

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Острозька академія»**  
**Економічний факультет**  
**Кафедра економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій**

Кваліфікаційна робота  
на здобуття освітнього ступеня магістра

на тему: **«Моделювання та прогнозування основних  
економічних показників, що впливають на  
формування ціни на ринку Forex»**

**Виконав:**

студент 2 курсу, групи МЕК-61  
спеціальності 051 «Економіка»  
освітньо-професійної програми «Економічна кібернетика»  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
**Круш Іван Вікторович**

**Керівник:** старший викладач

**Клебан Юрій Вікторович**

**Рецензент:**

Front-end Developer “DOODLE”, LLC  
**Місай Володимир Віталійович**

***"РОБОТА ДОПУЩЕНА ДО ЗАХИСТУ"***

Завідувач кафедри економіко-математичного моделювання  
та інформаційних технологій \_\_\_\_\_ (проф. Ольга КРИВИЦЬКА)  
(підпис)

Протокол № 5 від 24 листопада 2022 р.

**Острог, 2022**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОСТРОЗЬКА АКАДЕМІЯ»

Економічний факультет

Кафедра економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій

Спеціальність 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
економіко-математичного  
моделювання та інформаційних  
технологій

проф., д.е.н. Ольга КРИВИЦЬКА  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

***Круша Івана Вікторовича***

1. Тема роботи: **Моделювання та прогнозування основних економічних показників, що впливають на формування ціни на ринку Forex**

керівник роботи: *Клебан Юрій Вікторович, старший викладач*

затверджено наказом ректора Національного Університету «Острозька академія» від 29 жовтня 2021 р. №110

2. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедру: *09 грудня 2022 року*

3. Вихідні дані до роботи: *науково-публіцистичні праці з досліджуваної проблематики вітчизняних та зарубіжних вчених, дані економічного календаря сайту Investing.com, торговий термінал MetaTrader 4.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *1) теоретичні аспекти дослідження макроекономічних показників та їх вплив на ринок Forex; 2) методологічні підходи до моделювання та прогнозування макроекономічних показників; 3) прогнозування макроекономічних показників та формування фінансових інструментів проведення операцій.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): *графічно відобразити сучасний стан ринку Forex, візуалізувати результати прогнозування макроекономічних показників за допомогою мови програмування Python, відобразити результати формування фінансових інструментів проведення операцій.*

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ   | Прізвище, ініціали та посада консультанта                                                              | Підпис, дата   |                  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------|
|          |                                                                                                        | завдання видав | завдання прийняв |
| Розділ 1 | Клебан Ю. В., старший викладач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій | 02.03.2022     | 02.03.2022       |
| Розділ 2 | Клебан Ю. В., старший викладач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій | 04.05.2022     | 04.05.2022       |
| Розділ 3 | Клебан Ю. В., старший викладач кафедри економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій | 29.05.2022     | 29.05.2022       |

7. Дата видачі завдання: *01 листопада 2021 р.*

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи                                              | Строк виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|
| 1.    | Вивчення літератури                                                              | до 03.02.2022                 |          |
| 2.    | Розробка змісту (плану)                                                          | до 02.03.2022                 |          |
| 3.    | Ознайомлення керівника з текстом кваліфікаційної роботи (чорновий варіант):      |                               |          |
| 3.1   | Розділ 1                                                                         | до 04.05.2022                 |          |
| 3.2   | Розділ 2                                                                         | до 29.05.2022                 |          |
| 3.3   | Розділ 3                                                                         | до 30.09.2022                 |          |
| 4.    | Ознайомлення керівника з текстом кваліфікаційної роботи із врахуванням зауважень | до 16.11.2022                 |          |
| 5.    | Попередній захист кваліфікаційної роботи                                         | до 23.11.2022                 |          |
| 6.    | Рецензування кваліфікаційної роботи                                              | до 09.12.2022                 |          |
| 7.    | Здача роботи на кафедру<br>Реєстрація на Moodle                                  | до 09.12.2022                 |          |

Студент \_\_\_\_\_ Іван КРУШ

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Юрій КЛЕБАН

**АНОТАЦІЯ**  
**кваліфікаційної роботи**  
**на здобуття освітнього ступеня магістра**

**Тема:** «Моделювання та прогнозування економічних показників, що впливають на формування ціни на ринку Forex»

**Автор:** Круш Іван Вікторович

**Науковий керівник:** старший викладач Клебан Юрій Вікторович

Захищена «.....».....2022 року.

**Короткий зміст праці:** Кваліфікаційна робота присвячена прогнозуванню рівня ряду економічних показників США, Великої Британії та Японії, що мають значний вплив на формування графіка ціни на ринку Forex. В роботі розкрито сучасний стан валютного ринку, визначено основні економічні показники. Також за допомогою торгового терміналу виявлено, що в момент оприлюднення значень цих показників, спостерігається значна волатильність ціни. Дана волатильність дозволяє зробити припущення про можливий рух графіка ціни в майбутньому, на основі отриманих прогнозованих значень показників.

На основі економіко-математичних методів, зокрема, використовуючи модель Prophet та модель Хольта-Уінтерса, було здійснено прогнози рівня досліджуваних показників. Для побудови та візуалізації результатів прогнозування було обрано мову програмування Python, зокрема було використано бібліотеки Numpy, Pandas, Matplotlib та Dash. На основі інформації з торгового терміналу, було підтверджено можливість використання побудованих прогнозів для прийняття управлінських рішень у трейдерській діяльності. Використовуючи характеристики фінансових інструментів торгового терміналу та економіко-математичний інструментарій, було сформовано кластери та поради для трейдерів-початківців, щодо доцільності відкриття позицій на тому чи іншому фінансовому інструменті.

**Ключові слова:** Forex, темп зростання ВВП, базовий індекс споживчих цін, зміна кількості зайнятого населення в несільськогосподарському секторі, число первинних заявок на допомогу по безробіттю, рівень безробіття, об'єм експорту, адаптивні моделі, модель Хольта-Уінтерса, модель Prophet, Python, Data Science, Pandas, Dash, Matplotlib, Numpy, кластеризація, трейдер, волатильність, валютна пара, японська свічка, спред, торговий термінал.

\_\_\_\_\_ Іван КРУШ

**ANNOTATION**  
**qualification work**  
**to obtain a master's degree**

**Topic:** «Modeling and forecasting of economic indicators that affect the price formation on the Forex market»

**Author:** Ivan Krush

**Academic supervisor:** Senior lecturer Yuriy Kleban

**Protected by** ".....".....2022.

**Summary of the work:** The qualification work is devoted to forecasting the level of a number of economic indicators of the USA, Great Britain and Japan, which have a significant impact on the formation of the price chart on the Forex market. The work reveals the current state of the currency market, identifies the main economic indicators. Also with the help of the trading terminal it was found that at the time of publication of the values of these indicators, there is a significant price volatility. This volatility allows us to make assumptions about the possible movement of the price chart in the future, based on the projected values of the indicators. On the basis of economic and mathematical methods, in particular, using the Prophet model and the Holt-Winters model, forecasts of the level of the studied indicators were made. To build and visualize the forecasting results, the Python programming language was chosen, in particular, the Numpy, Pandas, Matplotlib and Dash libraries were used. Based on the information from the trading terminal, the possibility of using the built forecasts for making managerial decisions in trading activities was confirmed. Using the characteristics of financial instruments of the trading terminal and economic and mathematical tools, clusters and advice for novice traders on the expediency of opening positions on a particular financial instrument were formed.

**Keywords:** Forex, GDP growth rate, core consumer price index, change in nonfarm payrolls, initial jobless claims, unemployment rate, exports, adaptive models, Holt-Winters model, Prophet model, Python, Data Science, Pandas, Dash, Matplotlib, Numpy, clustering, trader, volatility, currency pair, Japanese candlestick, spread, trading terminal.

\_\_\_\_\_*Ivan KRUSH*

## ЗМІСТ

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП                                                                                                         | 3  |
| РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РИНОК FOREX               | 6  |
| 1.1. Характеристика сучасного стану ринку Forex                                                               | 6  |
| 1.2. Визначення основних макроекономічних показників впливу на ринок Forex                                    | 20 |
| 1.3. Аналіз впливу макроекономічних показників на формування ціни на ринку Forex.                             | 29 |
| РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ                   | 40 |
| 2.1. Адаптивні методи та моделі експоненціального згладжування в прогнозуванні макроекономічних показників    | 40 |
| 2.2. Модель Prophet як інструмент прогнозування від компанії Facebook                                         | 42 |
| 2.3. Кластерний аналіз, методи та основні аспекти                                                             | 44 |
| 2.4. Перевірка якості моделей прогнозування часових рядів                                                     | 46 |
| 2.5. Інструменти аналізу даних та візуалізації в Python                                                       | 48 |
| РОЗДІЛ 3. ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ | 53 |
| 3.1. Прогнозування макроекономічних показників, що впливають на ціни валютних пар                             | 53 |
| 3.2. Застосування прогнозування макроекономічних показників для прийняття рішень в трейдерській діяльності    | 75 |
| 3.3. Формування фінансових інструментів проведення операцій на основі кластерного аналізу                     | 81 |
| ВИСНОВКИ                                                                                                      | 89 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ                                                                                    | 92 |
| ДОДАТКИ                                                                                                       | 96 |

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Нині кожна людина намагається покращити своє фінансове становище і дедалі більше людей починаються цікавитись світовим фінансовим ринком та можливістю здійснювати прибуткові операції. Світовий валютний ринок за характером операцій можна класифікувати як ринок конверсійних операцій і ринок депозитно-кредитних операцій. Сукупність конверсійних операцій по обміну валют у світовому масштабі отримала назву Forex. Проте передбачити можливий рух графіка ціни дуже складно, оскільки сучасний світ дуже імпульсивно реагує на будь-які економічні новини, виступи політиків та відомих людей. Будь-яка новина через соціальні мережі поширюється за лічені хвилини, що може призводити до хаосу на світовому фінансовому ринку. Тому прогноз економічних показників, що впливають на формування графіка ціни на ринку Forex є тим можливим фактором, що може допомогти заздалегідь зрозуміти в якому напрямку буде рухатись ціна і які ордери слід відкривати під час виходу значень економічних показників.

**Наукова проблема дослідження.** На формування графіка ціни на ринку Forex впливає багато факторів. Одними із них є макроекономічні показники провідних країн світу. Тому існує потреба в їх прогнозуванні та створення програмного продукту, який допоможе аналітикам та трейдерам у цій сфері визначати рух графіка ціни на ринку під час публікації значень макроекономічних показників.

**Стан наукової розробки теми дослідження.** Операції на валютному ринку Forex досліджуються з часів його утворення та виділення в окремий сегмент світового фінансового ринку. Серед іноземних дослідників значний внесок в дослідження ринку Forex зробили Ф. Джин, Н. Селф, П. Сараф, П. Батлер. В своїй роботі [1] вони вивчали новини та робили прогнози щодо руху валютних ринків. Система використовувала комбінацію мовних моделей, групування тем і аналіз

настроїв для визначення відповідних статей новин. Ці статті разом із історичним фондовим індексом та курсами валют використовуються в моделі лінійної регресії для прогнозування. Система має інтерактивний візуалізатор, розроблений спеціально для сенсорних пристроїв, який відображає прогнози разом із хронологічними новинними подіями та фінансовими даними, які використовуються для прогнозування. Значний внесок у дослідження операцій на ринку Forex зробили Варфоломєєв О.М, Свешнікова К.Т. У своєму дослідженні розкривають питання прогнозування курсу євро до долара у залежності від виходу фундаментальних даних найбільшої економіки Євразії – Німеччини [2]. У статті Рощина Н.В., Борданова Л.С. [3] виявлені фактори, які впливають на валютний курс, проаналізовано вплив деяких політичних, соціальних та природних явищ на стан валют на міжнародному валютному ринку, розглянуті конкретні приклади такого впливу. У результаті дослідження було визначено, що соціальні, політичні та природні явища можуть мати як негативний, так і позитивний вплив на курси валют.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є аналіз, оцінка сучасного стану ринку Forex, моделювання та прогнозування економічних показників США, Великої Британії та Японії, що мають значний вплив на ринок Forex засобами економіко-математичного моделювання. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати ряд завдань:

- розглянути сутність ринку Forex та проаналізувати його сучасний стан;
- визначити основні макроекономічні показники впливу на рівень ціни на ринку Forex;
- проаналізувати вплив кожного з показників на формування графіка ціни на ринку Forex;
- дослідити основні методи та аспекти кластерного аналізу;

- проаналізувати підходи до прогнозування макроекономічних показників;
- побудувати та перевірити якість прогнозів;
- визначити можливості застосування побудованих прогнозів;
- сформулювати фінансові інструменти проведення операцій на основі кластерного аналізу.

**Об’єктом дослідження** є макроекономічні показники США, Японії та Великої Британії, що впливають на рівень ціни на ринку Forex.

**Предметом дослідження** є особливості застосування економіко-математичного інструментарію для побудови прогнозів основних макроекономічних показників, що впливають на рівень ціни на ринку Forex.

**Теоретична основа дослідження.** Теоретичною основою дослідження стали праці вчених, щодо впливу макроекономічних показників на світовий фінансовий ринок. Власний досвід проведення торгових операцій на ринку Forex та аналіз необхідності прогнозування макроекономічних показників.

**Методи дослідження та їх сутнісна характеристика.** У процесі дослідження використано ряд методів: аналіз, синтез, порівняння, узагальнення, індукції та дедукції – для систематизації існуючих підходів щодо прогнозування макроекономічних показників. Зокрема економіко-математичне моделювання – для побудови моделей прогнозування макроекономічних показників. Аналіз – для визначення впливу макроекономічних показників на графік ціни на ринку Forex. Також було використано табличний і графічний методи – для наочного відображення результатів дослідження.

## РОЗДІЛ 1

### ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РИНОК FOREX

#### 1.1. Характеристика сучасного стану ринку Forex

Forex, також відомий як торгівля іноземною валютою або FX, являє собою конвертацію однієї валюти в іншу. Це один з найбільш активних ринків у світі з середньоденним обсягом торгів у 5 трильйонів доларів США. Вважається, що торгівля на ринку Форекс існує вже багато століть - з часів Вавилону. Сьогодні валютний ринок є одним з найбільших, найліквідніших та найдоступніших ринків у світі, який сформувався під впливом кількох важливих світових подій, таких як Бреттон-Вудська система та золотий стандарт. Протягом всієї історії людства відбувалося багато значущих подій, які суттєво впливали на умови торгівлі на ринку Форекс, зокрема:

- ✓ Період золотого стандарту.
- ✓ Бреттон-Вудська система 1944 – 1971 рр.
- ✓ Початок вільно плаваючої системи.
- ✓ Угода Плаза.
- ✓ Встановлення євро.
- ✓ Інтернет-торгівля.

Ще у VI столітті до нашої ери були випущені перші золоті монети, які виконували функцію платіжного засобу, оскільки мали такі важливі характеристики, як портативність, довговічність, подільність, однорідність, обмеженість у постачанні та прийнятність. Золоті монети стали загальноприйнятим засобом обміну, але були непрактичними, оскільки були важкими. У XIX столітті країни перейшли на золотий стандарт. Золотий стандарт гарантував, що уряд обмінює будь-яку кількість паперових грошей на їхню вартість

у золоті. Це добре працювало до Першої світової війни, коли європейським країнам довелося призупинити золотий стандарт, щоб вони могли надрукувати більше грошей для оплати війни. У той час і на початку XX століття валютний ринок підтримувався золотим стандартом. Країни торгували одна з одною, тому що могли обміняти отримані гроші на золото. Однак золотий стандарт зазнав краху під час світових воєн.

Бреттон-Вудська угода була створена для створення стабільного середовища, за допомогою якого глобальна економіка могла б відновити себе. Це було зроблено шляхом створення регульованого прив'язаного валютного ринку. Регульований прив'язаний обмінний курс — це політика обмінного курсу, згідно з якою валюта прив'язана до іншої валюти. У цьому випадку іноземні країни «закріплюють» свій обмінний курс до долара США. Долар США був прив'язаний до золота, оскільки на той час у США було найбільше золотих резервів у світі. Таким чином, іноземні країни здійснювали б операції в доларах США (так само долар США став світовою резервною валютою). Бреттон-Вудська угода зрештою не змогла прив'язати золото до долара США, оскільки не було достатньо золота, щоб забезпечити кількість доларів США в обігу, тому що кількість доларів США в обігу зросла через збільшення державних позик і витрат. У 1971 році президент Річард М. Ніксон скасував Бреттон-Вудську систему, що незабаром призвело до вільного плавання долара США щодо інших іноземних валют.

Після Бреттон-Вудської угоди в грудні 1971 року з'явилася Смітсонівська угода, яка була схожою, але допускала більший діапазон коливань для валют. Сполучені Штати прив'язали долар до золота на рівні 38 доларів за унцію, тим самим знецінивши долар. Згідно зі Смітсонівською угодою, інші основні валюти могли коливатися на 2,25% щодо долара США, а долар США був прив'язаний до золота. У 1972 році європейське співтовариство спробувало відійти від своєї залежності від долара США. Потім Західною Німеччиною, Францією, Італією,

Нідерландами, Бельгією та Люксембургом було створено Європейський спільний фонд. Обидві угоди допустили помилки, як Бреттон-Вудська угода, і в 1973 році розпалися. Ці збої призвели до офіційного переходу на систему вільного плавання.

На початку 1980-х років курс долара значно зріс по відношенню до інших основних валют. Це було важко для експортерів, і згодом поточний рахунок США мав дефіцит у 3,5% ВВП. У відповідь на стагфляцію, яка почалася на початку 1980-х років, Пол Волкер підвищив процентні ставки, що призвело до сильного долара США (і зниження інфляції) за рахунок конкурентоспроможності промисловості США на світовому ринку. Вага долара США пригнічувала країни третього світу в боргах і закривала американські заводи, оскільки вони не могли конкурувати з іноземними конкурентами. У 1985 році G-5, найпотужніші економіки світу – США, Велика Британія, Франція, Західна Німеччина та Японія – послали своїх представників на те, що мало бути таємною зустріччю в готелі Plaza в Нью-Йорку. Новини про зустріч просочилися, що змусило G-5 зробити заяву, яка заохочує підвищення курсу валют, відмінних від доларів. Це стало відомим як «угода Плаза», і її відгомін спричинив стрімке падіння долара.

Після Другої світової війни Європа уклала багато договорів, спрямованих на зближення країн регіону. Жоден не був більш плідним, ніж договір 1992 року, відомий як Маастрихтський договір, названий на честь голландського міста, де проходила конференція. Договір заснував Європейський Союз (ЄС), призвів до створення валюти євро та створив єдине ціле, яке включало ініціативи щодо зовнішньої політики та безпеки. Договір кілька разів змінювався, але створення євро дало європейським банкам і підприємствам явну вигоду від усунення валютного ризику в економіці, яка постійно глобалізується.

У 1990-х роках валютні ринки ставали складнішими та швидшими, ніж будь-коли, тому що змінювалися гроші та те, як люди їх розглядали та використовували. Людина, яка сиділа сама вдома, могла одним натисканням

кнопки знайти точну ціну, яка лише кілька років тому потребувала б цілої армії торговців, брокерів і телефонів. Ці досягнення в комунікації відбулися в той час, коли колишні розмежування поступилися місцем капіталізму та глобалізації (падіння Берлінської стіни та Радянського Союзу). Для форексу все змінилося. Можна торгувати валютами, які раніше були закриті в тоталітарних політичних системах. Ринки, що розвиваються, такі як у Південно-Східній Азії, процвітали, залучаючи капітал і валютні спекуляції. Історія валютних ринків з 1944 року є класичним прикладом вільного ринку в дії. Конкурентні сили створили ринок з неперевершеною ліквідністю. Спреди різко впали через посилення онлайн-конкуренції серед надійних учасників. Фізичні особи, які торгують великими сумами, тепер мають доступ до тих самих електронних комунікаційних мереж, які використовують міжнародні банки та продавці [4].

Якщо порівняти з ф'ючерсним ринком, який фрагментований серед сотень товарів, а також кількох бірж і фондового ринку з 50 000 акцій, що котируються (більшість із S&P 500), стає зрозуміло, що ф'ючерси та акції забезпечують лише обмежену ліквідність, порівняно з валютами. Ліквідність має свої переваги, головною з яких є відсутність маніпулювання ринком. Фахівці, маркет-мейкери, промоутери та місцеві жителі можуть легко штовхнути вгору чи вниз слабкі фондові та ф'ючерсні ринки. З іншого боку, Spot FX використовує реальну купівлю/продаж банками та установами для переміщення ринку. Будь-яка спроба маніпулювати спотовим валютним ринком зазвичай є марною справою.

Незважаючи на те, що в усьому світі існує багато валют, 80% усіх щоденних операцій пов'язані з торгівлею у валютах G-7, тобто «основних» (Рис.1.1).

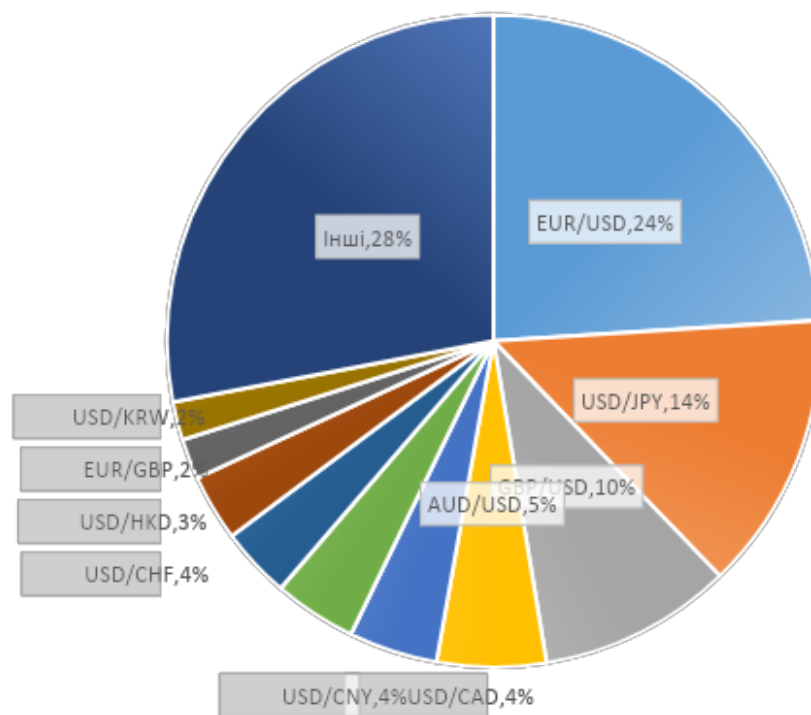


Рис.1.1. Частка найпопулярніших валютних пар у щоденних операціях

Джерело: [5]

Серед різних фінансових центрів у всьому світі найбільший обсяг торгівлі іноземною валютою відбувається у Сполученому Королівстві, хоча валюта країни, фунт стерлінгів, торгується на ринку менш широко, ніж деякі інші. На частку Сполученого Королівства припадає приблизно 38,1 відсотки світової кількості; Сполучені Штати з віддаленим відривом йдуть на другому місці з приблизно 19,4 відсотками, а Сінгапур посідає третє місце з 7,7 відсотками. Таким чином, разом на три найбільші ринки — по одному в європейському, західному та азійському часових поясах — припадає близько 65,5 відсотків світової торгівлі. За цією трійкою йде Гонконг з 7,6 відсотками (Рис.1.2).

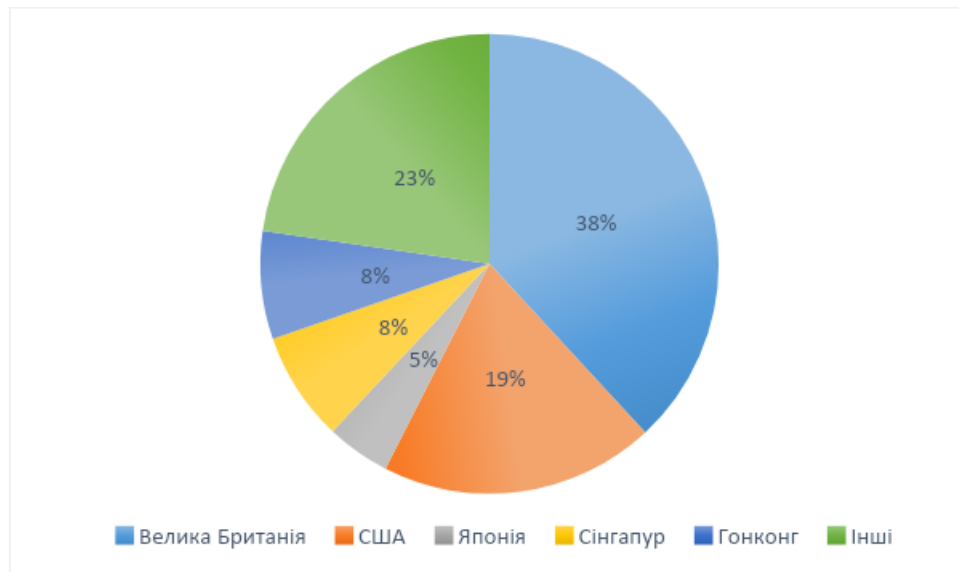


Рис.1.2. Частка обсягів торгівлі світових фінансових центрів

Джерело: [6]

Великий обсяг торгівлі у Сполученому Королівстві відображає сильну позицію Лондона як міжнародного фінансового центру, де розташована велика кількість фінансових установ. У торгівлі іноземною валютою Лондон виграє не лише від близькості до основних кредитних ринків євровалюти та інших фінансових ринків, а й від свого географічного розташування та часового поясу. Крім того, що Лондон відкритий, коли працюють численні інші фінансові центри в Європі, ранкові години Лондона збігаються з пізніми годинами на ряді ринків в Азії та на Близькому Сході; Післяобідні сесії в Лондоні відповідають ранковим сесіям на великому північноамериканському ринку. Таким чином, опитування показали, що в Лондоні більше торгівлі іноземною валютою в доларах, ніж у Сполучених Штатах, і більше торгівлі іноземною валютою в марках, ніж у Німеччині.

Валютний ринок можна описати наступними характеристиками:

1. Найдинамічніший ринок.
2. Цілодобовий ринок.

3. Прозорість ринку.
4. Міжнародна мережа дилерів.
5. Найпопулярнішою валютою є долар.

Валютний ринок є найдинамічнішим ринком у світі. Незалежно від того, яким інструментом ви торгуєте – акціями, муніципальними облігаціями, казначейськими зобов'язаннями США, сільськогосподарськими ф'ючерсами, іноземною валютою чи будь-яким із незліченних інших – атрибути, які визначають життєздатність ринку як інвестиційної можливості, залишаються незмінними. Зокрема, усі хороші інвестиційні ринки мають такі характеристики: ліквідність, прозорість ринку, низькі транзакційні витрати та швидке виконання. Виходячи з цих характеристик, ринок спотової валюти є ідеальним ринком для торгівлі.

За останні чверть століття концепція цілодобового ринку стала реальністю. Десь на планеті фінансові центри відкриті для бізнесу, банки та інші установи торгують доларами та іншими валютами щогодини вдень і вночі, за винятком можливих незначних перерв у вихідні дні. Фінансові центри по всьому світу мають однакові години роботи; оскільки одні центри закриваються, інші відкриваються та починають торгувати. Валютний ринок обертається за сонцем навколо землі. Міжнародна лінія дат розташована в західній частині Тихого океану, і кожен робочий день прибуває спочатку у фінансові центри Азіатсько-Тихоокеанського регіону - спочатку Веллінгтон, Нова Зеландія, потім Сідней, Австралія, а потім Токіо, Гонконг і Сінгапур. Після закінчення робочого дня, поки ринки залишаються активними в цих азіатських центрах, починається торгівля в Бахрейн та інших місцях Близького Сходу. Навіть пізніше, коли в Токіо закінчується робочий день, європейські ринки відкриваються для роботи. Пізніше, коли в Європі вже ранній день, починається торгівля в Нью-Йорку та інших центрах США. Нарешті, завершуючи коло, коли в Сполучених Штатах середина або пізній день, наступного дня настає Азіатсько-Тихоокеанський регіон, де

відкриваються перші ринки, і процес починається знову. Цілодобовий ринок означає, що обмінні курси та ринкові умови можуть змінюватися в будь-який час у відповідь на події, які можуть відбутися в будь-який час. Це також означає, що трейдери та інші учасники ринку повинні бути уважними щодо можливості різких коливань обмінного курсу в інших країнах світу в неробочий час.

Прозорість цін на ринку Форекс дуже висока, і розвиток онлайн-трейдингу Форекс продовжує покращувати це на користь трейдерів. Однією з найбільших переваг онлайн-трейдингу на форекс є можливість торгувати безпосередньо з маркет-мейкером. Відомий форекс-брокер надасть трейдерам актуальні котирування. Можливості онлайн-торгівлі валютою також забезпечують більшу ефективність і прозорість ринку, забезпечуючи відстеження портфеля та рахунків у реальному часі. Трейдери мають доступ до прибутків/збитків у режимі реального часу за відкритими позиціями та можуть створювати звіти на вимогу, які надають детальну інформацію про кожну відкриту позицію, відкрите замовлення, позицію маржі та прибуток/збиток, створені за угодою.

Ринок складається з міжнародної мережі дилерів. Ринок складається з обмеженої кількості великих дилерських установ, які особливо активні в іноземній валюті, торгуючи з клієнтами та (частіше) один з одним. Більшість, але не всі, є комерційними банками та інвестиційними банками. Ці дилерські установи територіально розподілені, розташовані в численних фінансових центрах по всьому світу. Де б вони не були, ці установи пов'язані та тісно спілкуються одна з одною за допомогою телефонів, комп'ютерів та інших електронних засобів. Існує близько 2000 установ-дилерів, чия валютна діяльність охоплюється опитуванням центрального банку Банку міжнародних розрахунків, і які, по суті, складають світовий валютний ринок. Значно менша підгрупа цих установ забезпечує основну частину торгівлі та ринкової діяльності. За оцінками, у світі існує 100-200 маркет-мейкерських банків; менше основних гравців. У той час, коли багато

говорять про інтегровану світову економіку та «глобальне село», валютний ринок є найближчим до дійсно глобальної діяльності, об'єднуючи різні центри торгівлі іноземною валютою з усього світу в єдину систему, згуртований, всесвітній ринок.

Долар, безсумнівно, є найпопулярнішою валютою. Частково широке використання долара відображає його значну міжнародну роль як «інвестиційної» валюти на багатьох ринках капіталу, «резервної» валюти багатьох центральних банків, «транзакційної» валюти на багатьох міжнародних товарних ринках, «облікової» валюти для багато контрактів і "інтервенційна" валюта, який використовується грошово-кредитними органами в ринкових операціях для впливу на власні обмінні курси. Крім того, широка торгівля доларом відображає його використання як «транспортної» валюти в обмінних операціях, використання, яке посилює його міжнародну роль у торгівлі та фінансах. Для більшості валютних пар ринкова практика полягає в тому, щоб торгувати кожною з двох валют проти спільної третьої валюти як проміжної, а не торгувати двома валютами безпосередньо одна проти одної. Таким чином, трейдер, який хоче перевести кошти з однієї валюти в іншу, скажімо, шведські крони у філіппінські песо, ймовірно, продасть крони за долари США, а потім продасть долари США за песо. Незважаючи на те, що цей підхід призводить до двох транзакцій, а не до однієї, це може бути кращим шляхом, оскільки ринки доларів США/шведської крони та долара США/філіппінського песо набагато активніші та ліквідні та мають набагато кращу інформацію, ніж двосторонній ринок для двох валют безпосередньо один проти одного [7].

Для відображення сучасного стану валютного ринку було обрано топ-5 найпопулярніших валютних пар, які відображені на рис.1.1 та побудовано графік ціни та об'ємів торгівлі за перші два квартали 2022 року на основі даних сайту Investing.com

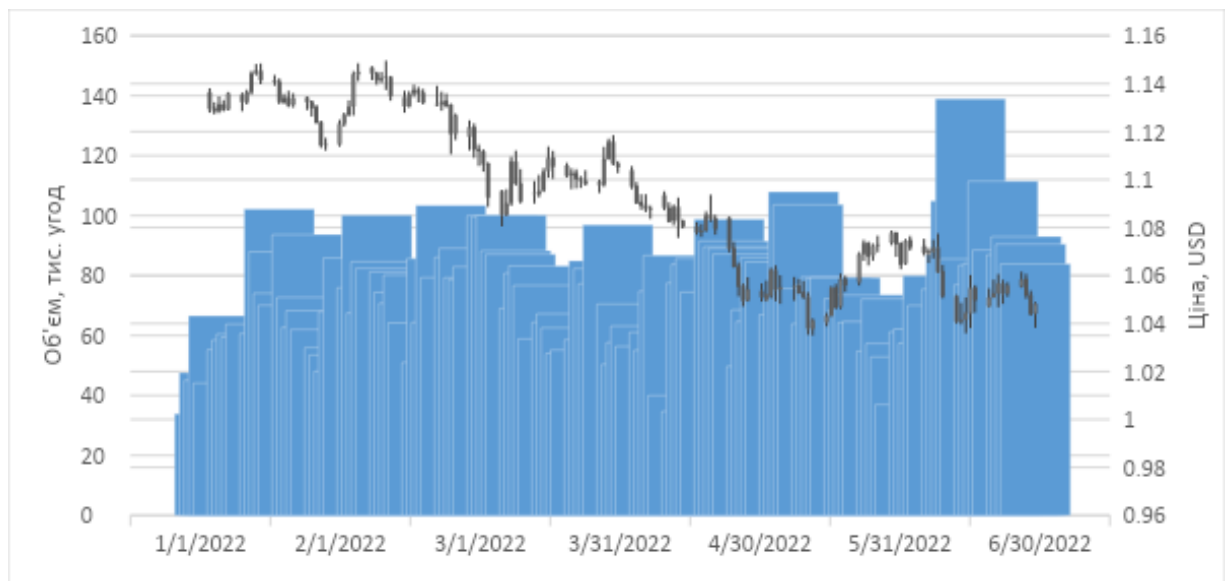


Рис.1.3. Динаміка руху ціни та об'ємів торгівлі валютної пари EUR/USD за I та II квартал 2022 року

Джерело: [8]

Згідно Рис.1.3, графік ціни валютної пари EUR/USD перебуває у спадному тренді, що вказує на посилення позиції долара США та послабленням євро. Максимальне значення графіка ціни становило 1,1496 доларів США за 1 євро 10.02.2022. Мінімальне значення за період становило 1,0350 доларів США за 1 євро 13.05.2022. Середнє значення становило 1,0928 доларів США за 1 євро. В загальному долар США зміцнив свої позиції на 7,7938%

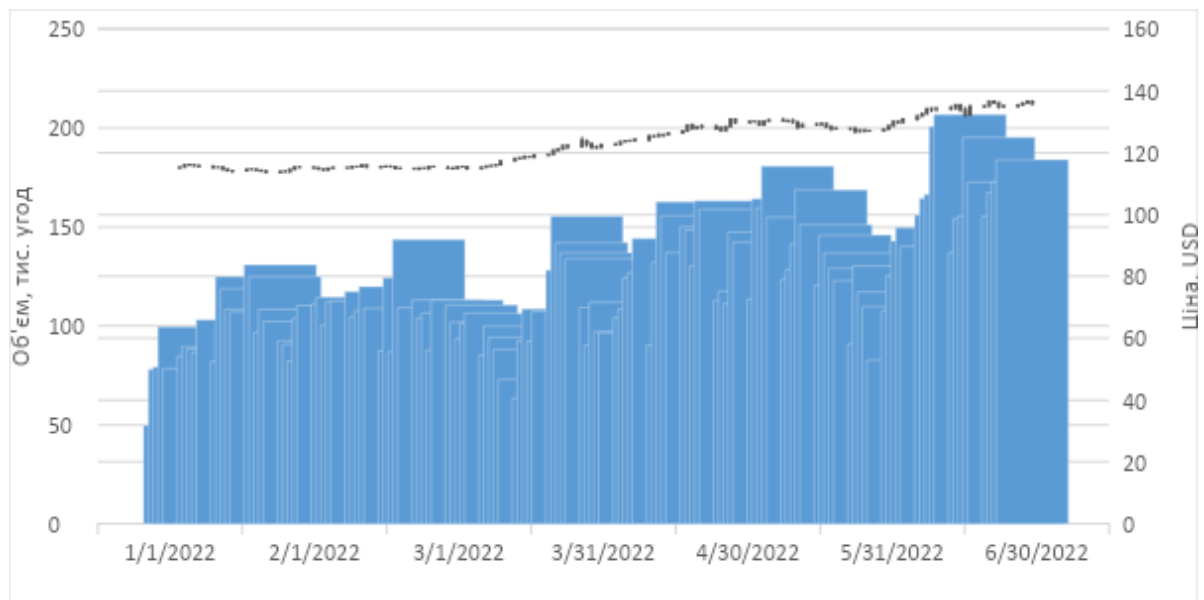


Рис.1.4. Динаміка руху ціни та об'ємів торгівлі валютної пари USD/JPY за I та II квартал 2022 року

Джерело: [9]

Як видно з Рис.1.4, графік ціни валютної пари USD/JPY перебуває у зростаючому тренді, що вказує на посилення позиції долара США та послабленням японської єни. Максимальне значення графіка ціни становило 137,01 японські єни за 1 долар США 29.06.2022. Мінімальне значення за період становило 113,47 японські єни за 1 долар США 24.01.2022. Середнє значення становило 123,13 японські єни за 1 долар США. В загальному долар США зміцнив свої позиції на 17,94%.

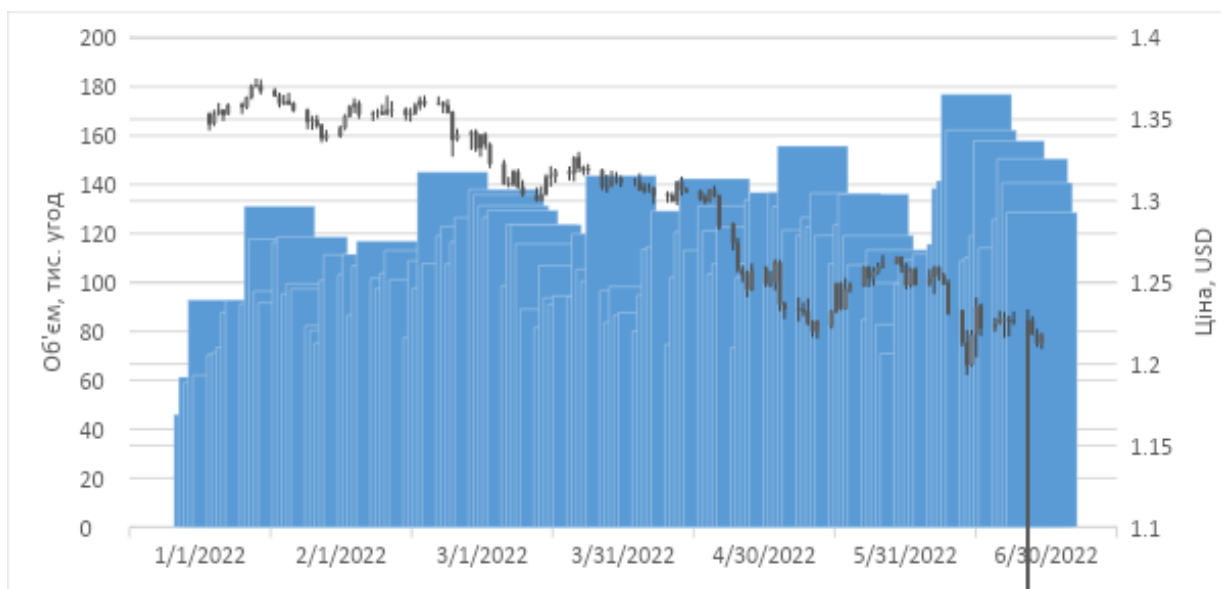


Рис.1.5. Динаміка руху ціни та об'ємів торгівлі валютної пари GBP/USD за I та II квартал 2022 року

Джерело: [10]

Згідно Рис.1.5, графік ціни валютної пари GBP/USD перебуває у спадному тренді, що вказує на посилення позиції долара США та послаблення фунта стерлінга. Максимальне значення графіка ціни становило 1,3750 доларів США за 1 британський фунт 13.01.2022. Мінімальне значення за період становило 1,1933 доларів США за 1 британський фунт 14.06.2022. Середнє значення становило 1,2981 доларів США за 1 британський фунт. В загальному долар США зміцнив свої позиції на 10,0081%.

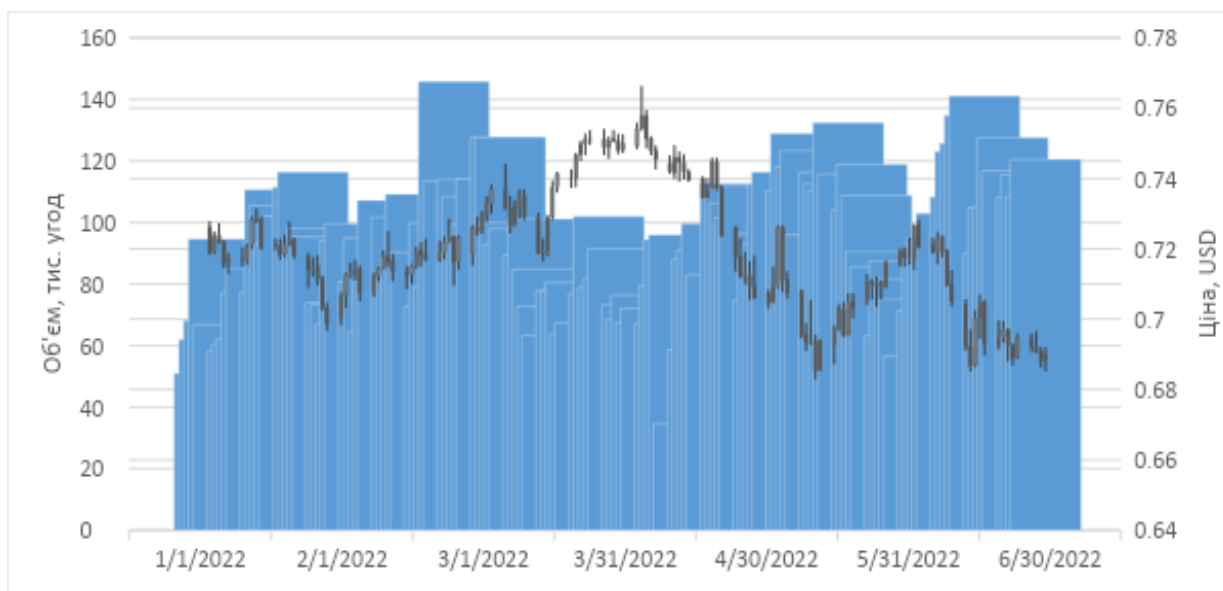


Рис.1.6. Динаміка руху ціни та об'ємів торгівлі валютної пари AUD/USD за I та II квартал 2022 року

Джерело: [11]

Як видно з Рис.1.6, графік ціни валютної пари AUD/USD перебуває у нечітко вираженому спадному тренді, що вказує на незначне посилення позиції долара США та його постійне протистояння з австралійським долларом. Максимальне значення графіка ціни становило 0,7663 доларів США за 1 австралійський доллар 05.04.2022. Мінімальне значення за період становило 0,6829 доларів США за 1 австралійський доллар 12.05.2022. Середнє значення становило 0,7192 доларів США за 1 австралійський доллар. В загальному доллар США зміцнив свої позиції на 4,9449%.

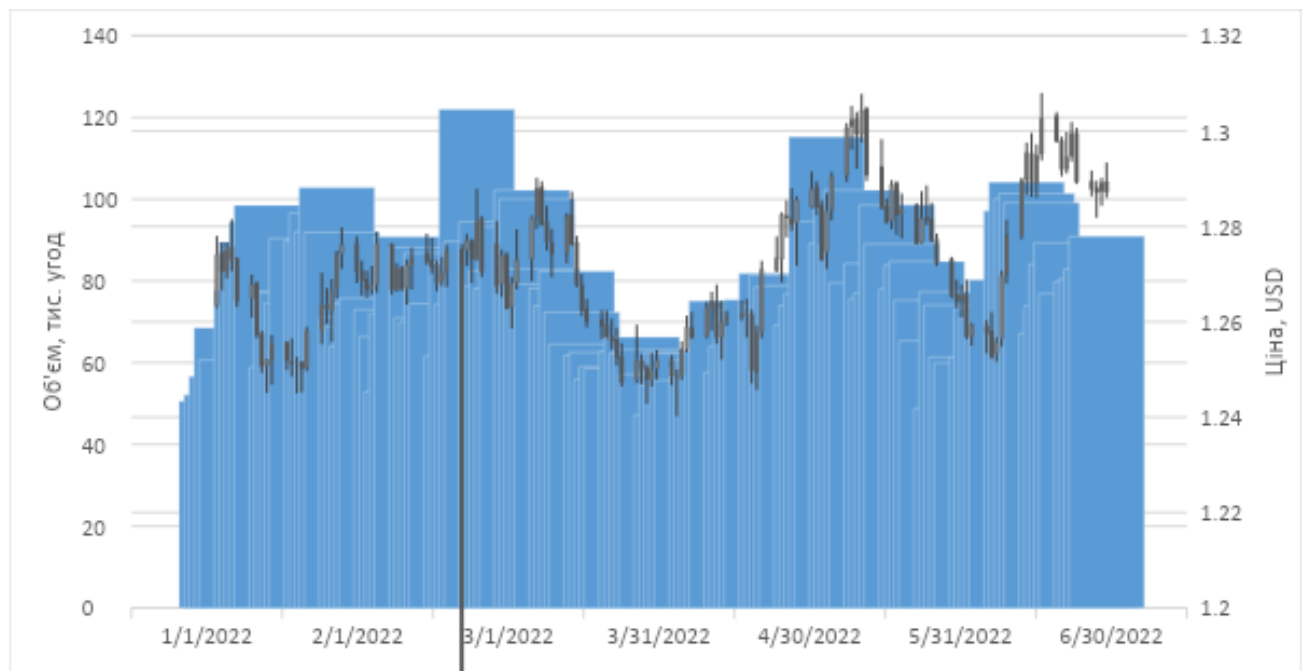


Рис.1.7. Динаміка руху ціни та об'ємів торгівлі валютної пари USD/CAD за I та II квартал 2022 року

Джерело: [12]

Графік ціни валютної пари USD/CAD за перші два квартали 2022 перебуває у так званому стані «флету», що вказує на стабільні позиції долара США та канадського долара. Максимальне значення графіка ціни становило 1,3080 канадських долари за 1 долар США 17.06.2022. Мінімальне значення за період становило 1,2402 канадських долари за 1 долар США 05.04.2022. Середнє значення становило 1,2715 канадських долари за 1 долар США. В загальному долар США зміцнив свої позиції на 1,8838%

Отже, в основі функціонування валютного ринку, або як його ще називають Форекс лежить конвертація однієї валюти в іншу. Його розвиток відбувався протягом довгого періоду і постійного зазнавав змін та удосконалювався. Сьогодні найбільшими центрами торгівлі є Велика Британія, Північна Америка та Південно-Східна Азія. Відповідно, найпопулярнішими валютами на ринку Форекс є валюти країн G-7. З розвитком Інтернету та комп'ютерних технологій кожний

бажаючий може спробувати свої сили в трейдингу. Що стосується сучасної ситуації на валютному ринку, то чітко помітна повна домінація долара США, адже за перші два квартали 2022 року у кожній із 5-ти найпопулярніших валютних парах долар США посилює свою домінацію на графіку ціни.

## **1.2. Визначення основних макроекономічних показників впливу на ринок Forex**

Валютний ринок є дуже волатильним, тому постає питання, які чинники призводять до значних коливань на ринку Forex. Все ж з усіх можливих чинників найбільший вплив мають макроекономічні показники різних країн світу. Тому існує потреба в їх визначенні та аналізу сучасних значень показників. Взагалі під час торгівлі на світовому фінансовому ринку виділяють технічний та фундаментальний аналіз. І саме до фундаментального аналізу відносять дослідження впливу макроекономічних показників на валютні пари.

Фундаментальний аналіз — це процес аналізу впливу політичних, економічних і соціальних факторів на відносну вартість валюти. Завдяки визначенню основних чинників внутрішньої вартості валюти учасники форекс можуть приймати обґрунтовані торгові рішення [13].

Питання фундаментального аналізу постає перед кожним трейдером, тому нами було обрано основні макроекономічні показники США, Великої Британії, Євросоюзу та Японії, що впливають на ринок Forex та мають високий рівень важливості в Економічному календарі сайту Investing.com. В Економічному календарі наявні реальні значення на момент виходу новини та прогнозоване значення, яке надають фінансові структури країн. Також передбачена можливість використання даних за минулі періоди.

Сполучені Штати Америки мають найпотужнішу економіку у світі, тому долар США є найміцнішою валютою. Тому на валютний ринок впливає велика кількість макроекономічних показників США, нами були обрані основні, які мають високий рівень важливості в Економічному календарі сайту Investing.com [14]:

- Число первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США, тис. осіб.
- Зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США, тис. осіб.
- Рівень безробіття, %.
- Базовий індекс споживчих цін, %.
- ВВП, %.

Заявки на допомогу з безробіття визначає кількість людей, які подали заявки на допомогу з безробіття вперше протягом минулого тижня. Ці дані збираються Міністерством праці та публікуються у щотижневому звіті. Чисельність заявок на допомогу використовується для вимірювання стану ринку праці, оскільки збільшення означає, що менше людей приймають на роботу. Щотижневі дані, досить волатильні. Як правило, зміна принаймні в обсязі 35000 сигналізує про істотні зміни в зростанні числа робочих місць. Показники вище за очікувані, розглядаються як негативний (ведмежий) ринок для USD, а показники нижче за очікувані вказують на позитивний (бичачий) напрямок для USD [15].



Рис.1.8. Динаміка реальних та прогнозованих значень числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США з серпня 2021 по серпень 2022 року.

Як можна побачити з рис.1.8, в більшості випадків прогнози фінансових структур США майже постійно відрізняються від реальних опублікованих значень. Це свідчить про необхідність прогнозування цього показника, оскільки якісні прогнози дадуть можливість трейдерам знати завчасно, які позиції потрібно відкривати і як реагуватиме ринок на публікацію реального значення показника. Також проаналізувавши динаміку можна дійти до висновку, що протягом з серпня по грудень 2021 року включно спостерігалось поступове зменшення числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття, проте уже в 2022 з'являється тенденція до зростання, що оцінюється негативно.

Зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі вимірює зміни числа зайнятих протягом останнього місяця у несільськогосподарському секторі. Загальна кількість зайнятих у несільськогосподарському секторі становить близько

80% робітників, які виробляють весь обсяг валового внутрішнього продукту Сполучених Штатів. Це найважливіша частина даних, що містяться у звіті із зайнятості, який пропонує найкращий огляд економіки. Щомісячні зміни та коригування даних можуть бути вельми волатильними. Показники вище за очікувані, розглядаються як позитивний (бичачий) напрямок USD, а показники нижче за очікувані вказують на негативний (ведмежий) ринок для USD [16].



Рис.1.9. Динаміка реальних та прогнозованих значень зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США з січня 2020 по серпень 2022 року.

Як видно з рис.1.9 Covid-19 дуже сильно вплинув на значення досліджуваного показника.

Коефіцієнт безробіття визначає відсоток від загальної робочої сили, яка є безробітною, але активно шукає роботу та готових працювати у США. Високий відсоток свідчить про слабкість ринку праці. Низький відсоток є позитивним

показником ринку праці США і слід сприймати як позитивний чинник для USD [17].



Рис.1.10. Динаміка реальних та прогнозованих значень рівня безробіття США з 2020 по серпень 2022 року.

Базовий індекс споживчих цін відображає зміни у ціні товарів та послуг, за винятком продуктів харчування та енергії. ІСЦ відображає зміну з погляду споживача. Це ключовий спосіб вимірювання зміни у тенденціях покупок та інфляції у США. Показники вище очікуваних розглядаються як позитивний напрямок USD (поширеним способом боротьби з інфляцією є підвищення ставок, яке може залучити іноземні інвестиції), тоді як дані нижче прогнозу негативно впливають на курс USD [18].



Рис.1.11. Динаміка реальних та прогнозованих значень базового індексу споживчих цін США з 2020 по серпень 2022 року.

Згідно рис.1.11 показник базового індексу споживчих цін після загострення ситуації у світі через Covid-19 має зростаючий тренд, що свідчить про зростання інфляції в США.

Валовий внутрішній продукт (ВВП) – загальний показник економічної активності та є ключовим показником здоров'я економіки. Річна динаміка відсотків ВВП показує темпи зростання економіки загалом. Споживання на сьогоднішній день є найбільшим компонентом ВВП США і має на нього найбільший вплив. Дані можуть бути дуже волатильними і сильно змінюватися від кварталу до кварталу. Показники вище за очікувані, розглядаються як позитивний напрямок USD, а показники нижче за очікувані вказують на негативний ринок для USD [19].



Рис.1.12. Динаміка реальних та прогнозованих значень ВВП в США з 2020 по серпень 2022 року.

Динаміка відсотків ВВП показує, що темпи зростання економіки в період загострення ситуації з Covid-19 різко знизився, проте швидко відновився і в 2021 році повернувся до стабільних значень. Також з рисунку можна побачити спад в березні 2022 року, що можна пояснити військовими діями в Україні та введенням США санкції проти росії.

Серед макроекономічних показників Японії, що мають найбільший вплив на валютний ринок слід виділити ті, які мають високий рівень важливості в Економічному календарі сайту Investing.com [14]:

- Об'єм експорту, %.

Показник обсягу експорту відбиває відсоткову зміну експорту товарів. Значення вище за очікувані розглядаються як позитивний тренд для JPY, а нижче за очікувані — як негативний [20].



Рис.1.13. Динаміка реальних та прогнозованих значень об'єму експорту в Японії з 2020 по серпень 2022 року.

Велика Британія з давніх часів посідала провідне місце у світовій економіці. Лондон є одним із основних фінансових центрів. Тому макроекономічні показники Сполученого Королівства впливають на ринок Forex, а саме:

- ВВП, %.
- Рівень безробіття, %.

Валовий внутрішній продукт (ВВП) – загальний показник економічної активності та є ключовим показником здоров'я економіки. Поквартальна динаміка відсотків ВВП показує темпи зростання економіки загалом. Показники вище за очікувані, розглядаються як позитивний напрямок GBP, а показники нижче за очікувані вказують на негативний ринок для GBP [21].



Рис.1.14. Динаміка реальних та прогнозованих значень ВВП Великобританії з 2020 по серпень 2022 року.

Коефіцієнт безробіття визначає відсоток від загальної робочої сили, яка є безробітною, але активно шукає роботу та готових працювати у Великій Британії за останні 3 місяці. Високий відсоток свідчить про слабкість ринку праці. Низький відсоток є позитивним показником для ринку праці у Великій Британії і слід сприймати як позитивний фактор для GBP [22].



Рис.1.15. Динаміка реальних та прогнозованих значень рівня безробіття  
Великобританії з 2020 по серпень 2022 року.

Отже, проаналізувавши динаміку всіх вище описаних показників, можна зробити висновки про сильний негативний вплив Covid-19 на макроекономічні показники країн світу. Поступове відновлення спостерігалось у 2021 році, проте уже у 2022 по більшості показниках ситуація знову почала погіршуватись, що можна пояснити нестабільною ситуацією у світі, військовим конфліктом в Україні та введенням санкцій проти росії досліджуваними країнами.

### 1.3. Аналіз впливу макроекономічних показників на формування ціни на ринку Forex.

Для аналізу впливу визначених у попередньому пункті макроекономічних показників необхідно проаналізувати графік ціни валютних пар в торговому терміналі в період публікації значень кожного з показників. Нами було обрано торговий термінал компанії Ester Holdings Inc. Для торгівлі на світовому ринку

Ester Holdings Inc пропонує своїм клієнтам торговий термінал MetaTrader 4 – найпопулярніша торгова платформа у світі [25].

Динаміка волатильності ціни різних валютних пар у торговому терміналі дозволила виявити, що у момент оприлюднення значень визначених макроекономічних показників США ціна різко змінює своє значення. Для аналізу впливу макроекономічних показників США було обрано графік ціни валютної пари EUR/USD.

Одним із таких показників, що зумовлюють ці зміни - число первинних заявок на отримання допомоги з безробіття. На онлайн платформі [15] щотижня у четвер о 15:30 оприлюднюється значення показника в режимі реального часу. Станом на 11 серпня 2022 року значення показника становило 262 тис. осіб, що було менше за прогноз фінансових структур США на 1 тис. осіб і це мало б позитивно вплинути на USD.

Аналіз поля графіка ціни торгового терміналу за 11 серпня 2022 року дозволив виявити наступні зміни під час оприлюднення значень показника числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття (Рис.1.16).

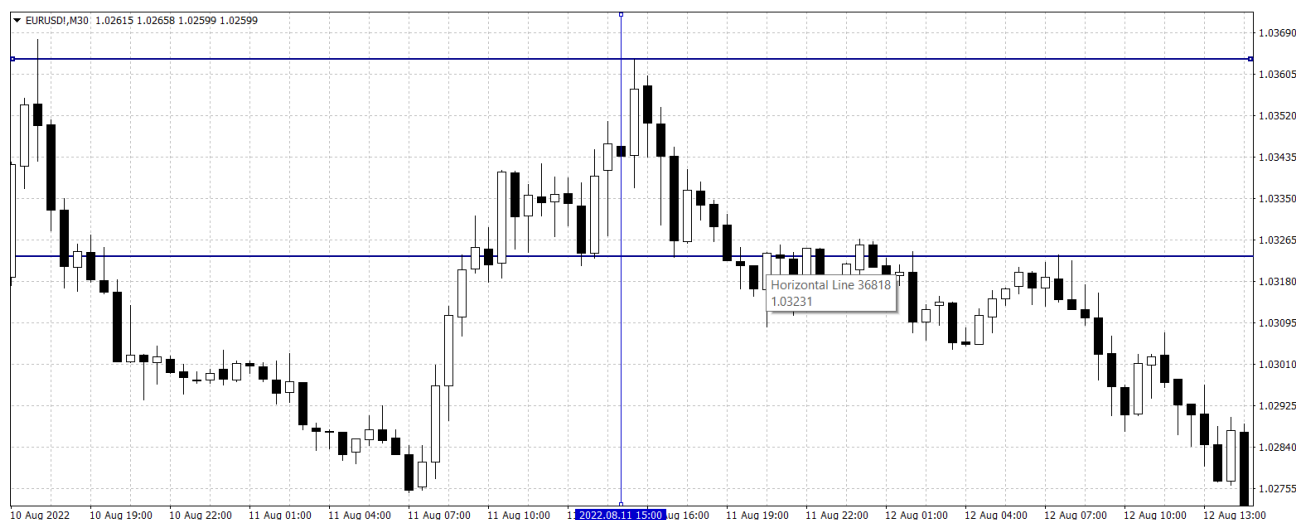


Рис.1.16. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі M30 за 11 серпня 2022 року

Як видно з Рис.1.16 після вертикальної лінії розташовані японські свічки на момент часу від 15:30 до 17:00 під час якої на сайті було опубліковано значення числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття. Значення нижньої горизонтальної лінії становить 1.03231, а верхньої – 1,03636, тобто різниця становить більше 400 пунктів, що для такої стабільної валютної пари є дуже багато. Оскільки значення графіка ціни пішло вниз, то це свідчить проте, що за 1 EUR до виходу новини на валютному ринку пропонували 1, 03636 USD, а після за 1 EUR пропонували 1, 03231 USD. Це означає, що USD зміцнив свої позиції, на що вплинуло значення показника числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США.

Прогноз фінансових структур на 4 серпня 2022 року вказував на зростання показника з 256 тис. осіб до 259 тис. осіб, проте реальне значення зросло до 260 тис. осіб, що призвело до руху графіка ціни з 15:30 до 17:00 вгору на близько 600 пунктів. 28 липня 2022 року значення показника становило 256 тис. осіб, що було більше прогнозованого значення на 3 тис. осіб. В результаті графік ціни протягом однієї години змінив значення на 400 пунктів вгору. Проаналізувавши три моменти публікації значень показника, можна зробити висновок, що вплив числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США в залежності від реального значення передбачувано сильно впливає на формування графіка ціни валютної пари EUR/USD.

Наступний показник, вплив якого на графік ціни визначаємо також відноситься до тих, що пов'язані з працевлаштування населення - зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США. Станом на 5 серпня 2022 року значення показника становило 528 тис. осіб, що було більше за прогноз фінансових структур США на 278 тис. осіб і це мало б позитивно вплинути на USD [16].

Аналіз поля графіка ціни торгового терміналу за 5 серпня 2022 року дозволив виявити наступні зміни під час оприлюднення значень показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США (Рис.1.17).

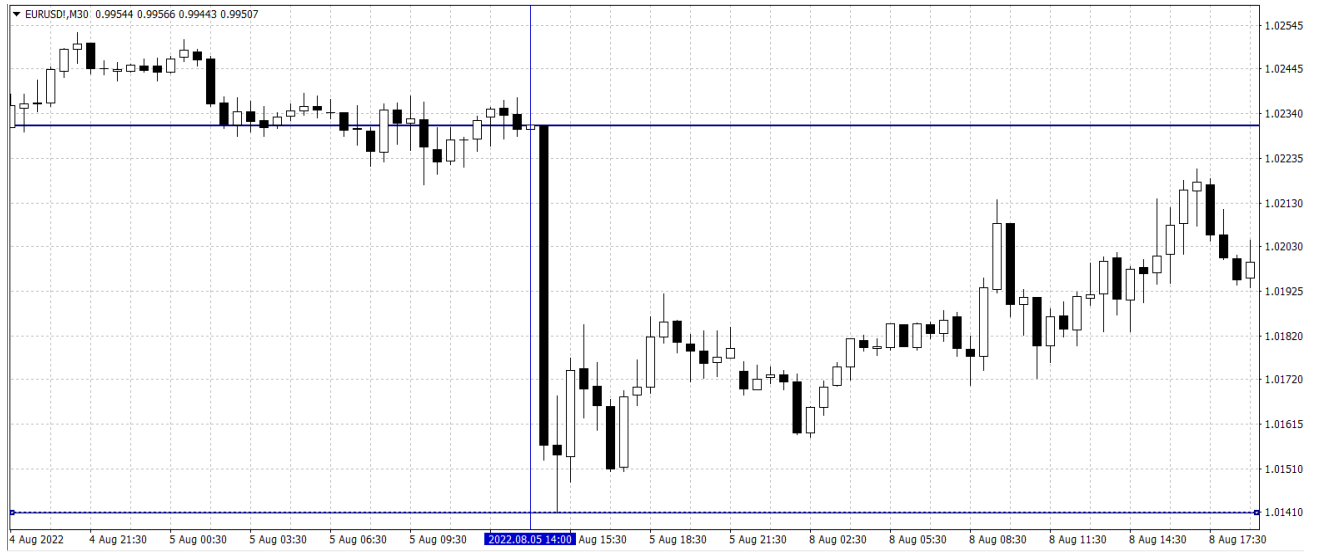


Рис.1.17. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі M30 за 5 серпня 2022 року

Як видно з Рис.1.17 після вертикальної лінії розташовані японські свічки на момент часу від 14:00 до 17:00 під час якої на сайті було опубліковано значення зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США. Значення нижньої горизонтальної лінії становить 1.01409, а верхньої – 1,02311, тобто різниця становить більше 900 пунктів, що для такої стабільної валютної пари є дуже багато. Оскільки значення графіка ціни пішло вниз, то це свідчить про те, що за 1 EUR до виходу новини на валютному ринку пропонували 1, 012311 USD, а після ціна опускалась до 1,01409 USD за 1 EUR. Це означає, що USD зміцнив свої позиції, на що вплинуло значення показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США.

Прогноз фінансових структур на 8 липня 2022 року вказував на зменшення показника з 390 тис. осіб до 268 тис. осіб, проте реальне значення зменшилось лише до 372 тис. осіб, що призвело до руху графіка ціни з 15:30 до 16:00 вниз на більше ніж 400 пунктів. 3 червня 2022 року значення показника становило 390 тис.

осіб, що було більше прогнозованого значення на 65 тис. осіб. В результаті графік ціни протягом трьох годин змінив значення на трохи більше ніж 400 пунктів вниз. Проаналізувавши три моменти публікації значень показника, можна зробити висновок, що вплив зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США сильно впливає на формування графіка ціни валютної пари EUR/USD.

Ще одним із показників, що мають вплив на ринок є базовий індекс споживчих цін в США. Щоб побачити вплив цього показника можна проаналізувати графік ціни в торговому терміналі. 10 серпня 2022 року значення показника становило 5,9%, що було менше за прогнозоване на 0,2% і це мало б негативно вплинути на USD [17].

Аналіз поля графіка ціни торгового терміналу за 10 серпня 2022 року дозволив виявити наступні зміни під час оприлюднення базового індексу споживчих цін в США (Рис.1.18).

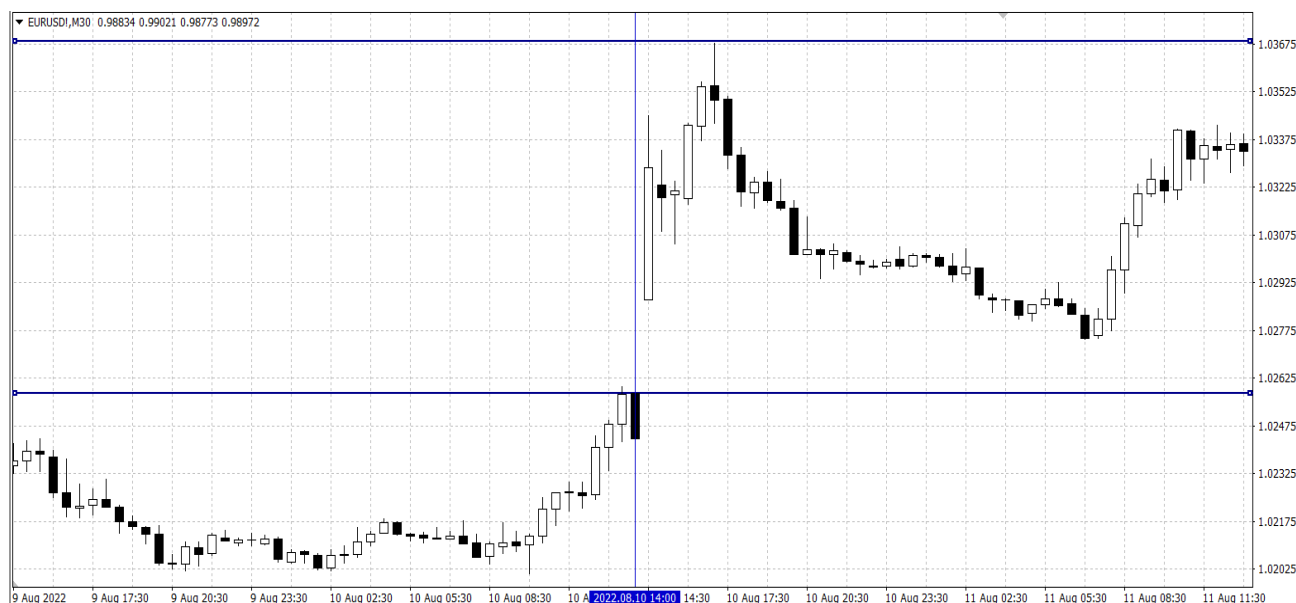


Рис.1.18. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі M30 за 10 серпня 2022 року

Як видно з Рис.1.18 після вертикальної лінії розташовані японські свічки на момент часу від 14:00 до 17:00 під час якої на сайті було опубліковано значення базового індексу споживчих цін. Значення нижньої горизонтальної лінії становить

1,02578, а верхньої – 1,03682, тобто різниця становить більше 1000 пунктів. Оскільки значення графіка ціни пішло вгору, то це свідчить про те, що за 1 EUR до виходу новини на валютному ринку пропонували 1,02578 USD, а після ціна піднялась до 1,03682 USD за 1 EUR. Це означає, що USD втратив свої позиції під впливом публікації базового індексу споживчих цін в США.

Прогноз фінансових структур на 13 липня 2022 року вказував на зменшення значення показника з 6% до 5,7%, проте реальне значення дорівнювало 5,9%, що призвело до руху графіка ціни з 15:30 до 16:00 вниз на більше ніж 300 пунктів. 10 червня 2022 року значення показника становило 6%, що було більше прогнозованого значення на 0,1%. В результаті графік ціни протягом двох годин пішов вниз на понад 700 пунктів. Проаналізувавши три моменти публікації значень показника, можна зробити висновок про вплив базового індексу споживчих цін в США на графік ціни валютної пари EUR/USD.

Рівень безробіття завжди був одним із ключових показників, що показує стан ринку праці та економіки. Станом на 5 серпня 2022 року значення показника становило 3,5%, що було менше за прогнозоване на 0,1% і це мало б позитивно вплинути на USD [18].

Аналіз поля графіка ціни торгового терміналу за 5 серпня 2022 року дозволив виявити наступні зміни під час оприлюднення значень показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США (Рис.1.19).

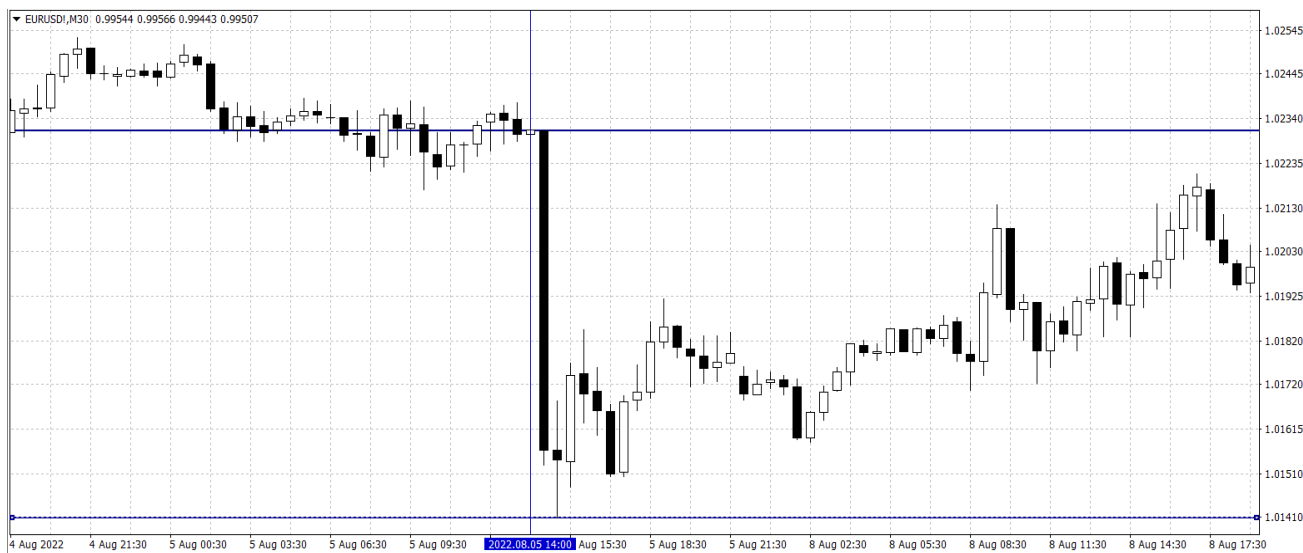


Рис.1.19. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі M30 за 5 серпня 2022 року

Як видно з Рис.1.19 після вертикальної лінії розташовані японські свічки на момент часу від 14:00 до 17:00 під час якої на сайті було опубліковано значення рівня безробіття. Значення нижньої горизонтальної лінії становить 1,01409, а верхньої – 1,02311, тобто різниця становить більше 900 пунктів, що для такої стабільної валютної пари є дуже багато. Оскільки значення графіка ціни пішло вниз, то це свідчить про те, що за 1 EUR до виходу новини на валютному ринку пропонували 1,012311 USD, а після ціна опускалась до 1,01409 USD за 1 EUR. Це означає, що USD зміцнив свої позиції, на що вплинуло значення показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США.

Прогноз фінансових структур на 8 липня 2022 року вказував на стале значення показника 3,6%, реальне значення відповідало прогнозованому, що призвело до руху графіка ціни з 15:30 до 16:00 вниз на більше ніж 400 пунктів. 3 червня 2022 року значення показника становило 3,6%, що було більше прогнозованого значення на 0,1%. В результаті графік ціни протягом трьох годин спочатку пішов вгору на більше ніж 350 пунктів, а потім на близько 400 пунктів вниз. Причиною таких рухів вниз було публікація значення показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США. Проаналізувавши три

моменти публікації значень показника, можна зробити висновок про вплив рівня безробіття в США на графік ціни валютної пари EUR/USD.

Основним та найголовнішим показником, що характеризує стан економіки в США є темпи росту ВВП. 25 серпня 2022 року значення показника становило -0,6%, що було більше за прогнозоване на 0,2% і це мало б позитивно вплинути на USD [19].

Аналіз поля графіка ціни торгового терміналу за 25 серпня 2022 року дає можливість виявити зміни під час оприлюднення значень показника (Рис.1.20).

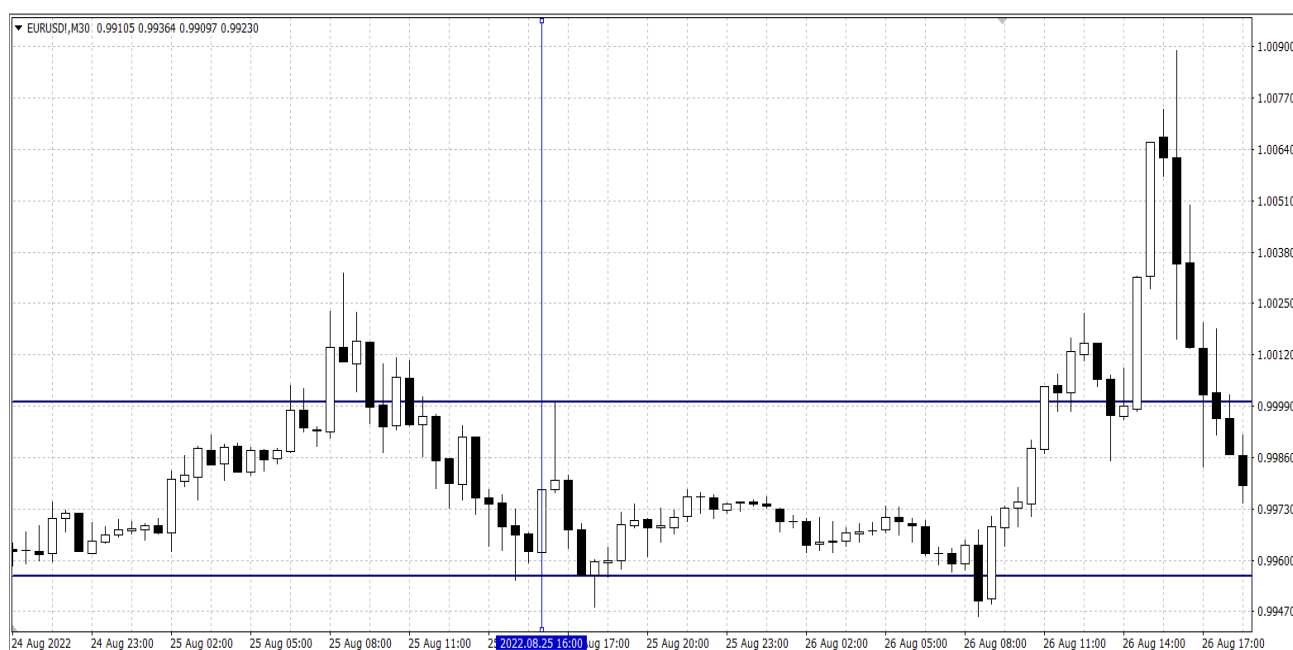


Рис.1.20. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі M30 за 25 серпня 2022 року

Як видно з Рис.1.20 після вертикальної лінії розташовані японські свічки на момент часу від 16:00 до 17:30. Значення нижньої горизонтальної лінії становить 0,99561, а верхньої – 1,0001, тобто різниця становить більше 400 пунктів. Оскільки значення графіка ціни пішло вниз, то це свідчить про те, що спочатку за 1 EUR на валютному ринку пропонували 1,0001 USD, а після ціна опускалась до 0,99561 USD за 1 EUR. Можна зробити висновок, що USD зміцнив свої позиції.

Прогноз фінансових структур на 28 липня 2022 року був менше реального значення на 0,4%, що призвело до руху графіка ціни з 16:00 до 16:30 на близько 300 пунктів вгору. 29 червня 2022 року значення показника становило -1,6%, що було менше прогнозованого значення на 0,1%. В результаті графік ціни протягом однієї години пішов вгору на близько 200 пунктів. Проаналізувавши три моменти публікації значень показника, можна зробити висновок про вплив темпу зростання ВВП в США на графік ціни валютної пари EUR/USD.

Для аналізу впливу показника об'єму експорту в Японії було обрано графік ціни валютної пари USD/JPY (Рис.1.21) [20].

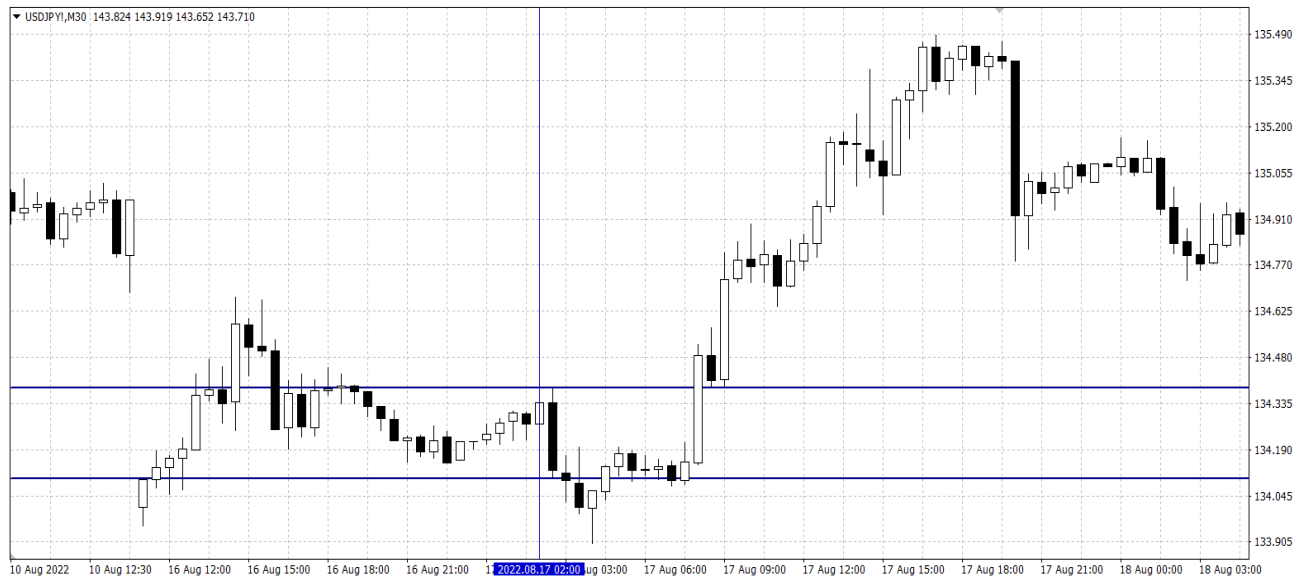


Рис.1.20. Графік руху ціни валютної пари USD/JPY на таймфреймі M30 за 17 серпня 2022 року

Станом на 2:50 17 серпня 2022 року реальне значення показника зміни об'єму експорту в Японії становив 19%, що було більше за прогнозоване на 0,8%. Така зміна мала б позитивно вплинути на JPY. На Рис.1.3.8. значення нижньої горизонтальної лінії дорівнює 134,101, тоді як верхньої – 134,385. Тобто за 1 USD на валютному ринку пропонували 134,385 JPY, а після ціна впала до 134,101 JPY за 1 USD. Можна зробити висновок, що JPY зміцнив свої позиції відносно USD. 21 липня 2022 року реальне значення було більше за прогнозоване на 1,9%. В

результаті графік ціни протягом години пішов донизу на більше ніж 300 пунктів. 16 червня 2022 року реальне значення було менше прогнозованого на 0,6%, що призвело до руху графіка ціни вгору на близько 250 пунктів вгору.

Отже, можна зробити висновок про вплив об'єму експорту в Японії на графік ціни валютної пари USD/JPY.

Для аналізу впливу обраних макроекономічних показників Великої Британії було обрано графік ціни валютної пари GBP/USD (Рис.1.21, Рис.1.22).

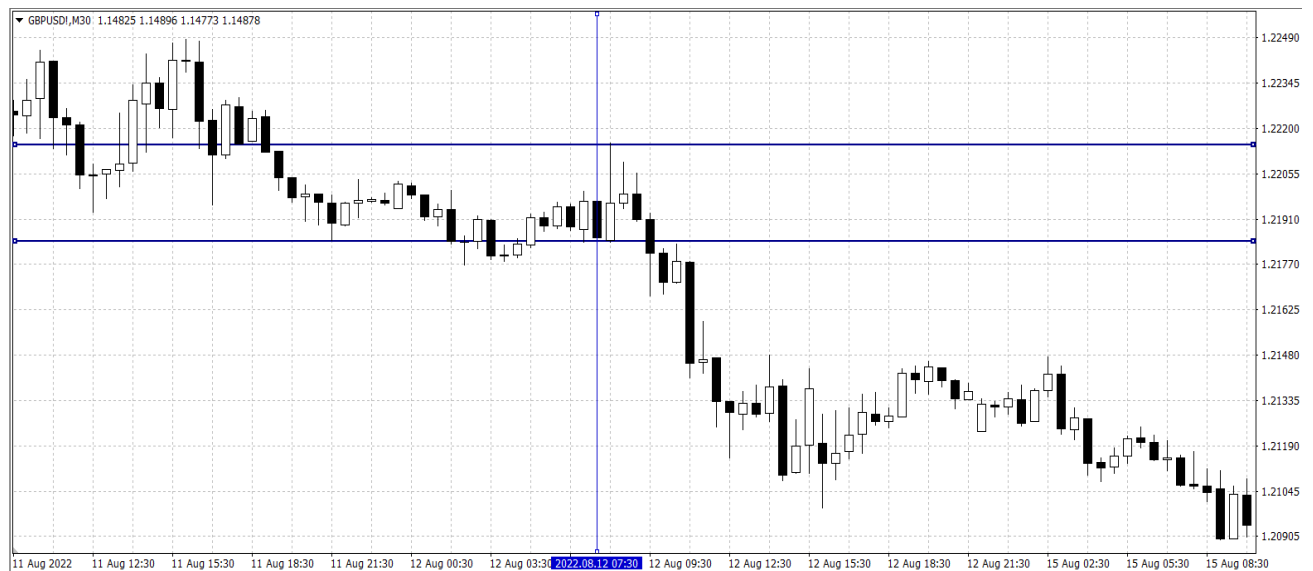


Рис.1.21. Графік руху ціни валютної пари GBP/USD на таймфреймі M30 за 12 серпня 2022 року

Станом на 9:00 12 серпня 2022 року реальне значення показника ВВП становило 2,9% і на 0,1% більше прогнозованого значення, що мало б призвести до руху графіка ціни вгору [21]. На основі Рис.1.3.9 можна побачити, що японська свічка після вертикальної свічки пішла вгору. Величина свічки становила близько 300 пунктів. 13 липня 2022 року реальне значення було більше на 0,8%, що призвело до руху графіка ціни вгору на більше ніж 400 пунктів. 30 червня 2022 року реальне значення відповідало прогнозованому, що призвело до руху вгору на 200 пунктів. Отже, можна зробити висновок про вплив ВВП Великої Британії на графік ціни валютної пари GBP/USD.

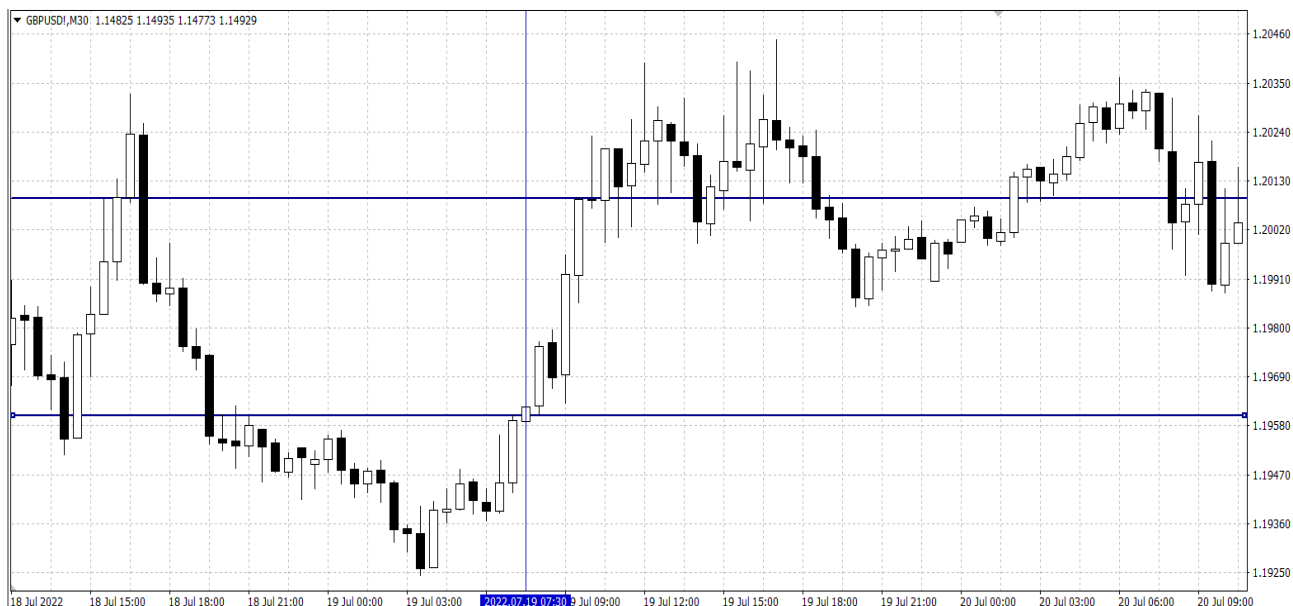


Рис.1.22. Графік руху ціни валютної пари GBP/USD на таймфреймі M30 за 19 липня 2022 року

Станом на 9:00 16 серпня 2022 року реальне значення показника рівня безробіття дорівнював прогнозованому, що не призвело до різких рухів ціни. 19 липня 2022 року реальне значення було менше прогнозованого на 0,1%, що мало б позитивно вплинути на GBP [22]. Згідно Рис.1.3.10 19 липня 2022 після оприлюднення реального значення графік ціни протягом кількох годин пішов вгору на близько 500 пунктів вгору, що вказує на посилення позицій GBP відносно USD. 14 червня 2022 року реальне значення було більше прогнозоване на 0,2%, що призвело до зміни графіка ціни протягом кількох годин на більше ніж 800 пунктів вниз. Отже, можна зробити висновок про вплив рівня безробіття Великої Британії на графік ціни валютної пари GBP/USD.

Отже, проаналізувавши вплив кожного з досліджуваних показників США, Японії та Великої Британії, можна зробити висновок, що кожен з показників по-різному, але впливає на валютний ринок. Під час публікації реальних значень відбуваються різкі зміни графіка ціни, що можуть призводити до зміни локального тренду.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

#### **2.1. Адаптивні методи та моделі експоненціального згладжування в прогнозуванні макроекономічних показників**

Сучасна наука пропонує для дослідників велику кількість методів та моделей для прогнозування макроекономічних показників. Проте для прогнозування макроекономічних показників, що впливають на формування ціни на ринку Форекс було обрано адаптивні моделі.

Адаптивні моделі – це моделі з дисконтуванням даних, здатні швидко змінювати свої параметри та структуру внаслідок змін зовнішнього середовища. Основна ідея адаптивних моделей полягає в тому, що статистичні дані мають різну інформаційну цінність, що необхідно враховувати при оцінці параметрів відповідних математичних моделей. Відповідно до методу експоненціального згладжування оцінка поточного рівня часового ряду є середньозваженим усіх його попередніх рівнів, а вага кожного спостереження зменшується в міру віддалення від поточного значення. Тому найбільшу інформаційну цінність мають останні відомі значення часового ряду, які повинні визначати тенденцію розвитку явища в прогнозованому періоді. Такі моделі досить добре відображають зміни, що відбуваються в тенденції досліджуваного явища, але не дозволяють відобразити періодичні коливання в чистому вигляді.

На практиці найчастіше використовуються дві основні моделі, засновані на методі експоненціального згладжування - модель Брауна і Хольта. Ці моделі представляють процес розвитку явища в часі як лінійну тенденцію з постійно змінними параметрами. Для прогнозування сезонних і трендово-сезонних процесів і явищ використовуються адитивна або мультиплікативна модель Хольта-Уінтерса і Тейла-Веджа.

Модель Брауна вважається узагальненням методу простого експоненціального згладжування. Це дозволяє будувати саморегульовані моделі, які оновлюються з мінімальною затримкою у разі появи нових даних без повторення всього обсягу обчислень.

Модель Хольта була розроблена як модифікація моделі Брауна для кращого врахування лінійності тенденції досліджуваного явища. Ця властивість моделі зумовила значну широту її використання, особливо для економічних показників.

Більш складними є моделі Хольта-Уінтерса та Тейла-Веджа. Метод Хольта-Уінтерса використовує експоненціальне згладжування для кодування багатьох значень з минулого та використання їх для прогнозування «типових» значень для теперішнього та майбутнього. Метод Хольта-Вінтерса враховує:

- згладжений експонентний ряд;
- тренд;
- сезонність.

### **Алгоритм методу Хольта-Уінтерса**

1. Розрахунок експоненціально-згладженого ряду:

$$L_i = \frac{k*y_i}{S_{i-S}} + (1 + k) * (L_{i-1} - T_{i-1}), \quad (2.1)$$

де  $S_{i-S}$  – коефіцієнт сезонності минулого періоду. Сезонність на першому періоді дорівнює 1.

2. Визначення значення трендової складової:

Оцінка сезонності:

$$L_i = \frac{q*y_i}{L_i} + (1 - q) * S_{i-S}, \quad (2.2)$$

де  $S_i$  – коефіцієнт сезонності поточного періоду;

$q$  – коефіцієнт згладжування сезонності (задається вручну і знаходиться в діапазоні від 0 до 1);

$S_{i-s}$  – коефіцієнт сезонності за такий же період минулого сезону.

3. Оцінка впливу тренду:

$$T_i = (L_i - L_{i-1} * b + (1 - b) * T_{i-1}), \quad (2.3)$$

де  $b$  – коефіцієнт тренду.

4. Визначення прогнозу:

$$\hat{Y}_{t+p} = (L_t + p * T_t) * S_{t-s+p}, \quad (2.4)$$

де  $\hat{Y}_{t+p}$  – прогноз на  $p$  періодів вперед;

$S_{t-s+p}$  – значення сезонності за  $p$ -період в останньому сезоні.

5. Розрахунок точності прогнозу:

$$\Delta y_i = \frac{y_i^2}{y_i^2} \quad (2.5)$$

Визначається відхилення похибки моделі від прогнозу. Точність прогнозу обчислюється як одиниця мінус середнє значення відхилень похибок моделі від прогнозованих значень.

Цей метод дозволяє робити прогнози на досить тривалий період часу. Оскільки він враховує кілька прогностичних факторів, як результат будуть більш точні прогнози на тривалий період часу [23].

## 2.2. Модель Prophet як інструмент прогнозування від компанії Facebook

Сьогодні Prophet є інструментом прогнозування, доступним на Python і R. Основним завданням Prophet є полегшення як експертам, так і новачкам створення високоякісних прогнозів.

Prophet оптимізовано для завдань бізнес-прогнозування, з якими ми стикалися у Facebook і які зазвичай мають будь-яку з наступних характеристик:

- погодинні, щоденні або щотижневі спостереження з принаймні кількома місяцями (бажано рік) історії;
- сильні множинні сезонності «людського масштабу»: день тижня та пора року;
- важливі свята, які відбуваються через нерегулярні проміжки часу, відомі заздалегідь;
- розумна кількість відсутніх спостережень або великих викидів;
- історичні зміни тенденцій, наприклад, через запуск продукту;
- тенденції, які є нелінійними кривими зростання, де тенденція досягає природної межі або насичується;

По суті, це адитивна регресійна модель, що складається з наступних компонент:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon(t) \quad (2.6)$$

- Сезонні компоненти  $s(t)$  відповідають за моделювання періодичних змін, пов'язаних з тижневою та річною сезонністю. Тижнева сезонність моделюється за допомогою *dummy variables*. Додаються 6 додаткових ознак, наприклад, [monday, tuesday, wednesday, thursday, friday, saturday], які набувають значення 0 та 1 залежно від дати. Ознака sunday, що відповідає сьомому дню тижня, не додають, тому що він лінійно залежатиме від інших днів тижня і це буде впливати на модель. Річна сезонність моделюється рядами Фур'є.
- Тренд  $g(t)$  - це логістична функція. З лінійною функцією все зрозуміло. Логістична функція виду  $g(t) = \frac{c}{1+\exp(-k(t-b))}$  (2.7) дозволяє моделювати зростання з насиченням, коли зі збільшенням показника знижується темп його зростання. Окрім іншого, бібліотека вміє за історичними даними вибирати оптимальні точки зміни тренду. Але їх також можна задати і

вручну (наприклад, якщо відомі дати релізів нової функціональності, які дуже вплинули на ключові показники).

- Компонента  $h(t)$  відповідає за задані користувачем аномальні дні, у тому числі й нерегулярні, такі як, наприклад, Black Fridays.
- Помилка  $\epsilon(t)$  містить інформацію, яка не врахована моделлю [24].

### 2.3. Кластерний аналіз, методи та основні аспекти

Кластерний аналіз - це метод, який дозволяє класифікувати осіб або об'єкти в однорідні групи (конгломерати або кластери). У межах кожного кластера об'єкти мають схожі властивості, але відрізняються від властивостей об'єктів в інших кластерах. Кластерний аналіз використовується в найрізноманітніших сферах, від біології до бізнесу, і особливо важливий при дослідженні соціально-економічних явищ, оскільки на основі правильної кластеризації можна зробити висновки про певні закономірності, які можуть вплинути на подальший розвиток явища.

Одним із відносно поширених методів кластеризації є так звана дивізивна кластеризація (Partitining clustering), згідно з якою дослідник для набору з  $n$  об'єктів заздалегідь визначає кількість кінцевих кластерів  $k$ , ( $k < n$ ), які повинні бути створені в результаті кластеризації.

Найпопулярнішим прикладом ітераційної розподільної кластеризації є метод  $k$ -середніх ( $k$ -means clustering method), ідея якого базується на принципі мінімізації внутрішньо кластерних дисперсій.

#### Алгоритм кластеризації $k$ -середніх

Цей метод зручний для обробки великих статистичних сукупностей. Алгоритм методу  $k$ -середніх складається з чотирьох основних етапів:

1. Задається кількість кластерів  $k$ , які необхідно сформулювати з початкової множини об'єктів.

2. Випадковим чином вибираються  $K$  об'єктів множини, які потім використовуються як початкові центри кластера (початкові точки, навколо яких формується кластер).

3. Для кожного об'єкта з початкової множини об'єктів визначається найближчий до кластеру. Утворюються тимчасові кластери. На практиці, щоб визначити, до якого з центрів слід віднести ту чи іншу точку набору об'єктів, розраховується відстань від кожної точки до кожного з центрів у просторі багатовимірних ознак і центр, до якого вибрано найменшу відстань.

4. Визначають центроїди – центри тяжіння кластерів. Для цього визначають середнє арифметичне для значень кожної суттєвої характеристики всіх об'єктів кластера.

Якщо в кластер увійшли  $n$  об'єктів з ознаками  $(x_i; y_i), (x_{i+1}; y_{i+1}), (x_n; y_n)$ , то координати відповідного центроїда будуть розраховувати наступним чином:

$$(x, y) = \left( \frac{(x_i + x_{i+1} + \dots + x_n)}{n}, \frac{(y_i + y_{i+1} + \dots + y_n)}{n} \right) \quad (2.8)$$

Далі початковий центр кластера зміщується в його центроїд. Формуються нові проміжні кластери. Кроки 3 і 4 повторюються до тих пір, доки не буде визначено в момент зупинки алгоритму (координати центроїдів не будуть змінюватись) або не буде виконана умова певного критерію збіжності.

Алгоритм зупиняється, коли межі кластера та координати центроїда перестають змінюватися від ітерації до ітерації, тобто той самий набір об'єктів залишається в кожному кластері на кожному наступному кроці.

До основних переваг алгоритму  $k$ -середніх відносять:

1. легко інтерпретувати результати кластеризації;
2. швидкий та ефективний з точки зору обчислювальних витрат;
3. простий та легкий у реалізації;

До основних недоліків відносять:

1. відсутність чітких критерії вибору кількості кластерів;

2. відсутність правил вибору початкових центрів кластерів;
3. алгоритм k-середніх є чутливим до шумів і аномальних значень даних.

Даний метод кластеризації підходить для формування фінансових інструментів проведення операцій.

#### **2.4. Перевірка якості моделей прогнозування часових рядів**

Після прогнозування часових рядів обов'язково необхідно перевірити якість отриманих прогнозів. Вимірювання точності (або похибки) прогнозу є непростим завданням, оскільки не існує універсального показника. Для оцінки точності прогнозу часто використовують наступні показники:

- $R^2$  (Coefficient of determination);
- MAPE (Mean Absolute Percentage Error);
- MAE (Mean absolute error);
- MSE (Mean Squared Error);
- RSME (Root Mean Squared Error);
- ME (Mean Error).

$R^2$  (коефіцієнт детермінації) представляє коефіцієнт того, наскільки добре значення відповідають вихідним значенням. Значення від 0 до 1 інтерпретується як відсотки. Чим вище значення, тим краща модель. Проте не завжди низьке значення коефіцієнта детермінації вказує на погані результати. Деякі галузі дослідження мають за своєю суттю більшу кількість незрозумілих варіацій. У цих областях значення коефіцієнта детермінації обов'язково будуть нижчими. Наприклад, дослідження, які намагаються пояснити поведінку людини, зазвичай мають значення менше 50%. Людей просто важче передбачити, ніж такі речі, як фізичні процеси. Показник  $R^2$  обчислюється за допомогою формули:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y})^2}{\sum (-\bar{y})^2}, \quad (2.9)$$

де  $y_i$  – кожне початкове значення часового ряду,  $\hat{y}$  – прогнозоване значення  $y$ ,  $\bar{y}$  – середнє значення  $y$ .

Середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE) є одним із найбільш часто використовуваних показників для вимірювання точності прогнозу. MAPE – це середнє відсоткове значення помилок. Також він розраховується за формулою:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{|y_i - \hat{y}|}{y_i} * 100\%, \quad (2.10)$$

де  $N$  – кількість спостережень,  $y_i$  – кожне початкове значення часового ряду,  $\hat{y}$  – прогнозоване значення  $y$ . Прогноз має високу точність, якщо значення  $MAPE < 10\%$ . Прогноз має хорошу точність, при значенні  $10\% > MAPE < 20\%$ . Задовільну точність, при  $20\% > MAPE < 50\%$ . Якщо ж значення показника є більшим за  $50\%$ , то можна вважати, що прогноз має незадовільну точність.

MAE (середня абсолютна похибка) представляє різницю між вихідним і прогнозованим значеннями, витягнутими шляхом усереднення абсолютної різниці в наборі даних. Показник обраховується за формулою:

$$MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |y_i - \hat{y}|, \quad (2.11)$$

Проблемою оцінки середньої абсолютної похибки є те, що кожне досліджуване явище різним середнім значення вибірки. Наприклад для деяких середнє значення може становити 5, а для деяких 10000 і у випадку, якщо MAE дорівнює 10, то для першого варіанту буде низька точність прогнозу, а для другого надзвичайно висока.

MSE (середня квадратична помилка) представляє середнє значення квадрату різниць між початковими і прогнозованими значеннями:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2, \quad (2.12)$$

RMSE (Середньоквадратична помилка) – це коефіцієнт помилок, виведений на квадратний корінь із MSE:

$$RMSE = \sqrt{MSE} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y})^2}, \quad (2.13)$$

ME (середня помилка) розраховується як середнє значення різниць між початковими і прогнозованими значеннями:

$$ME = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}), \quad (2.14)$$

На основі перерахованих вище показників, можна оцінити точність прогнозування макроекономічних показників, що впливають на формування графіка ціни на ринку Forex [25].

## 2.5. Інструменти аналізу даних та візуалізації в Python

Python — це інтерпретована мова високого рівня з відкритим вихідним кодом, яка забезпечує чудовий підхід до об'єктно-орієнтованого програмування. Це одна з найкращих мов, яку використовують спеціалісти з обробки даних для різних проектів/додатків обробки даних. Python надає чудові можливості для роботи з математикою, статистикою та науковими функціями. Він надає великі бібліотеки для роботи з Data Science.

Однією з головних причин, чому Python широко використовується в академічних і дослідницьких спільнотах, є його простота використання та простий

синтаксис, що дозволяє легко адаптувати його для людей без інженерної підготовки. Він також більше підходить для швидкого прототипування.

За словами інженерів з наукових кіл та промисловості, фреймворки глибокого навчання, доступні в Python API, зробили Python неймовірно потужним і універсальним. Фреймворки глибокого навчання Python зазнали значної еволюції та швидко оновлюються.

Що стосується областей застосування, експерти ML також віддають перевагу Python. Коли справа доходить до створення алгоритмів для виявлення шахрайства та безпеки мережі, розробники схиляються до Java, тоді як для таких програм, як обробка природної мови (NLP) і аналіз настроїв, розробники обирають Python, оскільки він надає велику колекцію бібліотек, які допомагають легко вирішувати складні проблеми, бізнес-проблеми, створити надійну систему даних і додаток.

До переліку найчастіше використовуваних бібліотек для Data Science відносять:

- Numpy;
- Pandas;
- Matplotlib;
- Scipy;
- Scikit – learn.

Numpy — це бібліотека Python, яка надає математичну функцію для обробки масивів великих розмірів. Він надає різні методи/функції для масивів, метрик і лінійної алгебри. NumPy означає Numerical Python. Він надає багато корисних функцій для операцій над n-масивами та матрицями в Python. Бібліотека забезпечує векторизацію математичних операцій типу масиву NumPy, що підвищує продуктивність і прискорює виконання.

Pandas — одна з найпопулярніших бібліотек Python для обробки й аналізу даних. Pandas надає корисні функції для роботи з великими обсягами структурованих даних. Pandas надає найпростіший спосіб аналізу. Він розкриває

великомасштабні структури даних і маніпулює числовими таблицями та даними часових рядів. Pandas — найкращий інструмент обробки даних. Pandas розроблено для швидкої та легкої обробки даних, агрегації та візуалізації. Pandas має дві структури даних:

- Series – обробляє та зберігає дані в одновимірних даних.
- DataFrame – обробляє та зберігає двовимірні дані.

Matplotlib — ще одна корисна бібліотека Python для візуалізації даних. Описовий аналіз і візуалізація даних дуже важливі для будь-якої організації. Matplotlib надає різні методи більш ефективної візуалізації даних. Matplotlib дозволяє швидко створювати професійні лінійні графіки, кругові діаграми, гістограми та інші зображення. Matplotlib має такі інтерактивні функції, як масштабування, побудова графіка та збереження графіка в графічному форматі.

Scipy — ще одна популярна бібліотека Python для data science та scientific computing. Scipy надає чудову функціональність для наукової математики та комп'ютерного програмування. SciPy включає підмодулі для оптимізації, лінійної алгебри, інтеграції, інтерполяції, спеціальних функцій, обробки сигналів і зображень, Statsmodel та інших завдань, поширених у науці та техніці.

Sklearn — це бібліотека Python для машинного навчання. Sklearn надає різні алгоритми та функції, які використовуються в машинному навчанні. Sklearn побудовано на NumPy, SciPy та matplotlib. Sklearn надає легкі та прості інструменти для інтелектуального аналізу даних. Він надає користувачам набір загальних алгоритмів машинного навчання через узгоджений інтерфейс. Scikit-Learn допомагає швидко впроваджувати популярні алгоритми на наборах даних і вирішувати реальні проблеми [26].

Візуалізація даних є невід'ємною частиною Data Science. Одним із фреймворків, що використовуються для візуалізації даних в Python — Dash, який дозволяє працювати не тільки з інтерактивними графіками, але і виводити їх на веб-сайт. Він написаний з використанням Flask, React.js, Plotly.js і є інструментом

для інтерактивної візуалізації, який можна інтегрувати у веб-сайт. При цьому для роботи з ним не потрібні знання ні Flask, ні React, ні JavaScript. Знаючи тільки Python, деякі теги HTML і базові графіки Plotly, можна реалізовувати різні проекти з візуалізації даних в рамках Data Science. Оскільки програми Dash переглядаються у веб-браузері, Dash за своєю суттю готовий до роботи на різних платформах і мобільних пристроях.

Встановити Dash можна за допомогою пакетного менеджера Pip, який додатково встановлює такі залежності як Plotly і Flask: «pip install dash». Програми Dash складаються з двох частин. Перша частина – це «layout» програми, і вона описує, як програма виглядає. Друга частина описує інтерактивність програми. Нижче поданий код в Python, який необхідно запустити через термінал. Запускається додаток як звичайний Python-файл, назву якого можна за власним бажанням. Після запуску буде виведено адреса, за допомогою якої можна перейти до створеного додатку, використовуючи при цьому браузер (Лістинг 2.1).

### Лістинг 2.1. Створення найпростішого додатку візуалізації за допомогою Dash в Python

```
import dash
import dash_html_components as html
app = dash.Dash('my_first_app')
app.layout = html.H1('Hello')
app.run_server(debug=True)
```

Джерело: [27]

Даний додаток виводить лише на веб-сторінці слово «Hello». Ініціалізація програми здійснюється через «dash.Dash», де вказується назва програми. Атрибут «layout» визначає, що буде на веб-сторінці. На прикладі поданому вище, на сторінці було відображено заголовок H1. Запускається програма через команду «run\_server». Ми встановили «debug=True», щоб мати можливість налаштовувати

код. Якщо програма готова для роботи на сервері, то, з метою безпеки, краще використовувати «debug=False».

Оскільки Dash — веб-фреймворк для візуалізації даних, тому це передбачає використання графіків. У модулі «dash\_core\_components» є клас Graph, який відповідає за роботу із діаграмами Plotly.

Вцілому, Dash має як плюси так і певні недоліки. До плюсів можна віднести використання лише Python без JS; наявність зворотнього зв'язку «callback»; взаємодія з діаграмами Plotly; можливість створення багатосторінкових програм та параметризованих маршрутів. До недоліків можна віднести, те що Dash datatable є потужним інструментом, але для його освоєння потрібно багато коду порівняно з іншими компонентами; досить складно або навіть неможливо відфільтрувати кілька значень у стовпці, заплутаний інтерфейс для сортування за кількома стовпцями [27].

## РОЗДІЛ 3

### ПРОГНОЗУВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТА ФОРМУВАННЯ ФІНАНСОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

#### 3.1. Прогнозування макроекономічних показників, що впливають на ціни валютних пар

Одним із етапів підготовки до прогнозування показників є ознайомлення з описовою інформацією для кожного з них. Тому було використано можливості Python та власні розрахунки для створення таблиці з відповідною описовою статистикою (Рис.3.1).

| Indicators                       | Range        | Dtypes  | Max  | Min    | Average | Median | Dispersion | Skv     |
|----------------------------------|--------------|---------|------|--------|---------|--------|------------|---------|
| Unemployment rate USA            | 142 non-null | float64 | 14,7 | 3,5    | 6,39    | 5,9    | 5,02       | 2,24    |
| CPI USA                          | 151 non-null | float64 | 6,5  | 0,6    | 2,14    | 1,9    | 1,19       | 1,09    |
| U.S. Initial Jobless Claims      | 104 non-null | int64   | 965  | 166    | 448,64  | 352    | 63505,32   | 252     |
| Nonfarm Employment Change        | 333 non-null | int64   | 4800 | -20500 | 114,66  | 169    | 1376246    | 1173,14 |
| GDP USA                          | 171 non-null | float64 | 33,4 | -32,9  | 1,92    | 2,2    | 43,28      | 6,58    |
| Unemployment rate United Kingdom | 262 non-null | float64 | 8,4  | 3,8    | 5,64    | 5,2    | 1,73       | 1,32    |
| GDP United Kingdom               | 115 non-null | float64 | 23,6 | -21,7  | 1,04    | 1,5    | 25,06      | 5,01    |
| Volume of Japan export           | 120 non-null | float64 | 49,6 | -28,3  | 2,9     | 1,9    | 153,51     | 12,39   |

Рис.3.1. Описова інформація макроекономічних показників, що впливають на формування ціни на ринку Forex

Джерело: створено автором

Після цього можна продовжити роботу над побудовою прогнозів.

Економіка США є найпотужнішою економікою у світі, що дає можливість США впливати на весь валютний ринок. Тому нами було спрогнозовано макроекономічні показники, що впливають на формування графіка ціни на ринку Форекс.

#### Рівень безробіття в США

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні дані рівня безробіття в США, починаючи з січня 2010 року по жовтень 2021 року включно. Для завантаження даних в середовище Python було використано бібліотеку «pandas». Наступним кроком є надання назв колонкам даних для подальшого зручного

використання. Також обов'язково потрібно перетворити колонку з датами в формат дати, а дані у формат типу «float».

Наступним етапом є побудова графіка актуальних значень за допомогою інструменту «pyplot» (Рис.3.2).

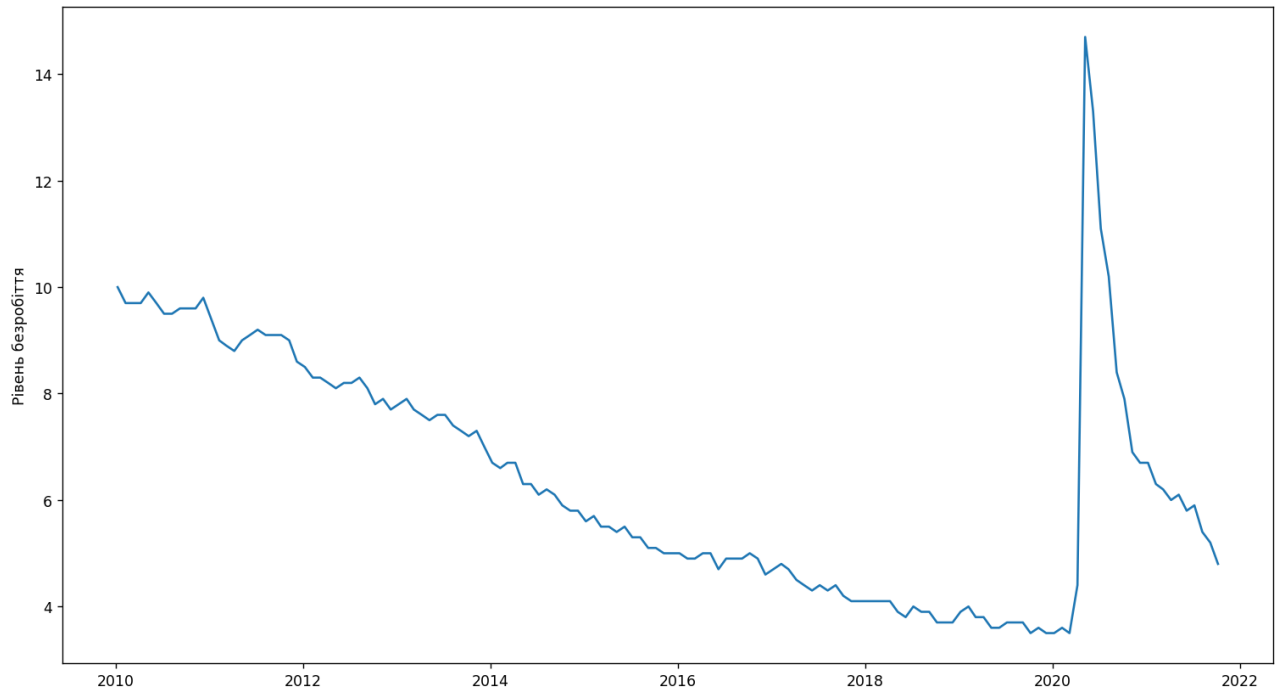


Рис.3.2. Графік рівня безробіття в США з січня 2010 року по жовтень 2021 року

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.2 можна зробити висновок, що на рівень безробіття в США дуже вплинула пандемія Covid-19, проте поступово ситуація покращується.

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.1).

Лістинг 3.1. Код для побудови прогнозу рівня безробіття в США на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet()
prophet_basic.fit(df)
future = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=12, freq='M')
```

```
forecast = prophet_basic.predict(future)
forecast = forecast[["ds", "yhat"]]
forecast = pd.merge(forecast, df, how="left", on="ds")
forecast.to_excel('unemploy_rate_USA.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Відповідно до Лістингу 3.1 прогноз будується на 12 періодів вперед (12 місяці). Також було об'єднано дату, актуальні та прогнозовані значення, для подальшого збереження в форматі `xlsx`. Далі дані будуть використані для побудови графіку та перевірки якості побудованого прогнозу.

Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса та бібліотеку «`statsmodels.tsa.holtwinters`» (Лістинг 3.2).

Лістинг 3.2. Код для побудови прогнозу рівня безробіття в США на основі моделі

Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model= ExponentialSmoothing(endog=df.y, trend="add",
                             seasonal= "add",
                             seasonal_periods=12).fit()
predictions=model.forecast(steps=12)
predictions.to_excel('unemploy_rate_Holt_predictions_USA.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Наступним етапом є побудова графіків прогнозованих значень та перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «`dash`» Рис.3.3).

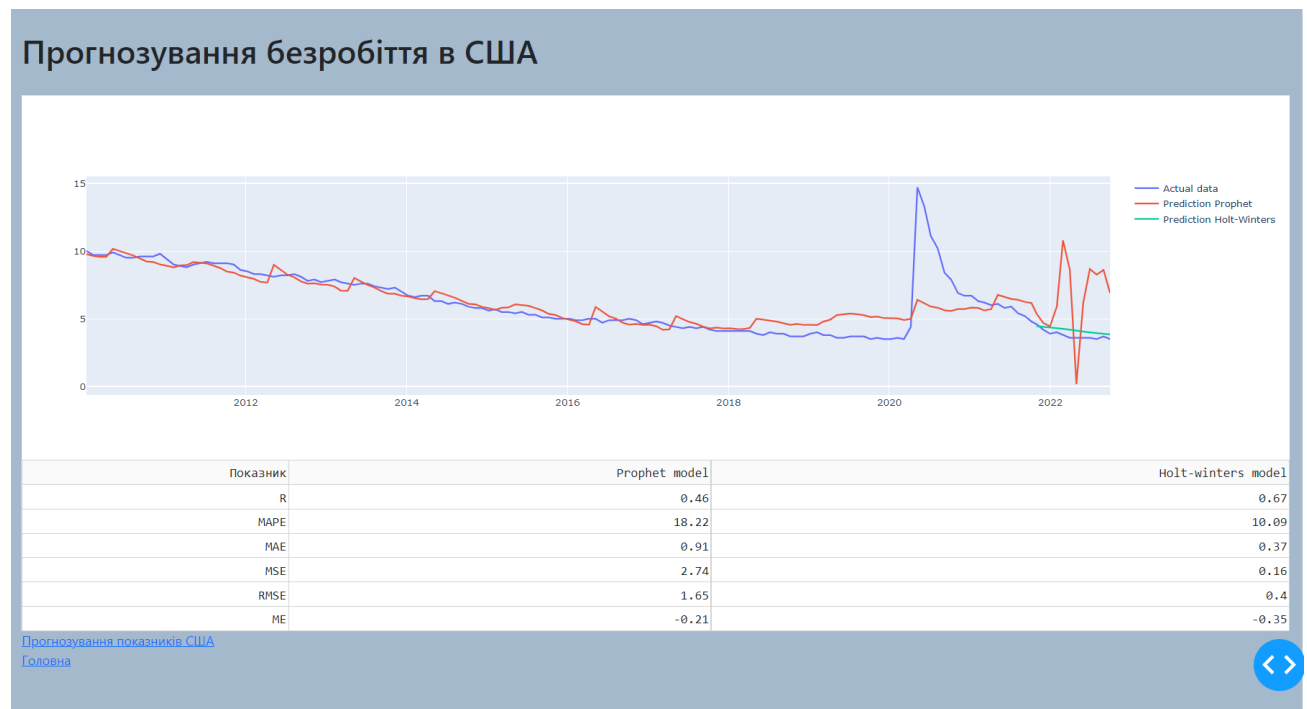


Рис.3.3. Візуалізація результатів прогнозування рівня безробіття в США

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.3, можна зробити висновки, що коефіцієнт детермінації  $R^2$  за моделлю Prophet дорівнює 0,46, за моделлю Хольта-Уінтерса становить 0,67, тобто моделі описують досліджуване явище на 46% та 67% відповідно.

MAPE (mean absolute percent error) за моделлю за моделлю Prophet дорівнює 18,22%, за моделлю Хольта-Уінтерса становить 10,09%. Значення MAE (the mean absolute error) середня абсолютна помилка прогнозу, RMSE (the root mean square error) середнє квадратичне відхилення, MSE (mean square error) середній квадрат помилки, ME середня помилка є низькими. Проте на графіку чітко видно, прогнозовані значення за моделлю Prophet дуже сильно відрізняються від реальних значень.

Тому, відповідно до значень показників якості побудованих прогнозів, можна чітко визначити, що модель Хольта-Уінтерса краще підходить для прогнозування рівня безробіття в США.

## Індекс споживчих цін США

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні дані індексу споживчих цін Великої Британії, починаючи з січня 2010 року по липень 2022 року включно.

Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» та перевірити чи все працює.(Рис.3.4).

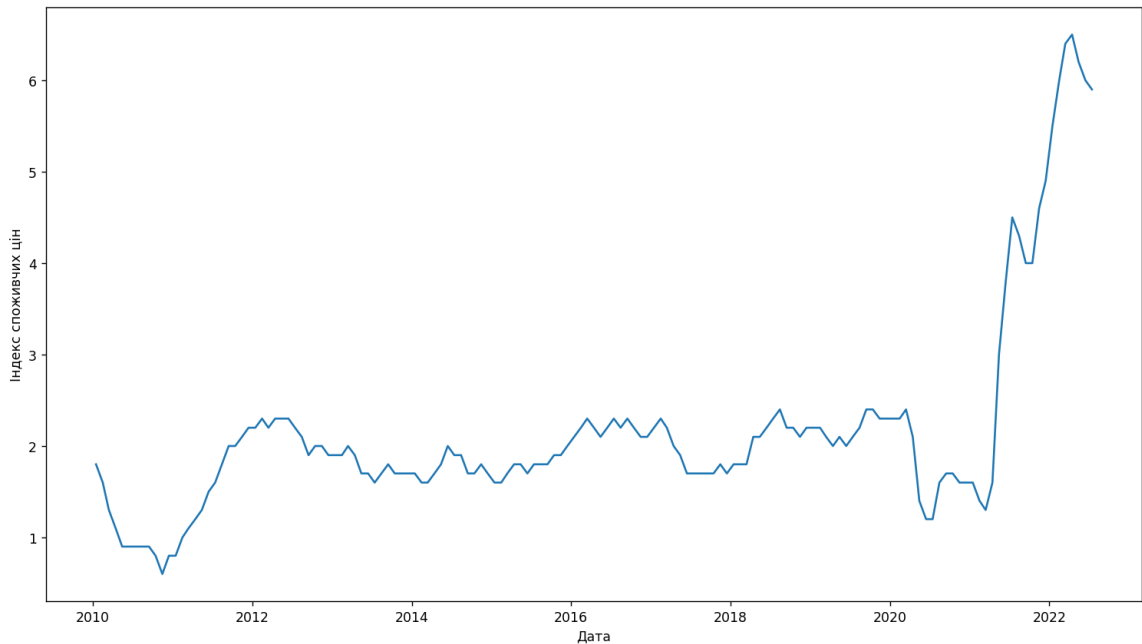


Рис.3.4. Графік індексу споживчих цін США з січня 2010 року по липень 2022 року

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.4 можна зробити висновок, що на індекс споживчих цін США стрімко зростає. Причиною такого стану можуть бути політика ФРС, щодо додаткової емісії долара США. Проте, починаючи з 2022 року ФРС почала підвищувати відсоткову ставку, що спричинило корекцію графіка індексу споживчих цін.

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.3).

Лістинг 3.3. Код для побудови прогнозу індексу споживчих цін в США на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet()
```

```

prophet_basic.fit(df)
future3 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=3,freq='M')
forecast3 = prophet_basic.predict(future3)
forecast3 = forecast3[["ds","yhat"]]
forecast3 = pd.merge(forecast3,df,how="left",on="ds")
forecast3.to_excel('Basic index of consumer prices USA.xlsx')

```

Джерело: створено автором

Відповідно до Лістингу 3.3 прогноз будується на 3 періоди вперед (3 місяці). Також було об'єднано дату, актуальні та прогнозовані значення, для подальшого збереження в форматі `xlsx`. В подальшому дані будуть використані для побудови графіку та перевірки якості побудованого прогнозу.

Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса та бібліотеку «`statsmodels.tsa.holtwinters`» (Лістинг 3.4).

Лістинг 3.4. Код для побудови прогнозу індексу споживчих цін в США на основі моделі Хольта-Уінтерса

```

"Holt-Winters model"
model3= ExponentialSmoothing(endog=CPI.actual,
                             trend="add",
                             seasonal= "add",
                             seasonal_periods=12).fit()
predictions3=model3.forecast(steps=3)
predictions3.to_excel('Basic index of consumer prices USA_Holt_predictions.
xlsx')

```

Джерело: створено автором

Наступним етапом є побудова графіків прогнозованих значень та перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «`dash`» (Рис.3.5).



Рис.3.5. Візуалізація результатів прогнозування індексу споживчих цін США

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.5, можна зробити висновки, що коефіцієнт детермінації  $R^2$  за моделлю Prophet дорівнює 0,56, за моделлю Хольта-Уінтерса становить 0,95, тобто моделі описують досліджуване явище на 56% та 95% відповідно.

MAPE (mean absolute percent error) за моделлю за моделлю Prophet дорівнює 25,59%, за моделлю Хольта-Уінтерса становить 5,67%. Значення MAE (the mean absolute error) середня абсолютна помилка прогнозу, RMSE (the root mean square error) середнє квадратичне відхилення, MSE (mean square error) середній квадрат помилки, ME середня помилка є низькими.

Відповідно до значень показників якості побудованих прогнозів, можна чітко визначити, що модель Хольта-Уінтерса краще підходить для прогнозування індексу споживчих цін США.

### Число первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США

З сайту Investing.com було вивантежено щотижневі дані числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття, починаючи з вересня 2020 року по серпень 2022 року включно. Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» та перевірити чи все працює.(Рис.3.6).

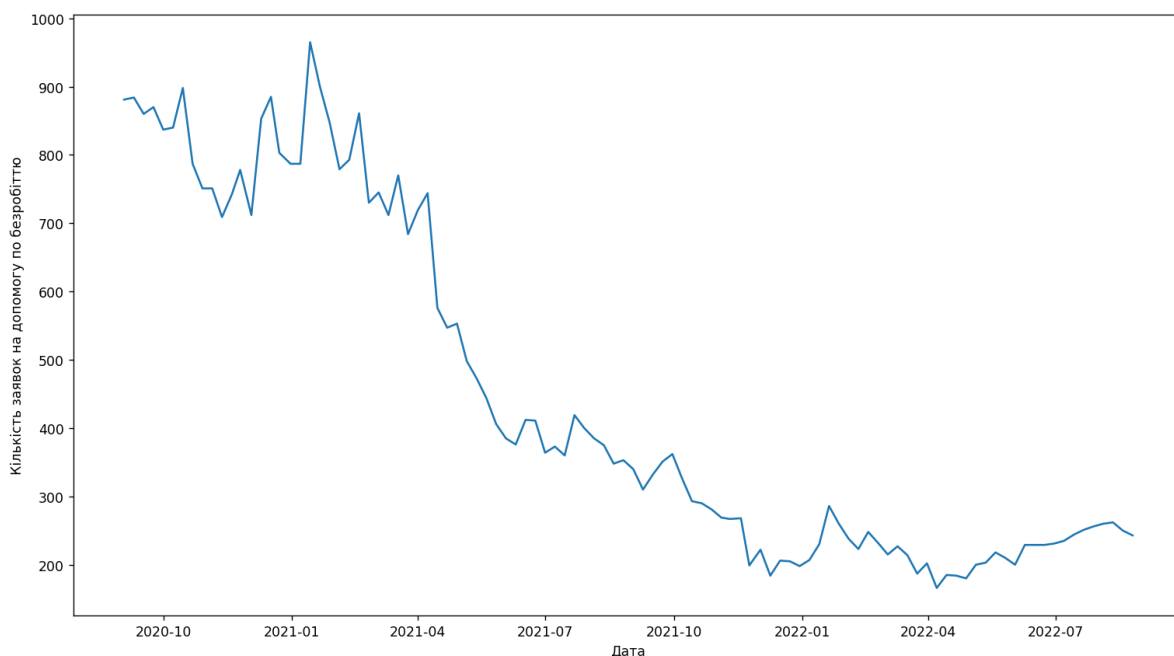


Рис.3.6. Графік числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США з вересня 2020 року по серпень 2022 року

Джерело: створено автором

Як видно з Рис.3.6, з початком 2021 року число первинних заявок на отримання допомоги з безробіття почало зменшувати. Цей факт можна пояснити стабілізацією економіки США після піку пандемії Covid-19.

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.5).

Лістинг 3.5. Код для побудови прогнозу заявок на отримання допомоги з безробіття в США на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet()
prophet_basic.fit(df)
future2 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=7,freq='W')
forecast2 = prophet_basic.predict(future2)
forecast2 = forecast2[["ds","yhat"]]
```

```
forecast2 = pd.merge(forecast2,df,how="left",on="ds")
forecast2.to_excel('The number of initial claims for unemployment benefits
US.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса та бібліотеку «statsmodels.tsa.holtwinters» (Лістинг 3.6).

Лістинг 3.6. Код для побудови прогнозу заявок на отримання допомоги з безробіття в США на основі моделі Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model2= ExponentialSmoothing(endog=benefits.actual,
                             trend="add",
                             seasonal= "add",
                             seasonal_periods=7).fit()
predictions2=model1.forecast(steps=7)
predictions2.to_excel('The number of initial claims for unemployment benefi
ts in the US_Holt_predictions.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Прогноз по моделях було побудовано на 7 періодів вперед. Далі було побудовано графіки прогнозованих значень та проведена перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «dash» (Рис.3.7).



Рис.3.7. Візуалізація результатів прогнозування числа первинних заявок на  
отримання допомоги з безробіття в США

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.9, можна зробити висновки, що коефіцієнт детермінації  $R^2$  за моделлю Prophet дорівнює 0,98, модель описує явище на 98%, що є чудовим результатом. За моделлю Хольта-Уінтерса  $R^2$  становить 0,52, тобто модель описує досліджуване явище на 52%, що є непоганим результатом.

MAPE (mean absolute percent error) за моделлю Prophet дорівнює 13,01%, що вказує на хорошу точність прогнозу. За моделлю Хольта-Уінтерса MAPE становить 66,5%, що вказує на незадовільну точність прогнозу.

Відповідно до значень показників якості побудованих прогнозів, можна чітко визначити, що модель Prophet краще підходить для прогнозування індексу споживчих цін США.

### **Зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США**

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні дані зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі, починаючи з січня 1994 року по липень 2022 року включно. Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» та перевірити чи все працює.(Рис.3.8).

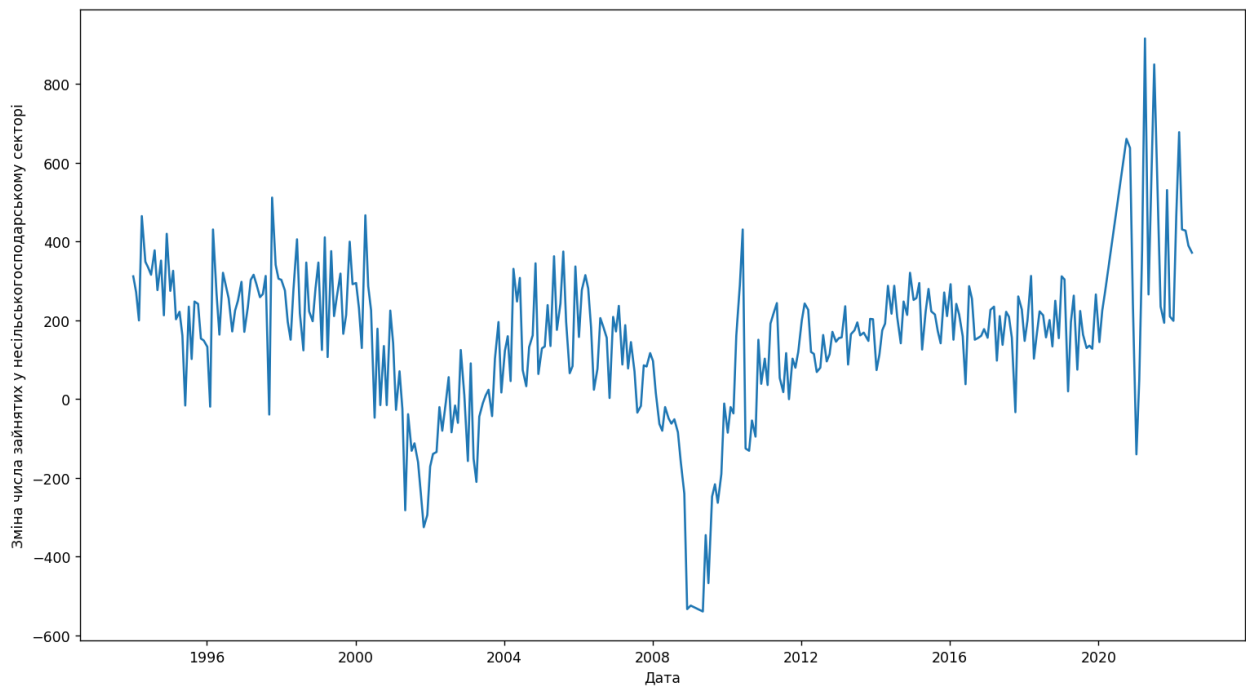


Рис.3.8. Графік зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США з вересня 2020 року по серпень 2022 року

Джерело: створено автором

Як видно з Рис.3.8, значення показника є дуже волатильними, що ускладнює прогнозування. У 2008 році, під час світової фінансової кризи значення показника різко досягло мінімумів. Також у 2020 році під час пандемії Covid-19 зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі дуже сильно коливалась в залежності від хвиль захворювань на Covid-19.

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.7).

Лістинг 3.7. Код для побудови прогнозу зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet(interval_width=0.9)
prophet_basic.fit(df1)
future1 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=3,freq='M')
forecast1 = prophet_basic.predict(future1)
forecast1 = forecast1[["ds","yhat"]]
```

```
forecast1 = pd.merge(forecast1,df1,how="left",on="ds")
forecast1.to_excel('Change in the number of employed in the US non-farm sector.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса (Лістинг 3.8).

Лістинг 3.8. Код для побудови прогнозу зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США на основі моделі Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model1= ExponentialSmoothing(endog=non_farm.actual,
                             trend="add",
                             seasonal= "add",
                             seasonal_periods=12).fit()
predictions1=model1.forecast(steps=3)
predictions1.to_excel('Change in the number of employed in the US non-farm sector_Holt_predictions.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Прогноз по моделях було побудовано на 3 періодів вперед. Далі було побудовано графіки прогнозованих значень та проведена перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «dash» (Рис.3.9).

### Прогнозування зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі

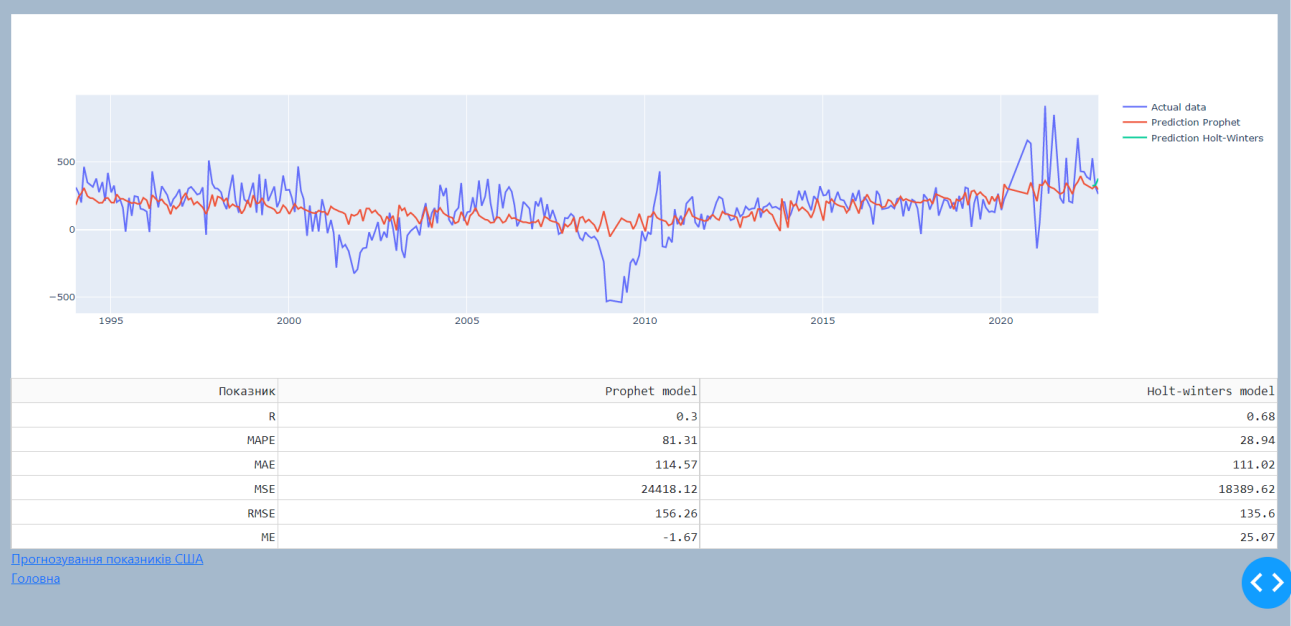


Рис.3.9. Візуалізація результатів прогнозування зміни числа зайнятих у  
несільськогосподарському секторі США

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.9, можна зробити висновки, що коефіцієнт детермінації  $R^2$  за моделлю Prophet дорівнює 0,3, модель описує явище на 30%, що є не дуже хорошим результатом. За моделлю Хольта-Уінтерса  $R^2$  становить 0,68, тобто модель описує досліджуване явище на 68%, що є хорошим результатом.

MAPE (mean absolute percent error) за моделлю Prophet дорівнює 81,31%, що вказує на незадовільну точність прогнозу. За моделлю Хольта-Уінтерса MAPE становить 28,94%, що вказує на задовільну точність прогнозу.

Відповідно до значень показників якості побудованих прогнозів, можна чітко визначити, що модель Хольта-Уінтерса краще підходить для прогнозування зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США.

## ВВП США

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні ВВП, починаючи з вересня 2020 року по серпень 2022 року включно. Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» (Рис.3.10).

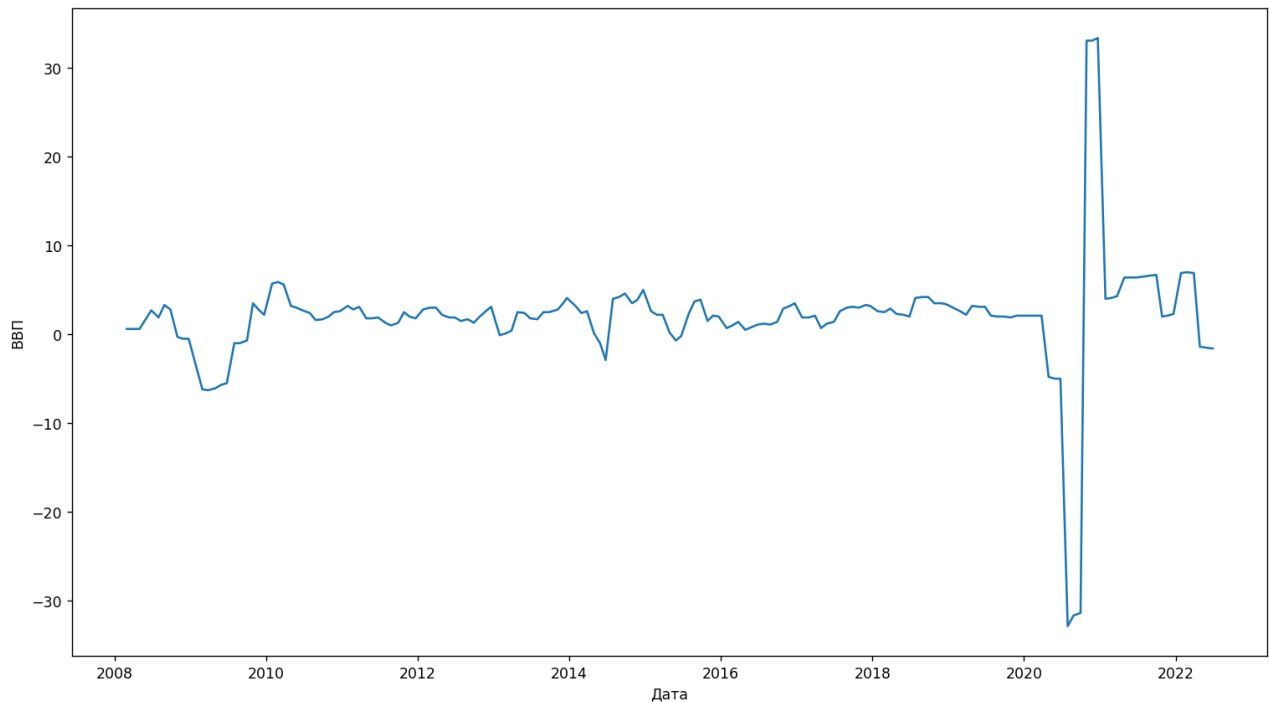


Рис.3.10. Графік ВВП США з січня 2008 року по червень 2022 року

Джерело: створено автором

Оскільки дані мають дуже сильні коливання в 2020 році, тому було видалено 10 максимальних та мінімальних значень. Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.9).

Лістинг 3.9. Код для побудови прогнозу ВВП США на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet()
prophet_basic.fit(df)
future4 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=3, freq='M')
forecast4 = prophet_basic.predict(future4)
forecast4 = forecast4[["ds", "yhat"]]
forecast4 = pd.merge(forecast4, df, how="left", on="ds")
forecast4.to_excel('GDP USA.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Оскільки, модель Prophet може не дати очікувані результати, тому також було побудовано прогнози на основі моделі Хольта-Уінтерса (Лістинг 3.10).

### Лістинг 3.10. Код для побудови прогнозу ВВП США на основі моделі Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model4= ExponentialSmoothing(endog=gbpUS.actual,
                              trend="add",
                              seasonal= "add",
                              seasonal_periods=12).fit()
predictions4=model4.forecast(steps=3)
predictions4.to_excel('GDP USA_Holt_predictions.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Прогноз по моделях було побудовано на 3 періоди вперед. Далі було побудовано графіки прогнозованих значень та проведена перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «dash» Рис.3.15).

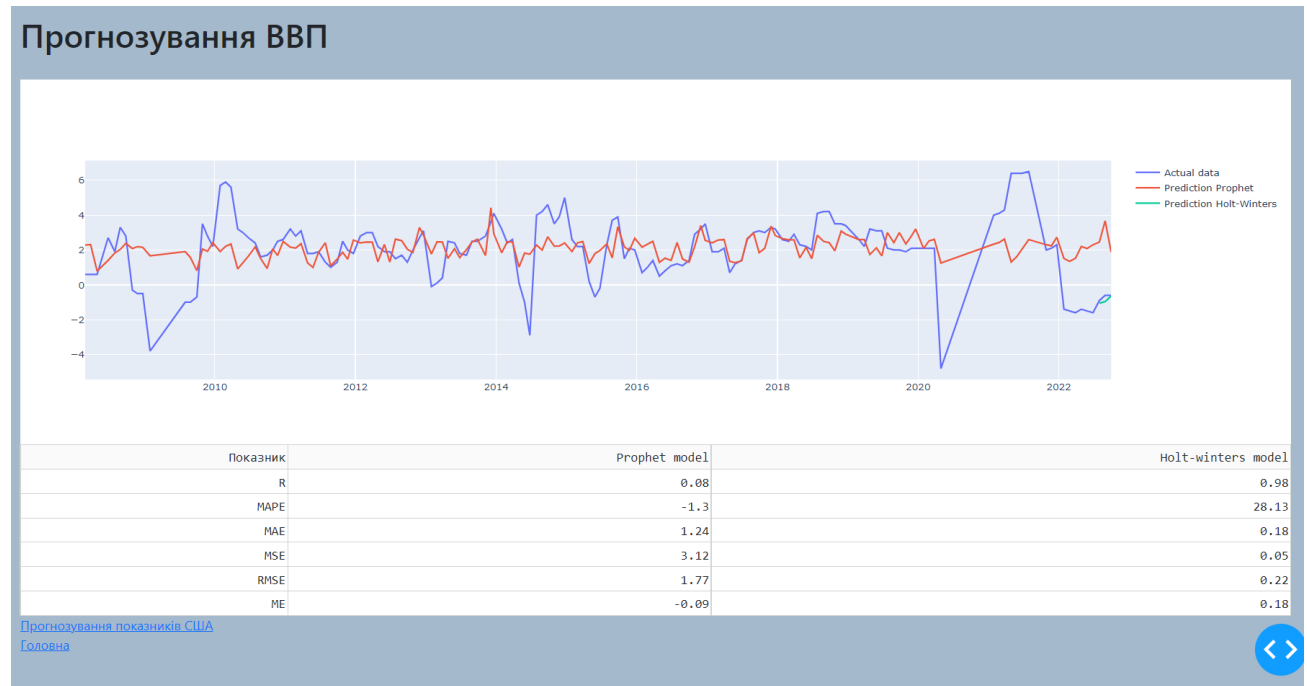


Рис.3.11. Візуалізація результатів прогнозування ВВП в США

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис. 3.11, можна зробити висновок, що модель Prophet дає незадовільні результати. Проте модель Хольта-Уінтерса дає досить непогані результати, на що вказує високе значення коефіцієнта детермінації (0,98) та показник MAPE становить 28,13%, що вказує на задовільну точність прогнозу.

### Показник рівня безробіття Великої Британії.

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні дані рівня безробіття у Великій Британії, починаючи з січня 2000 року по жовтень 2021 року включно. Для завантаження даних в середовище Python було використано бібліотеку «pandas». Наступним кроком є надання назв колонкам даних для подальшого зручного використання. Також обов’язково потрібно перетворити колонку з датами в формат дати, а дані у формат типу «float». Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» та перевірити чи все працює.(Рис.3.12).

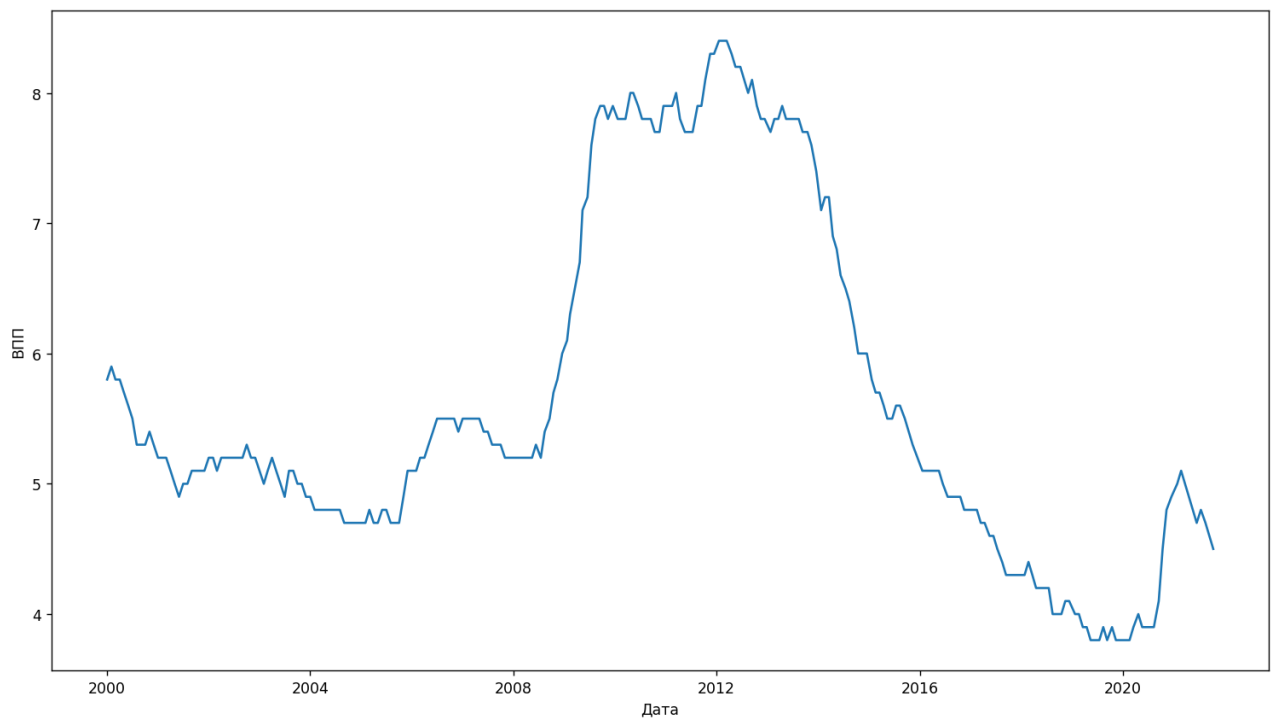


Рис.3.12. Графік рівня безробіття у Великій Британії з січня 2000 року по жовтень 2021 року

Джерело: створено автором

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.11).

Лістинг 3.11. Код для побудови прогнозу рівня безробіття у Великій Британії на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet()
prophet_basic.fit(df)
future9 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=12, freq='M')
forecast9 = prophet_basic.predict(future9)
forecast9 = forecast9[["ds", "yhat"]]
forecast9 = pd.merge(forecast9, df, how="left", on="ds")
forecast9.to_excel('Unemployment rate of Great Britain.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Відповідно до Лістингу 3.11 прогноз будується на 12 періодів вперед (12 місяців). Також було об'єднано дату, актуальні та прогнозовані значення, для подальшого збереження в форматі *xlsx*. В подальшому дані будуть використані для побудування графіку та перевірки якості побудованого прогнозу.

Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса та бібліотеку «*statsmodels.tsa.holtwinters*» (Лістингу 3.12).

Лістинг 3.12. Код для побудови прогнозу рівня безробіття у Великій Британії на основі моделі Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model9= ExponentialSmoothing(endog=unemploy_rateGB.actual,
                             trend="add",
                             seasonal= "add",
                             seasonal_periods=12).fit()
predictions9=model9.forecast(steps=12)
predictions9.to_excel('Unemployment rate of Great Britain_Holt_predictions.
xlsx')
```

Джерело: створено автором

Відповідно до поданого вище коду, прогноз будується на 12 періодів вперед (12 місяців). Наступним етапом є побудова графіків прогнозованих значень та перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «*dash*» (Рис.3.13).

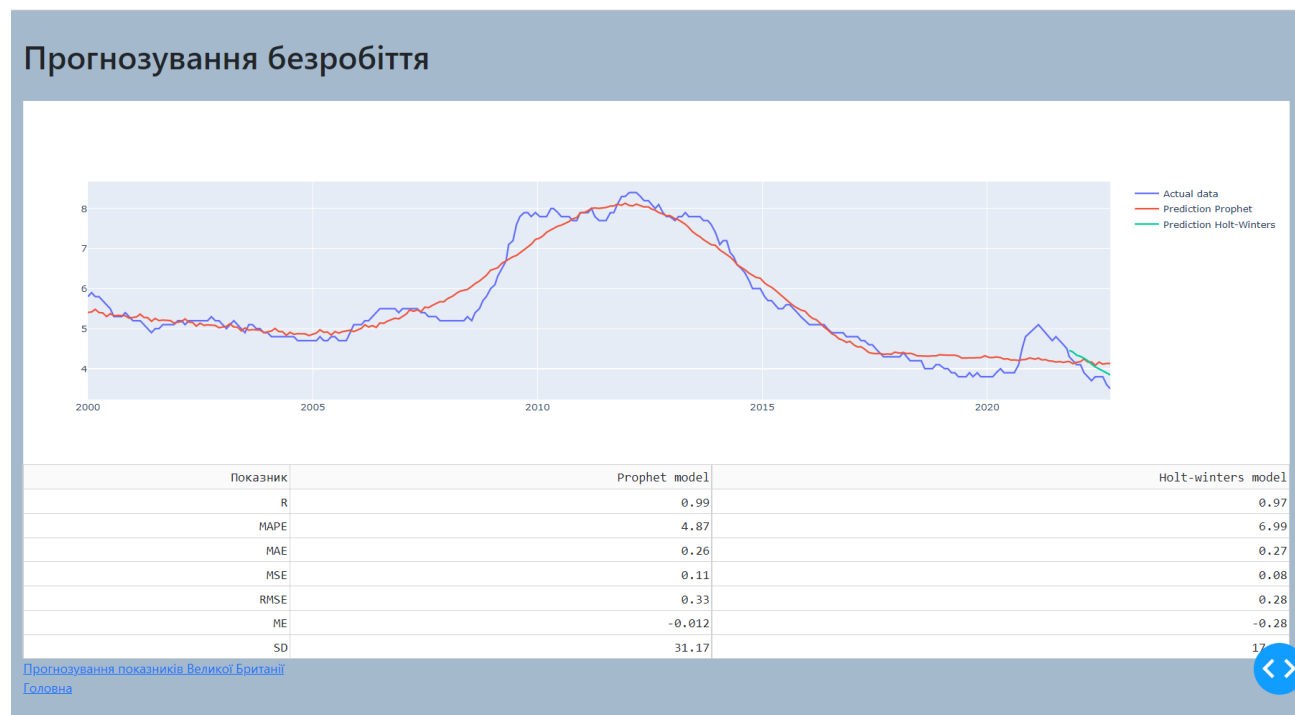


Рис.3.13. Візуалізація результатів прогнозування рівня безробіття у Великій Британії

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.13, можна зробити висновки, що коефіцієнт детермінації  $R^2$  за моделлю Prophet дорівнює 0,99, за моделлю Хольта-Уінтерса становить 0,97, тобто моделі описують досліджуване явище на 99% та 97% відповідно, що є прекрасним результатом.

MAPE (mean absolute percent error) за моделлю за моделлю Prophet дорівнює 4,87%, за моделлю Хольта-Уінтерса становить 6,99%, що вказує на високу точність прогнозів побудованих, використовуючи обрані моделі.

Значення MAE (the mean absolute error) середня абсолютна помилка прогнозу, RMSE (the root mean square error) середнє квадратичне відхилення, MSE (mean square error) середній квадрат помилки, ME середня помилка є низькими, що теж вказує на високу якість побудованих прогнозів.

Отже, обидві моделі можна використовувати для прогнозування рівня безробіття у Великій Британії, проте модель Prophet дала більші точні прогнозовані значення.

## Показник ВВП Великої Британії.

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні дані ВВП у Великій Британії, починаючи з квітня 2012 року по грудень 2021 року включно. Наступним кроком є надання назв колонкам даних для подальшого зручного використання. Також обов'язково потрібно перетворити колонку з датами в формат дати, а дані у формат типу «float». Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» та перевірити чи все працює.(Рис.3.14).

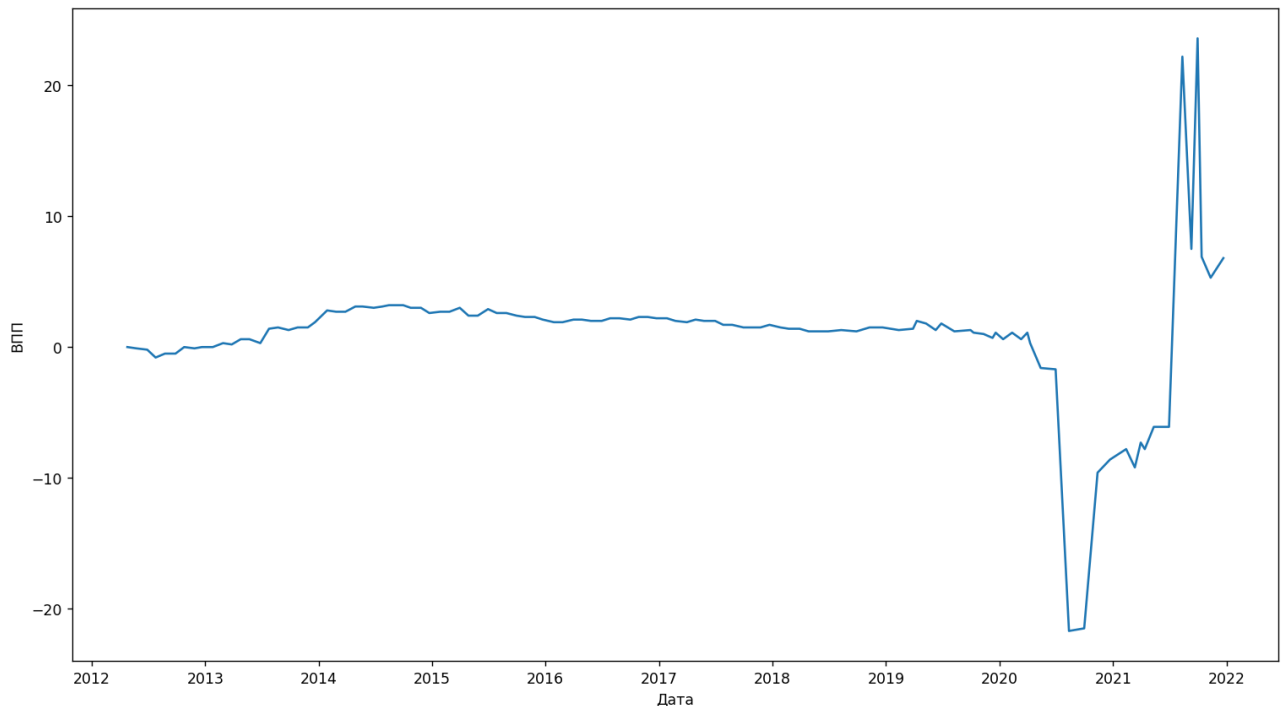


Рис.3.14. Графік ВВП у Великій Британії з січня 2000 року по жовтень 2021 року

Джерело: створено автором

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.13).

Лістинг 3.13. Код для побудови прогнозу ВВП у Великій Британії на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet(interval_width=0.9)
prophet_basic.fit(df)
future8 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=3, freq='M')
forecast8 = prophet_basic.predict(future8)
```

```
forecast8 = forecast8[["ds", "yhat"]]
forecast8 = pd.merge(forecast8, df, how="left", on="ds")
forecast8.to_excel('GDP of Great Britain.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса та бібліотеку «statsmodels.tsa.holtwinters» (Лістинг 3.14).

Лістинг 3.14. Код для побудови прогнозу ВВП у Великій Британії на основі моделі

Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model8= ExponentialSmoothing(endog=gbpGB.actual,
                             trend="add",
                             seasonal= "add",
                             seasonal_periods=12).fit()
predictions8=model8.forecast(steps=3)
predictions8.to_excel('GDP of Great Britain_Holt_predictions.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Відповідно до поданого вище коду, прогноз будується на 3 періоди вперед (3 місяці). Наступним етапом є побудова графіків прогнозованих значень та перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «dash» (Рис.3.15).



Рис.3.15. Візуалізація результатів прогнозування ВВП у Великій Британії

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.15, модель Prophet дає незадовільні результати. Модель Хольта-Уінтерса можна використовувати для прогнозування ВВП у Великій Британії, оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює 0,92. Показник MAPE дорівнює 18,94, що вказує на хорошу точність прогнозу.

Отже, для прогнозування ВВП у Великій Британії можна використати модель Хольта-Уінтерса.

### Показник об'єму експорту Японії.

З сайту Investing.com було вивантежено щомісячні дані об'єму експорту Японії, починаючи з січня 2012 року по грудень 2021 року включно. Наступним кроком є надання назв колонкам даних для подальшого зручного використання. Також обов'язково потрібно перетворити колонку з датами в формат дати, а дані у формат типу «float». Після виконання цих маніпуляцій можна вивести графік за допомогою інструменту «pyplot» та перевірити чи все працює.(Рис.3.16).

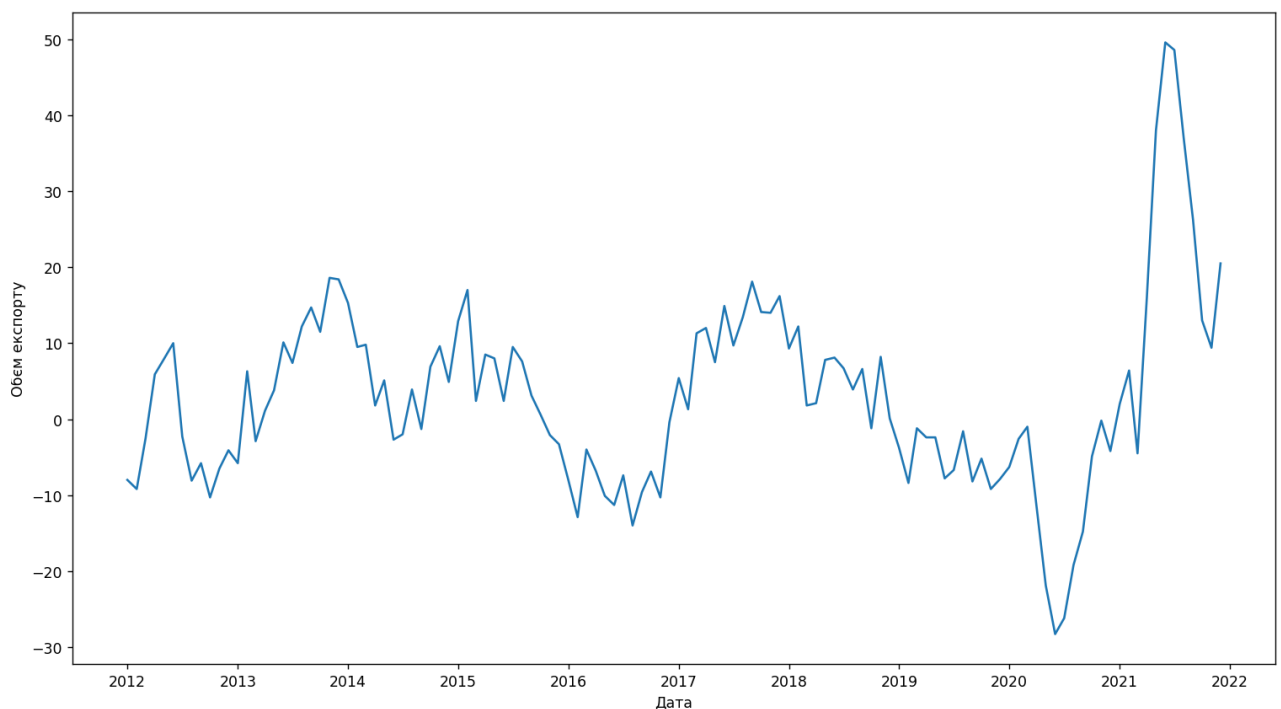


Рис.3.16. Графік об'єму експорту Японії з січня 2012 року по грудень 2021 року

Джерело: створено автором

Відповідно до графіка, можна зробити висновок, що пандемія Covid-19 дуже сильно негативно вплинула на об'єм експорту, проте починаючи з 2021 року ситуація значно покращилась.

Наступним етапом є побудова прогнозу на основі моделі Prophet. Для початку необхідно перейменувати заголовки даних з «date» та «actual» на «ds» та «y» відповідно. Після цього було побудовано прогноз, використовуючи бібліотеку «Prophet» (Лістинг 3.15).

Лістинг 3.15. Код для побудови прогнозу об'єму експорту Японії на основі моделі Prophet

```
"Prophet model"
prophet_basic = Prophet()
prophet_basic.fit(df)
future7 = prophet_basic.make_future_dataframe(periods=3, freq = 'M')
forecast7 = prophet_basic.predict(future7)
forecast7 = forecast7[["ds", "yhat"]]
forecast7 = pd.merge(forecast7, df, how="left", on="ds")
forecast7.to_excel('Volume of Japan exports.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Відповідно до Лістингу 3.15 прогноз будується на 3 періоди вперед (3 місяці). Також було об'єднано дату, актуальні та прогнозовані значення, для подальшого збереження в форматі xlsx. В подальшому дані будуть використані для побудування графіку та перевірки якості побудованого прогнозу. Також було побудовано прогноз, використовуючи модель Хольта-Уінтерса та бібліотеку «statsmodels.tsa.holtwinters» (Лістингу 3.16).

Лістинг 3.16. Код для побудови прогнозу об'єму експорту Японії на основі моделі Хольта-Уінтерса

```
"Holt-Winters model"
model7 = ExponentialSmoothing(endog=export.actual,
                              trend="add",
                              seasonal="add",
                              seasonal_periods=12).fit()
predictions7 = model7.forecast(steps=3)
predictions7.to_excel('Volume of Japan exports_Holt_predictions.xlsx')
```

Джерело: створено автором

Наступним етапом є побудова графіків прогнозованих значень та перевірка якості прогнозів. Візуалізацію створено за допомогою бібліотеки «dash» Рис.3.17).



Рис.3.17. Візуалізація результатів прогнозування об'єму експорту Японії

Джерело: створено автором

Відповідно до Рис.3.17, модель Prophet дає незадовільні результати. Модель Хольта-Уінтерса можна використовувати для прогнозування об'єму експорту Японії, оскільки коефіцієнт детермінації дорівнює 0,96. Показник MAPE дорівнює 19,32, що вказує на хорошу точність прогнозу.

Отже, для прогнозування об'єму експорту Японії можна використати модель Хольта-Уінтерса.

### 3.2. Застосування прогнозування макроекономічних показників для прийняття рішень в трейдерській діяльності

Для будь-якої компанії, яка надає фінансово-консультаційні послуги населенню дуже важливо вміти правильно подати всю інформацію, показати свою компетентність і зацікавленість у розвитку всіх аспектів діяльності на ринку Forex. Одними із можливих аспектів розвитку діяльності таких компаній може бути прогнозування макроекономічних показників, що впливають на формування ціни на ринку Forex. Розроблення програмного продукту для прогнозування дає можливість працівникам та клієнтам візуально побачити можливі майбутні значення показників і відповідно можливі рухи графіка ціни, локальні тренди, що в сукупності з технічним аналізом допоможуть прийняти правильне рішення, щодо

відкриття ордерів. Можливість застосування прогнозування можна перевірити за допомогою графіка ціни торгово терміналу відповідної валютної пари. Для аналізу можливого використання прогнозів макроекономічних показників США було обрано валютну пару EUR\USD (Рис. 3.18, Рис. 3.19, Рис. 3.20, Рис. 3.21, Рис. 3.22).

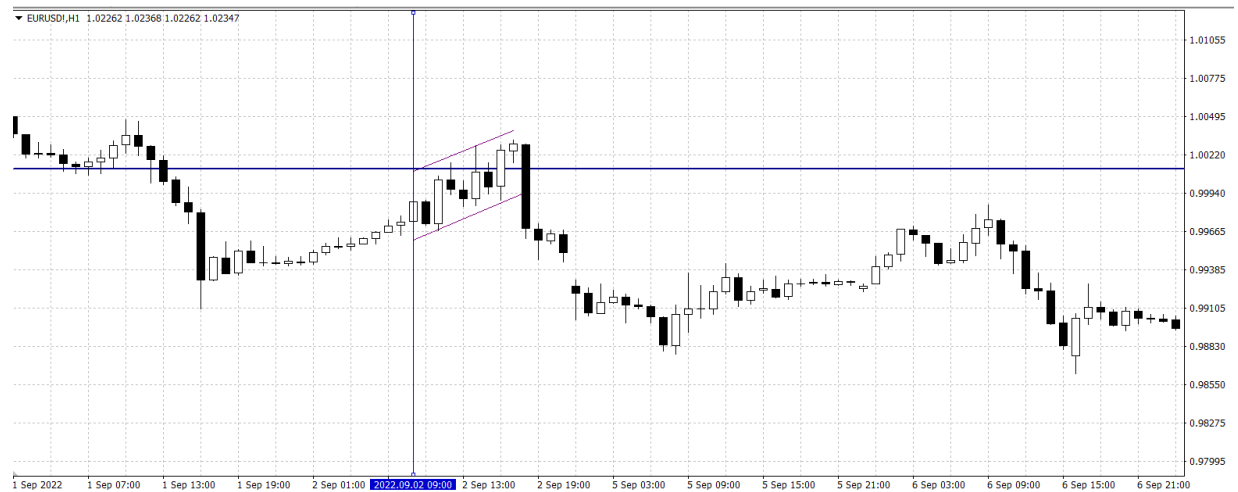


Рис. 3.18. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі H1 за 2 вересня 2022 року

Значення показника рівня безробіття в США за 2 вересня 2022 року становило 3,7%, прогнозоване значення фінансових установ США дорівнювало 3,5%, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило 3,88%. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари EUR/USD вгору. Як видно з Рис. 3.18, в період публікації значення рівня безробіття в США, графік ціни дійсно пішов вгору, проте пізніше локальний тренд змінився, причиною такої ситуації може бути наявність цінового рівня 1,00118 долара США за 1 євро.



Рис. 3.19. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі H1 за 10 серпня 2022 року

Значення показника індексу споживчих цін в США за 8 серпня 2022 року становило 5,9%, прогнозоване значення фінансових установ США дорівнювало 6,1%, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило 5,94%. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари EUR/USD вгору. Як видно з Рис. 3.19, в період публікації значення індексу споживчих цін в США, графік ціни дійсно пішов вгору, проте пізніше локальний тренд змінився, причиною такої ситуації може бути наявність цінового рівня 1,03641 долара США за 1 євро.

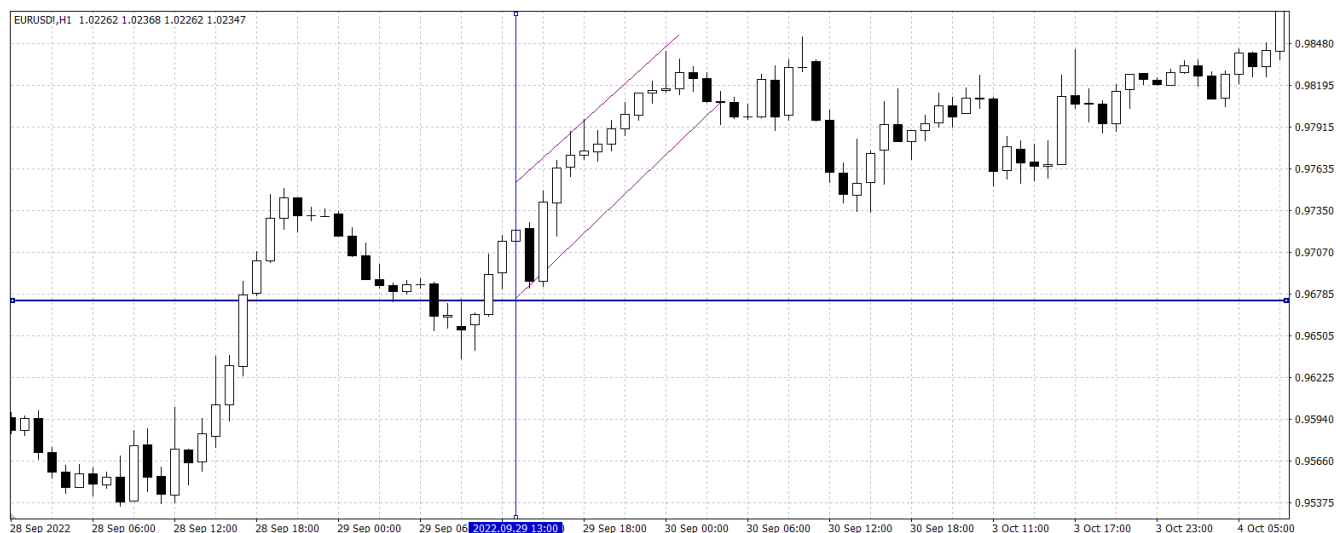


Рис. 3.20. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі H1 за 29 вересня 2022 року

Значення показника числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США за 29 вересня 2022 року становило 193 тис. осіб, прогнозоване значення фінансових установ США дорівнювало 215 тис. осіб, а прогнозоване за допомогою моделі Prophet становило 147 тис. осіб. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари EUR/USD вниз. Як видно з Рис. 3.20, в момент публікації числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США, графік ціни дійсно пішов вниз протягом однієї японської свічки, проте це не призвело до зміни локального тренду, причиною такої ситуації може бути наявність цінового рівня 0,96743 долара США за 1 євро.

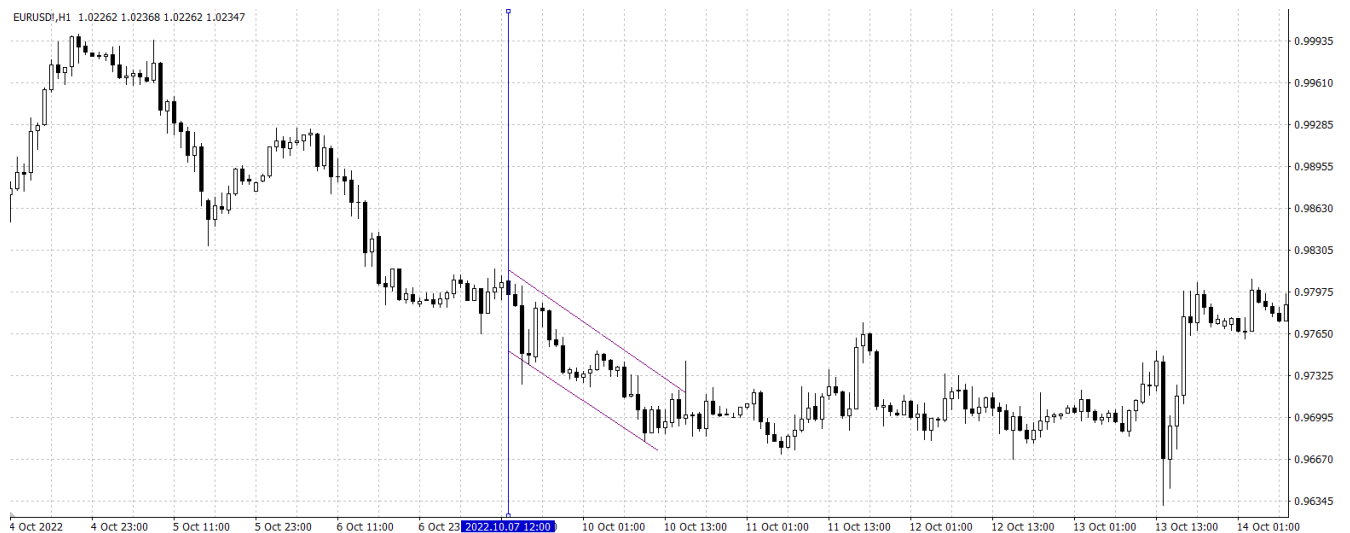


Рис. 3.21. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі H1 за 7 жовтня 2022 року

Значення показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США за 7 жовтня 2022 року становило 263 тис. осіб, прогнозоване значення фінансових установ США дорівнювало 250 тис. осіб, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило 378 тис. осіб. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари EUR/USD вниз. Як видно з Рис. 3.21, в момент публікації показника зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США, графік ціни дійсно пішов вниз, що призвело до продовження спадного тренду.

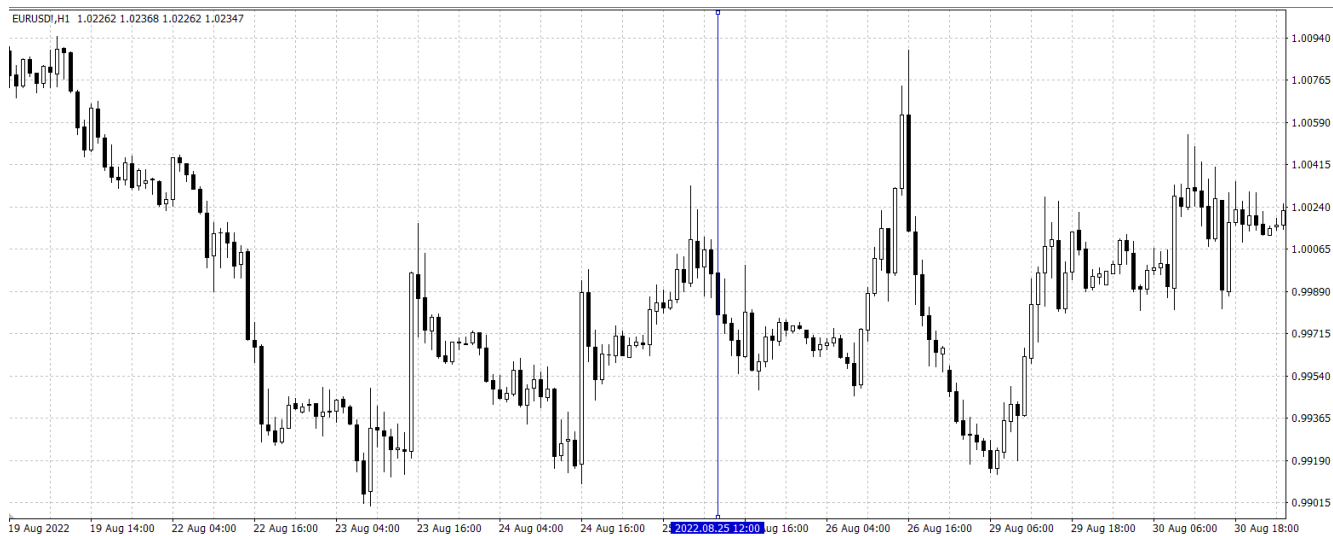


Рис. 3.22. Графік руху ціни валютної пари EUR/USD на таймфреймі H1 за 25 серпня 2022 року

Значення показника ВВП США за 25 серпня 2022 року становило -0,6%, прогнозоване значення фінансових установ США дорівнювало -0.8%, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило -0.64%. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари EUR/USD вниз. Як видно з Рис. 3.22, в період публікації показника ВВП США, графік ціни дійсно пішов вниз.

Для аналізу можливого використання прогнозів макроекономічних показників Великої Британії було обрано валютну пару GBP/USD (Рис. 3.23, Рис. 3.24).

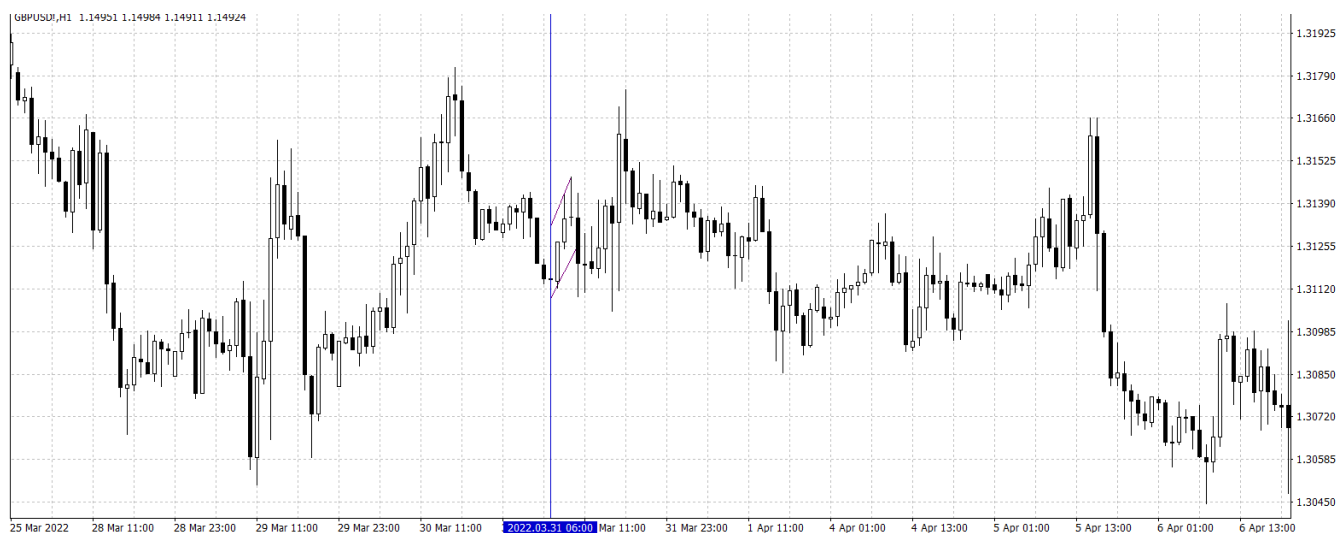


Рис. 3.23. Графік руху ціни валютної пари GBP/USD на таймфреймі H1 за 31 березня 2022 року

Значення показника ВВП Великої Британії за 31 березня 2022 року становило 6,6%, прогнозоване значення фінансових установ Великої Британії дорівнювало 6,5%, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило 7,55%. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари GBP/USD вгору. Як видно з Рис. 3.23, в період публікації показника ВВП Великої Британії, графік ціни дійсно пішов вгору. Хоча публікація показника не призвела до формування зростаючого тренду, проте варто врахувати, що валютна пара пов'язана з долларом США, домінація якого продовжується на ринку Forex.

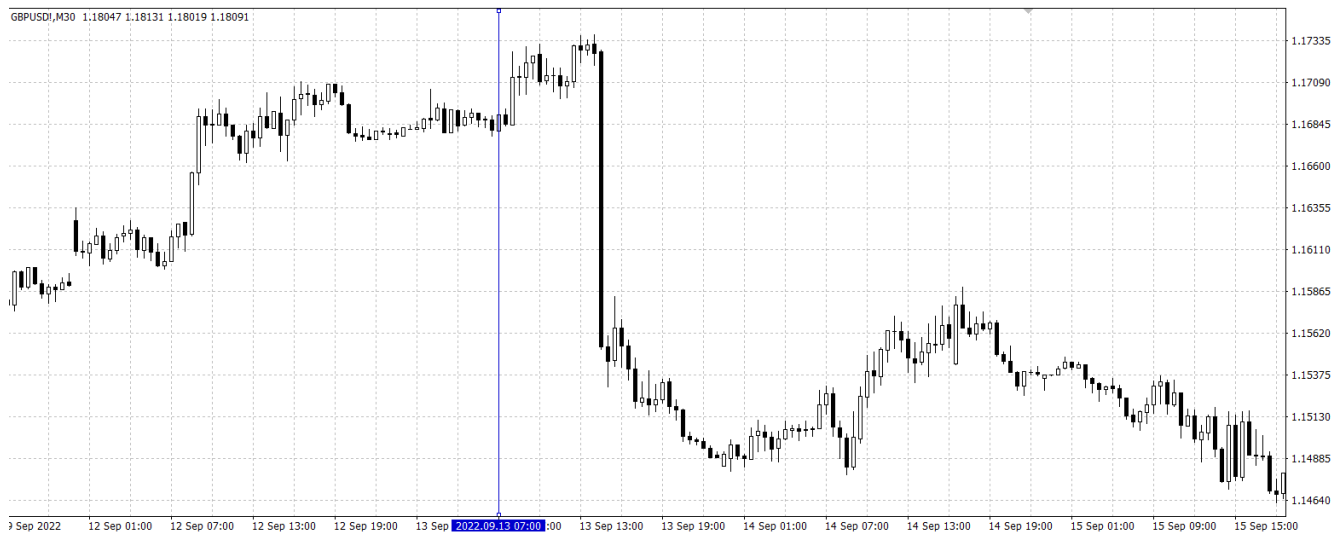


Рис. 3.24. Графік руху ціни валютної пари GBP/USD на таймфреймі M30 за 13 вересня 2022 року

Значення показника рівня безробіття Великої Британії за 13 вересня 2022 року становило 3,6%, прогнозоване значення фінансових установ Великої Британії дорівнювало 3,8%, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило 3,88%. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари GBP/USD вниз. Як видно з Рис. 3.24, в період публікації показника рівня безробіття Великої Британії, графік ціни спочатку пішов вгору, проте в другій половині дня відбулося різке падіння ціни. Можливо очікування трейдерів, щодо значення показника були також завищені, що спонукало їх встановити лімітні ордери на рівні 1,17335, що призвело до різкого розвороту або ж відбулися якісь події пов'язані з долларом США.

Для аналізу можливого використання прогнозів макроекономічних показників Великої Британії було обрано валютну пару USD/JPY (Рис. 3.25)



Рис. 3.25. Графік руху ціни валютної пари USD/JPY на таймфреймі M30 за 15 вересня 2022 року

Значення показника об'єму експорту Японії за 15 вересня 2022 року становило 22,1%, прогнозоване значення фінансових установ Японії дорівнювало 23,6%, а прогнозоване за допомогою моделі Хольта-Уінтерса становило 18,2%. Після врахування значення, що було отримано в результаті дослідження можна було б прийняти рішення про можливий рух графіка ціни валютної пари USD/JPY вниз. Як видно з Рис. 3.25, в період публікації показника графік ціни дійсно пішов вгору.

Отже, прогнозування макроекономічних показників, що впливають на формування ціни на ринку Forex, дійсно впливають та можуть допомагати приймати рішення трейдерам під час аналізу. Проте не варто забувати, що лише комбінування технічного аналізу та фундаментального аналізу, в даному дослідженні прогнозування макроекономічних показників і є фундаментальним аналізом, можуть дати більш чітку картину можливого руху графіка ціни. Також, відповідно до Рис.3.23, прогнозування не дає гарантій руху графіка ціни у відповідну сторону. Прогнозування можна вважати своєрідними рекомендаціями, на які варто звертати увагу під час щоденного аналізу ринку Forex.

### 3.3. Формування фінансових інструментів проведення операцій на основі кластерного аналізу

Під час торгівлі на світовому фінансовому ринку в трейдери обирають фінансові інструменти, які вони будуть використовувати для проведення

фінансових операцій. Проте кожен фінансовий інструмент має свої особливості, різну волатильність і тому під час торгівлю дуже важливо орієнтуватися, які інструменти краще обрати для зменшення ризику та максимізації прибутку. Виділення окремих груп допоможе трейдерам визначити для себе валютні пари, які є найвигіднішими для них. Кожен фінансовий інструмент володіє характеристиками, які були визначені за допомогою інформації з торгового терміналу та експертних оцінок.

До таких характеристик було віднесено:

- Відсоток прибуткових угод від торгової системи Фібоначчі (% від угод);
- Відсоток прибуткових угод від торгової системи Пурія (% від угод);
- Спред фінансового інструменту (пункти);
- Маржинальний залог фінансового інструменту (одиниць);
- Середня величина денної японської свічки фінансового інструменту (пункти);
- Ціна одного пункта (в доларах США);
- Волатильність валютної пари (1-10 балів).

Для нашого дослідження нами були обрані такі фінансові інструменти: AUD/USD, EUR/USD, USD/CHF, GBP/USD, EUR/JPY, GBP/JPY, USD/JPY, NZD/USD, BTC/USD, XAU/USD, CAD/JPY, AUD/JPY, USD/CAD, EUR/CHF, EUR/GBP, CHF/JPY, AUD/CAD, EUR/CAD, AUD/CHF, CAD/CHF, EUR/NOK, EUR/PLN, GBP/CAD, GBP/CHF, GBP/NOK, GBP/PLN, USD/NOK, USD/PLN, USD/NOK, USD/PLN, NZD/JPY, NOK/JPY, USD/CNH, USD/CZK, USD/DKK, USD/HKD, USD/HUF, USD/MXN, USD/SGD, USD/TRY, USD/ZAR.

Після збору всієї необхідної інформації та даних було знайдено середнє значення і середнє квадратичне відхилення по кожній з характеристик. Для кластеризації було обрано метод k-means. Метод реалізується в програмі Statistica.

На початковому етапі необхідно було нормалізувати вхідні дані в середовищі Microsoft Office Excel. Отримані в результаті обрахунків дані було завантажено в середовище програми Statistica.

Оскільки ми використовуємо при кластеризації метод k-means, тому необхідно вказати кількість кластерів і кількість ітерацій. Оскільки найбільша кількість операцій здійснюється за допомогою валют країн G-7, тому було вирішено обрати кількість кластерів дорівнює 7. Кількість ітерацій було обрано 10. Для візуалізації результатів кластеризації було обрано програму Power BI Desktop (Рис.3.25, Рис.3.26).



Рис.3.25. Візуалізація кластеризації у середовищі Power BI Desktop

Джерело: створено автором

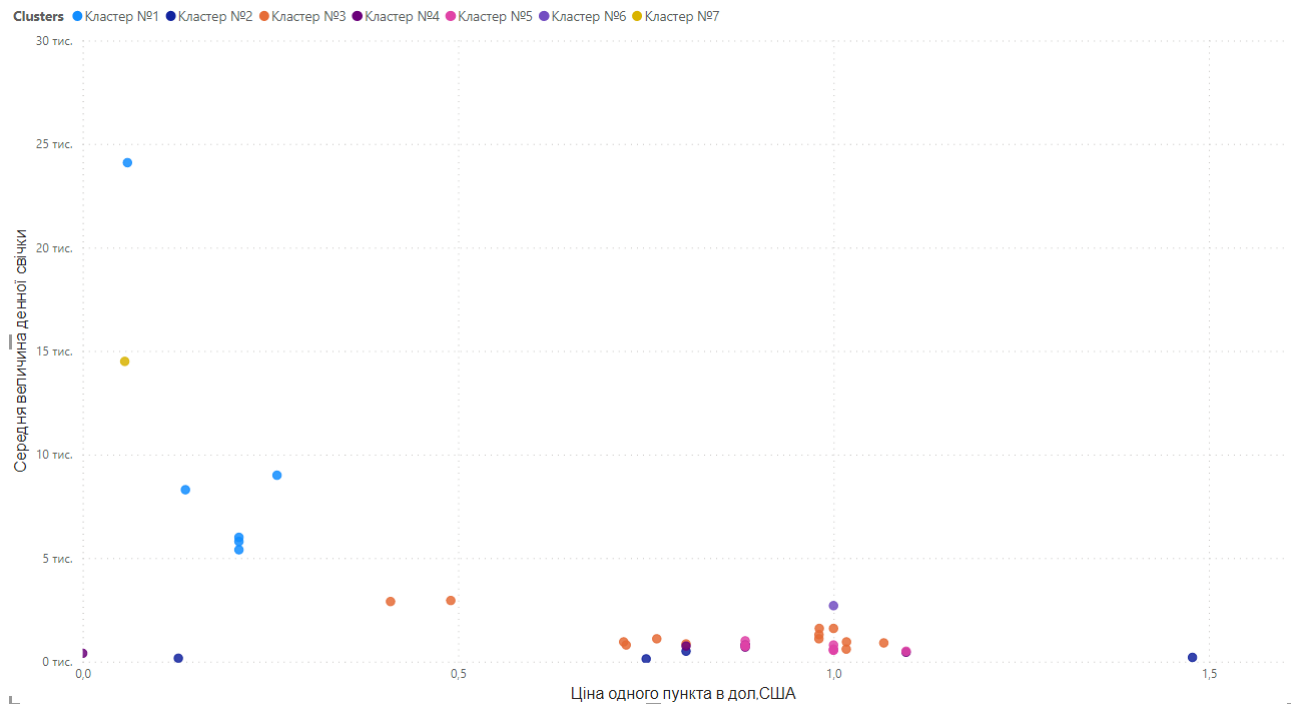


Рис.3.26 Візуалізація кластеризації усіх фінансових інструментів

Джерело: створено автором

На рисунку, поданому вище, подано кластеризацію враховуючи такі характеристики:

- середня величина денної свічки (пункти);
- ціна одного пункта торгового терміналу (дол. США).

Також з візуалізацією результатів кластеризації у формі таблиці можна ознайомитись в Додатку А.

Для оцінки властивостей кожного з кластерів було визначено max/min значення кожного фактора з переліку країн відповідного кластеру (Рис.3.27).

| Кластери   | Min/Max | Відсоток<br>прибуткових угод<br>від торгової<br>системи Фібоначчі | Відсоток<br>прибуткових угод<br>від торгової<br>системи Пурія | Спред | Маржиналь<br>ний залог | Середня<br>величина<br>денної<br>японської<br>свічки | Ціна<br>одного<br>пункта | Волатиль<br>ність |
|------------|---------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Кластер №1 | Min     | 0                                                                 | 0                                                             | 209   | 1000                   | 5400                                                 | 0,0596                   | 5                 |
|            | Max     | 0                                                                 | 0                                                             | 800   | 1187                   | 24100                                                | 0,2588                   | 7                 |
| Кластер №2 | Min     | 0                                                                 | 0                                                             | 16    | 98,1                   | 130                                                  | 0,1274                   | 1                 |
|            | Max     | 0                                                                 | 0                                                             | 300   | 3000                   | 500                                                  | 1,4781                   | 3                 |
| Кластер №3 | Min     | 0                                                                 | 0                                                             | 23    | 610,86                 | 600                                                  | 0,41                     | 4                 |
|            | Max     | 0                                                                 | 0                                                             | 158   | 1817,07                | 2950                                                 | 1,067                    | 9                 |
| Кластер №4 | Min     | 0                                                                 | 69                                                            | 21    | 740,2                  | 400                                                  | 0                        | 2                 |
|            | Max     | 0                                                                 | 85                                                            | 42    | 1156,74                | 800                                                  | 1,0967                   | 5                 |
| Кластер №5 | Min     | 52                                                                | 57                                                            | 18    | 712,5                  | 500                                                  | 0,8824                   | 4                 |
|            | Max     | 93                                                                | 80                                                            | 37    | 1349,35                | 1000                                                 | 1,0967                   | 5                 |
| Кластер №6 | Min     | 87                                                                | 0                                                             | 38    | 8110                   | 2700                                                 | 1                        | 10                |
|            | Max     | 87                                                                | 0                                                             | 38    | 8110                   | 2700                                                 | 1                        | 10                |
| Кластер №7 | Min     | 0                                                                 | 0                                                             | 12549 | 5000                   | 14500                                                | 0,056                    | 5                 |
|            | Max     | 0                                                                 | 0                                                             | 12549 | 5000                   | 14500                                                | 0,056                    | 5                 |

Рис.3.27. Оцінка max/min характеристик кластерів

Джерело: створено автором

На основі результатів кластеризацій можна описати кожен з утворених кластерів.

Кластер №1:

- торгова система «Фібоначчі» не використовується;
- торгова система «Пурія» не використовується;
- високий рівень спреду;
- середня величиною маржинального залогу;
- середня величина денної японської свічки є дуже великою;
- ціна одного пункту в торговому терміналі є дуже малою;
- волатильність є вище середнього значення.

В загальному Кластер №1 (EUR/PLN, GBP/PLN, USD/PLN, USD/DKK, USD/HUF, USD/ZAR) можна охарактеризувати як не вигідний для торгівлі, оскільки через великий спред трейдер з відкриттям позиції отримає значну початкову мінусову суму. Незважаючи на дуже велику величину добової японської

свічки, ціна одного пункта є малою. Сукупність цих мінусів посилюють емоційний тиск на трейдера та підвищує ризик втрати частини депозиту.

#### Кластер №2:

- торгова система «Фібоначчі» не використовується;
- торгова система «Пурія» не використовується;
- різною величиною спреду;
- різною величиною маржинального залогу;
- середня величина денної японської свічки є дуже малою;
- ціна одного пункту в торговому терміналі є різною;
- волатильність є дуже низькою.

Кластер №2 (AUD/CAD, NOK/JPY, USD/CNH, USD/HKD) об'єднує фінансові інструменти з малою можливістю заробітку, оскільки волатильність та середня величина денної японської свічки є дуже малими. Для зміни графіка ціни на велику кількість пунктів потрібно велика кількість часу, що призведе до поступового збільшення величини свопу і відповідно збільшення можливих втрат.

Кластер №3 (XAU/USD, EUR/CAD, AUD/CHF, CAD/CHF, EUR/NOK, GBP/CAD, GBP/CHF, GBP/NOK, USD/NOK, NZD/JPY, USD/CZK, USD/MXN, USD/SGD) можна охарактеризувати як перехідний кластер, який об'єднує непопулярні валютні пари, які рідко використовуються професійними трейдерами. Фінансовий інструмент XAU/USD найкраще використовувати під час публікації офіційних даних макроекономічних показників. Все-таки найкраще використовувати торгові роботи (боти) для торгівлі фінансовими інструментами даного кластеру.

#### Кластер №4:

- торгова система «Фібоначчі» не використовується;
- торгова система «Пурія» використовується;

- низький рівень спреду;
- середня величиною маржинального залогу;
- середня величина денної японської свічки в межах середнього діапазону;
- ціна одного пункту в торговому терміналі є в межах середнього діапазону, окрім EUR/GBP;
- волатильність оцінюється нижче середнього значення.

Кластер №4 (CAD/JPY, AUD/JPY, USD/CAD, EUR/CHF, EUR/GBP, CHF/JPY) можна віднести до таких, фінансові інструменти яких доцільно використовувати для торгівлі на світовому фінансовому ринку. Оскільки можливе використання торгової системи «Пурія», торгівля валютними парами призведе до збільшення депозиту трейдера.

Кластер №5:

- торгова система «Фібоначчі» використовується;
- торгова система «Пурія» використовується;
- низький рівень спреду;
- середня величиною маржинального залогу;
- середня величина денної японської свічки в межах середнього діапазону;
- ціна одного пункту в торговому терміналі є стабільно високою;
- волатильність стабільно середнє значення.

Кластер №5 (AUD/USD, EUR/USD, USD/CHF, GBP/USD, EUR/JPY, GBP/JPY, USD/JPY, NZD/USD) можна описати як найкращий для торгівлі на світовому фінансовому ринку. Фінансові інструменти даного кластеру вважаються найстабільнішими валютними парами. Стабільність та можливість використання торгових систем «Пурія» та «Фібоначчі» допоможуть трейдеру приножувати депозит, мінімізувавши при цьому ризики.

Кластер№6 (BTC/USD) включає в себе лише один фінансовий інструмент. Графік ціни біткойна можна охарактеризувати можливістю торгівлі торговою системою «Фібоначчі», невисоким рівнем спреда, високим маржинальним залогом, великою величиною денної японської свічки та дуже високою волатильністю. Торгівля біткойном є дуже ризиковою через надзвичайну волатильність та можливі скачки графіка ціни в будь-яку сторону. Тому дуже важко виставляти лімітні ордери, виставляти stop-loss. Торгівля BTC/USD є дуже ризиковою, проте за вмілої торгівлі можна за короткий проміжок часу значно збільшити депозит.

Кластер№7 (USD/TRY) теж має у своєму складі лише один фінансовий інструмент, торгівля яким не передбачає використання жодної з двох торгових систем, дуже високий спред, в поєднанні з великою величиною середньоденної японської свічки та дуже низькою ціною за один пункт, не дає можливості вигідно відкривати позиції в торговому терміналі. Можна зробити висновок про те, що торгівля валютною парою USD/TRY є невиправдано ризиковою.

Отже, на основі проведеного кластерного аналізу можна виділити фінансові інструменти Кластера №4 і Кластера №5 як такі, що варто використовувати у трейдерській діяльності. З іншого боку елементи Кластер №3 теж можна використовувати для торгівлі, проте вони потребують створення спеціальних роботів(ботів). Для того хто не боїться ризикувати, можна звернути увагу на BTC/USD. І також не варто відкривати торгові позиції на фінансові інструменти Кластера №1, Кластера №2, Кластера №7, оскільки торгівля цими валютними парами є недоцільною.

## ВИСНОВКИ

Розвиток технологій, мережі Інтернет дають можливість кожному бажаючому спробувати свої сили на ринку Forex. Взагалі ринок Forex можна описати одним простим реченням, що це ринок для конвертації однієї валюти в іншу. Незважаючи на те, що у всьому світі існує багато валют, 80% усіх щоденних операцій пов'язані з торгівлею у валютах країн G-7. Так найбільша частка операцій здійснюється у валютній парі EUR/USD (24%), USD/JPY (14%) та GBP/USD (10%). Також існує поділ ринку Forex за світовими фінансовими центрами торгівлі. Серед них найбільшими за обсягами торгівлі валютою є Лондон (38%), США (19%), Японія (4%), Сінгапур (8%), Гонконг (8%). Також сучасний ринок Forex має ряд характеристик:

- найдинамічніший ринок;
- цілодобовий ринок;
- прозорість ринку;
- міжнародна мережа дилерів;
- найпопулярнішою валютою є долар США.

Щодо сучасного стану, то за підсумками перших двох кварталів 2022 року долар США посилював свою домінацію:

- EUR/USD – позиції долара США зміцніли на 7,79%;
- USD/JPY – позиції долара США зміцніли на 17,94%;
- GBP/USD – позиції долара США зміцніли на 10%;
- AUD/USD – позиції долара США зміцніли на 4,94%;
- USD/CAD – позиції долара США зміцніли на 1,88%

Однією із складових успішної торгівлі на ринку Forex є фундаментальний аналіз. Складовими фундаментального аналізу є аналіз значень макроекономічних показників країн світу. Тому, на основі власного досвіду та інформації з економічного календаря сайту Investing.com, було сформовано список показників

США, Японії та Великої Британії, які найбільше впливають на формування ціни валютних пар. До показників США було віднесено число первинних заявок на отримання допомоги з безробіття, зміна числа зайнятих у несільськогосподарському секторі, рівень безробіття, базовий індекс споживчих цін та ВВП. Також було виділено об'єм експорту Японії, ВВП та рівень безробіття Великої Британії. Світова пандемія Covid-19 негативно вплинула на стан провідних економік світу, що призвело до погіршення основних економічних показників. У 2021 році ситуація дещо покращилась, про ризики нових хвиль захворюваності не дають можливість стверджувати про вихід з кризового стану.

Було обрано дві моделі для прогнозування основних макроекономічних показників, а саме модель Prophet та модель Хольта-Уінтерса. Середовищем побудови та візуалізації прогнозування було обрано мову програмування Python.

Після побудови прогнозів та перевірки якості, було визначено, що для прогнозування рівня безробіття в США, індексу споживчих цін США, зміни числа зайнятих у несільськогосподарському секторі США, ВВП США, ВВП Великої Британії та об'єму експорту Японії краще використовувати модель Хольта-Уінтерса. Для прогнозування числа первинних заявок на отримання допомоги з безробіття в США та рівня безробіття у Великій Британії краще використовувати модель Prophet.

Важливим етапом будь-якого дослідження є застосування результатів. Тому за допомогою графіків ціни валютних пар торгового терміналу було порівняно реальні, прогнозовані фінансовими установами та прогнозами на основі кращої моделі значень кожного показника. Було зроблено припущення про можливий рух графіка ціни на основі прогнозованого під час дослідження значення. Після перевірки припущень було зроблено висновок, що отримані значення дійсно дають можливість зробити завчасні висновки про рухи графіків ціни. Тому результати

прогнозування основних економічних показників можна використовувати для прийняття рішень у трейдерській діяльності.

Для трейдерів-початківців дуже важко зрозуміти чому не варто відкривати позиції на тому чи іншому фінансовому інструменті. Інструментарій економіко-математичного моделювання дає можливість за допомогою кластерного аналізу поділити фінансові інструменти на групи, які володіють своєрідними особливостями. Після проведення кластеризації було отримано 7 кластерів. Фінансові інструменти Кластера №4 і Кластера №5 як такі, що варто використовувати у трейдерській діяльності. З іншого боку елементи Кластер №3 теж можна використовувати для торгівлі, проте вони потребують створення спеціальних роботів(ботів). Для того хто не боїться ризикувати, можна звернути увагу на BTC/USD. І також не варто відкривати торгові позиції на фінансові інструменти Кластера №1, Кластера №2, Кластера №7, оскільки торгівля цими валютними парами є недоцільною. Після ознайомлення з цими групами та фінансовими інструментами, що до них належать, трейдер без зайвих проблем зможе побачити чи варто використовувати той чи інший фінансовий інструмент в торгівлі.

Перспективи розвитку дослідження є досить обширними. Збільшення кількості країн та їх економічні показники, що впливають на формування ціни на ринку Forex є одним з напрямків розвитку. Також використання авторегресійних моделей, нейронних мереж та інших методів та моделей можуть дати кращі результати, що може вплинути на кінцеве прийняття рішення трейдером. Створення повноцінного програмного продукту, який включатиме в собі автоматичне формування даних на основі даних сайту Investing.com, побудову прогнозу, порівняння результатів з реальними та прогнозованими значеннями фінансових структур країн, висновок про можливий рух графіка ціни валютної пари та створення торгового бота в терміналі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Forex-foreteller: currency trend modeling using news articles. URL: <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/2487575.2487710>
2. Варфоломєєв О.М., Свєшнікова К.Т. Прогнозування макроекономічних показників і їхнього впливу на внутриденну зміну валютного курсу EUR/USD на ринку Forex. URL: [https://www.researchgate.net/profile/SvieshnikovaKateryna/publication/216438113\\_Prediction\\_macro-economic\\_indicators\\_and\\_their\\_impact\\_on\\_the\\_intraday\\_change\\_EURUSD\\_exchange\\_rate\\_in\\_the\\_FOREX\\_market/links/00b7758f34252c51363dfd0e/Prediction-macro-economic-indicators-and-their-impact-on-the-intraday-change-EURUSD-exchange-rate-in-the-Forex-market.pdf](https://www.researchgate.net/profile/SvieshnikovaKateryna/publication/216438113_Prediction_macro-economic_indicators_and_their_impact_on_the_intraday_change_EURUSD_exchange_rate_in_the_FOREX_market/links/00b7758f34252c51363dfd0e/Prediction-macro-economic-indicators-and-their-impact-on-the-intraday-change-EURUSD-exchange-rate-in-the-Forex-market.pdf)
3. Рощина Н.В., Борданова Л.С. Вплив політичних, соціальних і природних явищ на стан міжнародного валютного ринку. URL: <http://www.ei-journal.in.ua/index.php/journal/article/view/119>
4. DailyFX. D. Bradfield. The History of Forex URL: <https://www.dailyfx.com/education/beginner/history-of-forex.html>
5. IG. Top 10 most traded currency pairs. URL: <https://www.ig.com/en/trading-strategies/top-10-most-traded-currency-pairs-191206>
6. Bloomberg. London Is Still World's Biggest FX-Trading Hub But Grip Slipping. URL: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-10-27/london-is-still-world-s-biggest-fx-trading-hub-but-grip-slipping?leadSource=uverify%20wall>
7. Business Management Ideas. Characteristics of the Foreign Exchange Market Forex Management. URL: <https://www.businessmanagementideas.com/foreign-exchange-2/characteristics-of-the-foreign-exchange-market-forex-management/17189>

8. Investing.com. EUR/USD Historical Data. URL:  
<https://www.investing.com/currencies/eur-usd-historical-data>
9. Investing.com. USD/JPY Historical Data. URL:  
<https://www.investing.com/currencies/usd-jpy-historical-data>
10. Investing.com. GBP/USD Historical Data. URL:  
<https://www.investing.com/currencies/gbp-usd-historical-data>
11. Investing.com. AUD/USD Historical Data. URL:  
<https://www.investing.com/currencies/aud-usd-historical-data>
12. Investing.com. USD/CAD Historical Data. URL:  
<https://www.investing.com/currencies/usd-cad-historical-data>
13. Investopedia. M. J. Boyle. Fundamental Analysis: Principles, Types, and How to Use It. URL: <https://www.investopedia.com/terms/f/fundamentalanalysis.asp>
14. Investing.com. Economic calendar. URL:  
<https://www.investing.com/economic-calendar/>
15. Investing.com. Economic calendar. U.S. Initial Jobless Claims. URL:  
<https://www.investing.com/economic-calendar/initial-jobless-claims-294>
16. Investing.com. Economic calendar. U.S. Nonfarm Payrolls. URL:  
<https://www.investing.com/economic-calendar/nonfarm-payrolls-227>
17. Investing.com. Economic calendar. U.S. Unemployment Rate. URL:  
<https://www.investing.com/economic-calendar/unemployment-rate-300>
18. Investing.com. Economic calendar. U.S. Consumer Price Index (CPI) YoY. URL:  
<https://www.investing.com/economic-calendar/cpi-733>
19. Investing.com. Economic calendar. U.S. Gross Domestic Product (GDP) QoQ. URL: <https://www.investing.com/economic-calendar/gdp-375>
20. Investing.com. Economic calendar. Japan Exports YoY. URL:  
<https://www.investing.com/economic-calendar/exports-995>
21. Investing.com. Economic calendar. U.K. Gross Domestic Product (GDP) YoY. URL: <https://www.investing.com/economic-calendar/gdp-728>

22. Investing.com. Economic calendar. U.K. Unemployment Rate. URL: <https://www.investing.com/economic-calendar/unemployment-rate-297>
23. Н.І. Камінська. Адаптивні методи у соціально-економічному прогнозуванні. URL: [http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18392/2/Conf\\_2016\\_Kaminska\\_N\\_I-Adaptive\\_methods\\_in\\_socio\\_83-84.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18392/2/Conf_2016_Kaminska_N_I-Adaptive_methods_in_socio_83-84.pdf)
24. Forecasting: Principles and Practice. Prophet model. URL: <https://otexts.com/fpp3/prophet.html>
25. DataTechNotes. A blog about data science and machine learning. Regression Model Accuracy (MAE, MSE, RMSE, R-squared). URL: <https://www.datatechnotes.com/2019/02/regression-model-accuracy-mae-mse-rmse.html>
26. Python for Data Science. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/python-for-data-science/>
27. Data Visualization with Dash Python Framework. URL: <https://medium.com/@bigdataschool/%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D1%83%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F-%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85-%D1%81-python-%D1%84%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BC-dash-74654f5422c>
28. Міжнародні фінанси: підручник [Електронний ресурс] / [О. М. Мозговий, Т. В. Мусієць, Л. В. Руденко-Сударєва та ін.]; за наук. ред. д.е.н., проф. О. М. Мозгового. — К.: КНЕУ, 2015. — 515, [5] с
29. О.В. Неізнєстна, О.О. Бойко. Дослідження основних тенденцій і обсягів операцій на ринку FOREX. URL: <http://ojs.dsau.dp.ua/index.php/efektyvna-ekonomika/article/view/1050/915>
30. Н.Е. Бодрова, А.Л. Дальнікович. АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ВАЛЮТНИХ ПАР МІЖНАРОДНОГО РИНКУ FOREX. URL: [http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/ekon/2011\\_5\\_2/229-234.pdf](http://journals.khnu.km.ua/vestnik/pdf/ekon/2011_5_2/229-234.pdf)
31. Д.В. Салмінський. Міжнародний валютний ринок: особливості та механізми функціонування на сучасному етапі. URL: [http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbuv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN](http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN)

[=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/uazt\\_2013\\_5-6\\_24.pdf](#)

32. О.Г. Пенькова. Методологія прогнозування основних макроекономічних показників на довгостроковий період. URL: [http://www.irbisnbnv.gov.ua/cgi-bin/irbis\\_nbnv/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE\\_FILE\\_DOWNLOAD=1&Image\\_file\\_name=PDF/frvu\\_2011\\_2\\_15.pdf](http://www.irbisnbnv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbnv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/frvu_2011_2_15.pdf)

33. Семяновський В.М. Методи соціально-економічного прогнозування: навчальний посібник. Київ: Бізнес Медіа Консалтинг, 2011. 300 с.

34. Сергій Косенков. Валютний ринок Форекс (Forex) - що це таке і як вийти на біржу форекс: покрокова інструкція + поради трейдерам// Бізнес кіт. – 2021. – [Електронний ресурс]. URL:

[35. <https://biznecat.com/informatsiia/87-forex-shcho-tse-take.html>](https://biznecat.com/informatsiia/87-forex-shcho-tse-take.html)

36. Beckmann, J., and R. Schüssler. Forecasting Exchange Rates under Parameter and Model Uncertainty. Journal of International Money and Finance. 2016. № 60 (February). P. 267–88

37. Prophet Documentation. Quick Start. [Електронний ресурс]. URL: [https://facebook.github.io/prophet/docs/quick\\_start.html](https://facebook.github.io/prophet/docs/quick_start.html)

38. Python Code on Holt-Winters Forecasting. [Електронний ресурс]. URL: <https://medium.com/analytics-vidhya/python-code-on-holt-winters-forecasting-3843808a9873>

39. Plotly. Dash Python User Guide. [Електронний ресурс]. URL: <https://dash.plotly.com/>

## ДОДАТКИ

### Додаток А

Дані результатів кластеризації та початкових даних характеристик фінансових інструментів торгового терміналу.

| Currency pair | Clusters   | Відсоток прибуткових угод від торгової системи Fibo | Відсоток прибуткових угод від торгової системи Puria | Спред | Маржинальний залог | Середня величина денної свічки | Ціна одного пункта в дол, США | Волатильність валютної пари(1-10) |
|---------------|------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| AUD/USD       | Кластер №5 | 72                                                  | 60                                                   | 24    | 740,32             | 550                            | 1                             | 4                                 |
| EUR/USD       | Кластер №5 | 83                                                  | 65                                                   | 18    | 1156,83            | 550                            | 1                             | 4                                 |
| USD/CHF       | Кластер №5 | 65                                                  | 57                                                   | 26    | 1000               | 500                            | 1,0967                        | 4                                 |
| GBP/USD       | Кластер №5 | 86                                                  | 78                                                   | 22    | 1349,35            | 800                            | 1                             | 5                                 |
| EUR/JPY       | Кластер №5 | 93                                                  | 63                                                   | 30    | 1156,74            | 750                            | 0,8824                        | 5                                 |
| GBP/JPY       | Кластер №5 | 90                                                  | 80                                                   | 37    | 1349,24            | 1000                           | 0,8824                        | 5                                 |
| USD/JPY       | Кластер №5 | 85                                                  | 68                                                   | 23    | 1000               | 750                            | 0,8824                        | 5                                 |
| NZD/USD       | Кластер №5 | 52                                                  | 75                                                   | 27    | 712,5              | 600                            | 1                             | 4                                 |
| BTC/USD       | Кластер №6 | 87                                                  | 0                                                    | 38    | 8110               | 2700                           | 1                             | 10                                |
| XAU/USD       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 30    | 1817,07            | 1600                           | 1                             | 9                                 |
| CAD/JPY       | Кластер №4 | 0                                                   | 72                                                   | 36    | 803,52             | 800                            | 0,8824                        | 5                                 |
| AUD/JPY       | Кластер №4 | 0                                                   | 73                                                   | 38    | 740,2              | 700                            | 0,8824                        | 4                                 |
| USD/CAD       | Кластер №4 | 0                                                   | 80                                                   | 30    | 1000               | 750                            | 0,8036                        | 5                                 |
| EUR/CHF       | Кластер №4 | 0                                                   | 85                                                   | 28    | 1156,74            | 450                            | 1,0967                        | 3                                 |
| EUR/GBP       | Кластер №4 | 0                                                   | 76                                                   | 21    | 1156,74            | 400                            | 0                             | 2                                 |
| CHF/JPY       | Кластер №4 | 0                                                   | 69                                                   | 42    | 1096,55            | 800                            | 0,8824                        | 5                                 |
| AUD/CAD       | Кластер №2 | 0                                                   | 0                                                    | 39    | 740,2              | 500                            | 0,8036                        | 3                                 |
| EUR/CAD       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 44    | 1156,74            | 850                            | 0,8036                        | 5                                 |
| AUD/CHF       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 23    | 674,52             | 900                            | 1,067                         | 5                                 |
| CAD/CHF       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 32    | 764,8              | 600                            | 1,017                         | 4                                 |
| EUR/NOK       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 32    | 1004               | 1100                           | 0,9806                        | 5                                 |
| EUR/PLN       | Кластер №1 | 0                                                   | 0                                                    | 209   | 1004,4             | 5400                           | 0,2081                        | 5                                 |
| GBP/CAD       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 42    | 1187,3             | 1100                           | 0,7646                        | 5                                 |
| GBP/CHF       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 31    | 1186               | 950                            | 1,0173                        | 5                                 |
| GBP/NOK       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 42    | 1186               | 1300                           | 0,9807                        | 6                                 |
| GBP/PLN       | Кластер №1 | 0                                                   | 0                                                    | 286   | 1187               | 6000                           | 0,2081                        | 7                                 |
| USD/NOK       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 42    | 1000               | 1600                           | 0,9811                        | 7                                 |
| USD/PLN       | Кластер №1 | 0                                                   | 0                                                    | 241   | 1000               | 5800                           | 0,2081                        | 5                                 |
| NZD/JPY       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 40    | 610,86             | 950                            | 0,7205                        | 5                                 |
| NOK/JPY       | Кластер №2 | 0                                                   | 0                                                    | 32    | 98,1               | 130                            | 0,7505                        | 1                                 |
| USD/CNH       | Кластер №2 | 0                                                   | 0                                                    | 16    | 3000               | 200                            | 1,4781                        | 1                                 |
| USD/CZK       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 158   | 1000               | 2900                           | 0,41                          | 5                                 |
| USD/DKK       | Кластер №1 | 0                                                   | 0                                                    | 286   | 1000               | 8300                           | 0,1368                        | 5                                 |
| USD/HKD       | Кластер №2 | 0                                                   | 0                                                    | 300   | 1000               | 160                            | 0,1274                        | 1                                 |
| USD/HUF       | Кластер №1 | 0                                                   | 0                                                    | 606   | 1000               | 9000                           | 0,2588                        | 7                                 |
| USD/INR       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 82    | 1000               | 2950                           | 0,4902                        | 6                                 |
| USD/SGD       | Кластер №3 | 0                                                   | 0                                                    | 40    | 1000               | 800                            | 0,7239                        | 4                                 |
| USD/TRY       | Кластер №7 | 0                                                   | 0                                                    | 12549 | 5000               | 14500                          | 0,056                         | 5                                 |
| USD/ZAR       | Кластер №1 | 0                                                   | 0                                                    | 800   | 1000               | 24100                          | 0,0596                        | 7                                 |

## Додаток Б

Початкові дані числа первинних заявок допомоги по безробіттю в США, ВВП  
Великобританії та об'єму експорту Японії.

| Indicators                  |        |                    |        |                        |        |
|-----------------------------|--------|--------------------|--------|------------------------|--------|
| U.S. Initial Jobless Claims |        | GDP United Kingdom |        | Volume of Japan export |        |
| date                        | actual | date               | actual | date                   | actual |
| 03.09.2020                  | 881,00 | 25.04.2012         | 0,00   | 01.01.2012             | -8,00  |
| 10.09.2020                  | 884,00 | 24.05.2012         | -0,10  | 01.02.2012             | -9,20  |
| 17.09.2020                  | 860,00 | 28.06.2012         | -0,20  | 01.03.2012             | -2,60  |
| 24.09.2020                  | 870,00 | 25.07.2012         | -0,80  | 01.04.2012             | 5,90   |
| 01.10.2020                  | 837,00 | 24.08.2012         | -0,50  | 01.05.2012             | 7,90   |
| 08.10.2020                  | 840,00 | 27.09.2012         | -0,50  | 01.06.2012             | 10,00  |
| 15.10.2020                  | 898,00 | 25.10.2012         | 0,00   | 01.07.2012             | -2,30  |
| 22.10.2020                  | 787,00 | 27.11.2012         | -0,10  | 01.08.2012             | -8,10  |
| 29.10.2020                  | 751,00 | 21.12.2012         | 0,00   | 01.09.2012             | -5,80  |
| 05.11.2020                  | 751,00 | 25.01.2013         | 0,00   | 01.10.2012             | -10,30 |
| 12.11.2020                  | 709,00 | 27.02.2013         | 0,30   | 01.11.2012             | -6,50  |
| 19.11.2020                  | 742,00 | 27.03.2013         | 0,20   | 01.12.2012             | -4,10  |
| 25.11.2020                  | 778,00 | 25.04.2013         | 0,60   | 01.01.2013             | -5,80  |
| 03.12.2020                  | 712,00 | 23.05.2013         | 0,60   | 01.02.2013             | 6,30   |
| 10.12.2020                  | 853,00 | 27.06.2013         | 0,30   | 01.03.2013             | -2,90  |
| 17.12.2020                  | 885,00 | 25.07.2013         | 1,40   | 01.04.2013             | 1,10   |
| 23.12.2020                  | 803,00 | 23.08.2013         | 1,50   | 01.05.2013             | 3,80   |
| 31.12.2020                  | 787,00 | 26.09.2013         | 1,30   | 01.06.2013             | 10,10  |
| 07.01.2021                  | 787,00 | 25.10.2013         | 1,50   | 01.07.2013             | 7,40   |
| 14.01.2021                  | 965,00 | 27.11.2013         | 1,50   | 01.08.2013             | 12,20  |
| 21.01.2021                  | 900,00 | 20.12.2013         | 1,90   | 01.09.2013             | 14,70  |
| 28.01.2021                  | 847,00 | 28.01.2014         | 2,80   | 01.10.2013             | 11,50  |
| 04.02.2021                  | 779,00 | 26.02.2014         | 2,70   | 01.11.2013             | 18,60  |
| 11.02.2021                  | 793,00 | 28.03.2014         | 2,70   | 01.12.2013             | 18,40  |
| 18.02.2021                  | 861,00 | 29.04.2014         | 3,10   | 01.01.2014             | 15,30  |
| 25.02.2021                  | 730,00 | 22.05.2014         | 3,10   | 01.02.2014             | 9,50   |
| 04.03.2021                  | 745,00 | 27.06.2014         | 3,00   | 01.03.2014             | 9,80   |
| 11.03.2021                  | 712,00 | 25.07.2014         | 3,10   | 01.04.2014             | 1,80   |
| 18.03.2021                  | 770,00 | 15.08.2014         | 3,20   | 01.05.2014             | 5,10   |
| 25.03.2021                  | 684,00 | 30.09.2014         | 3,20   | 01.06.2014             | -2,70  |
| 01.04.2021                  | 719,00 | 24.10.2014         | 3,00   | 01.07.2014             | -2,00  |
| 08.04.2021                  | 744,00 | 26.11.2014         | 3,00   | 01.08.2014             | 3,90   |
| 15.04.2021                  | 576,00 | 23.12.2014         | 2,60   | 01.09.2014             | -1,30  |
| 22.04.2021                  | 547,00 | 27.01.2015         | 2,70   | 01.10.2014             | 6,90   |
| 29.04.2021                  | 553,00 | 26.02.2015         | 2,70   | 01.11.2014             | 9,60   |
| 06.05.2021                  | 498,00 | 31.03.2015         | 3,00   | 01.12.2014             | 4,90   |

|            |        |            |      |            |        |
|------------|--------|------------|------|------------|--------|
| 13.05.2021 | 473,00 | 28.04.2015 | 2,40 | 01.01.2015 | 12,90  |
| 20.05.2021 | 444,00 | 28.05.2015 | 2,40 | 01.02.2015 | 17,00  |
| 27.05.2021 | 406,00 | 30.06.2015 | 2,90 | 01.03.2015 | 2,40   |
| 03.06.2021 | 385,00 | 28.07.2015 | 2,60 | 01.04.2015 | 8,50   |
| 10.06.2021 | 376,00 | 28.08.2015 | 2,60 | 01.05.2015 | 8,00   |
| 17.06.2021 | 412,00 | 30.09.2015 | 2,40 | 01.06.2015 | 2,40   |
| 24.06.2021 | 411,00 | 27.10.2015 | 2,30 | 01.07.2015 | 9,50   |
| 01.07.2021 | 364,00 | 27.11.2015 | 2,30 | 01.08.2015 | 7,60   |
| 08.07.2021 | 373,00 | 23.12.2015 | 2,10 | 01.09.2015 | 3,10   |
| 15.07.2021 | 360,00 | 28.01.2016 | 1,90 | 01.10.2015 | 0,60   |
| 22.07.2021 | 419,00 | 25.02.2016 | 1,90 | 01.11.2015 | -2,10  |
| 29.07.2021 | 400,00 | 31.03.2016 | 2,10 | 01.12.2015 | -3,30  |
| 05.08.2021 | 385,00 | 27.04.2016 | 2,10 | 01.01.2016 | -8,00  |
| 12.08.2021 | 375,00 | 26.05.2016 | 2,00 | 01.02.2016 | -12,90 |
| 19.08.2021 | 348,00 | 30.06.2016 | 2,00 | 01.03.2016 | -4,00  |
| 26.08.2021 | 353,00 | 27.07.2016 | 2,20 | 01.04.2016 | -6,80  |
| 02.09.2021 | 340,00 | 26.08.2016 | 2,20 | 01.05.2016 | -10,10 |
| 09.09.2021 | 310,00 | 30.09.2016 | 2,10 | 01.06.2016 | -11,30 |
| 16.09.2021 | 332,00 | 27.10.2016 | 2,30 | 01.07.2016 | -7,40  |
| 23.09.2021 | 351,00 | 25.11.2016 | 2,30 | 01.08.2016 | -14,00 |
| 30.09.2021 | 362,00 | 23.12.2016 | 2,20 | 01.09.2016 | -9,60  |
| 07.10.2021 | 326,00 | 26.01.2017 | 2,20 | 01.10.2016 | -6,90  |
| 14.10.2021 | 293,00 | 22.02.2017 | 2,00 | 01.11.2016 | -10,30 |
| 21.10.2021 | 290,00 | 31.03.2017 | 1,90 | 01.12.2016 | -0,40  |
| 28.10.2021 | 281,00 | 28.04.2017 | 2,10 | 01.01.2017 | 5,40   |
| 04.11.2021 | 269,00 | 25.05.2017 | 2,00 | 01.02.2017 | 1,30   |
| 10.11.2021 | 267,00 | 30.06.2017 | 2,00 | 01.03.2017 | 11,30  |
| 18.11.2021 | 268,00 | 26.07.2017 | 1,70 | 01.04.2017 | 12,00  |
| 24.11.2021 | 199,00 | 24.08.2017 | 1,70 | 01.05.2017 | 7,50   |
| 02.12.2021 | 222,00 | 29.09.2017 | 1,50 | 01.06.2017 | 14,90  |
| 09.12.2021 | 184,00 | 25.10.2017 | 1,50 | 01.07.2017 | 9,70   |
| 16.12.2021 | 206,00 | 23.11.2017 | 1,50 | 01.08.2017 | 13,40  |
| 23.12.2021 | 205,00 | 22.12.2017 | 1,70 | 01.09.2017 | 18,10  |
| 30.12.2021 | 198,00 | 26.01.2018 | 1,50 | 01.10.2017 | 14,10  |
| 06.01.2022 | 207,00 | 22.02.2018 | 1,40 | 01.11.2017 | 14,00  |
| 13.01.2022 | 230,00 | 29.03.2018 | 1,40 | 01.12.2017 | 16,20  |
| 20.01.2022 | 286,00 | 27.04.2018 | 1,20 | 01.01.2018 | 9,30   |
| 27.01.2022 | 260,00 | 25.05.2018 | 1,20 | 01.02.2018 | 12,20  |
| 03.02.2022 | 238,00 | 29.06.2018 | 1,20 | 01.03.2018 | 1,80   |
| 10.02.2022 | 223,00 | 10.08.2018 | 1,30 | 01.04.2018 | 2,10   |
| 17.02.2022 | 248,00 | 28.09.2018 | 1,20 | 01.05.2018 | 7,80   |
| 24.02.2022 | 232,00 | 09.11.2018 | 1,50 | 01.06.2018 | 8,10   |
| 03.03.2022 | 215,00 | 10.12.2018 | 1,50 | 01.07.2018 | 6,70   |
| 10.03.2022 | 227,00 | 21.12.2018 | 1,50 | 01.08.2018 | 3,90   |

|            |        |            |        |            |        |
|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| 17.03.2022 | 214,00 | 11.02.2019 | 1,30   | 01.09.2018 | 6,60   |
| 24.03.2022 | 187,00 | 29.03.2019 | 1,40   | 01.10.2018 | -1,20  |
| 31.03.2022 | 202,00 | 10.04.2019 | 2,00   | 01.11.2018 | 8,20   |
| 07.04.2022 | 166,00 | 10.05.2019 | 1,80   | 01.12.2018 | 0,10   |
| 14.04.2022 | 185,00 | 10.06.2019 | 1,30   | 01.01.2019 | -3,80  |
| 21.04.2022 | 184,00 | 28.06.2019 | 1,80   | 01.02.2019 | -8,40  |
| 28.04.2022 | 180,00 | 09.08.2019 | 1,20   | 01.03.2019 | -1,20  |
| 05.05.2022 | 200,00 | 30.09.2019 | 1,30   | 01.04.2019 | -2,40  |
| 12.05.2022 | 203,00 | 10.10.2019 | 1,10   | 01.05.2019 | -2,40  |
| 19.05.2022 | 218,00 | 11.11.2019 | 1,00   | 01.06.2019 | -7,80  |
| 26.05.2022 | 210,00 | 10.12.2019 | 0,70   | 01.07.2019 | -6,70  |
| 02.06.2022 | 200,00 | 20.12.2019 | 1,10   | 01.08.2019 | -1,60  |
| 09.06.2022 | 229,00 | 13.01.2020 | 0,60   | 01.09.2019 | -8,20  |
| 16.06.2022 | 229,00 | 11.02.2020 | 1,10   | 01.10.2019 | -5,20  |
| 23.06.2022 | 229,00 | 11.03.2020 | 0,60   | 01.11.2019 | -9,20  |
| 30.06.2022 | 231,00 | 31.03.2020 | 1,10   | 01.12.2019 | -7,90  |
| 07.07.2022 | 235,00 | 09.04.2020 | 0,30   | 01.01.2020 | -6,30  |
| 14.07.2022 | 244,00 | 13.05.2020 | -1,60  | 01.02.2020 | -2,60  |
| 21.07.2022 | 251,00 | 30.06.2020 | -1,70  | 01.03.2020 | -1,00  |
| 28.07.2022 | 256,00 | 12.08.2020 | -21,70 | 01.04.2020 | -11,70 |
| 04.08.2022 | 260,00 | 30.09.2020 | -21,50 | 01.05.2020 | -21,90 |
| 11.08.2022 | 262,00 | 12.11.2020 | -9,60  | 01.06.2020 | -28,30 |
| 18.08.2022 | 250,00 | 22.12.2020 | -8,60  | 01.07.2020 | -26,20 |
| 25.08.2022 | 243,00 | 12.02.2021 | -7,80  | 01.08.2020 | -19,20 |
|            |        | 12.03.2021 | -9,20  | 01.09.2020 | -14,80 |
|            |        | 31.03.2021 | -7,30  | 01.10.2020 | -4,90  |
|            |        | 13.04.2021 | -7,80  | 01.11.2020 | -0,20  |
|            |        | 12.05.2021 | -6,10  | 01.12.2020 | -4,20  |
|            |        | 30.06.2021 | -6,10  | 01.01.2021 | 2,00   |
|            |        | 12.08.2021 | 22,20  | 01.02.2021 | 6,40   |
|            |        | 10.09.2021 | 7,50   | 01.03.2021 | -4,50  |
|            |        | 30.09.2021 | 23,60  | 01.04.2021 | 16,10  |
|            |        | 13.10.2021 | 6,90   | 01.05.2021 | 38,00  |
|            |        | 11.11.2021 | 5,30   | 01.06.2021 | 49,60  |
|            |        | 22.12.2021 | 6,80   | 01.07.2021 | 48,60  |
|            |        |            |        | 01.08.2021 | 37,00  |
|            |        |            |        | 01.09.2021 | 26,20  |
|            |        |            |        | 01.10.2021 | 13,00  |
|            |        |            |        | 01.11.2021 | 9,40   |
|            |        |            |        | 01.12.2021 | 20,50  |

## Додаток В

Початкові дані зміни числа зайнятих в несільськогосподарському секторі США та рівня безробіття Великобританії.

| Indicators                |        |                                  |        |
|---------------------------|--------|----------------------------------|--------|
| Nonfarm Employment Change |        | Unemployment rate United Kingdom |        |
| date                      | actual | date                             | actual |
| 07.01.1994                | 312    | 01.01.2000                       | 5,80   |
| 04.02.1994                | 272    | 01.02.2000                       | 5,90   |
| 04.03.1994                | 200    | 01.03.2000                       | 5,80   |
| 01.04.1994                | 465    | 01.04.2000                       | 5,80   |
| 06.05.1994                | 349    | 01.05.2000                       | 5,70   |
| 03.06.1994                | 334    | 01.06.2000                       | 5,60   |
| 01.07.1994                | 316    | 01.07.2000                       | 5,50   |
| 05.08.1994                | 378    | 01.08.2000                       | 5,30   |
| 02.09.1994                | 277    | 01.09.2000                       | 5,30   |
| 07.10.1994                | 352    | 01.10.2000                       | 5,30   |
| 04.11.1994                | 213    | 01.11.2000                       | 5,40   |
| 02.12.1994                | 420    | 01.12.2000                       | 5,30   |
| 06.01.1995                | 275    | 01.01.2001                       | 5,20   |
| 03.02.1995                | 326    | 01.02.2001                       | 5,20   |
| 03.03.1995                | 203    | 01.03.2001                       | 5,20   |
| 07.04.1995                | 222    | 01.04.2001                       | 5,10   |
| 05.05.1995                | 162    | 01.05.2001                       | 5,00   |
| 02.06.1995                | -16    | 01.06.2001                       | 4,90   |
| 07.07.1995                | 235    | 01.07.2001                       | 5,00   |
| 04.08.1995                | 102    | 01.08.2001                       | 5,00   |
| 01.09.1995                | 248    | 01.09.2001                       | 5,10   |
| 06.10.1995                | 242    | 01.10.2001                       | 5,10   |
| 03.11.1995                | 154    | 01.11.2001                       | 5,10   |
| 01.12.1995                | 149    | 01.12.2001                       | 5,10   |
| 05.01.1996                | 133    | 01.01.2002                       | 5,20   |
| 02.02.1996                | -19    | 01.02.2002                       | 5,20   |
| 01.03.1996                | 431    | 01.03.2002                       | 5,10   |
| 05.04.1996                | 267    | 01.04.2002                       | 5,20   |
| 03.05.1996                | 164    | 01.05.2002                       | 5,20   |
| 07.06.1996                | 321    | 01.06.2002                       | 5,20   |
| 05.07.1996                | 288    | 01.07.2002                       | 5,20   |
| 02.08.1996                | 256    | 01.08.2002                       | 5,20   |
| 06.09.1996                | 172    | 01.09.2002                       | 5,20   |
| 04.10.1996                | 225    | 01.10.2002                       | 5,30   |
| 01.11.1996                | 250    | 01.11.2002                       | 5,20   |

|            |     |            |      |
|------------|-----|------------|------|
| 06.12.1996 | 298 | 01.12.2002 | 5,20 |
| 03.01.1997 | 171 | 01.01.2003 | 5,10 |
| 07.02.1997 | 235 | 01.02.2003 | 5,00 |
| 07.03.1997 | 303 | 01.03.2003 | 5,10 |
| 04.04.1997 | 316 | 01.04.2003 | 5,20 |
| 02.05.1997 | 292 | 01.05.2003 | 5,10 |
| 06.06.1997 | 259 | 01.06.2003 | 5,00 |
| 04.07.1997 | 267 | 01.07.2003 | 4,90 |
| 01.08.1997 | 313 | 01.08.2003 | 5,10 |
| 05.09.1997 | -39 | 01.09.2003 | 5,10 |
| 03.10.1997 | 512 | 01.10.2003 | 5,00 |
| 07.11.1997 | 341 | 01.11.2003 | 5,00 |
| 05.12.1997 | 306 | 01.12.2003 | 4,90 |
| 02.01.1998 | 303 | 01.01.2004 | 4,90 |
| 06.02.1998 | 276 | 01.02.2004 | 4,80 |
| 06.03.1998 | 196 | 01.03.2004 | 4,80 |
| 03.04.1998 | 151 | 01.04.2004 | 4,80 |
| 01.05.1998 | 279 | 01.05.2004 | 4,80 |
| 05.06.1998 | 406 | 01.06.2004 | 4,80 |
| 03.07.1998 | 218 | 01.07.2004 | 4,80 |
| 07.08.1998 | 124 | 01.08.2004 | 4,80 |
| 04.09.1998 | 347 | 01.09.2004 | 4,70 |
| 02.10.1998 | 223 | 01.10.2004 | 4,70 |
| 06.11.1998 | 198 | 01.11.2004 | 4,70 |
| 04.12.1998 | 282 | 01.12.2004 | 4,70 |
| 01.01.1999 | 347 | 01.01.2005 | 4,70 |
| 05.02.1999 | 125 | 01.02.2005 | 4,70 |
| 05.03.1999 | 411 | 01.03.2005 | 4,80 |
| 02.04.1999 | 107 | 01.04.2005 | 4,70 |
| 07.05.1999 | 376 | 01.05.2005 | 4,70 |
| 04.06.1999 | 211 | 01.06.2005 | 4,80 |
| 02.07.1999 | 261 | 01.07.2005 | 4,80 |
| 06.08.1999 | 319 | 01.08.2005 | 4,70 |
| 03.09.1999 | 166 | 01.09.2005 | 4,70 |
| 01.10.1999 | 214 | 01.10.2005 | 4,70 |
| 05.11.1999 | 400 | 01.11.2005 | 4,90 |
| 03.12.1999 | 292 | 01.12.2005 | 5,10 |
| 07.01.2000 | 295 | 01.01.2006 | 5,10 |
| 04.02.2000 | 231 | 01.02.2006 | 5,10 |
| 03.03.2000 | 130 | 01.03.2006 | 5,20 |
| 07.04.2000 | 467 | 01.04.2006 | 5,20 |
| 05.05.2000 | 287 | 01.05.2006 | 5,30 |
| 02.06.2000 | 226 | 01.06.2006 | 5,40 |
| 07.07.2000 | -47 | 01.07.2006 | 5,50 |

|            |      |            |      |
|------------|------|------------|------|
| 04.08.2000 | 179  | 01.08.2006 | 5,50 |
| 01.09.2000 | -15  | 01.09.2006 | 5,50 |
| 06.10.2000 | 135  | 01.10.2006 | 5,50 |
| 03.11.2000 | -15  | 01.11.2006 | 5,50 |
| 08.12.2000 | 225  | 01.12.2006 | 5,40 |
| 05.01.2001 | 142  | 01.01.2007 | 5,50 |
| 02.02.2001 | -27  | 01.02.2007 | 5,50 |
| 09.03.2001 | 71   | 01.03.2007 | 5,50 |
| 06.04.2001 | -25  | 01.04.2007 | 5,50 |
| 04.05.2001 | -282 | 01.05.2007 | 5,50 |
| 01.06.2001 | -38  | 01.06.2007 | 5,40 |
| 06.07.2001 | -131 | 01.07.2007 | 5,40 |
| 03.08.2001 | -112 | 01.08.2007 | 5,30 |
| 07.09.2001 | -160 | 01.09.2007 | 5,30 |
| 05.10.2001 | -241 | 01.10.2007 | 5,30 |
| 02.11.2001 | -325 | 01.11.2007 | 5,20 |
| 07.12.2001 | -294 | 01.12.2007 | 5,20 |
| 04.01.2002 | -171 | 01.01.2008 | 5,20 |
| 01.02.2002 | -139 | 13.02.2008 | 5,20 |
| 08.03.2002 | -134 | 19.03.2008 | 5,20 |
| 05.04.2002 | -20  | 16.04.2008 | 5,20 |
| 03.05.2002 | -80  | 14.05.2008 | 5,20 |
| 07.06.2002 | -8   | 11.06.2008 | 5,30 |
| 05.07.2002 | 56   | 16.07.2008 | 5,20 |
| 02.08.2002 | -84  | 13.08.2008 | 5,40 |
| 06.09.2002 | -16  | 17.09.2008 | 5,50 |
| 04.10.2002 | -60  | 15.10.2008 | 5,70 |
| 01.11.2002 | 125  | 12.11.2008 | 5,80 |
| 06.12.2002 | 10   | 17.12.2008 | 6,00 |
| 10.01.2003 | -157 | 21.01.2009 | 6,10 |
| 07.02.2003 | 91   | 11.02.2009 | 6,30 |
| 07.03.2003 | -151 | 18.03.2009 | 6,50 |
| 04.04.2003 | -210 | 22.04.2009 | 6,70 |
| 02.05.2003 | -44  | 12.05.2009 | 7,10 |
| 06.06.2003 | -10  | 17.06.2009 | 7,20 |
| 03.07.2003 | 9    | 15.07.2009 | 7,60 |
| 01.08.2003 | 24   | 12.08.2009 | 7,80 |
| 05.09.2003 | -43  | 16.09.2009 | 7,90 |
| 03.10.2003 | 103  | 14.10.2009 | 7,90 |
| 07.11.2003 | 196  | 11.11.2009 | 7,80 |
| 05.12.2003 | 17   | 16.12.2009 | 7,90 |
| 09.01.2004 | 123  | 20.01.2010 | 7,80 |
| 06.02.2004 | 160  | 17.02.2010 | 7,80 |
| 05.03.2004 | 46   | 17.03.2010 | 7,80 |

|            |     |            |      |
|------------|-----|------------|------|
| 02.04.2004 | 331 | 21.04.2010 | 8,00 |
| 07.05.2004 | 248 | 12.05.2010 | 8,00 |
| 04.06.2004 | 308 | 16.06.2010 | 7,90 |
| 02.07.2004 | 74  | 14.07.2010 | 7,80 |
| 06.08.2004 | 33  | 11.08.2010 | 7,80 |
| 03.09.2004 | 132 | 15.09.2010 | 7,80 |
| 08.10.2004 | 162 | 13.10.2010 | 7,70 |
| 05.11.2004 | 345 | 17.11.2010 | 7,70 |
| 03.12.2004 | 64  | 15.12.2010 | 7,90 |
| 07.01.2005 | 129 | 19.01.2011 | 7,90 |
| 04.02.2005 | 134 | 16.02.2011 | 7,90 |
| 04.03.2005 | 239 | 16.03.2011 | 8,00 |
| 01.04.2005 | 135 | 13.04.2011 | 7,80 |
| 06.05.2005 | 363 | 18.05.2011 | 7,70 |
| 03.06.2005 | 176 | 15.06.2011 | 7,70 |
| 08.07.2005 | 243 | 13.07.2011 | 7,70 |
| 05.08.2005 | 375 | 17.08.2011 | 7,90 |
| 02.09.2005 | 196 | 14.09.2011 | 7,90 |
| 07.10.2005 | 66  | 12.10.2011 | 8,10 |
| 04.11.2005 | 84  | 16.11.2011 | 8,30 |
| 02.12.2005 | 337 | 14.12.2011 | 8,30 |
| 06.01.2006 | 158 | 18.01.2012 | 8,40 |
| 03.02.2006 | 277 | 15.02.2012 | 8,40 |
| 10.03.2006 | 315 | 14.03.2012 | 8,40 |
| 07.04.2006 | 281 | 18.04.2012 | 8,30 |
| 05.05.2006 | 182 | 16.05.2012 | 8,20 |
| 02.06.2006 | 24  | 20.06.2012 | 8,20 |
| 07.07.2006 | 77  | 18.07.2012 | 8,10 |
| 04.08.2006 | 206 | 15.08.2012 | 8,00 |
| 01.09.2006 | 185 | 12.09.2012 | 8,10 |
| 06.10.2006 | 156 | 17.10.2012 | 7,90 |
| 03.11.2006 | 3   | 14.11.2012 | 7,80 |
| 08.12.2006 | 209 | 12.12.2012 | 7,80 |
| 05.01.2007 | 172 | 23.01.2013 | 7,70 |
| 02.02.2007 | 237 | 20.02.2013 | 7,80 |
| 09.03.2007 | 88  | 20.03.2013 | 7,80 |
| 06.04.2007 | 188 | 17.04.2013 | 7,90 |
| 04.05.2007 | 78  | 15.05.2013 | 7,80 |
| 01.06.2007 | 145 | 12.06.2013 | 7,80 |
| 06.07.2007 | 71  | 17.07.2013 | 7,80 |
| 03.08.2007 | -34 | 14.08.2013 | 7,80 |
| 07.09.2007 | -17 | 11.09.2013 | 7,70 |
| 05.10.2007 | 86  | 16.10.2013 | 7,70 |
| 02.11.2007 | 83  | 13.11.2013 | 7,60 |

|            |      |            |      |
|------------|------|------------|------|
| 07.12.2007 | 117  | 18.12.2013 | 7,40 |
| 04.01.2008 | 97   | 22.01.2014 | 7,10 |
| 01.02.2008 | 15   | 19.02.2014 | 7,20 |
| 07.03.2008 | -63  | 19.03.2014 | 7,20 |
| 04.04.2008 | -80  | 16.04.2014 | 6,90 |
| 02.05.2008 | -20  | 14.05.2014 | 6,80 |
| 06.06.2008 | -49  | 11.06.2014 | 6,60 |
| 03.07.2008 | -62  | 16.07.2014 | 6,50 |
| 01.08.2008 | -51  | 13.08.2014 | 6,40 |
| 05.09.2008 | -84  | 17.09.2014 | 6,20 |
| 03.10.2008 | -159 | 15.10.2014 | 6,00 |
| 07.11.2008 | -240 | 12.11.2014 | 6,00 |
| 05.12.2008 | -533 | 17.12.2014 | 6,00 |
| 09.01.2009 | -524 | 21.01.2015 | 5,80 |
| 06.02.2009 | -598 | 18.02.2015 | 5,70 |
| 06.03.2009 | -651 | 18.03.2015 | 5,70 |
| 03.04.2009 | -663 | 17.04.2015 | 5,60 |
| 08.05.2009 | -539 | 13.05.2015 | 5,50 |
| 05.06.2009 | -345 | 17.06.2015 | 5,50 |
| 02.07.2009 | -467 | 15.07.2015 | 5,60 |
| 07.08.2009 | -247 | 12.08.2015 | 5,60 |
| 04.09.2009 | -216 | 16.09.2015 | 5,50 |
| 02.10.2009 | -263 | 14.10.2015 | 5,40 |
| 06.11.2009 | -190 | 11.11.2015 | 5,30 |
| 04.12.2009 | -11  | 16.12.2015 | 5,20 |
| 08.01.2010 | -85  | 20.01.2016 | 5,10 |
| 05.02.2010 | -20  | 17.02.2016 | 5,10 |
| 05.03.2010 | -36  | 16.03.2016 | 5,10 |
| 02.04.2010 | 162  | 20.04.2016 | 5,10 |
| 07.05.2010 | 290  | 18.05.2016 | 5,10 |
| 04.06.2010 | 431  | 15.06.2016 | 5,00 |
| 02.07.2010 | -125 | 20.07.2016 | 4,90 |
| 06.08.2010 | -131 | 17.08.2016 | 4,90 |
| 03.09.2010 | -54  | 14.09.2016 | 4,90 |
| 08.10.2010 | -95  | 19.10.2016 | 4,90 |
| 05.11.2010 | 151  | 16.11.2016 | 4,80 |
| 03.12.2010 | 39   | 14.12.2016 | 4,80 |
| 07.01.2011 | 103  | 18.01.2017 | 4,80 |
| 04.02.2011 | 36   | 15.02.2017 | 4,80 |
| 04.03.2011 | 192  | 15.03.2017 | 4,70 |
| 01.04.2011 | 216  | 12.04.2017 | 4,70 |
| 06.05.2011 | 244  | 17.05.2017 | 4,60 |
| 03.06.2011 | 54   | 14.06.2017 | 4,60 |
| 08.07.2011 | 18   | 12.07.2017 | 4,50 |

|            |     |            |      |
|------------|-----|------------|------|
| 05.08.2011 | 117 | 16.08.2017 | 4,40 |
| 02.09.2011 | 0   | 13.09.2017 | 4,30 |
| 07.10.2011 | 103 | 18.10.2017 | 4,30 |
| 04.11.2011 | 80  | 15.11.2017 | 4,30 |
| 02.12.2011 | 120 | 13.12.2017 | 4,30 |
| 06.01.2012 | 200 | 24.01.2018 | 4,30 |
| 03.02.2012 | 243 | 21.02.2018 | 4,40 |
| 09.03.2012 | 227 | 21.03.2018 | 4,30 |
| 06.04.2012 | 120 | 17.04.2018 | 4,20 |
| 04.05.2012 | 115 | 15.05.2018 | 4,20 |
| 01.06.2012 | 69  | 12.06.2018 | 4,20 |
| 06.07.2012 | 80  | 17.07.2018 | 4,20 |
| 03.08.2012 | 163 | 14.08.2018 | 4,00 |
| 07.09.2012 | 96  | 11.09.2018 | 4,00 |
| 05.10.2012 | 114 | 16.10.2018 | 4,00 |
| 02.11.2012 | 171 | 13.11.2018 | 4,10 |
| 07.12.2012 | 146 | 11.12.2018 | 4,10 |
| 04.01.2013 | 155 | 22.01.2019 | 4,00 |
| 01.02.2013 | 157 | 19.02.2019 | 4,00 |
| 08.03.2013 | 236 | 19.03.2019 | 3,90 |
| 05.04.2013 | 88  | 16.04.2019 | 3,90 |
| 03.05.2013 | 165 | 14.05.2019 | 3,80 |
| 07.06.2013 | 175 | 11.06.2019 | 3,80 |
| 05.07.2013 | 195 | 16.07.2019 | 3,80 |
| 02.08.2013 | 162 | 13.08.2019 | 3,90 |
| 06.09.2013 | 169 | 10.09.2019 | 3,80 |
| 22.10.2013 | 148 | 15.10.2019 | 3,90 |
| 08.11.2013 | 204 | 12.11.2019 | 3,80 |
| 06.12.2013 | 203 | 17.12.2019 | 3,80 |
| 10.01.2014 | 74  | 21.01.2020 | 3,80 |
| 07.02.2014 | 113 | 18.02.2020 | 3,80 |
| 07.03.2014 | 175 | 17.03.2020 | 3,90 |
| 04.04.2014 | 192 | 21.04.2020 | 4,00 |
| 02.05.2014 | 288 | 19.05.2020 | 3,90 |
| 06.06.2014 | 217 | 16.06.2020 | 3,90 |
| 03.07.2014 | 288 | 16.07.2020 | 3,90 |
| 01.08.2014 | 209 | 11.08.2020 | 3,90 |
| 05.09.2014 | 142 | 15.09.2020 | 4,10 |
| 03.10.2014 | 248 | 13.10.2020 | 4,50 |
| 07.11.2014 | 214 | 10.11.2020 | 4,80 |
| 05.12.2014 | 321 | 15.12.2020 | 4,90 |
| 09.01.2015 | 252 | 26.01.2021 | 5,00 |
| 06.02.2015 | 257 | 23.02.2021 | 5,10 |
| 06.03.2015 | 295 | 23.03.2021 | 5,00 |

|            |     |            |      |
|------------|-----|------------|------|
| 03.04.2015 | 126 | 20.04.2021 | 4,90 |
| 08.05.2015 | 223 | 18.05.2021 | 4,80 |
| 05.06.2015 | 280 | 15.06.2021 | 4,70 |
| 02.07.2015 | 223 | 15.07.2021 | 4,80 |
| 07.08.2015 | 215 | 17.08.2021 | 4,70 |
| 04.09.2015 | 173 | 14.09.2021 | 4,60 |
| 02.10.2015 | 142 | 12.10.2021 | 4,50 |
| 06.11.2015 | 271 |            |      |
| 04.12.2015 | 211 |            |      |
| 08.01.2016 | 292 |            |      |
| 05.02.2016 | 151 |            |      |
| 04.03.2016 | 242 |            |      |
| 01.04.2016 | 215 |            |      |
| 06.05.2016 | 160 |            |      |
| 03.06.2016 | 38  |            |      |
| 08.07.2016 | 287 |            |      |
| 05.08.2016 | 255 |            |      |
| 02.09.2016 | 151 |            |      |
| 07.10.2016 | 156 |            |      |
| 04.11.2016 | 161 |            |      |
| 02.12.2016 | 178 |            |      |
| 06.01.2017 | 156 |            |      |
| 03.02.2017 | 227 |            |      |
| 10.03.2017 | 235 |            |      |
| 07.04.2017 | 98  |            |      |
| 05.05.2017 | 211 |            |      |
| 02.06.2017 | 138 |            |      |
| 07.07.2017 | 222 |            |      |
| 04.08.2017 | 209 |            |      |
| 01.09.2017 | 156 |            |      |
| 06.10.2017 | -33 |            |      |
| 03.11.2017 | 261 |            |      |
| 08.12.2017 | 228 |            |      |
| 05.01.2018 | 148 |            |      |
| 02.02.2018 | 200 |            |      |
| 09.03.2018 | 313 |            |      |
| 06.04.2018 | 103 |            |      |
| 04.05.2018 | 164 |            |      |
| 01.06.2018 | 223 |            |      |
| 06.07.2018 | 213 |            |      |
| 03.08.2018 | 157 |            |      |
| 07.09.2018 | 201 |            |      |
| 05.10.2018 | 134 |            |      |
| 02.11.2018 | 250 |            |      |

|            |        |  |  |
|------------|--------|--|--|
| 07.12.2018 | 155    |  |  |
| 04.01.2019 | 312    |  |  |
| 01.02.2019 | 304    |  |  |
| 08.03.2019 | 20     |  |  |
| 05.04.2019 | 196    |  |  |
| 03.05.2019 | 263    |  |  |
| 07.06.2019 | 75     |  |  |
| 05.07.2019 | 224    |  |  |
| 02.08.2019 | 164    |  |  |
| 06.09.2019 | 130    |  |  |
| 04.10.2019 | 136    |  |  |
| 01.11.2019 | 128    |  |  |
| 06.12.2019 | 266    |  |  |
| 10.01.2020 | 145    |  |  |
| 07.02.2020 | 225    |  |  |
| 06.03.2020 | 273    |  |  |
| 03.04.2020 | -701   |  |  |
| 08.05.2020 | -20500 |  |  |
| 05.06.2020 | 2509   |  |  |
| 02.07.2020 | 4800   |  |  |
| 07.08.2020 | 1763   |  |  |
| 04.09.2020 | 1371   |  |  |
| 02.10.2020 | 661    |  |  |
| 06.11.2020 | 638    |  |  |
| 04.12.2020 | 245    |  |  |
| 08.01.2021 | -140   |  |  |
| 05.02.2021 | 49     |  |  |
| 05.03.2021 | 379    |  |  |
| 02.04.2021 | 916    |  |  |
| 07.05.2021 | 266    |  |  |
| 04.06.2021 | 559    |  |  |
| 02.07.2021 | 850    |  |  |
| 06.08.2021 | 943    |  |  |
| 03.09.2021 | 235    |  |  |
| 08.10.2021 | 194    |  |  |
| 05.11.2021 | 531    |  |  |
| 03.12.2021 | 210    |  |  |
| 07.01.2022 | 199    |  |  |
| 04.02.2022 | 467    |  |  |
| 04.03.2022 | 678    |  |  |
| 01.04.2022 | 431    |  |  |
| 06.05.2022 | 428    |  |  |
| 03.06.2022 | 390    |  |  |
| 08.07.2022 | 372    |  |  |

## Додаток Д

Початкові дані рівня безробіття, базового індексу споживчих цін та ВВП США

| Indicators               |        |            |        |            |        |
|--------------------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| Unemployment rate<br>USA |        | CPI USA    |        | GDP USA    |        |
| date                     | actual | date       | actual | date       | actual |
| 08.01.2010               | 10,00  | 15.01.2010 | 1,80   | 28.02.2008 | 0,60   |
| 08.02.2010               | 9,70   | 15.02.2010 | 1,60   | 27.03.2008 | 0,60   |
| 08.03.2010               | 9,70   | 15.03.2010 | 1,30   | 30.04.2008 | 0,60   |
| 08.04.2010               | 9,70   | 15.04.2010 | 1,10   | 26.06.2008 | 2,70   |
| 08.05.2010               | 9,90   | 15.05.2010 | 0,90   | 31.07.2008 | 1,90   |
| 08.06.2010               | 9,70   | 15.06.2010 | 0,90   | 28.08.2008 | 3,30   |
| 08.07.2010               | 9,50   | 15.07.2010 | 0,90   | 26.09.2008 | 2,80   |
| 08.08.2010               | 9,50   | 15.08.2010 | 0,90   | 30.10.2008 | -0,30  |
| 08.09.2010               | 9,60   | 15.09.2010 | 0,90   | 25.11.2008 | -0,50  |
| 08.10.2010               | 9,60   | 15.10.2010 | 0,80   | 23.12.2008 | -0,50  |
| 08.11.2010               | 9,60   | 15.11.2010 | 0,60   | 30.01.2009 | -3,80  |
| 08.12.2010               | 9,80   | 15.12.2010 | 0,80   | 27.02.2009 | -6,20  |
| 08.01.2011               | 9,40   | 15.01.2011 | 0,80   | 26.03.2009 | -6,30  |
| 08.02.2011               | 9,00   | 15.02.2011 | 1,00   | 29.04.2009 | -6,10  |
| 08.03.2011               | 8,90   | 15.03.2011 | 1,10   | 29.05.2009 | -5,70  |
| 08.04.2011               | 8,80   | 15.04.2011 | 1,20   | 25.06.2009 | -5,50  |
| 08.05.2011               | 9,00   | 15.05.2011 | 1,30   | 31.07.2009 | -1,00  |
| 08.06.2011               | 9,10   | 15.06.2011 | 1,50   | 27.08.2009 | -1,00  |
| 08.07.2011               | 9,20   | 15.07.2011 | 1,60   | 30.09.2009 | -0,70  |
| 08.08.2011               | 9,10   | 15.08.2011 | 1,80   | 29.10.2009 | 3,50   |
| 08.09.2011               | 9,10   | 15.09.2011 | 2,00   | 24.11.2009 | 2,80   |
| 08.10.2011               | 9,10   | 15.10.2011 | 2,00   | 22.12.2009 | 2,20   |
| 08.11.2011               | 9,00   | 15.11.2011 | 2,10   | 29.01.2010 | 5,70   |
| 08.12.2011               | 8,60   | 15.12.2011 | 2,20   | 26.02.2010 | 5,90   |
| 08.01.2012               | 8,50   | 15.01.2012 | 2,20   | 26.03.2010 | 5,60   |
| 08.02.2012               | 8,30   | 15.02.2012 | 2,30   | 30.04.2010 | 3,20   |
| 08.03.2012               | 8,30   | 15.03.2012 | 2,20   | 27.05.2010 | 3,00   |
| 08.04.2012               | 8,20   | 15.04.2012 | 2,30   | 25.06.2010 | 2,70   |
| 08.05.2012               | 8,10   | 15.05.2012 | 2,30   | 30.07.2010 | 2,40   |

|            |      |            |      |            |       |
|------------|------|------------|------|------------|-------|
| 08.06.2012 | 8,20 | 15.06.2012 | 2,30 | 27.08.2010 | 1,60  |
| 08.07.2012 | 8,20 | 15.07.2012 | 2,20 | 30.09.2010 | 1,70  |
| 08.08.2012 | 8,30 | 15.08.2012 | 2,10 | 29.10.2010 | 2,00  |
| 08.09.2012 | 8,10 | 15.09.2012 | 1,90 | 23.11.2010 | 2,50  |
| 08.10.2012 | 7,80 | 15.10.2012 | 2,00 | 22.12.2010 | 2,60  |
| 08.11.2012 | 7,90 | 15.11.2012 | 2,00 | 28.01.2011 | 3,20  |
| 08.12.2012 | 7,70 | 15.12.2012 | 1,90 | 25.02.2011 | 2,80  |
| 08.01.2013 | 7,80 | 15.01.2013 | 1,90 | 25.03.2011 | 3,10  |
| 08.02.2013 | 7,90 | 15.02.2013 | 1,90 | 28.04.2011 | 1,80  |
| 08.03.2013 | 7,70 | 15.03.2013 | 2,00 | 26.05.2011 | 1,80  |
| 08.04.2013 | 7,60 | 15.04.2013 | 1,90 | 24.06.2011 | 1,90  |
| 08.05.2013 | 7,50 | 15.05.2013 | 1,70 | 29.07.2011 | 1,30  |
| 08.06.2013 | 7,60 | 15.06.2013 | 1,70 | 26.08.2011 | 1,00  |
| 08.07.2013 | 7,60 | 15.07.2013 | 1,60 | 29.09.2011 | 1,30  |
| 08.08.2013 | 7,40 | 15.08.2013 | 1,70 | 27.10.2011 | 2,50  |
| 08.09.2013 | 7,30 | 15.09.2013 | 1,80 | 22.11.2011 | 2,00  |
| 08.10.2013 | 7,20 | 15.10.2013 | 1,70 | 22.12.2011 | 1,80  |
| 08.11.2013 | 7,30 | 15.11.2013 | 1,70 | 27.01.2012 | 2,80  |
| 08.12.2013 | 7,00 | 15.12.2013 | 1,70 | 29.02.2012 | 3,00  |
| 08.01.2014 | 6,70 | 15.01.2014 | 1,70 | 29.03.2012 | 3,00  |
| 08.02.2014 | 6,60 | 15.02.2014 | 1,60 | 27.04.2012 | 2,20  |
| 08.03.2014 | 6,70 | 15.03.2014 | 1,60 | 31.05.2012 | 1,90  |
| 08.04.2014 | 6,70 | 15.04.2014 | 1,70 | 28.06.2012 | 1,90  |
| 08.05.2014 | 6,30 | 15.05.2014 | 1,80 | 27.07.2012 | 1,50  |
| 08.06.2014 | 6,30 | 15.06.2014 | 2,00 | 29.08.2012 | 1,70  |
| 08.07.2014 | 6,10 | 15.07.2014 | 1,90 | 27.09.2012 | 1,30  |
| 08.08.2014 | 6,20 | 15.08.2014 | 1,90 | 26.10.2012 | 2,00  |
| 08.09.2014 | 6,10 | 15.09.2014 | 1,70 | 29.11.2012 | 2,70  |
| 08.10.2014 | 5,90 | 15.10.2014 | 1,70 | 20.12.2012 | 3,10  |
| 08.11.2014 | 5,80 | 15.11.2014 | 1,80 | 30.01.2013 | -0,10 |
| 08.12.2014 | 5,80 | 15.12.2014 | 1,70 | 28.02.2013 | 0,10  |
| 08.01.2015 | 5,60 | 15.01.2015 | 1,60 | 28.03.2013 | 0,40  |
| 08.02.2015 | 5,70 | 15.02.2015 | 1,60 | 26.04.2013 | 2,50  |
| 08.03.2015 | 5,50 | 15.03.2015 | 1,70 | 30.05.2013 | 2,40  |
| 08.04.2015 | 5,50 | 15.04.2015 | 1,80 | 26.06.2013 | 1,80  |
| 08.05.2015 | 5,40 | 15.05.2015 | 1,80 | 31.07.2013 | 1,70  |
| 08.06.2015 | 5,50 | 15.06.2015 | 1,70 | 29.08.2013 | 2,50  |
| 08.07.2015 | 5,30 | 15.07.2015 | 1,80 | 26.09.2013 | 2,50  |
| 08.08.2015 | 5,30 | 15.08.2015 | 1,80 | 07.11.2013 | 2,80  |
| 08.09.2015 | 5,10 | 15.09.2015 | 1,80 | 05.12.2013 | 3,60  |
| 08.10.2015 | 5,10 | 15.10.2015 | 1,90 | 20.12.2013 | 4,10  |
| 08.11.2015 | 5,00 | 15.11.2015 | 1,90 | 30.01.2014 | 3,20  |
| 08.12.2015 | 5,00 | 15.12.2015 | 2,00 | 28.02.2014 | 2,40  |
| 08.01.2016 | 5,00 | 15.01.2016 | 2,10 | 27.03.2014 | 2,60  |

|            |      |            |      |            |       |
|------------|------|------------|------|------------|-------|
| 08.02.2016 | 4,90 | 15.02.2016 | 2,20 | 30.04.2014 | 0,10  |
| 08.03.2016 | 4,90 | 15.03.2016 | 2,30 | 29.05.2014 | -1,00 |
| 08.04.2016 | 5,00 | 15.04.2016 | 2,20 | 25.06.2014 | -2,90 |
| 08.05.2016 | 5,00 | 15.05.2016 | 2,10 | 30.07.2014 | 4,00  |
| 08.06.2016 | 4,70 | 15.06.2016 | 2,20 | 28.08.2014 | 4,20  |
| 08.07.2016 | 4,90 | 15.07.2016 | 2,30 | 26.09.2014 | 4,60  |
| 08.08.2016 | 4,90 | 15.08.2016 | 2,20 | 30.10.2014 | 3,50  |
| 08.09.2016 | 4,90 | 15.09.2016 | 2,30 | 25.11.2014 | 3,90  |
| 08.10.2016 | 5,00 | 15.10.2016 | 2,20 | 23.12.2014 | 5,00  |
| 08.11.2016 | 4,90 | 15.11.2016 | 2,10 | 30.01.2015 | 2,60  |
| 08.12.2016 | 4,60 | 15.12.2016 | 2,10 | 27.02.2015 | 2,20  |
| 08.01.2017 | 4,70 | 15.01.2017 | 2,20 | 27.03.2015 | 2,20  |
| 08.02.2017 | 4,80 | 15.02.2017 | 2,30 | 29.04.2015 | 0,20  |
| 08.03.2017 | 4,70 | 15.03.2017 | 2,20 | 29.05.2015 | -0,70 |
| 08.04.2017 | 4,50 | 15.04.2017 | 2,00 | 24.06.2015 | -0,20 |
| 08.05.2017 | 4,40 | 15.05.2017 | 1,90 | 30.07.2015 | 2,30  |
| 08.06.2017 | 4,30 | 15.06.2017 | 1,70 | 27.08.2015 | 3,70  |
| 08.07.2017 | 4,40 | 15.07.2017 | 1,70 | 25.09.2015 | 3,90  |
| 08.08.2017 | 4,30 | 15.08.2017 | 1,70 | 29.10.2015 | 1,50  |
| 08.09.2017 | 4,40 | 15.09.2017 | 1,70 | 24.11.2015 | 2,10  |
| 08.10.2017 | 4,20 | 15.10.2017 | 1,70 | 22.12.2015 | 2,00  |
| 08.11.2017 | 4,10 | 15.11.2017 | 1,80 | 29.01.2016 | 0,70  |
| 08.12.2017 | 4,10 | 15.12.2017 | 1,70 | 26.02.2016 | 1,00  |
| 08.01.2018 | 4,10 | 15.01.2018 | 1,80 | 25.03.2016 | 1,40  |
| 08.02.2018 | 4,10 | 15.02.2018 | 1,80 | 28.04.2016 | 0,50  |
| 08.03.2018 | 4,10 | 15.03.2018 | 1,80 | 27.05.2016 | 0,80  |
| 08.04.2018 | 4,10 | 15.04.2018 | 2,10 | 28.06.2016 | 1,10  |
| 08.05.2018 | 3,90 | 15.05.2018 | 2,10 | 29.07.2016 | 1,20  |
| 08.06.2018 | 3,80 | 15.06.2018 | 2,20 | 26.08.2016 | 1,10  |
| 08.07.2018 | 4,00 | 15.07.2018 | 2,30 | 29.09.2016 | 1,40  |
| 08.08.2018 | 3,90 | 15.08.2018 | 2,40 | 28.10.2016 | 2,90  |
| 08.09.2018 | 3,90 | 15.09.2018 | 2,20 | 29.11.2016 | 3,20  |
| 08.10.2018 | 3,70 | 15.10.2018 | 2,20 | 22.12.2016 | 3,50  |
| 08.11.2018 | 3,70 | 15.11.2018 | 2,10 | 27.01.2017 | 1,90  |
| 08.12.2018 | 3,70 | 15.12.2018 | 2,20 | 28.02.2017 | 1,90  |
| 08.01.2019 | 3,90 | 15.01.2019 | 2,20 | 30.03.2017 | 2,10  |
| 08.02.2019 | 4,00 | 15.02.2019 | 2,20 | 28.04.2017 | 0,70  |
| 08.03.2019 | 3,80 | 15.03.2019 | 2,10 | 26.05.2017 | 1,20  |
| 08.04.2019 | 3,80 | 15.04.2019 | 2,00 | 29.06.2017 | 1,40  |
| 08.05.2019 | 3,60 | 15.05.2019 | 2,10 | 28.07.2017 | 2,60  |
| 08.06.2019 | 3,60 | 15.06.2019 | 2,00 | 30.08.2017 | 3,00  |
| 08.07.2019 | 3,70 | 15.07.2019 | 2,10 | 28.09.2017 | 3,10  |
| 08.08.2019 | 3,70 | 15.08.2019 | 2,20 | 27.10.2017 | 3,00  |
| 08.09.2019 | 3,70 | 15.09.2019 | 2,40 | 29.11.2017 | 3,30  |

|            |       |            |      |            |        |
|------------|-------|------------|------|------------|--------|
| 08.10.2019 | 3,50  | 15.10.2019 | 2,40 | 21.12.2017 | 3,20   |
| 08.11.2019 | 3,60  | 15.11.2019 | 2,30 | 26.01.2018 | 2,60   |
| 08.12.2019 | 3,50  | 15.12.2019 | 2,30 | 28.02.2018 | 2,50   |
| 08.01.2020 | 3,50  | 15.01.2020 | 2,30 | 28.03.2018 | 2,90   |
| 08.02.2020 | 3,60  | 15.02.2020 | 2,30 | 27.04.2018 | 2,30   |
| 08.03.2020 | 3,50  | 15.03.2020 | 2,40 | 30.05.2018 | 2,20   |
| 08.04.2020 | 4,40  | 15.04.2020 | 2,10 | 28.06.2018 | 2,00   |
| 08.05.2020 | 14,70 | 15.05.2020 | 1,40 | 27.07.2018 | 4,10   |
| 08.06.2020 | 13,30 | 15.06.2020 | 1,20 | 29.08.2018 | 4,20   |
| 08.07.2020 | 11,10 | 15.07.2020 | 1,20 | 27.09.2018 | 4,20   |
| 08.08.2020 | 10,20 | 15.08.2020 | 1,60 | 26.10.2018 | 3,50   |
| 08.09.2020 | 8,40  | 15.09.2020 | 1,70 | 28.11.2018 | 3,50   |
| 08.10.2020 | 7,90  | 15.10.2020 | 1,70 | 21.12.2018 | 3,40   |
| 08.11.2020 | 6,90  | 15.11.2020 | 1,60 | 28.02.2019 | 2,60   |
| 08.12.2020 | 6,70  | 15.12.2020 | 1,60 | 28.03.2019 | 2,20   |
| 08.01.2021 | 6,70  | 15.01.2021 | 1,60 | 26.04.2019 | 3,20   |
| 08.02.2021 | 6,30  | 15.02.2021 | 1,40 | 30.05.2019 | 3,10   |
| 08.03.2021 | 6,20  | 15.03.2021 | 1,30 | 27.06.2019 | 3,10   |
| 08.04.2021 | 6,00  | 15.04.2021 | 1,60 | 26.07.2019 | 2,10   |
| 08.05.2021 | 6,10  | 15.05.2021 | 3,00 | 29.08.2019 | 2,00   |
| 08.06.2021 | 5,80  | 15.06.2021 | 3,80 | 26.09.2019 | 2,00   |
| 08.07.2021 | 5,90  | 15.07.2021 | 4,50 | 30.10.2019 | 1,90   |
| 08.08.2021 | 5,40  | 15.08.2021 | 4,30 | 27.11.2019 | 2,10   |
| 08.09.2021 | 5,20  | 15.09.2021 | 4,00 | 20.12.2019 | 2,10   |
| 08.10.2021 | 4,80  | 15.10.2021 | 4,00 | 30.01.2020 | 2,10   |
|            |       | 15.11.2021 | 4,60 | 27.02.2020 | 2,10   |
|            |       | 15.12.2021 | 4,90 | 26.03.2020 | 2,10   |
|            |       | 15.01.2022 | 5,50 | 29.04.2020 | -4,80  |
|            |       | 15.02.2022 | 6,00 | 28.05.2020 | -5,00  |
|            |       | 15.03.2022 | 6,40 | 25.06.2020 | -5,00  |
|            |       | 15.04.2022 | 6,50 | 30.07.2020 | -32,90 |
|            |       | 15.05.2022 | 6,20 | 27.08.2020 | -31,70 |
|            |       | 15.06.2022 | 6,00 | 30.09.2020 | -31,40 |
|            |       | 15.07.2022 | 5,90 | 29.10.2020 | 33,10  |
|            |       |            |      | 25.11.2020 | 33,10  |
|            |       |            |      | 22.12.2020 | 33,40  |
|            |       |            |      | 28.01.2021 | 4,00   |
|            |       |            |      | 25.02.2021 | 4,10   |
|            |       |            |      | 25.03.2021 | 4,30   |
|            |       |            |      | 29.04.2021 | 6,40   |
|            |       |            |      | 27.05.2021 | 6,40   |
|            |       |            |      | 24.06.2021 | 6,40   |
|            |       |            |      | 29.07.2021 | 6,50   |
|            |       |            |      | 26.08.2021 | 6,60   |

|  |  |  |  |            |      |
|--|--|--|--|------------|------|
|  |  |  |  | 30.09.2021 | 6,70 |
|  |  |  |  | 28.10.2021 | 2,00 |
|  |  |  |  | 24.11.2021 | 2,10 |
|  |  |  |  | 22.12.2021 | 2,30 |
|  |  |  |  | 27.01.2022 | 6,90 |
|  |  |  |  | 24.02.2022 | 7,00 |
|  |  |  |  | 30.03.2022 | 6,90 |
|  |  |  |  | 28.04.2022 | -1,4 |
|  |  |  |  | 26.05.2022 | -1,5 |
|  |  |  |  | 29.06.2022 | -1,6 |