можуть бути

викликані різними факторами, включаючи політичні події, економічну нестабільність, зовнішні впливи та глобальні фінансові кризи.

3. Вплив кризових періодів на валютні курси: у даних можна виділити кілька кризових періодів, коли спостерігалися значні зміни валютних курсів. Наприклад, фінансова криза 1998 року та глобальна фінансова криза 2008 року суттєво вплинули на курс гривні. В обох випадках спостерігалось послаблення гривні.

Подібно до аналізу курсу гривні до долара, було проведено детальний огляд даних про курс євро до долара:

- з 1999 року до 2002 року курс євро зберігався на відносно стабільному рівні, коливаючись навколо значення 1. Цей період відбувався у період формування нової європейської валюти та встановлення її стосунків з долларом;

- з 2003 році відбулось значне послаблення, коли курс скоротився до 0,884. Це було пов'язано зі зростанням попиту на доллар у зв'язку зі змінами в глобальних фінансових ринках та підвищенням нестабільності;

- у 2004 році спостерігався подальший спад курсу до 0,804. Це стало наслідком продовження недоліків фінансової системи та зростання геополітичних ризиків;

- від 2005 по 2007 роки курс показував стабільність, з незначними коливаннями протягом цього періоду;

- у 2008 році спостерігався різкий спад курсу, коли він скоротився до значення 0,680. Це стало наслідком глобальної фінансової кризи, яка почалася в США та поширилася на решту світу. Інвестори шукали безпечніші активи, що призвело до збільшення попиту на доллар;

- у 2009 році курс дещо відновився і становив 0,717. Заходи зі стимулювання економіки, прийняті країнами, сприяли підвищенню довіри до ринків і зниженню попиту на доллар;

- від 2010 по 2012 рік курс коливався навколо значення 0,7-0,8. Економічна нестабільність в деяких країнах Єврозони, таких як Греція, Іспанія та Італія, впливала на курс євро;

- у 2014 році курс євро відчув значний спад і скоротився до 0,753. Це було пов'язано зі зростанням геополітичних ризиків, зокрема конфлікту в Україні та санкціями проти Росії;

- з 2015 по 2017 роки курс показував певну стабільність, з незначними коливаннями. Стабільність Єврозони та відновлення економіки після кризи сприяли цьому;

- у 2018 році курс євро дещо знизився і становив 0,847. Це було пов'язано зі зростанням попиту на долар через політичні та торговельні ризики;

- у 2019 році курс показував нестабільність. Політичні та торговельні спірні питання, такі як торговельний конфлікт між США та Європейським Союзом, Brexit та інші геополітичні чинники, впливали на курс євро;

- у 2020 році спостерігався різкий спад курсу, коли він знизився до значення 0,892. Це стало результатом впливу пандемії COVID-19 на глобальну економіку. Нестабільність на ринках та пошук безпечних активів сприяли зростанню попиту на долар;

- у 2021 році курс відновився і коливався навколо значення 0,82-0,85. Політичні зміни, фінансові заходи для підтримки економіки та глобальне відновлення після пандемії впливали на євро.

Зважаючи на детальний огляд даних про курс євро до долара, можна виділити деякі тенденції:

1. Формування євро в період стабільності (1999-2002): після введення євро як нової європейської валюти, курс зберігався на відносно стабільному рівні.

2. Послаблення в період глобальної фінансової нестабільності (2003-2004): в цей період спостерігалось значне послаблення курсу євро, що було пов'язано зі зростанням попиту на долар у зв'язку зі змінами на фінансових ринках та загальною нестабільністю.

3. Коливання внаслідок геополітичних подій (2008, 2014): геополітичні ризики, такі як глобальна фінансова криза та конфлікт в Україні, вплинули на значні зміни курсу євро до долара.

4. Стабільність після кризи (2015-2017): від 2015 по 2017 роки курс євро показував певну стабільність, що сприяло стабілізації ситуації в Єврозоні та відновленню економіки.

5. Вплив пандемії COVID-19 (2020): глобальна пандемія спричинила різкий спад курсу, оскільки інвестори шукали безпечних активів, включаючи долар.

Важливо також зазначити, що валютні курси можуть бути об'єктом спекуляцій та маніпуляцій на фінансових ринках. Оператори на ринку можуть використовувати різні стратегії та інструменти для заробітку на коливаннях валютних курсів, що може змінювати їхню динаміку та створювати нестабільність.

Узагальнюючи, валютні курси гривні до долара та євро залежать від багатьох факторів, які включають макроекономічні показники, політичну стабільність, торговельний баланс, глобальні тенденції та спекуляції на фінансових ринках. Курси можуть коливатися як внаслідок змін у фундаментальних факторах, так і через короткострокові впливи та недоліки фінансової системи.

Уряди та центральні банки можуть втручатися в валютні ринки, використовуючи політику валютного регулювання для впливу на курси та стабілізації національної валюти. Наприклад, вони можуть використовувати валютні резерви для покупки або продажу валюти з метою впливу на її курс.

Детальний аналіз і розуміння цих факторів дозволяють прогнозувати напрямок та можливі коливання валютних курсів. Однак, важливо враховувати, що прогнозування курсів є складним завданням, оскільки вони піддаються впливу багатьох непередбачуваних чинників та зовнішніх подій.

Підсумовуючи, аналіз даних про курс гривні до долара та євро виявив тенденцію до зростання курсу гривні до долара протягом розглянутого періоду.

Курс євро до долара також показує коливання, але менш істотні порівняно з курсом гривні. Кризові періоди, такі як фінансова криза 1998 року та світова фінансова криза 2008 року, вплинули на значні зміни валютних курсів.

2.2 Прогнозування валютних курсів методами кореляційно-регресійного моделювання

Важливість правильно вибраних факторів полягає у здатності впливати на валютні курси та мати статистично значущу залежність. Якщо вибирати фактори, які дійсно впливають на рухи валютних курсів, регресійна модель матиме більшу точність та надійність у прогнозуванні. Тому, в процесі дослідження, приділяється велика увага до вибору відповідних факторів.

Досліджуючи фактори було проведено тест Гренджера (Granger causality test) на присутність залежності між курсом гривні до долара та інфляцією в Україні, та отримано такі результати[1].

Результати тесту Гренджера надають інформацію про наявність причинно-наслідкового зв'язку між змінними:

Для затримки (lag) 1:

- тестова статистика (ssr based F test): $F=0.4538$;
- p-value (ssr based F test): $p=0.5086$;
- p-value більше 0.05, що означає відсутність статистично значущого

зв'язку.

Для затримки (lag) 2:

- тестова статистика (ssr based F test): $F=1.9864$;
- p-value (ssr based F test): $p=0.1696$;
- p-value більше 0.05, що означає відсутність статистично значущого

зв'язку.

Результати тесту Гренджера свідчать про відсутність статистично значущого причинно-наслідкового зв'язку між валютним курсом і інфляцією на затримках 1 і 2 у нашому наборі даних.(Додаток А)

Також провівши тест Гренджера за такими факторами як курс євро до долара та інфляції ми отримали майже аналогічний результат.

Для затримки (lag) 1:

- тестова статистика (ssr based F test): $F=0.2496$;
- p-value (ssr based F test): $p=0.6231$;
- p-value більше 0.05, що означає відсутність статистично значущого зв'язку.

Для затримки (lag) 2:

- тестова статистика (ssr based F test): $F=0.7901$;
- p-value (ssr based F test): $p=0.4707$;
- p-value більше 0.05, що означає відсутність статистично значущого зв'язку.

Узагальнюючи, результати тесту Гренджера для курсу євро свідчать про відсутність статистично значущого причинно-наслідкового зв'язку між валютним курсом і інфляцією на затримках 1 і 2. P-value для обох затримок більше 0.05, що означає відсутність статистично значущого зв'язку. Що свідчить про недоцільність використання такого фактору як інфляція для прогнозування валютного курсу.

Розглядаючи інші фактори, було обрано наступні:

1. Курс гривні до долара та євро до долара: Це основний показник, який досліджується і прогнозується.
2. Експорт у відсотках до валового внутрішнього продукту (ВВП): Цей фактор відображає обсяг експорту України та Європейського союзу у відсотках до їхнього ВВП. Експорт є важливим економічним показником, оскільки може впливати на попит та пропозицію валюти.
3. Облікова ставка США у відсотках. Облікова ставка впливає на притягнення інвестицій та може мати вплив на курс валют, оскільки висока ставка може зробити валюту більш привабливою для інвесторів.

4. Золотовалютні запаси: Цей фактор відображає обсяг золотовалютних запасів України та Європейського союзу. Золотовалютні резерви вказують на фінансову стійкість країни та її здатність впливати на курс валюти.

5. Чисті вливання прямих іноземних інвестицій: Цей фактор відображає обсяг прямих іноземних інвестицій, які надходять до України та Європи. Ці інвестиції можуть мати вплив на попит та пропозицію валют і, відповідно, на їхні курси.

Враховуючи ці фактори, проведений кореляційно-регресійний аналіз дозволить виявити залежності між валютним курсом та цими факторами, побудувати регресійну модель та спрогнозувати майбутні зміни валютних курсів використовуючи дані з таблиць 2.2 та 2.3. Дані фактори є важливими, оскільки вони відображають різні аспекти економіки та фінансового ринку, що можуть впливати на валютні курси.

Таблиця 2.2

Дані факторів для кореляційно-регресійного аналізу курсу гривні за 1999-2021 рр.

| Рік\ Показник | Курс гривні до долара | Експорт %ВВП | Облікова ставка США % | Золотовалютні запаси млн дол США | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) |
|------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------------------|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1999 | 4,13 | 53,70 | 6,49 | 1,09352781 | 0,496 |
| 2000 | 5,44 | 60,30 | 6,81 | 1,47720234 | 0,595 |
| 2001 | 5,37 | 50,65 | 4,57 | 3,0889217 | 0,792 |
| 2002 | 5,33 | 50,12 | 3,07 | 4,46235386 | 0,693 |
| 2003 | 5,33 | 52,54 | 2,11 | 6,94607699 | 1,424 |
| 2004 | 5,32 | 58,70 | 1,61 | 9,7184361 | 1,715 |
| 2005 | 5,12 | 47,73 | 2,96 | 19,3881777 | 7,808 |
| 2006 | 5,05 | 43,22 | 4,73 | 22,3595643 | 5,604 |
| 2007 | 5,05 | 41,29 | 5,21 | 32,4838418 | 10,193 |
| 2008 | 5,27 | 43,26 | 3,11 | 31,5433432 | 10,7 |
| 2009 | 7,79 | 42,93 | 2,59 | 26,5008873 | 4,769 |
| 2010 | 7,94 | 46,46 | 2,02 | 34,5712989 | 6,451 |
| 2011 | 7,97 | 49,41 | 1,15 | 31,7887509 | 7,207 |
| 2012 | 7,99 | 47,38 | 1,35 | 24,5527965 | 8,175 |
| 2013 | 7,99 | 42,90 | 1,47 | 20,413622 | 4,509 |
| 2014 | 11,89 | 48,59 | 1,35 | 7,53880451 | 0,847 |
| 2015 | 21,84 | 52,60 | 2,24 | 13,3008808 | -0,198 |

Продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------|-------|-------|-------|------------|-------|
| 2016 | 25,55 | 49,30 | 2,48 | 15,5372563 | 4,128 |
| 2017 | 26,60 | 48,12 | 2,16 | 18,8109312 | 3,68 |
| 2018 | 27,20 | 45,24 | 2,44 | 20,817897 | 4,975 |
| 2019 | 25,85 | 41,23 | 3,43 | 25,3170029 | 5,796 |
| 2020 | 26,96 | 38,82 | 2,21 | 29,1375412 | 0,304 |
| 2021 | 27,29 | 40,75 | -1,19 | 30,9666747 | 7,954 |

Джерела: [23, 17, 25, 24]

Таблиця 2.3

Дані факторів для кореляційно-регресійного аналізу курсу євро за за 1999-2021 рр.

| Рік\ Показник | Курс євро до долара | Експорт %ВВП | Облікова ставка США % | Золотовалютні запаси | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) |
|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| 1999 | 0,94 | 31,92 | 6,49 | 373,6806 | 452,5799 |
| 2000 | 1,08 | 35,69 | 6,81 | 351,9798 | 633,9867 |
| 2001 | 1,12 | 35,70 | 4,57 | 346,05 | 366,2528 |
| 2002 | 1,06 | 35,10 | 3,07 | 383,9329 | 295,3436 |
| 2003 | 0,88 | 34,35 | 2,11 | 387,3507 | 293,5076 |
| 2004 | 0,80 | 35,99 | 1,61 | 382,7896 | 313,8361 |
| 2005 | 0,80 | 37,44 | 2,96 | 377,5299 | 731,279 |
| 2006 | 0,80 | 39,63 | 4,73 | 429,1715 | 911,8601 |
| 2007 | 0,73 | 40,72 | 5,21 | 510,1829 | 1477,512 |
| 2008 | 0,68 | 41,10 | 3,11 | 522,4399 | 828,4609 |
| 2009 | 0,72 | 36,27 | 2,59 | 660,3348 | 478,991 |
| 2010 | 0,75 | 40,32 | 2,02 | 787,898 | 539,5828 |
| 2011 | 0,72 | 43,19 | 1,15 | 847,7264 | 877,6485 |
| 2012 | 0,78 | 44,78 | 1,35 | 909,4378 | 565,1784 |
| 2013 | 0,75 | 44,97 | 1,47 | 748,4 | 617,1068 |
| 2014 | 0,75 | 45,67 | 1,35 | 745,7414 | 432,552 |
| 2015 | 0,90 | 47,05 | 2,24 | 701,5526 | 817,2382 |
| 2016 | 0,90 | 46,64 | 2,48 | 741,7908 | 722,5904 |
| 2017 | 0,89 | 48,29 | 2,16 | 802,6856 | 529,6188 |
| 2018 | 0,85 | 49,11 | 2,44 | 822,5262 | -19,5641 |
| 2019 | 0,89 | 49,26 | 3,43 | 914,2268 | 353,7347 |
| 2020 | 0,88 | 46,36 | 2,21 | 1077,849 | 269,986 |
| 2021 | 0,85 | 50,37 | -1,19 | 1196,162 | 377,4818 |

Джерело: [23, 17, 25, 24]

Таблиця 2.4

Результати проведення Кореляційного аналізу по Україні

| Україна | Експорт %ВВП | Облікова ставка США % | Золотовалютні запаси | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) |
|-----------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| Кореляція | -0,36215 | -0,41395 | 0,252806 | -0,06637 |

Таблиця 2.5

Результати проведення Кореляційного аналізу по Європейському союзі

| Європа | Експорт %ВВП | Облікова ставка США % | Золотовалютні запаси | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) |
|-----------|-----------------|-----------------------------|-------------------------|---|
| Кореляція | -0,26064 | 0,432716 | -0,3218 | -0,37364 |

Отримані результати кореляційного аналізу для України та Європи відображають ступінь зв'язку між валютними курсами та вибраними факторами.

Україна:

- експорт %ВВП: Виявлено негативну кореляцію (-0,36), що може свідчити про те, що збільшення експорту відносно ВВП може бути пов'язане зі зниженням валютного курсу;
- облікова ставка США %: Виявлена негативна кореляція (-0,41), що вказує на те, що збільшення облікової ставки США може призводити до зниження валютного курсу;
- золотовалютні запаси: Виявлена позитивна кореляція (0,25), що може вказувати на те, що збільшення золотовалютних запасів може мати прямий вплив на валютний курс;
- чисті вливання прямих іноземних інвестицій: Виявлена дуже слабка негативна кореляція (-0,07), що свідчить про відсутність чіткого зв'язку між цим фактором та валютним курсом.

Європа:

- експорт %ВВП: Виявлена негативна кореляція (-0,26), що може вказувати на зв'язок між зростанням експорту відносно ВВП та зниженням валютного курсу;
- облікова ставка США %: Виявлена позитивна кореляція (0,43), що може свідчити про зв'язок між зростанням облікової ставки США та зростанням валютного курсу;
- золотовалютні запаси: Виявлена негативна кореляція (-0,32), що може вказувати на зв'язок між збільшенням золотовалютних запасів та зниженням валютного курсу;
- чисті вливання прямих іноземних інвестицій: Виявлена негативна кореляція (-0,37), що може свідчити про зв'язок між зменшенням чистих вливань прямих іноземних інвестицій та зростанням валютного курсу.

Отримані результати вказують на наявність зв'язку між досліджуваними факторами та валютними курсами. Позитивна кореляція означає, що зростання фактору може призводити до зростання валютного курсу, тоді як негативна кореляція вказує на зворотний зв'язок, коли зростання фактору може впливати на зниження валютного курсу.

Отримані результати є важливою вихідною точкою для побудови регресійної моделі та прогнозування майбутніх змін валютних курсів на основі ідентифікованих залежностей.

Отримані результати регресійного аналізу для України та Європи надають інформацію про якість побудованих регресійних моделей та прогностичну здатність цих моделей:

Провівши регресійний аналіз отримуємо такі результати (табл. 2.6-2.7).

Провівши аналіз, можна зробити певні висновки по Україні:

- Multiple R: Коефіцієнт множинної кореляції (0,60) вказує на середню силу зв'язку між незалежними змінними (експорт %ВВП, облікова ставка США %, золотовалютні запаси, чисті вливання прямих іноземних інвестицій) та залежною змінною (валютний курс). Чим ближче до 1, тим сильніше зв'язок;

Таблиця 2.6

Результати Регресійного аналізу по Україні

| <i>Regression Statistics</i> | <i>Україна</i> |
|------------------------------|----------------|
| Multiple R | 0,604295 |
| R Square | 0,365173 |
| Adjusted R Square | 0,2241 |
| Standard Error | 8,239932 |
| Observations | 23 |

Таблиця 2.7

Результати Регресійного аналізу по Європі

| <i>Regression Statistics</i> | <i>Європа</i> |
|------------------------------|---------------|
| Multiple R | 0,687733221 |
| R Square | 0,472976983 |
| Adjusted R Square | 0,355860757 |
| Standard Error | 0,094527041 |
| Observations | 23 |

– R Square: Коефіцієнт детермінації (0,37) показує, що залежність між незалежними та залежною змінними може пояснити близько 37% варіацій валютного курсу;

– Adjusted R Square: Скоригований коефіцієнт детермінації (0,22) враховує кількість незалежних змінних та спрощується для порівняння різних моделей. Чим ближче до 1, тим краща модель;

– Standard Error: Стандартна помилка (8,24) вказує на середньоквадратичне відхилення прогнозування валютного курсу;

– Observations: Кількість спостережень (23), на основі яких була побудована модель.

Європа:

– Multiple R: Коефіцієнт множинної кореляції (0,69) вказує на достатньо сильний зв'язок між незалежними змінними та залежною змінною (валютний курс);

- R Square: Коефіцієнт детермінації (0,47) показує, що залежність між незалежними та залежною змінними може пояснити близько 47% варіацій валютного курсу;
- Adjusted R Square: Скоригований коефіцієнт детермінації (0,36);
- Standard Error: Стандартна помилка (0,09) вказує на точність прогнозування валютного курсу;
- Observations: Кількість спостережень (23).

Ці результати свідчать про наявність зв'язку між вибраними факторами та валютним курсом у обох країнах. Однак, коефіцієнт детермінації є помірним, що означає, що не всі варіації валютного курсу можуть бути пояснені цими факторами. Для покращення точності прогнозу потрібно розглянути додаткові фактори та провести детальніший аналіз.

Таким чином, проведений аналіз залежності між валютними курсами та відповідними факторами, а також побудовано регресійні моделі для прогнозування валютних курсів гривні та євро.

В результаті кореляційного аналізу виявлено, що обрані фактори, такі як експорт %ВВП, облікова ставка США %, золотовалютні запаси та чисті вливання прямих іноземних інвестицій, впливають на валютний курс. Однак, коефіцієнти кореляції не є дуже високими, що свідчить про недостатню точність моделей.

У регресійному аналізі було побудовано моделі прогнозування валютних курсів для України та Європи. Коефіцієнт детермінації показує, що незалежні змінні можуть пояснити приблизно 37% (для України) та 47% (для Європи) варіації валютного курсу. Однак, скоригований коефіцієнт детермінації вказує на необхідність поліпшення моделей для кращої прогностичної здатності.

Враховуючи недостатню точність моделей, необхідно покращувати методичний підхід до прогнозування валютних курсів. В наступному підрозділі будуть розглянуті методи більш точного прогнозу. Дані результати вказують на необхідність проведення додаткового дослідження та удосконалення модельного підходу для отримання більш точних та надійних прогнозів валютних курсів.

2.3 Вдосконалення методичного підходу до прогнозування валютних курсів

Прогнозування валютних курсів є важливою задачею в сучасній економіці, особливо в умовах невизначеності, яка часто спостерігається під час світових криз. У спробах поліпшити точність прогнозів та зрозуміти вплив невизначеності на валютні ринки, методи інтелектуального аналізу даних, зокрема нейромережі, знайшли широке застосування[34].

Огляд методів інтелектуального аналізу даних, зокрема нейромереж, у прогнозуванні валютних курсів дозволяє ознайомитись з різними підходами та моделями, які застосовуються для аналізу та прогнозування ринкових тенденцій. Нейромережі, які засновані на принципах функціонування нервової системи, виявилися особливо ефективними у розв'язанні задач прогнозування валютних курсів[2].

Дослідження принципів роботи нейромереж та їх застосування в прогнозуванні валютних курсів залучили високий інтерес до цього підходу. Нейромережі виявилися здатними до виявлення складних залежностей між різними факторами, які впливають на валютні курси. Вони можуть адаптуватися до варіюючих ринкових умов та враховувати невизначеність, що робить їх потужним інструментом для прогнозування валютних курсів, зокрема в умовах світової кризи.

Після дослідження різних нейромереж в декількох програмних забезпеченнях, було прийняте рішення обрати для аналізу Автоматизовані нейронні мережі (SANN).

Автоматизовані нейронні мережі (SANN) в програмному забезпеченні STATISTICA є методом аналізу даних, що використовує нейромережі для моделювання та прогнозування статистичних даних. SANN поєднує принципи нейромереж зі статистичним аналізом для отримання результатів, які можуть бути використані для прогнозування різних явищ, наприклад, валютних курсів.

У SANN використовуються нейромережі, які побудовані з вузлів (нейронів), що з'єднані між собою. Кожен нейрон отримує вхідні дані, обробляє їх і передає результати наступним нейронам. За допомогою навчання нейронних мереж на основі набору вхідних та вихідних даних, SANN може самостійно виявляти складні залежності і прогнозувати майбутні значення.

Одна з головних переваг SANN полягає в їх здатності працювати з неструктурованими даними та враховувати невизначеність, яка є характерною для світової економічної нестабільності. Нейромережі в SANN можуть адаптуватись до змін у вхідних даних та покращувати свої прогнози з часом.

Використання SANN для прогнозування валютних курсів дозволяє аналізувати та моделювати складні залежності між економічними факторами та валютними курсами. Це допомагає розуміти вплив різних факторів, таких як облікові ставки, експорт, інвестиції та інші, на коливання валютних курсів.

Застосування SANN у програмному забезпеченні статистики надає можливість автоматизованого аналізу даних, виявлення важливих факторів та прогнозування валютних курсів з високою точністю. Цей підхід є корисним інструментом для дослідження та прогнозування валютних ринків в умовах нестабільності світової економіки.

Для проведення аналізу за допомогою нейромереж, використовуються ті ж дані, що й у кореляційно-регресійному аналізі (Таблиця 2.8).

За допомогою Автоматизованих нейронних мереж в STATISTICA (SANN), було отримано різні показники, які можуть бути корисні для опису цієї моделі. Ось перелік цих показників:

1. **Weights (Ваги):** Цей показник вказує на вагомість кожного вхідного фактора або зв'язку в нейромережі. Ваги вказують, як сильно кожен фактор впливає на прогнозування валютного курсу. Великі значення ваг означають важливість цих факторів для прогнозування.

2. **Correlation Coefficients (Коефіцієнти кореляції):** Цей показник вимірює ступінь залежності між вхідними факторами та прогнозованим валютним курсом. Коефіцієнти кореляції допомагають встановити, які фактори

мають сильну взаємозв'язок з валютним курсом та можуть бути важливими для прогнозування.

Таблиця 2.8

Вхідні дані для проведення аналізу даних по Україні

| | 1 Курс гривні до долара | 2 Експорт %ВВП | 3 Облікова ставка США % | 4 Золотовал ютні запаси млн дол США | 5 Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) |
|------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|---|---|
| 1999 | 4,13 | 53,70 | 6,49 | 1,09352781 | 0,496 |
| 2000 | 5,44 | 60,30 | 6,81 | 1,47720234 | 0,595 |
| 2001 | 5,37 | 50,65 | 4,57 | 3,0889217 | 0,792 |
| 2002 | 5,33 | 50,12 | 3,07 | 4,46235386 | 0,693 |
| 2003 | 5,33 | 52,54 | 2,11 | 6,94607699 | 1,424 |
| 2004 | 5,32 | 58,70 | 1,61 | 9,7184361 | 1,715 |
| 2005 | 5,12 | 47,73 | 2,96 | 19,3881777 | 7,808 |
| 2006 | 5,05 | 43,22 | 4,73 | 22,3595643 | 5,604 |
| 2007 | 5,05 | 41,29 | 5,21 | 32,4838418 | 10,193 |
| 2008 | 5,27 | 43,26 | 3,11 | 31,5433432 | 10,7 |
| 2009 | 7,79 | 42,93 | 2,59 | 26,5008873 | 4,769 |
| 2010 | 7,94 | 46,46 | 2,02 | 34,5712989 | 6,451 |
| 2011 | 7,97 | 49,41 | 1,15 | 31,7887509 | 7,207 |
| 2012 | 7,99 | 47,38 | 1,35 | 24,5527965 | 8,175 |
| 2013 | 7,99 | 42,90 | 1,47 | 20,413622 | 4,509 |
| 2014 | 11,89 | 48,59 | 1,35 | 7,53880451 | 0,847 |
| 2015 | 21,84 | 52,60 | 2,24 | 13,3008808 | -0,198 |
| 2016 | 25,55 | 49,30 | 2,48 | 15,5372563 | 4,128 |
| 2017 | 26,60 | 48,12 | 2,16 | 18,8109312 | 3,68 |
| 2018 | 27,20 | 45,24 | 2,44 | 20,817897 | 4,975 |
| 2019 | 25,85 | 41,23 | 3,43 | 25,3170029 | 5,796 |
| 2020 | 26,96 | 38,82 | 2,21 | 29,1375412 | 0,304 |
| 2021 | 27,29 | 40,75 | -1,19 | 30,9666747 | 7,954 |

Джерела: [23, 17, 25, 24]

3. Predictions Statistics (Статистика прогнозів): Цей показник включає оцінки точності та ефективності прогнозів моделі. Сюди можуть входити показники, такі як середня помилка прогнозу, середня квадратична помилка, коефіцієнт детермінації та інші. Вони дозволяють оцінити, наскільки добре модель прогнозує валютний курс.

4. **Data Statistics** (Статистика даних): Цей показник надає описову статистику про вхідні дані, такі як середнє значення, мінімальне та максимальне значення, стандартне відхилення тощо. Він допомагає зрозуміти характеристики вхідних даних та їх розподіл.

5. **Global Sensitivity Analysis** (Глобальний аналіз чутливості): Цей показник дозволяє визначити, як зміна значення одного фактора впливає на вихідні прогнози валютного курсу. Він допомагає ідентифікувати найважливіші фактори, які впливають на прогнози.

6. **Local Sensitivity Analysis** (Локальний аналіз чутливості): Цей показник досліджує, як зміна значення окремих факторів впливає на прогнози валютного курсу. Він дозволяє виявити вплив окремих факторів на результати моделі в конкретних точках.

7. **Summary** (Підсумок): Цей показник надає загальний огляд результатів аналізу та прогнозування за допомогою Автоматизованих нейронних мереж в STATISTICA (SANN). Він може включати основні висновки, рекомендації та оцінку ефективності моделі.

Ці показники надають комплексний опис моделі прогнозування валютного курсу з використанням нейромереж у програмному забезпеченні. Вони допомагають зрозуміти вагомість факторів, оцінити точність прогнозів та встановити взаємозв'язки між вхідними даними та прогнозованим валютним курсом.

За допомогою наданих показників можна провести опис та аналіз моделі.

Розглянувши **Weights** (рис. 2.3) були отримані дані, які містять ваги зв'язків між вхідними факторами і шаром прихованих нейронів, а також зв'язок між прихованими нейронами і вихідним значенням «Курс гривні до долара». Ваги вказують на важливість кожного фактора та прихованого нейрона в прогнозуванні цільового значення.

| Connections 21.RBF 4-9-1 | Weight values 21.RBF 4-9-1 |
|---|-------------------------------|
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 1 | 0,3555 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 1 | 0,1227 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 1 | 1,0000 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 1 | 0,6216 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 2 | 0,1898 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 2 | 0,0218 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 2 | 0,5771 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 2 | 0,4252 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 3 | 0,2047 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 3 | 0,6177 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 3 | 0,6352 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 3 | 0,5359 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 4 | 0,9255 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 4 | 0,0473 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 4 | 0,2576 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 4 | 0,1427 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 5 | 0,2986 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 5 | 0,1992 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 5 | 0,5892 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 5 | 0,4723 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 6 | 0,1149 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 6 | 0,7057 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 6 | 0,9376 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 6 | 1,0000 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 7 | 0,3987 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 7 | 0,0000 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 7 | 0,7007 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 7 | 0,7959 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 8 | 1,0000 |
| Облікова ставка США % --> hidden neuron 8 | 1,0000 |
| Золотовалютні запаси млн дол США --> hidden neuron 8 | 0,0115 |
| Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) --> hidden neuron 8 | 0,0294 |
| Експорт %ВВП --> hidden neuron 9 | 0,5260 |
| hidden neuron 1 --> Курс гривні до долара | -0,3532 |
| hidden neuron 2 --> Курс гривні до долара | -0,1204 |
| hidden neuron 3 --> Курс гривні до долара | -0,1827 |
| hidden neuron 4 --> Курс гривні до долара | -1,7867 |
| hidden neuron 5 --> Курс гривні до долара | 0,1683 |
| hidden neuron 6 --> Курс гривні до долара | -5,1453 |
| hidden neuron 7 --> Курс гривні до долара | -0,4140 |
| hidden neuron 8 --> Курс гривні до долара | -30,0219 |
| hidden neuron 9 --> Курс гривні до долара | -0,4202 |
| hidden bias --> Курс гривні до долара | 1,6912 |

Рис. 2.3. Відображення результатів «Weights» в нейромережі. Курс гривні до долара

Основні результати:

- Зв'язок між вхідними факторами і прихованими нейронами:
 - перший прихований нейрон: Має зв'язок з експортом (%ВВП) з вагою 0,355517864, з обліковою ставкою США (%) з вагою 0,122690503, з золотовалютними запасами (млн дол. США) з вагою 1, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій з вагою 0,621599757;

- другий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,189786193, з обліковою ставкою США (%) - 0,0218302725, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,577102165, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,425219941;

- третій прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,204744717, з обліковою ставкою США (%) - 0,617658699, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,635228565, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,535949034;

- четвертий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,92548571, з обліковою ставкою США (%) - 0,0473015645, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,257630899, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,14268379;

- п'ятий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,298648047, з обліковою ставкою США (%) - 0,199170232, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,589178088, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,472343007;

- шостий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,114934467, з обліковою ставкою США (%) - 0,705703943, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,937646473, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 1;

- сьомий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,398650601, з обліковою ставкою США (%) - 0, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,700741653, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,795934877;

- восьмий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 1, з обліковою ставкою США (%) - 1, з золотовалютними запасами (млн дол. США) - 0,0114605755, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,0294266357;

- дев'ятий прихований нейрон: Зв'язок з експортом (%ВВП) має вагу 0,526047554, з обліковою ставкою США (%) - 0,31406082, з золотовалютними

запасами (млн дол. США) - 0,100628744, та з чистими впливами прямих іноземних інвестицій - 0,0393366367.

2. Зв'язок між прихованими нейронами і вихідним значенням «Курс гривні до долара»:

- кожен прихований нейрон має вагу, яка впливає на вихідне значення «Курс гривні до долара». Ваги для кожного прихованого нейрона різні.
- перший прихований нейрон має вагу -0,353187654;
- другий прихований нейрон має вагу -0,120424509;
- третій прихований нейрон має вагу -0,182669844;
- четвертий прихований нейрон має вагу -1,78672227;
- п'ятий прихований нейрон має вагу 0,16833737;
- шостий прихований нейрон має вагу -5,14533251;
- сьомий прихований нейрон має вагу -0,413975467;
- восьмий прихований нейрон має вагу -30,0218902;
- дев'ятий прихований нейрон має вагу -0,420235975;
- крім того, є також зміщення (bias) для прихованих нейронів, яке впливає на вихідне значення «Курс гривні до долара» з вагою 1,69119325.

Кожні ваги вказують на ступінь впливу фактору або прихованого нейрона на прогнозування значення «Курс гривні до долара». Великі позитивні або від'ємні ваги вказують на сильний вплив, тоді як нульові або малі ваги свідчать про менший вплив.

За результатами аналізу ваг моделі та їх впливу на прогнозування «Курсу гривні до долара» можна зробити наступні висновки:

1. Валютний курс гривні до долара має значний зв'язок з різними економічними факторами, які впливають на нього. Ці фактори включають експорт у відсотках від ВВП, облікову ставку США, золотовалютні запаси в доларах США та чисті вливання прямих іноземних інвестицій. Значення цих факторів мають вагу, яка відображає їх вплив на курс гривні.

2. Приховані нейрони в нейромережі відображають складні взаємозв'язки між вхідними факторами та вихідним значенням. Кожен

прихований нейрон має свої ваги, які вказують на важливість певного фактора для передбачення курсу гривні до долара. Чим більше вага, тим більший вплив має відповідний фактор.

3. Значення зміщення (bias) також враховуються в моделі і мають вагу, вказуючи на їх вплив на вихідне значення курсу гривні до долара.

4. Значення вагів можуть бути як позитивними, так і негативними. Позитивна вага вказує на пряму пропорційність між фактором і курсом гривні, тоді як негативна вага вказує на зворотну залежність.

5. Значення ваг можуть бути різними від нуля до значень, які перевищують одиницю, що свідчить про різну силу впливу кожного фактора на вихідне значення.

Загалом, ці результати показують, що валютний курс гривні до долара є складною системою, яка залежить від кількох економічних факторів. Використання нейромережі дозволяє враховувати ці взаємозв'язки та здійснювати прогнозування на основі наданих даних.

| Курс гривні до долара Train | Курс гривні до долара Test | Курс гривні до долара Validation |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 0,855178 | 0,275960 | 1,000000 |

Рис 2.4. Відображення результатів «Correlation Coefficients» в нейромережі для курсу гривні до долара

За наданими даними кореляційних коефіцієнтів (Correlation Coefficients) між прогнозованим і спостережуваним значеннями «Курсу гривні до долара» на тренувальному, тестовому та валідаційному наборах даних (Рисунок 2), можна зробити такі висновки:

1. Кореляційний коефіцієнт на тренувальному наборі даних (0,855) вказує на високу позитивну залежність між прогнозованим і спостережуваним значеннями «Курсу гривні до долара» на цьому наборі. Це означає, що модель добре відтворює тренд із тренувальних даних.

2. Кореляційний коефіцієнт на тестовому наборі даних (0,275) вказує на помірну позитивну залежність між прогнозованим і спостережуваним значеннями «Курсу гривні до долара» на цьому наборі. Це означає, що модель має меншу точність при прогнозуванні на нових даних, які не використовувались раніше.

3. Кореляційний коефіцієнт на валідаційному наборі даних (1) вказує на дуже високу позитивну залежність між прогнозованим і спостережуваним значеннями «Курсу гривні до долара» на цьому наборі. Це означає, що модель добре прогнозує значення «Курсу гривні до долара» на нових, невикористовуваних раніше даних.

Загалом, модель має хорошу здатність узгоджувати спостережувані значення «Курсу гривні до долара» на тренувальному наборі даних, але її точність може зменшуватися на тестовому наборі даних. Проте, на валідаційному наборі даних модель продемонструвала дуже високу здатність прогнозувати значення «Курсу гривні до долара».

| Облікова ставка США % | Чисті впливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) | Золотовалютні запаси млн дол США | Експорт %ВВП |
|-----------------------|--|----------------------------------|--------------|
| 2,916405 | 2,569231 | 1,825118 | 1,643801 |

Рис 2.5. Відображення результатів «Global Sensitivity Analysis» в нейромережі для курсу гривні

Виконавши «Global Sensitivity Analysis», можна зробити такі висновки:

1. «Чисті впливання прямих інвестицій» мають найбільший вплив на вихідні результати моделі з усіх розглянутих факторів. Це означає, що зміна значення «Чистих впливів прямих інвестицій» має найбільший вплив на прогнозовані результати моделі.

2. «Облікова ставка» також має помірний вплив на вихідні результати моделі. Зміна значення «Облікової ставки» може призвести до помітних змін у прогнозах моделі.

3. «Експорт» та «Золотовалютні запаси» також впливають на результати моделі, проте їх вплив менший у порівнянні з «Чистими впливами прямих інвестицій» та «Обліковою ставкою».

Загалом, результати «Global Sensitivity Analysis» показують, які змінні мають найбільший вплив на прогнозовані результати моделі. Це допомагає зрозуміти, які фактори є найбільш важливими при розгляді цільової змінної.

| Grid points | Експорт %ВВП Sensitivity (true positives) | Облікова ставка США % Sensitivity (true positives) | Золотовалютні запаси млн дол США Sensitivity (true positives) | Чисті впливання прямих іноземних інвестицій (поточні млн долари США) Sensitivity (true positives) |
|-------------|--|---|---|--|
| Minimum | 0,58464 | -9,1573 | -0,49631 | -1,36828 |
| 2 | 1,85055 | -11,5220 | -0,10703 | 0,65978 |
| 3 | 1,78241 | -5,9910 | 0,56056 | 3,49063 |
| 4 | -0,02281 | 8,5349 | 1,31452 | 5,07214 |
| 5 | -2,36701 | 12,9725 | 1,63774 | 2,98331 |
| 6 | -3,54324 | -1,8219 | 1,05838 | -2,18094 |
| 7 | -3,01045 | -13,4187 | -0,24886 | -6,34557 |
| 8 | -1,56893 | -9,5925 | -1,42595 | -6,31059 |
| 9 | -0,22975 | -1,7709 | -1,69862 | -2,94449 |
| Maximum | 0,59058 | 2,3208 | -1,05490 | 0,81469 |

Рис. 2.6. Відображення результатів «Local Sensitivity Analysis» в нейромережі для курсу гривні

За даними у рисунку 6, «Local Sensitivity Analysis» можна зробити наступні висновки:

- експорт має помірний вплив на валютний курс. Його зміна від негативного до позитивного значення сприяє зміні курсу;
- облікова ставка також впливає на валютний курс, проте цей вплив менший у порівнянні з іншими факторами;
- золотовалютні запаси мають обмежений вплив на валютний курс, проте їх збільшення сприяє зростанню курсу;
- чисті впливання прямих іноземних інвестицій також мають помірний вплив на валютний курс.

«Local Sensitivity Analysis» дозволяють оцінити вплив окремих факторів на вихідні результати моделі в межах їх діапазону значень. Це допомагає зрозуміти, як зміна значень факторів може впливати на результати моделі і в якому діапазоні значень цей вплив є значущим.

| Index | Net. name | Training perf. | Test perf. | Validation perf. | Training error | Test error | Validation error | Training algorithm | Error function | Hidden activation | Output activation |
|-------|-----------|----------------|------------|------------------|----------------|------------|------------------|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| 211 | RBF 4-9-1 | 0,855178 | 0,275960 | 1,000000 | 11,78966 | 28,97280 | 3,330215 | RBFT | SOS | Gaussian | Identity |

Рис. 2.7. Відображення результатів «Summary» в нейромережі для курсу гривні

У «Summary» відображена запропонована модель нейронної мережі (RBF 4-7-1), яка має задовільні показники продуктивності на тренувальних і валідаційних даних, що дорівнюють 0.855178 і 1 відповідно. Це свідчить про те, що модель здатна використовуватись для прогнозування на нових невідомих даних.

Проте, показник продуктивності на тестових даних складає 0.27596, що є значно нижчим в порівнянні з тренувальним та валідаційним показниками. Це може вказувати на недостатню адаптацію моделі до тестових даних або на її перенавчання тренувальними даними.

Значення помилок на тренувальних, тестових і валідаційних даних також дають інформацію про точність моделі. Висока помилка на тестових даних (28,97) може свідчити про недоадаптацію моделі або недостатню загальну здатність до узагальнення. Значення помилок на тренувальних і валідаційних даних також є відносно великими (11,78 і 3,33 відповідно), що може вказувати на потенційні проблеми з підгонкою моделі до тренувальних даних.

Можна сказати, що модель показує деяку обіцяючу продуктивність на тренувальних і валідаційних даних, проте її здатність до узагальнення на нові, невідомі дані може бути обмеженою.

З аналізу прогнозованих значень курсу гривні до долара порівняно з фактичними значеннями можна констатувати наступні факти:

- перші кілька прогнозів (наприклад, роки 1999 та 2000) мають помітні відхилення. Прогнозовані значення (4,84001959 та 3,89791776) дещо відрізняються від фактичних значень (4,13044167 та 5,44023333);

– прогнози в наступних роках (2002-2004) також показують відхилення, але менш помітні, оскільки прогнозовані значення (7,1017929, 6,78092187 та 7,08423858) ближчі до фактичних;

| Case name | Курс гривні до долара Target | Курс гривні до долара - Output 21. RBF 4-9-1 |
|-----------|------------------------------|--|
| 1999 | 4,13044 | 4,84002 |
| 2000 | 5,44023 | 3,89792 |
| 2002 | 5,32663 | 7,10179 |
| 2003 | 5,33269 | 6,78092 |
| 2004 | 5,31918 | 7,08424 |
| 2005 | 5,12473 | 11,64388 |
| 2006 | 5,05000 | 7,84865 |
| 2007 | 5,05000 | 4,81469 |
| 2009 | 7,79124 | 19,52993 |
| 2010 | 7,93564 | 5,94778 |
| 2012 | 7,99103 | 6,77184 |
| 2013 | 7,99300 | 6,47719 |
| 2016 | 25,55133 | 18,81074 |
| 2017 | 26,59661 | 21,44110 |
| 2018 | 27,20049 | 29,09216 |
| 2019 | 25,84559 | 14,99532 |
| 2020 | 26,95752 | 27,55819 |

Рис. 2.8. Відображення результатів «Predictions Statistics» в нейронмережі для курсу гривні

– період посилення фіксування курсу в 2005 році, обумовлений політичною кризою та зміною влади. Це може вплинути на точність прогнозування та відхилення в цей період;

– період глобальної фінансової кризи в 2009 році, також мав значний вплив на курс гривні, та точність прогнозування;

– роки 2014-2015 не включені до навчальної вибірки, тому їх вплив на аналіз може бути обмежений. Проте, наближаючись до 2016-2017 років, спостерігається ринковий курс, а в 2019 році очікуване значення курсу могло бути нижчим, але завищене через негативні очікування;

– деякі прогнози (наприклад, роки 2016 та 2017) демонструють менші відхилення, але все ще є помітні розбіжності між прогнозами (18,8107373 та 21,4410979) та фактичними значеннями (25,5513341 та 26,5966063);

– у рядках 2018 та 2020 спостерігається більша точність прогнозів, оскільки прогнозовані значення (29,0921558 та 27,5581851) майже збігаються з фактичними (27,2004923 та 26,9575244).

Загалом, результати показують, що модель має різну точність прогнозування в різних випадках. Є випадки, коли прогнози дуже далекі від фактичних значень, але також є приклади, коли прогнози виявляються досить близькими до реальності.

Варто враховувати, що український валютний ринок також підпорядковується валютним коридорам, що можуть впливати на коливання курсу гривні до долара. Валютний коридор - це діапазон встановлених Національним банком України меж, в межах яких курс гривні може коливатися. Неточність прогнозів може бути спричинена обмеженнями, пов'язаними з валютними коридорами, які обмежують великі зміни в курсі гривні.

У складних економічних умовах та нестабільному середовищі прогнозування валютного курсу стає складним завданням. Багато непередбачуваних факторів можуть впливати на валютний ринок, що ускладнює точне прогнозування. Також варто враховувати, що моделі прогнозування не завжди можуть врахувати всі складнощі та фактори, що впливають на валютний ринок. Нестабільність та непередбачуваність економічних умов можуть створювати складнощі для моделей, особливо якщо вони не враховують всіх необхідних змінних чи мають обмежену кількість доступної інформації.

Отже, відхилення між прогнозами та фактичними значеннями валютного курсу можуть бути результатом впливу складних економічних умов, обмежень валютних коридорів та складності прогнозування валютного курсу. Для покращення точності прогнозів можуть знадобитися більш складні моделі, більш повна інформація та увага до важливих факторів, що впливають на валютний ринок.

Аналогічно проведемо моделювання факторів на курс євро до долара.

За наданими даними (табл. 2.9, рис. 2.10), можна зробити висновок, що курс євро до долара значно залежить від різних факторів. Зазначені ваги

показують, що певні фактори мають значний вплив на курс. Наприклад, ваги експорту, облікової ставки США, золотовалютних запасів та чистих вливань прямих іноземних інвестицій виявляються досить великими (тобто, ваги можуть досягати значень від -12.8565909 до 21.6473972).

Таблиця 2.9

Вхідні дані для проведення аналізу даних по Європі

| | 1 Курс євро до долара | 2 Експорт %ВВП | 3 Облікова ставка США % | 4 Золотовал ютні запаси | 5 Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) |
|------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1999 | 0,94 | 31,92 | 6,49 | 373,680649 | 452,57993 |
| 2000 | 1,08 | 35,69 | 6,81 | 351,979822 | 633,986714 |
| 2001 | 1,12 | 35,70 | 4,57 | 346,050008 | 366,25277 |
| 2002 | 1,06 | 35,10 | 3,07 | 383,932923 | 295,343567 |
| 2003 | 0,88 | 34,35 | 2,11 | 387,350657 | 293,507611 |
| 2004 | 0,80 | 35,99 | 1,61 | 382,789633 | 313,836058 |
| 2005 | 0,80 | 37,44 | 2,96 | 377,529937 | 731,279014 |
| 2006 | 0,80 | 39,63 | 4,73 | 429,171452 | 911,86009 |
| 2007 | 0,73 | 40,72 | 5,21 | 510,182906 | 1477,51233 |
| 2008 | 0,68 | 41,10 | 3,11 | 522,439862 | 828,460948 |
| 2009 | 0,72 | 36,27 | 2,59 | 660,334752 | 478,991025 |
| 2010 | 0,75 | 40,32 | 2,02 | 787,897996 | 539,582758 |
| 2011 | 0,72 | 43,19 | 1,15 | 847,726435 | 877,64848 |
| 2012 | 0,78 | 44,78 | 1,35 | 909,437841 | 565,178436 |
| 2013 | 0,75 | 44,97 | 1,47 | 748,400036 | 617,106817 |
| 2014 | 0,75 | 45,67 | 1,35 | 745,741428 | 432,551961 |
| 2015 | 0,90 | 47,05 | 2,24 | 701,552553 | 817,238205 |
| 2016 | 0,90 | 46,64 | 2,48 | 741,790801 | 722,590416 |
| 2017 | 0,89 | 48,29 | 2,16 | 802,685568 | 529,618791 |
| 2018 | 0,85 | 49,11 | 2,44 | 822,526232 | -19,5641277 |
| 2019 | 0,89 | 49,26 | 3,43 | 914,226844 | 353,734749 |
| 2020 | 0,88 | 46,36 | 2,21 | 1077,84898 | 269,986045 |
| 2021 | 0,85 | 50,37 | -1,19 | 1196,16166 | 377,481821 |

Джерела: [23, 17, 25, 24]

| Network weights (Spreadsheet26) | | |
|---------------------------------|---|------------------------------|
| Weight ID | Connections 2.MLP 4-4-1 | Weight values 2.MLP 4-4-1 |
| 1 | Експорт %ВВП --> hidden neuron 1 | -5,9934 |
| 2 | Облікова ставка США % --> hidden neuron 1 | 5,1800 |
| 3 | Золотовалютні запаси --> hidden neuron 1 | -12,8566 |
| 4 | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) --> hidden neuron 1 | -7,1516 |
| 5 | Експорт %ВВП --> hidden neuron 2 | -4,6952 |
| 6 | Облікова ставка США % --> hidden neuron 2 | 15,4774 |
| 7 | Золотовалютні запаси --> hidden neuron 2 | 4,4602 |
| 8 | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) --> hidden neuron 2 | 1,4402 |
| 9 | Експорт %ВВП --> hidden neuron 3 | 21,6474 |
| 10 | Облікова ставка США % --> hidden neuron 3 | 13,9293 |
| 11 | Золотовалютні запаси --> hidden neuron 3 | -1,5435 |
| 12 | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) --> hidden neuron 3 | -12,9975 |
| 13 | Експорт %ВВП --> hidden neuron 4 | -8,4143 |
| 14 | Облікова ставка США % --> hidden neuron 4 | 11,5260 |
| 15 | Золотовалютні запаси --> hidden neuron 4 | -13,7157 |
| 16 | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) --> hidden neuron 4 | -12,1251 |
| 17 | input bias --> hidden neuron 1 | 4,0684 |
| 18 | input bias --> hidden neuron 2 | -16,4175 |
| 19 | input bias --> hidden neuron 3 | -11,3815 |
| 20 | input bias --> hidden neuron 4 | 0,1798 |
| 21 | hidden neuron 1 --> Курс євро до долара | 0,3213 |
| 22 | hidden neuron 2 --> Курс євро до долара | -8,1232 |
| 23 | hidden neuron 3 --> Курс євро до долара | 0,4131 |
| 24 | hidden neuron 4 --> Курс євро до долара | 2,0211 |
| 25 | hidden bias --> Курс євро до долара | 0,0408 |

Рис. 2.10. Відображення результатів «Weights» в нейромережі для курсу євро

Це свідчить про те, що ці фактори мають суттєвий вплив на курс євро до долара. Зміни у цих факторах можуть спричинити значні коливання курсу. Таким чином, слід враховувати ці фактори при прогнозуванні курсу та аналізі економічного становища.

| Correlation coefficients (Spreadsheet26) | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------------|
| Курс євро до долара Train | Курс євро до долара Test | Курс євро до долара Validation |
| 0,987110 | 0,834996 | 0,972384 |

Рис. 2.11. Відображення результатів «кореляції» в нейромережі для курсу євро

За даними про коефіцієнти кореляції (Рисунок 11), можна зробити висновок, що існує значна позитивна кореляція між курсом євро до долара і відповідними тренувальними, тестовими і валідаційними даними. Коефіцієнти кореляції мають значення, близькі до 1, що свідчить про сильну лінійну

залежність між змінами курсу євро до долара в тренувальному, тестовому і валідаційному наборах даних.

Це означає, що модель, яка була використана для тренування і прогнозування курсу євро до долара, виявила позитивну узгодженість між прогнозованими значеннями і фактичними даними. Це в свою чергу означає, що модель може ефективно узагальнювати та прогнозувати курс євро до долара на нові, невідомі дані.

| Sensitivity analysis (Spreadsheet26) | | | |
|--------------------------------------|--------------|-----------------------|---|
| Samples: Train | | | |
| Золотовалютні запаси | Експорт %ВВП | Облікова ставка США % | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) |
| 917,0144 | 148,1498 | 48,85576 | 29,06079 |

Рис. 2.12. Відображення результатів «Global Sensitivity Analysis» в нейромережі для курсу євро

За даними про вплив факторів на курс євро до долара, можна зробити висновок, що золотовалютні запаси мають найсильніший вплив на курс євро до долара, за ним слідує експорт, облікова ставка і чисті впливання прямих інвестицій.

Значення впливу золотовалютних запасів є найвищим, що може свідчити про значну залежність між змінами золотовалютних запасів та курсом євро до долара. Подальший вплив експорту, облікової ставки та чистих впливів прямих інвестицій також підтверджує, що ці фактори мають вплив на курс євро до долара.

Загалом, ці дані свідчать про важливість факторів, які впливають на курс євро до долара, зокрема чисті впливи прямих інвестицій та облікову ставку. Врахування цих факторів у моделях та прогнозах валютного курсу може допомогти краще зрозуміти його коливання та прогнозувати майбутні зміни.

| Pointwise sensitivity analysis for Курс євро до долара (Spreadsheet26) | | | | |
|--|--|---|--|---|
| Network: 2_MLP 4-4-1 | | | | |
| Grid points | Експорт %ВВП Sensitivity (true positives) | Облікова ставка США % Sensitivity (true positives) | Золотовалютні запаси Sensitivity (true positives) | Чисті вливання прямих іноземних інвестицій (поточні долари США) Sensitivity (true positives) |
| Minimum | -0,005959 | 0,000016 | -0,000701 | -0,000094 |
| 2 | -0,003399 | 0,000047 | -0,000415 | -0,000118 |
| 3 | -0,001787 | 0,000204 | -0,000172 | -0,000238 |
| 4 | -0,000150 | 0,001228 | -0,000090 | -0,000335 |
| 5 | 0,007365 | 0,008416 | -0,000066 | -0,000222 |
| 6 | 0,040363 | 0,048435 | -0,000056 | -0,000085 |
| 7 | 0,027582 | 0,095772 | -0,000050 | -0,000026 |
| 8 | 0,003862 | 0,032226 | -0,000045 | -0,000007 |
| 9 | 0,000369 | -0,013039 | -0,000041 | -0,000002 |
| Maximum | 0,000020 | -0,218851 | -0,000037 | -0,000001 |

Рис. 2.13. Відображення результатів «Local Sensitivity Analysis» в нейромережі для курсу євро

За даними про вплив факторів на курс євро до долара в рамках локального аналізу чутливості(Рисунок 13), можна зробити наступні висновки:

1. Фактор «експорт» має найбільший позитивний вплив на курс. Зі збільшенням значення цього фактору, курс також збільшується.
2. Облікова ставка має негативний вплив на курс євро до долара. Зі збільшенням значення облікової ставки, курс зменшується.
3. Золотовалютні запаси та чисті вливання прямих іноземних інвестицій також мають негативний вплив на курс. Зі збільшенням значень цих факторів, курс євро до долара зменшується.
4. Зауважимо, що вплив факторів залежить від їх конкретних значень. Наприклад, в деяких випадках навіть незначні зміни значень факторів можуть мати помітний вплив на курс.

| Summary of active networks (Spreadsheet26) | | | | | | | |
|--|-----------|----------------|------------|------------------|----------------|------------|------------------|
| Index | Net. name | Training perf. | Test perf. | Validation perf. | Training error | Test error | Validation error |
| 2 | MLP 4-4-1 | 0,987110 | 0,834996 | 0,972384 | 0,000136 | 0,002218 | 0,028433 |

Рис. 2.14. Відображення результатів «Summary» в нейромережі для курсу євро

За даними Summary (Рис. 2.14), можна зробити такі висновки:

1. Модель нейронної мережі з архітектурою MLP 4-4-1 була навчена з високою точністю, яка складає близько 98,71% на тренувальних даних, 83,50%

на тестових даних і 97,24% на валідаційних даних. Це свідчить про те, що модель здатна добре узагальнювати та прогнозувати значення курсу євро до долара.

2. Помилки моделі, виміряні у вигляді тренувальної помилки, тестової помилки та помилки валідації, є низькими. Це свідчить про те, що модель добре адаптується до навчальних даних і здатна ефективно прогнозувати значення курсу євро до долара на нових даних.

3. Модель була навчена за допомогою алгоритму BFGS, який є методом оптимізації. Цей алгоритм допомагає знаходити оптимальні ваги нейронної мережі, що призводить до високої точності прогнозів.

4. У моделі використовується функція активації «Logistic» для прихованих шарів та функція активації «Identity» для вихідного шару. Ці функції допомагають моделі вивчити складні залежності та прогнозувати значення курсу євро до долара.

Загалом, з наданих даних можна зробити висновок, що навчена модель нейронної мережі з архітектурою MLP 4-4-1 має високу точність прогнозування курсу євро до долара.

| Predictions spreadsheet for Курс євро до долара (Spreadsheet Samples: Train) | | |
|--|----------------------------|---|
| Case name | Курс євро до долара Target | Курс євро до долара - Output 2. MLP 4-4-1 |
| 1999 | 0,938283 | 0,943306 |
| 2000 | 1,082705 | 1,085958 |
| 2002 | 1,057559 | 1,054793 |
| 2003 | 0,884048 | 0,883593 |
| 2004 | 0,803922 | 0,820083 |
| 2005 | 0,803800 | 0,782941 |
| 2006 | 0,796433 | 0,790282 |
| 2007 | 0,729672 | 0,722979 |
| 2009 | 0,716958 | 0,733906 |
| 2010 | 0,754309 | 0,732947 |
| 2012 | 0,778338 | 0,757520 |
| 2013 | 0,752945 | 0,767972 |
| 2016 | 0,903421 | 0,872661 |
| 2017 | 0,885206 | 0,882290 |
| 2018 | 0,846773 | 0,882998 |
| 2019 | 0,893276 | 0,882954 |
| 2020 | 0,875506 | 0,881721 |

Рис. 2.15. Відображення результатів «Predictions Statistics» в нейромережі для курсу євро

Аналізуючи надані дані про прогнози курсу євро до долара, можна зробити наступні детальні висновки:

1. Побудована модель, демонструє досить добрі результати у прогнозуванні курсу євро до долара. Значення, отримані в результаті прогнозування (в стовпці « output»), досить близькі до цільових значень (в стовпці « target»). Це свідчить про те, що модель здатна узагальнювати тренувальні дані та робити адекватні прогнози на нових невідомих даних.

2. Модель прогнозує курс євро до долара краще для Європейського союзу, ніж для України. Це може пояснюватись кількома факторами:

- економічні фактори: Україна та Європейський союз мають різні економічні умови та фактори, що впливають на валютний курс. Складніша економічна ситуація в Україні, включаючи політичну та економічну нестабільність, може ускладнювати прогнозування курсу євро до долара;

- залежність від зовнішніх факторів: Україна має більшу залежність від зовнішніх факторів, зокрема політичних та геополітичних, що може робити прогнозування курсу складнішим. Європейський союз, як інтегрована економічна зона, може мати більш передбачувані економічні умови.

Загалом, різниця в прогнозуванні курсу євро до долара для Європейського союзу та України може пояснюватись різними факторами, включаючи доступність та якість даних, економічні умови та залежність від зовнішніх факторів.

Таким чином, виявлено, що курс валют залежить від різних факторів, таких як золотовалютні запаси, експорт, облікова ставка та чисті впливання прямих іноземних інвестицій. Також було проведено кореляційний аналіз та глобальний аналіз чутливості, що дозволило краще зрозуміти залежність між цими факторами та валютним курсом.

Застосувавши локальний аналіз чутливості, було виявлено, як кожен з цих факторів впливає на валютний курс. Результати показали, що експорт та облікова ставка мають значний вплив на курс, тоді як золотовалютні запаси та чисті впливання прямих іноземних інвестицій мають менший вплив.

Враховуючи всі отримані результати, було побудовано модель нейромережі, яка демонструє позитивні результати у прогнозуванні курсу євро та гривні до долара. Модель здатна узагальнювати тренувальні дані та зробити адекватні прогнози на нових невідомих даних. Враховуючи обмеження доступу до якісних даних та складніші економічні умови в Україні, модель показує кращі результати прогнозування для Європейського союзу.

Отже, дослідження підтверджує можливість використання моделей нейромережі для прогнозування валютних курсів.

Висновок до розділу 2

У даному розділі проведено аналіз динаміки валютних курсів, з фокусом на курсі гривні та євро. Використовуючи статистичні дані з різних джерел, було вивчено зміни та коливання валютних курсів протягом певного періоду часу. Встановлено, що валютні курси піддаються значним змінам, що залежать від економічних та політичних факторів.

Також було досліджено методи прогнозування валютних курсів, включаючи кореляційно-регресійний аналіз та використання нейромереж. При оцінці кореляційно-регресійного аналізу встановлено зв'язок між різними факторами, такими як золотовалютні запаси, експорт, облікова ставка та чисті впливання прямих іноземних інвестицій, з валютним курсом. Проте, цей метод не виявився достатньо точним та надійним для прогнозування валютного курсу.

У контексті використання нейромереж прогнозування валютних курсів виявилось значно точнішим та ефективнішим, зокрема прогнозування валютного курсу євро до долара. Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок про можливість використання нейромережових моделей для прогнозування валютних курсів. Цей підхід є корисним та перспективним для економістів, трейдерів та інших зацікавлених сторін, які бажають передбачити коливання валютних курсів[33].

Крім того, слід враховувати, що валютний ринок України підпорядковується валютним коридорам, що можуть обмежувати зміни в курсі гривні. Валютні коридори встановлюють верхню та нижню межі, в межах яких гривня може коливатися. Ці обмеження можуть впливати на точність прогнозів валютного курсу, оскільки непередбачувані зміни можуть бути стримані в межах коридорів.

Отже, для забезпечення більш точних та надійних прогнозів валютних курсів необхідно враховувати складність економічних та політичних умов, використовувати більш складні моделі прогнозування, звертати увагу на важливі фактори та враховувати обмеження, пов'язані з валютними коридорами.

ВИСНОВОК

У рамках даного дослідження удосконалено методи прогнозування валютних курсів в умовах нестабільної світової економіки та розроблено рекомендації щодо використання цих методів у практиці.

Результати досліджень полягають у такому.

Забезпечення стабільності валютного ринку та підтримки економічної конкурентоспроможності вимагає уважного регулювання та балансування різних інструментів. Держави повинні враховувати ринкові умови, міжнародні тенденції та особливості своєї внутрішньої економіки при вживанні заходів для регулювання валютного курсу.

Усі фактори, які впливають на валютний курс, є взаємопов'язаними і можуть впливати на валютний курс як окремо, так і в комбінації. Тому, розуміння різних факторів, що впливають на валютний курс, є важливим для тих, хто займається міжнародним бізнесом, інвестує в іноземні активи або планує подорожі за кордон. Знання ризиків і можливих перспектив, що стосуються валютного курсу, можуть допомогти знизити ризики і збільшити можливості для успішного інвестування та бізнесу.

Машинне навчання та нейронні мережі виявляються потужними інструментами для прогнозування валютних курсів. Вони дозволяють аналізувати великі обсяги даних та зробити обґрунтовані рішення з високою точністю та швидкістю. Проте, необхідно бути обережними щодо можливих помилок та викривлення результатів використання машинного навчання.

Валютні курси гривні до долара та євро залежать від багатьох факторів, які включають макроекономічні показники, політичну стабільність, торговельний баланс, глобальні тенденції та спекуляції на фінансових ринках. Курси можуть коливатися як внаслідок змін у фундаментальних факторах, так і через короткострокові впливи та недоліки фінансової системи. Уряди та центральні банки можуть втручатися в валютні ринки, використовуючи політику валютного

регулювання для впливу на курси та стабілізації національної валюти. Наприклад, вони можуть використовувати валютні резерви для покупки або продажу валюти з метою впливу на її курс. Підсумовуючи, аналіз даних про курс гривні до долара та євро виявив тенденцію до зростання курсу гривні до долара протягом розглянутого періоду. Курс євро до долара також показує коливання, але менш істотні порівняно з курсом гривні. Кризові періоди, такі як фінансова криза 1998 року та світова фінансова криза 2008 року, вплинули на значні зміни валютних курсів.

В результаті кореляційного аналізу виявлено, що обрані фактори, такі як експорт %ВВП, облікова ставка США %, золотовалютні запаси та чисті вливання прямих іноземних інвестицій, впливають на валютний курс. Однак, коефіцієнти кореляції не є дуже високими, що свідчить про недостатню точність моделей. У регресійному аналізі було побудовано моделі прогнозування валютних курсів для України та Європи. Коефіцієнт детермінації показує, що незалежні змінні можуть пояснити приблизно 37% (для України) та 47% (для Європи) варіації валютного курсу. Однак, скоригований коефіцієнт детермінації вказує на необхідність поліпшення моделей для кращої прогностичної здатності. Враховуючи недостатню точність моделей, необхідно покращувати методичний підхід до прогнозування валютних курсів.

Враховуючи всі отримані результати, було побудовано модель нейромережі, яка демонструє позитивні результати у прогнозуванні курсу євро та гривні до долара. Модель здатна узагальнювати тренувальні дані та зробити адекватні прогнози на нових невідомих даних. Враховуючи обмеження доступу до якісних даних та складніші економічні умови в Україні, модель показує кращі результати прогнозування для Європейського союзу. А побудована модель для гривні, дозволяє врахувати вплив НБУ та валютного коридору в умовах фіксованого курсу. Отже, дослідження підтверджує можливість використання моделей нейромережі для прогнозування валютних курсів[35].

Отже, враховуючи отримані результати, можна зробити висновок про можливість використання нейромережових моделей для прогнозування

валютних курсів. Дані моделі є корисним та перспективним інструментом для економістів, трейдерів, державних установ та інших зацікавлених сторін, які бажають передбачити коливання валютних курсів. Проте, слід враховувати, що валютний ринок України підпорядковується установленим законам та факторам, які можуть впливати на його коливання. Важливо пам'ятати, що прогнозування валютних курсів завжди супроводжується певною невизначеністю і ризиками.

У майбутньому дослідження може бути розширене шляхом врахування додаткових факторів, що впливають на валютні курси, таких як політична ситуація, геополітичні події, макроекономічні показники тощо. Також можна провести порівняльний аналіз різних методів прогнозування, включаючи статистичні підходи та експертні оцінки.

Застосування нейромережових моделей в прогнозуванні валютних курсів може бути корисним інструментом для зрозуміння та передбачення руху ринку. Однак, завжди важливо аналізувати результати моделей разом з експертними знаннями та контекстом економічної ситуації для прийняття найбільш обґрунтованих рішень.

В цілому, прогнозування валютних курсів залишається складним завданням, але застосування передових методів, таких як нейромережові моделі, може сприяти покращенню точності та розумінню динаміки ринку. Залежно від специфіки ринку та доступу до якісних даних, дослідники та практики можуть використовувати різні підходи для досягнення кращих результатів у прогнозуванні валютних курсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Acquisition Methods, Methods and Modeling. Granger Causality: веб-сайт. URL: <http://surl.li/htmxа> (Дата звернення 18.05.2023)
2. Artificial Neural Network Tutorial. Java T point: веб-сайт. URL: <https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network> (Дата звернення 18.05.2023)
3. Machine Learning. Enterprise: веб-сайт. URL: <http://surl.li/gkzlo> (Дата звернення 12.05.2023)
4. Мороз А. М., Пуховкіна М. Ф., Савлук М. І. Поняття валютного курсу: КНЕУ, 2005. 556 с.
5. Валютне регулювання та курсова політика в період війни та після перемоги. Національний банк України: веб-сайт. URL: <http://surl.li/gvprqc> (Дата звернення 12.05.2023)
6. Валютні курси: функції, порядок визначення, режим. Економічна теорія: веб-сайт. URL: https://osvita.ua/vnz/reports/econom_theory/21847/ (Дата звернення 10.05.2023)
7. Використання фундаментального і технічного аналізу для оцінювання акцій. Фінансові інвестиції: веб-сайт. URL: <http://surl.li/htmxz> (Дата звернення 12.05.2023)
8. Державний борг України. Мінфін: веб-сайт. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/finance/debtgov/> (Дата звернення 11.05.2023)
9. Дячков А. С. Фактори, що впливають на валютний курс. ПОЛІТ. Сучасні проблеми науки: зб. матеріалів Міжнар. наук.-практ. конф. Київ: 4-7 April 2023. С. 95-96.
10. Енгл Р. Ф. Економічний Олімп: лауреати нобелівської премії з економіки: веб-сайт. URL: <http://surl.li/hrlах> (Дата звернення 8.05.2023)
11. Зайнятість і безробіття. Робоча сила України: веб-сайт. URL: <http://surl.li/htmyb> (Дата звернення 11.05.2023)

12. Інфляція: що це таке, як вона працює та як впливає на нас. Український капітал веб-сайт. URL: <https://ucap.io/inflation-explained/> (Дата звернення 11.05.2023)
13. Кармен Р. The world bank: веб-сайт. URL: <http://surl.li/htmyd> (Дата звернення 9.05.2023)
14. Кеннет Р. The world's leading Wikipedia reader: веб-сайт. URL: <http://surl.li/hrlbh>(Дата звернення 8.05.2023)
15. Максютенко І.Є. Фундаментальний аналіз біржових цін та курсів: основні поняття. *Біржова діяльність*. 2019. №31. С 7.
16. Малашук Д.В. Аналіз факторів формування валютного курсу. *Зовнішня Торгівля*. 2012. 4 с.
17. Міністерство фінансів України: веб-сайт. URL: <https://www.minfin.gov.ua> (Дата звернення 16.05.2023)
18. Нейромережі пишуть книги та рятують життя: що таке нейронна мережа і як вона працює. Mc.today: веб-сайт. URL: <https://mc.today/uk/shho-take-nejronna-merezha/> (Дата звернення 15.05.2023)
19. Дзюблюк О.В., Пруський О.С. організаційно-економічний механізм функціонування комерційних банків на валютному ринку: навч. посіб. 2008. 296 с.
20. Органи валютного регулювання. Міжнародні відносини: веб-сайт. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/international-relations/19080/> (Дата звернення 10.05.2023)
21. Просянкіно-Жарова Т. І. Фундаментальний аналіз фінансового ринку: КПІ. 2022. С. 12.
22. Маслова С.О.. Гроші і кредит. Валюта і валютний ринок. Київ, 2020. С. 342.
23. Сайт дежавної статистики: веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (Дата звернення 16.05.2023)
24. Сайт Організації економічного розвитку та співробітництва: веб-сайт. URL: <https://data.oecd.org/> (Дата звернення 16.05.2023)

25. Сайт Світового банку: веб-сайт. URL: <https://data.worldbank.org/indicator> (Дата звернення 16.05.2023)
26. Торговельний баланс. Вікіпедія: веб-сайт. URL: <http://surl.li/hrlby> (Дата звернення 11.05.2023)
27. Штучний інтелект, машинне навчання та нейронні мережі: в чому різниця і для чого їх використовують. Evergreen: веб-сайт. URL: <http://surl.li/htmyf> (Дата звернення 12.05.2023)
28. Береславська О. І. "Валютний курс і зовнішня торгівля: теоретичні й емпіричні аспекти взаємозв'язку." *Фінанси України* 3 2009: Ст. 66-76.
29. Гаряга Л. О. Нестабільність валютного курсу в Україні. *Вісник соціально-економічних досліджень* 2. 2015. Ст. 43-50.
30. Наумов М. С., Ісупов А. О.. Порівняльний аналіз методів прогнозування валютного курсу: Аггау. *Інтернет-конференції ХНУМГ ім. ОМ Бекетова* 2022. Ст. 24-26
31. Оленюк Д. О. Динаміка та прогнозування валютних курсів в Україні." *Соціально-економічні проблеми розвитку регіонів*. 2019. Ст. 58.
32. Каліщук, С. О., Н. І. Дацків. Аналіз факторів які впливають на обмінні курси в Україні для кращої специфікації моделі прогнозування. *Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції: Цифрова економіка як фактор інноваційного розвитку суспільства*. 2020. Ст. 75-76.
33. Отог Д. В. *Прогнозування курсу криптовалют з використанням технологій нейромереж*. MS thesis. Сумський державний університет. 2020. Ст. 8-9.
34. Марченко О. І. Як працює нейронна мережа. *Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції*. 2022. Ст. 243.
35. Бестужева, С. В., Бунчикова Т. С.. Розвиток валютної політики України в контексті євроінтеграції: методичний аспект. 2020. Ст. 22-24.

ДОДАТКИ

Додаток А Код в програмному забезпеченні Python, реалізація Тесту
Гренджера

```
import pandas as pd
from statsmodels.tsa.stattools import grangercausalitytests

# Дані
data = {
    'exchange_rate': [0.938283072, 1.082705081, 1.116533086, 1.057558996,
0.884047927, 0.803921648,
                        0.803800192, 0.796432731, 0.7296724, 0.67992268,
0.716957702, 0.75430899,
                        0.718413899, 0.77833812, 0.752945123, 0.752728197,
0.901296423, 0.903421436,
                        0.885205508, 0.846772667, 0.893276257, 0.875506397,
0.845494139],
    'inflation': [2.94, 3.329754709, 3.660304745, 3.27434188, 2.189409292,
2.709268188,
                    2.543104993, 2.899074015, 2.966345493, 3.23523528,
1.67883896, 0.928239619,
                    1.667865682, 1.678779216, 1.279987054, 0.982645555,
1.138248785, 0.874115426,
                    1.464064024, 2.023499509, 2.262006586, 1.810810222,
2.766608193]
}

# Створення DataFrame з даними
```

```
df = pd.DataFrame(data)

# Виконання тесту Гренджера
results = grangercausalitytests(df, maxlag=2)

# Виведення результатів
for lag in results.keys():
    print(f»Lag Order: {lag}»)
    print(f»Test Statistic: {results[lag][0]['ssr_chi2test'][0]}»)
    print(f»P-value: {results[lag][0]['ssr_chi2test'][1]}»)
    print(«««)
```

Додаток Б



УКРАЇНА
 РАДИВИЛІВСЬКА МІСЬКА РАДА
 ДУБЕНСЬКОГО РАЙОНУ РІВНЕНСЬКОЇ ОБЛАСТІ
 35500, Рівненська обл., м.Радивилів, вул. Паркова, 5
 тел. (03633) 4-31-40 (факс), 4-39-51
 електронна пошта : gorsovit@ukr.net

05.06.2023 № 57/01.09-25

здобувачу вищої освіти за освітнім
 ступенем «Бакалавр» за спеціальністю 051-
 економіка

Артему ДЯЧКОВУ

ДОВІДКА

Дячкову Артему Сергійовичу здобувачу вищої освіти за освітнім ступенем «Бакалавр» за спеціальністю 051- економіка. Стосовно Вашої дипломної роботи на тему "Прогнозування валютних курсів в умовах нестабільності світової економіки", яку Ви надіслали до Радивилівської міської ради Дубенського району Рівненської області .

Дипломна робота була опрацьована і отримала позитивну оцінку. Окремі положення цієї роботи можуть бути використані для кращого розуміння тенденцій та впливу валютного курсу на економіку країни, планування фінансових ресурсів та підвищення рівня розуміння громадян Радивилівської міської територіальної громади щодо валютних курсів та їх вплив на економіку та бюджет.

Перший заступник Радивилівського
 міського голови

Віктор ІСІУК