

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління*

До захисту допущено:

В.о. завідувача кафедри

\_\_\_\_\_ Олександр ПАВЛОВ  
(підпис) (вл.ім'я, прізвище)

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Дипломний проєкт**  
на здобуття ступеня бакалавра

за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі системи та технології»  
спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології»

на тему: «Система прогнозування курсу валют»

---

**Виконав:**

студент IV курсу, групи ІС-72

Шинягін Максим Дмитрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

**Керівник**

ст.викл. Камінська Поліна Анатоліївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

**Консультант з  
графічної  
документації**

доц., к.т.н., доц. Новінський Валерій Петрович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

**Рецензент**

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті  
немає запозичень з праць інших авторів без  
відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 року

**Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”**

Факультет (інститут) інформатики та обчислювальної техніки  
(повна назва)

Кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 126 «Інформаційні системи та технології»

Освітньо-професійна програма «Інформаційні управляючі системи та технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

Олександр ПАВЛОВ  
(підпис) (вл.ім'я, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проєкт студенту**

Шинягіну Максиму Дмитровичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту «*Система прогнозування курсу валют*»,

керівник проєкту Камінська Поліна Анатоліївна, ст. викл.

( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “11” 05 2021 р. № 1139-с

2. Термін подання студентом проєкту “04”червня 2021 року

3. Вихідні дані до проєкту

*Технічне завдання*

4. Зміст пояснювальної записки

*1. Загальні положення: основні визначення та терміни, опис предметного середовища, огляд ринку програмних продуктів, постановка задачі*

*2. Інформаційне забезпечення: вхідні дані, вихідні дані, опис структури бази даних*

*3. Математичне забезпечення: змістовна та математична постановки задачі, обґрунтування та опис методу розв'язання*

*4. Програмне та технічне забезпечення: засоби розробки, вимоги до технічного забезпечення, архітектура програмного забезпечення, побудова звітів*

*5. Технологічний розділ: керівництво користувача, методика випробувань програмного продукту*

## 5. Перелік графічного матеріалу

1. *Схема структурна варіантів використання*

2. *Схема структурна послідовності*

3. *Схема структурна компонентів*

4. *Схема структурна класів програмного забезпечення*

5. *Схема прикладу коду для побудови моделі ARIMA*

6. *Креслення вигляду екранних форм*

## 6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «7» квітня 2021 року

## Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1.	<i>Вивчення рекомендованої літератури</i>	<i>10.04.2021</i>	
2.	<i>Аналіз існуючих методів розв'язання задачі</i>	<i>15.04.2021</i>	
3.	<i>Постановка та формалізація задачі</i>	<i>28.04.2021</i>	
4.	<i>Розробка інформаційного забезпечення</i>	<i>03.05.2021</i>	
5.	<i>Алгоритмізація задачі</i>	<i>07.05.2021</i>	
6.	<i>Обґрунтування використовуваних технічних засобів</i>	<i>08.05.2021</i>	
7.	<i>Розробка програмного забезпечення</i>	<i>13.05.2021</i>	
8.	<i>Налагодження програми</i>	<i>19.05.2021</i>	
9.	<i>Виконання графічних документів</i>	<i>26.05.2021</i>	
10.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>28.05.2021</i>	
11.	<i>Подання ДП на попередній захист</i>	<i>14.05.2021</i>	
12.	<i>Подання ДП на основний захист</i>	<i>04.06.2021</i>	
13.	<i>Подання ДП рецензенту</i>	<i>07.06.2021</i>	

Студент

Максим ШИНЯГІН

Керівник

Поліна КАМІНСЬКА



# **Пояснювальна записка до дипломного проєкту**

на тему: «Система прогнозування курсу валют»

---

---

---

Київ – 2021 року

## АНОТАЦІЯ

**Структура та обсяг роботи.** Пояснювальна записка дипломного проекту складається з п'яти розділів, містить 11 рисунків, 6 таблиць, 1 додаток, 16 джерел.

Дипломний проект присвячений розробці системи прогнозування курсу валют.

Основною ціллю розробки є технічний аналіз коливань курсу валют та їх прогнозування на короткостроковий період. Це автоматизує та спростить роботу аналітиків.

У розділі інформаційного забезпечення наведена структура вхідних та вихідних даних, описана структура масивів інформації.

Розділ математичного забезпечення присвячений опису алгоритмів та математичної моделі, які використовуються в системі.

Програмне забезпечення пропонує до ознайомлення діаграми класів, послідовності, компонентів, специфікацію функцій. Описано архітектуру системи, програмного та апаратного забезпечення.

У технологічному розділі розписана інструкція користувача та приведені результати тестування інформаційної системи.

**АНАЛІЗ ЧАСОВИХ РЯДІВ, ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ, МОДЕЛЬ ARIMA, КУРС ВАЛЮТ**

					<b>ДП 7230.00.000 ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Шинягін М.Д.			Система прогнозування курсу валют	<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів.</i>		Камінська П.А.					2	
<i>Н. кон.</i>		Новінський В.П.				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АСОІУ		
<i>Зав.</i>		Камінська П.А.				Гр. ІС-72		

## ABSTRACT

**Structure and scope of work.** The explanatory note of the diploma project consists of five sections, contains 11 drawings, 6 tables, 1 application, 16 sources.

The diploma project is devoted to the development of the exchange rate forecasting system.

The main purpose of the development is a technical analysis of exchange rate fluctuations and their forecasting for the short term. This automates and simplifies the work of analysts.

In the section of information support the structure of input and output data is given, the structure of arrays of information is described.

The section of mathematical software is devoted to the description of algorithms and mathematical models used in the system.

The software offers a diagram of classes, sequences, components, specification of functions. The architecture of the system, software and hardware is described.

The technological section describes the user manual and presents the results of testing the information system.

ANALYSIS OF TIME SERIES, TIME SERIES FORECASTING, ARIMA MODEL, CURRENCY RATE

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ЗМІСТ

<b>1</b>	<b>ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1</b>	<b>ОПИС ПРЕДМЕТНОГО СЕРЕДОВИЩА .....</b>	<b>8</b>
	<i>1.1.1</i> <i>Опис процесу діяльності.....</i>	<i>8</i>
	<i>1.1.2</i> <i>Опис функціональної моделі.....</i>	<i>8</i>
<b>1.2</b>	<b>ОГЛЯД НАЯВНИХ АНАЛОГІВ .....</b>	<b>10</b>
	<i>1.2.1</i> <i>ForecastX.....</i>	<i>10</i>
	<i>1.2.2</i> <i>Statistica.....</i>	<i>11</i>
	<i>1.2.3</i> <i>Matlab Simulink.....</i>	<i>11</i>
	<i>1.2.4</i> <i>AnyLogic.....</i>	<i>11</i>
<b>1.3</b>	<b>ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....</b>	<b>12</b>
	<i>1.3.1</i> <i>Призначення розробки.....</i>	<i>12</i>
	<i>1.3.2</i> <i>Цілі та задачі розробки .....</i>	<i>13</i>
	<b>Висновок до розділу .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>ВХІДНІ ДАНІ .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>ВИХІДНІ ДАНІ.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>СТРУКТУРА МАСИВІВ ІНФОРМАЦІЇ.....</b>	<b>16</b>
	<b>Висновок до розділу .....</b>	<b>17</b>
<b>3</b>	<b>МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1</b>	<b>ЗМІСТОВНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2</b>	<b>МАТЕМАТИЧНА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ РОЗВ’ЯЗАННЯ.....</b>	<b>18</b>
	<i>3.3.1</i> <i>Регресивні методи.....</i>	<i>19</i>
	<i>3.3.2</i> <i>Нейромережеві методи.....</i>	<i>20</i>
	<i>3.3.3</i> <i>Методи Бокса-Дженкінса .....</i>	<i>20</i>
<b>3.4</b>	<b>ОПИС МЕТОДІВ РОЗВ’ЯЗАННЯ .....</b>	<b>22</b>
	<b>Висновок до розділу .....</b>	<b>30</b>
<b>4</b>	<b>ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>ЗАСОБИ РОЗРОБКИ .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>ВИМОГИ ДО ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....</b>	<b>31</b>
	<i>4.2.1</i> <i>Загальні вимоги .....</i>	<i>31</i>

<b>4.3</b>	<b>АРХІТЕКТУРА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....</b>	<b>32</b>
4.3.1	<i>Діаграма класів .....</i>	32
4.3.2	<i>Діаграма послідовності .....</i>	32
4.3.3	<i>Діаграма компонентів .....</i>	33
4.3.4	<i>Специфікація функцій .....</i>	34
<b>4.4</b>	<b>ОПИС ЗВІТІВ.....</b>	<b>35</b>
	<b>Висновок до розділу .....</b>	<b>35</b>
<b>5</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ .....</b>	<b>36</b>
<b>5.1</b>	<b>КЕРІВНИЦТВО КОРИСТУВАЧА .....</b>	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>ВИПРОБУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ПРОДУКТУ .....</b>	<b>38</b>
5.2.1	<i>Мета випробувань .....</i>	38
5.2.2	<i>Загальні положення.....</i>	38
5.2.3	<i>Результати випробувань .....</i>	39
	<b>Висновок до розділу .....</b>	<b>40</b>
	<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ .....</b>	<b>40</b>
	<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>41</b>
	<b>ДОДАТОК А .....</b>	<b>44</b>

## ВСТУП

Курс іноземної валюти залишається одним із важливих економічних показників для будь-якої країни. Будь-яке інвестиційне рішення міжнародних корпорацій або урядів базується на коливанні курсу. Тому прогнозування іноземної валюти є важливим фактором для інвесторів та бізнесу. Однак прогнозування такої, на перший погляд, випадкової величини є дуже важким завданням через нелінійний та мінливий характер цієї проблеми.

Сьогодні величезна кількість науковців працюють в області розробки методів прогнозування фінансових ринків. Таким чином, обраний мною напрям діяльності наразі дуже актуальний і перспективний та залишиться таким ще довго.

Технічно дані курсу валют - це дані часових рядів, на які впливають різні соціально-економічні та політичні фактори. Це дуже ускладнює прогнозування. В той же час, точне прогнозування валют має важливі економічні вигоди і є основним з активних економічних досліджень протягом багатьох десятиліть. Зазвичай фінансовий аналіз класифікується на фундаментальний та технічний аналіз.

Технічний аналіз - це аналіз графіка динаміки руху обмінного курсу, в результаті якого трейдери приймають рішення в основному в короткостроковій перспективі. Технічний аналіз ґрунтується на вивченні минулих тенденцій ринку і проектуванні їх на майбутнє [1].

Фундаментальний аналіз - метод аналізу макроекономіки, при якому необхідно оцінити вплив різних факторів на курс національної валюти, вміти визначити взаємозв'язок між різними подіями як в минулому, так і в майбутньому [2].

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено систему прогнозування курсу валют, що проводить технічний аналіз коливань курсу валют та їх прогнозування на короткостроковий період. Розроблений

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосунок можна використовувати для прогнозування курсу іноземної валюти, перегляду історії коливань курсу.

**Публікації.** Результати роботи опубліковані в 1 рефераті доповіді науково-технічної конференції [3].

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

## 1.1 Опис предметного середовища

Зараз прогнозування курсу валют визначається експертизою кваліфікованих фахівців в області обміну валют, які завжди в дефіциті. Дослідження показують, що є ряд показників і математичних залежностей, які дають можливість прогнозування курсу валют, хоча можуть безпосередньо не відноситися до фінансової галузі. Тож задача прогнозування наразі потребує автоматизації. Розроблена система дозволить в короткий час отримати прогнозування курсу для будь-яких пар валют.

### 1.1.1 Опис процесу діяльності

В даній системі буде проводитися технічний аналіз коливань курсу валют та їх прогнозування на короткостроковий період.

### 1.1.2 Опис функціональної моделі

Основним актором в системі є користувач застосунку. Користувач зможе:

- створити модель, вказавши джерело даних, та необхідні параметри;
- тестувати модель;
- прогнозувати коливання курсу валют;
- порівняти результати прогнозу за допомогою графіку;
- зберегти та загрузити результати прогнозування.

На рисунку 1.1 зображена діаграма варіантів використання.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

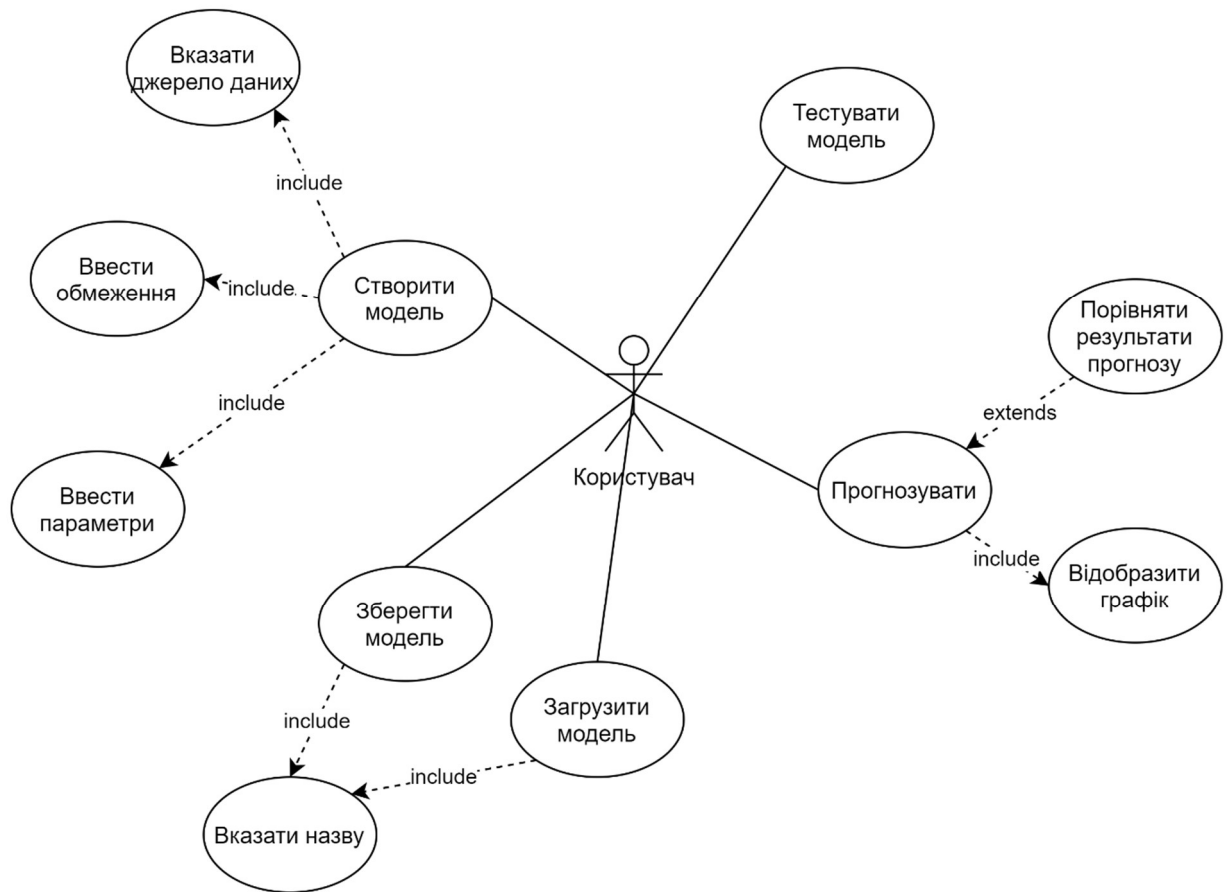


Рисунок 1.1 – Діаграма варіантів використання

Відповідно до вищезазначених цілей визначені функціональні вимоги та встановлені пріоритети. Результати наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Функціональні вимоги

<i>Актор</i>	<i>Варіант використання</i>	<i>Функціональна вимога</i>	<i>Пріоритет</i>
Користувач застосунку	Створення моделі	Виходячи з заданих коливань курсу валют за певний період, а також введених параметрів повинна будуватись модель поведінки курсу.	Важливий

## Кінець таблиці 1.1

Тестування моделі	Користувач може тестувати модель, порівнюючи результати прогнозування з різними параметрами.	Середній
Прогнозування коливань курсу валют	Використовуючи побудовану модель користувач може отримати прогноз коливань курсу валют на короткостроковий період.	Важливий
Збереження та загрузка результатів прогнозування	Користувач має змогу вивести дані прогнозувань, які проводив раніше.	Середній

## 1.2 Огляд наявних аналогів

Оскільки проблема прогнозування курсу валют в наш час є актуальною, то існує велика кількість аналогів з різноманітним функціоналом. Але навіть не дивлячись на це, не існує жодного автономного застосунку, призначеного виключно для прогнозування економічних часових рядів. Нижче наведені аналоги, здатні вирішити поставлену задачу.

### 1.2.1 ForecastX

Один з найпопулярніших продуктів в цій категорії, який допоможе прогнозувати коливання курсу валют.

ForecastX – це інструмент прогнозування, який дає гарну статистичну потужність [4]. Проте, цей продукт – надбудова для Excel, тож не є автономним застосунком і залежить від іншого програмного забезпечення.

### 1.2.2 Statistica

Пакет STATISTICA реалізує процедури для data analysis (аналізу даних), data management (управління ними), data mining (аналізу даних) та data visualization (візуалізації даних).

Загалом, це потужний інструмент для аналізу та прогнозування, проте зі своїми недоліками, серед яких необхідність гарної теоретичної підготовки у сферах Теорії Ймовірності та Математичної Статистики, універсальність, що заважає зосередити увагу на конкретній задачі.

### 1.2.3 Matlab Simulink

Simulink - це середовище моделювання та проектування [6] на основі моделей для динамічних і вбудованих систем. Simulink - це графічний інструмент програмування потоку даних, що використовується для моделювання та аналізу динамічних систем.

До недоліків цього застосунку можна віднести те, що це в основному графічний інструмент для побудови блок-схем. Також потрібна гарна математична підготовка користувача.

### 1.2.4 AnyLogic

AnyLogic - програмне забезпечення для імітаційного моделювання бізнес-процесів [7]. Інструмент має сучасний графічний інтерфейс та дозволяє використовувати мову програмування Java для розробки моделей.

Інструмент AnyLogic не призначений для використання будь-яким бажаним. Він потребує наявності серйозних навичок і умінь роботи програміста. Дійсно, моделі стають легко програмно-масштабованими за заданим сценарієм, проводиться оптимізація. Однак щоб створити такі моделі в AnyLogic потрібна група розробників і великий обсяг часу.

На основі аналогів ми можемо побудувати таблицю переваг і недоліків (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки аналогів

<i>Функціонал / Аналог</i>	<b>ForecastX</b>	<b>Statistica</b>	<b>Matlab Simulink</b>	<b>AnyLogic</b>	<b>Розроблена система прогнозування</b>
<i>Автономність застосування</i>	-	+	+	+	+
<i>Швидкість роботи</i>	+	+	-	-	+
<i>Не потрібна гарна математична підготовка</i>	+	-	-	-	+
<i>Не потрібні навички програмування</i>	+	+	+	-	+
<i>Безкоштовність</i>	-	-	-	-	+

Створювана система прогнозування буде залучати до себе плюси аналогів, уникаючи їх мінусів.

### 1.3 Постановка задачі

#### 1.3.1 Призначення розробки

Призначенням розробки є створення системи для прогнозування курсу валют.

### 1.3.2 Цілі та задачі розробки

Мета розробки – технічний аналіз коливань курсу валют та їх прогнозування на короткостроковий період.

Задачі системи складаються з:

- підготовка даних про коливання курсу валют до аналізу;
- розробка алгоритму технічного аналізу;
- побудова моделі прогнозування валютних курсів;
- аналіз та прогнозування курсу валют, ґрунтуючись на динаміці курсу за певний період;
- розробка інтерфейсу програми.

### Висновок до розділу

У процесі написання цієї частини було сформульовано постановку задачі, викладено очікування щодо програми, розкрито існуючі аналоги та досліджено їх переваги та недоліки, проведено короткий вступ до предметної області та визначено мету: прогнозування курсу валют на короткостроковий період.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 2 ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 2.1 Вхідні дані

На вхід до системи прогнозування курсу валют надходять наступні дані:

- дані коливань курсу валют, обрані користувачем, у вигляді файлу з розширенням \*.csv;
- параметри прогнозування, встановлені користувачем за допомогою перемикачів у програмному інтерфейсі.

Серед необхідних даних можна виділити такі важливі параметри: дата, код порівнюваної валюти (наприклад, USD – долар США), курс обміну на поточну дату. Отже вхідний \*.csv файл повинен складатися мінімум з колонок: Date, Letter code, Official exchange rates. Колонка Date має дані про дату, коли зафіксовано курс обміну. Колонка Letter code зберігає дані про порівнювану валюту. Колонка Official exchange rates відповідає поточному курсу обміну.

В таблиці 2.1 наведений приклад фрагменту вхідного \*.csv файлу:

Таблиця 2.1 – Приклад вхідного \*.csv файлу

Date	Letter code	Official hryvnya exchange rates, UAH
01.01.2020	USD	23.6862
02.01.2020	USD	23.6862
03.01.2020	USD	23.6862
04.01.2020	USD	23.6862
05.01.2020	USD	23.6862
06.01.2020	USD	23.6862
07.01.2020	USD	23.6862
08.01.2020	USD	23.6785
09.01.2020	USD	23.8345
10.01.2020	USD	24.119
11.01.2020	USD	23.9677
12.01.2020	USD	23.9677
13.01.2020	USD	23.9677
14.01.2020	USD	23.9275
15.01.2020	USD	24.0257

Кінець таблиці 2.1

16.01.2020	USD	23.9821
17.01.2020	USD	24.0923
18.01.2020	USD	24.0923
19.01.2020	USD	24.0923
20.01.2020	USD	24.2527
21.01.2020	USD	24.3257
22.01.2020	USD	24.2586
23.01.2020	USD	24.331
24.01.2020	USD	24.5212
25.01.2020	USD	24.5212
26.01.2020	USD	24.5212
27.01.2020	USD	24.3301
28.01.2020	USD	24.5984
29.01.2020	USD	24.7204
30.01.2020	USD	24.8491
31.01.2020	USD	24.9196

## 2.2 Вихідні дані

На виході отримуємо прогноз щодо курсу валют, поданий у вигляді графіку. Приклад вихідного графіку можна побачити на рисунку 2.1.

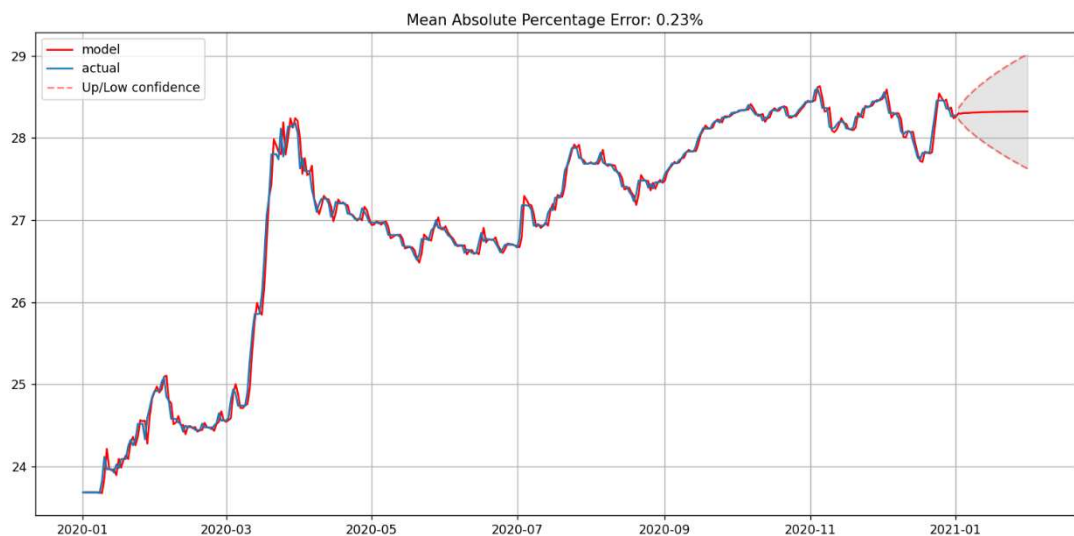


Рисунок 2.1 – Приклад вихідного графіку

### 2.3 Структура масивів інформації

Для зберігання даних про моделі, побудовані в застосунку використовується \*.csv файл. Серед масивів інформації можна виділити такі важливі параметри: назва моделі, код порівнюваної валюти (наприклад, USD – долар США), шлях до файлу з даними, тривалість прогнозу (в днях), шлях до побудованого графіку. Отже вихідний \*.csv файл складається з колонок: Name, Letter code, Data path, Forecast duration, Plot path. Колонка Name має дані про назву побудованої моделі. Колонка Letter code зберігає дані про порівнювану валюту. Колонка Data path відповідає шляху до файлу з даними. Колонка Forecast duration має дані про тривалість прогнозу, тобто на скільки днів відбувається прогнозування. Колонка Plot path зберігає дані про шлях до побудованого графіку.

Приклад вихідного \*.csv файлу можна побачити в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Приклад вихідного \*.csv файлу

Name	Letter code	Data path	Forecast duration	Plot path
USD-UAH 2020-2021	USD	C:\Users\Legion\Desktop\ Official hryvnya exchange rates 2020-2021.csv	30	C:\Users\Legion\Desktop\ plot1.png
USD-UAH 2019-2020	USD	C:\Users\Legion\Desktop\ Official hryvnya exchange rates 2019-2020.csv	15	C:\Users\Legion\Desktop\ plot2.png
USD-UAH 2019-2021	USD	C:\Users\Legion\Desktop\ Official hryvnya exchange rates 2019-2021.csv	20	C:\Users\Legion\Desktop\ plot3.png

**Висновок до розділу**

Цей розділ детально представляє вхідні та вихідні дані інформаційної системи та визначає структуру інформаційного масиву.

В рамках проектування масивів інформації виявлено 3 необхідні показники, потрібні для коректної роботи системи.

Структура системи повністю відповідає вимогам технічного завдання, а інформаційна система відповідає зазначеним вимогам.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 МАТЕМАТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

#### 3.1 Змістовна постановка задачі

Як інвесторам-початківцям, так і досвідченим економістам необхідно аналізувати та прогнозувати курс валюти для вигідних вкладень. Щоб спростити цей процес треба його автоматизувати.

#### 3.2 Математична постановка задачі

Є часовий ряд, що складається з значень коливань курсу валют за певний період. Потрібно побудувати прогноз майбутніх значень даного часового ряду.

#### 3.3 Обґрунтування методу розв'язання

Для вирішення представленої задачі необхідно проаналізувати та спрогнозувати зміни часового ряду.

Часовий ряд - ряд значень будь-якого параметра досліджуваного процесу, що виконується періодично. Часові ряди зустрічаються у різних областях науки: кардіограми - в медицині, графіки сонячної активності - в астрономії, курси валют - в економіці. Аналіз таких серій є складним і важливим завданням, рішення якого дає корисні результати для тієї, чи іншої області.

Одна з основних цілей аналізу часового ряду – прогнозування його поведінки. Прогноз майбутніх значень на основі минулих спостережень дозволяє найефективніше приймати рішення.

При аналізі часових рядів прийнято виділяти такі компоненти:

- тренд (Т) - компонента, що плавно змінюється та описує вплив довгострокових чинників;
- сезонна складова (S) - періодичні коливання в процесі дослідження;

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- випадковий компонент ( $\varepsilon$ ) - показує компонент, на який впливають випадкові фактори.

Виділення цих компонент – один з перших етапів аналізу. Таким чином модель тимчасового ряду можна описати як  $Y = T + S + \varepsilon$  - адитивна модель і  $Y = T * S * \varepsilon$  - мультиплікативна модель. Найбільш поширеною вважається друга модель, яка, в свою чергу, зводиться до першої логарифмуванням.

Серед методів прогнозування часових рядів розрізняють кілька основних груп:

- регресійні методи;
- нейромережеві методи;
- методи Боксу-Дженкінса.

### 3.3.1 Регресивні методи

Змінна, що прогнозується, залежить від декількох незалежних змінних, природа яких може бути різною. У загальному випадку модель множинної регресії має вигляд:

$$Y = F(x_1, x_2, \dots, x_n) + \varepsilon,$$

де  $F$  - функція від  $n$  незалежних змінних,  
 $\varepsilon$  - компонента помилки.

Частковим випадком є модель широко відомої лінійної регресії:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon,$$

де  $\beta_0, \dots, \beta_n$  – підібрані коефіцієнти регресії.

### 3.3.2 Нейромережеві методи

Найбільш сучасна група методів, що стрімко розвивається в даний час використовує нейронні мережі для прогнозування. [8]

### 3.3.3 Методи Бокса-Дженкінса

У класичних методах Бокса-Дженкінса незалежні змінні не використовуються. Прогнозування майбутніх значень спирається тільки на історію попередніх значень часового ряду.

Для вирішення поставленого завдання, розглянемо методологію Бокса-Дженкінса більш детально [9].

В її основі лежить ідея того, що між сусідніми значеннями часового ряду існує певний зв'язок. Ця гіпотеза дозволяє будувати прогноз майбутніх значень часового ряду.

#### 3.3.3.1 Авторегресивна модель часового ряду

У такій моделі значення часового ряду лінійно залежать від попередніх значень. Авторегресивну модель р-го порядку (AR (p)) можна описати як:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \varepsilon_t ,$$

де  $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_p$  – коефіцієнти авторегресії,

$\varepsilon_t$  – випадкова похибка.

#### 3.3.3.2 Модель змінного середнього

Зазвичай використовують для моделювання випадкових помилок часових рядів. Модель змінного середнього q-го порядку (MA (q)) має вигляд:

$$Y_t = \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j},$$

де  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_q$  – параметри моделі,  
 $\varepsilon_t$  – випадкова похибка.

### 3.3.3.3 Модель авторегресії – змінного середнього

Модель узагальнює дві вищеописані моделі. ARMA (p, q) модель виглядає наступним чином:

$$Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

ARMA-модель використовується для прогнозування стаціонарних часових рядів. Стаціонарність - властивості процесу не змінювати його характеристики з часом. На практиці далеко не всі тимчасові ряди мають властивість стаціонарності, тому доцільно розглянути наступну модель, яка може працювати і з нестаціонарними часовими рядами.

### 3.3.3.4 ARIMA модель

ARIMA (p, d, q) - це розширення моделі ARMA (p, q) нестаціонарних часових рядів, яка спрощена до стаціонарного номіналу взяттям різниць d-го порядку.

Модель виглядає так:

$$\Delta^d Y_t = \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta^d Y_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t,$$

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

де  $\Delta^d$  – оператор різниці d-го порядку ( $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$  – різниці першого порядку).

### 3.3.3.5 Сезонна ARIMA модель

Модель SARIMA (p, d, q) (P, D, Q)<sub>s</sub> є продовженням моделі ARIMA у часових рядах, в яких є очевидна сезонна складова. Крім того, модель вводить сезонні параметри (P, D, Q, s), які можуть враховувати циклічні коливання процесу.

Через те, що в економічних часових рядах не завжди присутня яскраво виражена сезонна компонента – будемо використовувати ARIMA модель.

### 3.4 Опис методів розв’язання

Як зазначено в попередньому розділі, для вирішення задачі прогнозування економічних часових рядів буде використана модель ARIMA. Дана модель вперше запропонована Дж. Боксом і Г. Дженкінсом, тому в деяких джерелах модель авторегресії проінтегрованого змінного середнього також називають «Моделлю Бокса-Дженкінса» або в англійській літературі Auto Regressive Integrated Moving Average model (ARIMA-model). Вона підходить нам, так як призначена для опису нестационарних часових рядів, яким виступає часовий ряд значень валютного курсу.

Характерний запис моделі ARIMA (p, d, q) має наступний вигляд:

$$\langle z \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N z_i,$$

де  $z_i$  - член часового ряду,

$N$  - число членів тимчасового ряду.

Аналогічно, варіація оцінюється як:

$$O^2_z = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_i - \langle z \rangle)^2$$

У моделі ARIMA виключно велике значення мають такі поняття, як автокореляційна функція і приватна автокореляційна функція, оскільки їх оцінки використовуються для обриву рівняння прогнозу. Автокореляція, за визначенням,

$$\rho_k = \frac{\langle (z_i - \mu)(z_{i+k} - \mu) \rangle}{\sqrt{\langle (z_i - \mu)^2 \rangle \langle (z_{i+k} - \mu)^2 \rangle}}$$

залежність  $\rho_k$  від  $k$  називають автокореляційною функцією. За визначенням, коефіцієнт  $\Phi_{kj}$  входить до розкладання:

$$\rho_j = \Phi_{k1}\rho_{j-1} + \dots + \Phi_{k(k-1)}\rho_{j-k+1} + \Phi_{kk}\rho_{j-k},$$

де  $j=1,2,\dots,k$ .

Залежність коефіцієнта  $\Phi_{kk}$  від  $k$  називають приватною автокореляційною функцією. Приватну автокорреляційну функцію можна знайти з відомої кореляційної функції з системи лінійних рівнянь Юля-Уолкера

$$\begin{pmatrix} 1, \rho_1, \rho_2, \dots, \rho_{k-1} \\ \rho_1, 1, \rho_1, \dots, \rho_{k-2} \\ \dots \\ \dots \\ \rho_{k-1}, \rho_{k-2}, \rho_{k-3}, \dots, 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Phi_{k1} \\ \Phi_{k2} \\ \dots \\ \dots \\ \Phi_{kk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \dots \\ \dots \\ \rho_k \end{pmatrix},$$

звідки

$$\Phi_{11} = \rho_1, \Phi_{22} = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2},$$

і так далі.

Згідно Бокса і Дженкінса, для процесу змінного середнього (moving average) порядку  $q$  автокореляційна функція  $MA(q)$  зануляється, тобто  $\rho_k = 0$  при  $k > q$ . Так само приватна автокореляційна функція (автокореляційного процесу порядку  $p$ )  $AR(p)$  зануляється, тобто  $\Phi_{kk}(p) = 0$  при  $k > p$ . Ці факти слугують для визначення обриву ряду для побудови прогнозу в моделі ARIMA.

Модель ARIMA (Autoregressive Regressive Integrated Moving Average - інтегрований процес авторегресії - змінного середнього, автори Бокс і Дженкінс [10]) - є однією з найпопулярніших математичних моделей передбачення одновимірних часових рядів. Ця модель входить в відомі комерційні математичні пакети - такі, як Statistica, Stadia, SPSS, Statgraphics, в розширення пакету Matlab.7, а також в деякі пакети, наявні у вільному доступі в Інтернеті, наприклад, пакет DEMETRA, Gentl. Модель ARIMA є узагальненням моделі ARMA на нестационарні часові ряди. Нестационарний часовий ряд диференціюють  $d$  разів. Після цього вважається, що якщо  $d$  досить велике, то ряд стає стаціонарним і для нього можна використовувати модель ARMA (об'єднана модель авторегресії і змінного середнього), потім вихідний ряд відновлюють інтеграцією  $d$  разів. Наприклад, взяття першої похідною від часового ряду  $x_1, x_2, \dots, x_N$  означає перехід до тимчасового ряду  $x_2 - x_1, x_3 - x_2, \dots, x_N - x_{N-1}$ .

Модель ARIMA зазвичай позначається як  $ARIMA(p, d, q)$ , де  $p, d, q$  - цілі числа, більше за нуль або рівні нулю, і позначають параметр авторегресії, порядок інтегрування і змінного середнього відповідно. Модель ARMA  $(p, q)$  описується відношенням:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) X_t = \left(1 - \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t,$$

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

де  $X_t$  - член тимчасового ряду,  
 $t$  - цілий індекс,  
 $L$  - оператор зсуву на один крок за часом (запізнення) або "lag",  
 $\alpha_i$  - параметр авторегресивної частини моделі,  
 $\theta_i$  - параметри змінного середнього,  
 $\varepsilon_t$  - помилки, які передбачаються рівномірно розподіленими за нормальним законом розподілу з нульовим середнім.

Нехай поліном  $(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i L^i)$  має одиничний корінь кратності  $d$ . Тоді цей поліном може бути переписаний як:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) = \left(1 + \sum_{i=1}^{p-d} \alpha_i L^i\right) (1 - L)^d$$

Тепер *ARIMA* ( $p, d, q$ ) процес можна описати відношенням:

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i L^i\right) (1 - L)^d X_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i\right) \varepsilon_t$$

і цей процес можна розглядати як окремий випадок *ARMA*( $p, d, q$ ) процесу, з поліномом авторегресії, що має деякі розв'язки, рівні одиниці.

Моделі *ARIMA* часто використовуються для прогнозування нестационарних процесів, що мають легко впізнавані тренди: постійний тренд (нульове середнє) призводить до  $d = 1$ , лінійний тренд призводить до  $d = 2$ . У цих випадках *ARIMA*-модель може розглядатися як послідовність двох моделей:

- нестационарна модель

$$Y_t = (1 - L)^d X_t;$$

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- стаціонарна модель

$$\left(1 - \sum_{i=1}^p \theta_i L^i\right) Y_t = \left(1 + \sum_{i=1}^q \phi_i L^i\right) \varepsilon_t.$$

Стандартні методи можуть бути використані для прогнозу процесу  $Y_t$  і потім, при наявності початкових умов, процес  $X_t$  може бути передбачений за допомогою інтегрування. Відзначимо, що ARIMA (0,1,0) дається співвідношенням  $X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$  і є звичайною моделлю випадкового блукання. Якщо маємо справу з тимчасовими рядами декількох змінних, то використовується модель VARIMA. Якщо моделюється процес, що має сезонні складові - то зазвичай використовується модель SARIMA. Якщо процес, що моделюється містить довготривалу залежність в змінних моделі, то часто використовують дробовий параметр  $d$  в рамках моделі FARIMA (або ARFIMA).

Методологія побудови ARIMA-моделі (рисунок 3.1) для досліджуваного часового ряду включає наступні основні етапи [1]:

- ідентифікація тестових моделей;
- оцінка параметрів моделі та діагностична перевірка адекватності моделі;
- за допомогою моделі зробити прогнози.

Алгоритм побудови ARIMA-моделі добре описаний у роботі про застосування лінійних стохастичних моделей для дослідження ринку нафти [17].

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

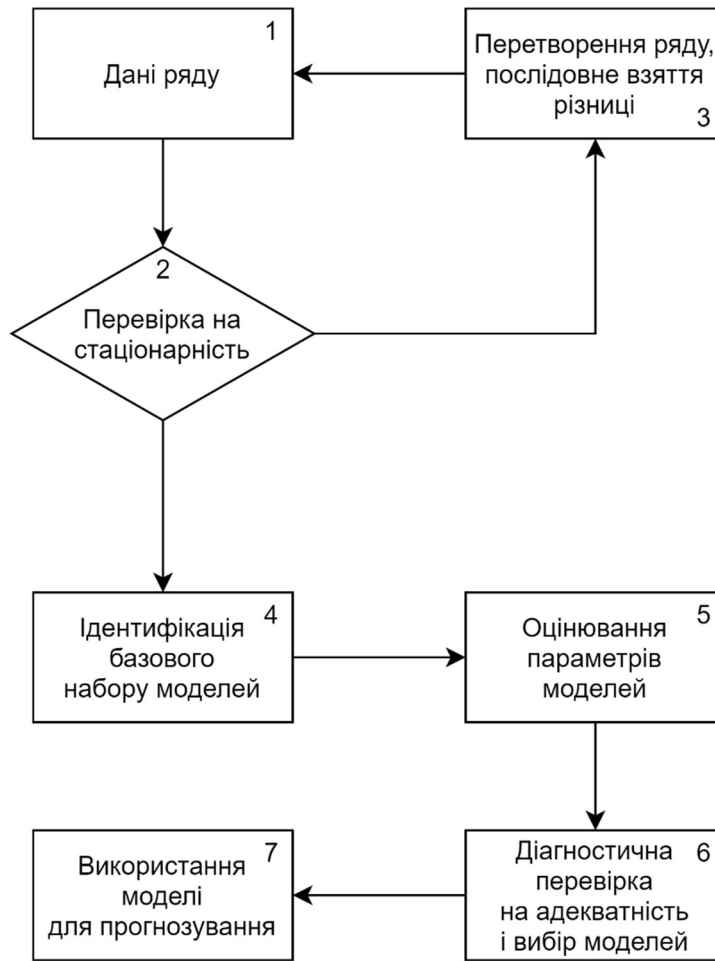


Рисунок 3.1 – Порядок побудови ARIMA-моделі

Таким чином, спочатку (на кроках 1-3) необхідно отримати стаціонарний ряд. На цьому етапі рекомендується проводити аналіз автокореляційної функції (АКФ) та приватної автокореляційної функції (ЧАКФ). Швидке загасання значень АКФ - простий тест на стаціонарність. На цьому етапі використовуються також статистичні тести на наявність одиничного кореня (розширений тест Дікі-Фуллера або ADF-тест) [1].

Якщо відповідно до статистики Дікі-Фуллера або оцінок АКФ ряд є нестаціонарним, то для переходу до стаціонарного ряду традиційно застосовують оператор взяття послідовних різниць, тим самим визначається значення параметра  $d$  (близько різниці). Таким чином, значення одного параметра в моделі ARIMA  $(p, d, q)$  вже відомо.

На 4 кроці після отримання стаціонарного ряду досліджується характер поведінки вибірових АКФ і ЧАКФ і висуваються гіпотези про значення параметрів  $p$  (порядок авторегресії) і  $q$  (порядок змінного середнього). На вході блоку 4 може формуватися базовий набір, що включає одну, дві або навіть більшу кількість моделей, іншими словами, портфель моделей.

На 5 кроці після здійснення ідентифікації моделі необхідно оцінити їх параметри. Для цих цілей використовується метод максимальної правдоподібності (ММП).

На 6 кроці для перевірки кожної пробної моделі на адекватність аналізується її ряд залишків. У адекватної моделі ряд залишків повинен бути схожий на білий шум, тобто їх вибірові АКФ не повинні відрізнятися від нуля. Для перевірки гіпотези про те, що спостережувані дані є реалізацією «білого шуму», використовується також Q-статистика.

Q-статистика Льюінга-Бокса визначається як

$$Q^* = n(n+2) \sum_{k=1}^m \frac{r_k^2}{n-k}$$

де  $n$  - обсяг вибірки,

$m$  - максимальна кількість лагів,

$r_k$  - коефіцієнти автокореляційної функції.

Якщо в результаті перевірки кілька моделей виявляються адекватні вихідним даним, то при остаточному виборі слід врахувати два фактори:

- підвищення точності (якість підгонки моделі);
- зменшення числа параметрів моделі.

Воедино ці вимоги зведені в інформаційні критерії Акайка і Шварца. У даній роботі обраний інформаційний критерій Шварца в якому посилено вимогу зменшення кількості параметрів моделі:

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$SBIK = \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n} \right) + \frac{(p+q)\ln(n)}{n}$$

За допомогою моделі на 7 кроці можна будувати точний і інтервальний прогноз на  $L$  кроків вперед. Для прогнозування була обрана рекурсивна модель, в якій початкове спостереження фіксоване, а спостереження з контрольної вибірки додається по одному до робочої. При цьому горизонт прогнозування весь час залишається однаковим.

Для оцінки точності прогнозу використовується стандартний показник.

Середня абсолютна процентна помилка (MAPE):

$$MAPE = \frac{100\%}{L} \sum_{t=1}^L \left| \frac{X_t - X_t^*}{X_t} \right|$$

де  $X_t$  – реальне значення,

$X_t^*$  – прогнозоване значення,

$L$  – інтервал прогнозу.

Якщо  $MAPE < 10\%$ , точність прогнозування висока,  $10\% < MAPE < 20\%$  - прогноз хороший,  $20\% < MAPE < 50\%$  - прогноз задовільний,  $MAPE > 50\%$  - прогноз поганий.

В результаті розробки було створено програмний продукт, що з великою точністю передбачає коливання курсу валют. Побачити це можна на рисунку 3.2.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

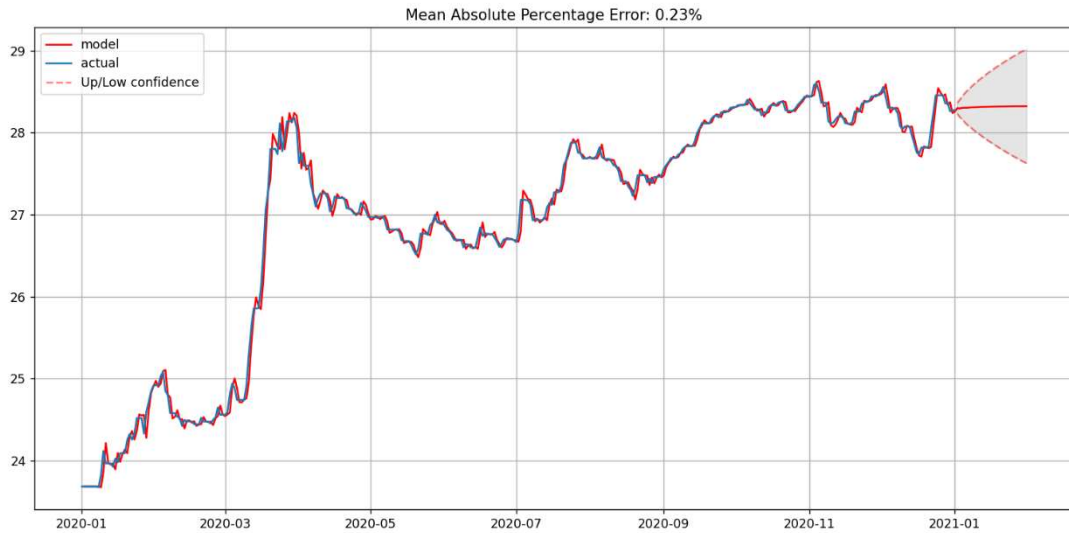


Рисунок 3.2 – приклад передбачення курсу валют з використанням розробленого продукту

### Висновок до розділу

У розділі математичного забезпечення розглянуто змістовну та математичну постановку проблеми.

## 4 ПРОГРАМНЕ ТА ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 4.1 Засоби розробки

Програмне забезпечення, використане при розробці дипломного проєкту:

1. Операційна система: Windows 10 [11]
2. Середовища розробок: PyCharm – інтегрована середа розробки для розробки мовою програмування Python [12]
3. Мови програмування: Python – високорівнева мова програмування загального призначення [13]
4. Бібліотеки:
  - NumPy - бібліотека з відкритим вихідним кодом для мови програмування Python з можливістю підтримки багатовимірних масивів, підтримки високорівневих математичних функцій, призначених для роботи з багатовимірними масивами [14];
  - Pandas - бібліотека на мові Python для обробки і аналізу даних [15];
  - Matplotlib - бібліотека на мові програмування Python для візуалізації даних двовимірної графікою [16].

### 4.2 Вимоги до технічного забезпечення

#### 4.2.1 Загальні вимоги

Для правильної роботи розробленого застосунку до складу технічного забезпечення мають входити:

#### а) комп'ютер:

- процесор з тактовою частотою не нижче 1.6 ГГц;
- достатній об'єм оперативної пам'яті (не менше 1 ГБ);
- інші складові можуть мати будь-які параметри, оскільки вони майже не впливають на роботу програми.

#### б) програмне забезпечення:

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- операційна система Windows 7 або вище.

в) комп'ютерна периферія:

- монітор;
- маніпулятор-миша;
- клавіатура.

### 4.3 Архітектура програмного забезпечення

#### 4.3.1 Діаграма класів

На рисунку 4.1 наведена діаграма класів. Вона ілюструє будову застосунку.

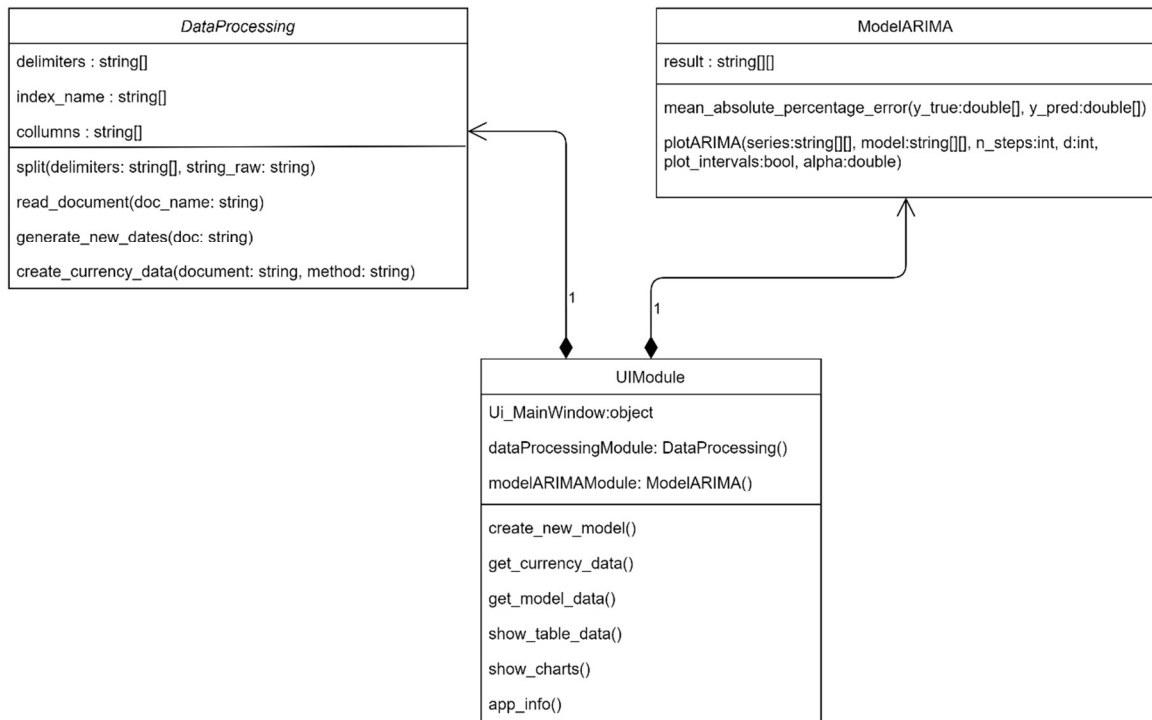


Рисунок 4.1 – Діаграма класів

#### 4.3.2 Діаграма послідовності

На рисунку 4.2 наведена діаграма послідовності. Вона допомагає краще зрозуміти процеси обміну даними між компонентами застосунку. Спочатку користувач вводить всі необхідні для прогнозування дані через інтерфейс

застосунку. Далі ці дані зчитуються та оброблюються компонентом DataProcessing. Будується ARIMA-модель, що виконує прогнозування та, через інтерфейс, надає результат у вигляді графіку користувачу.

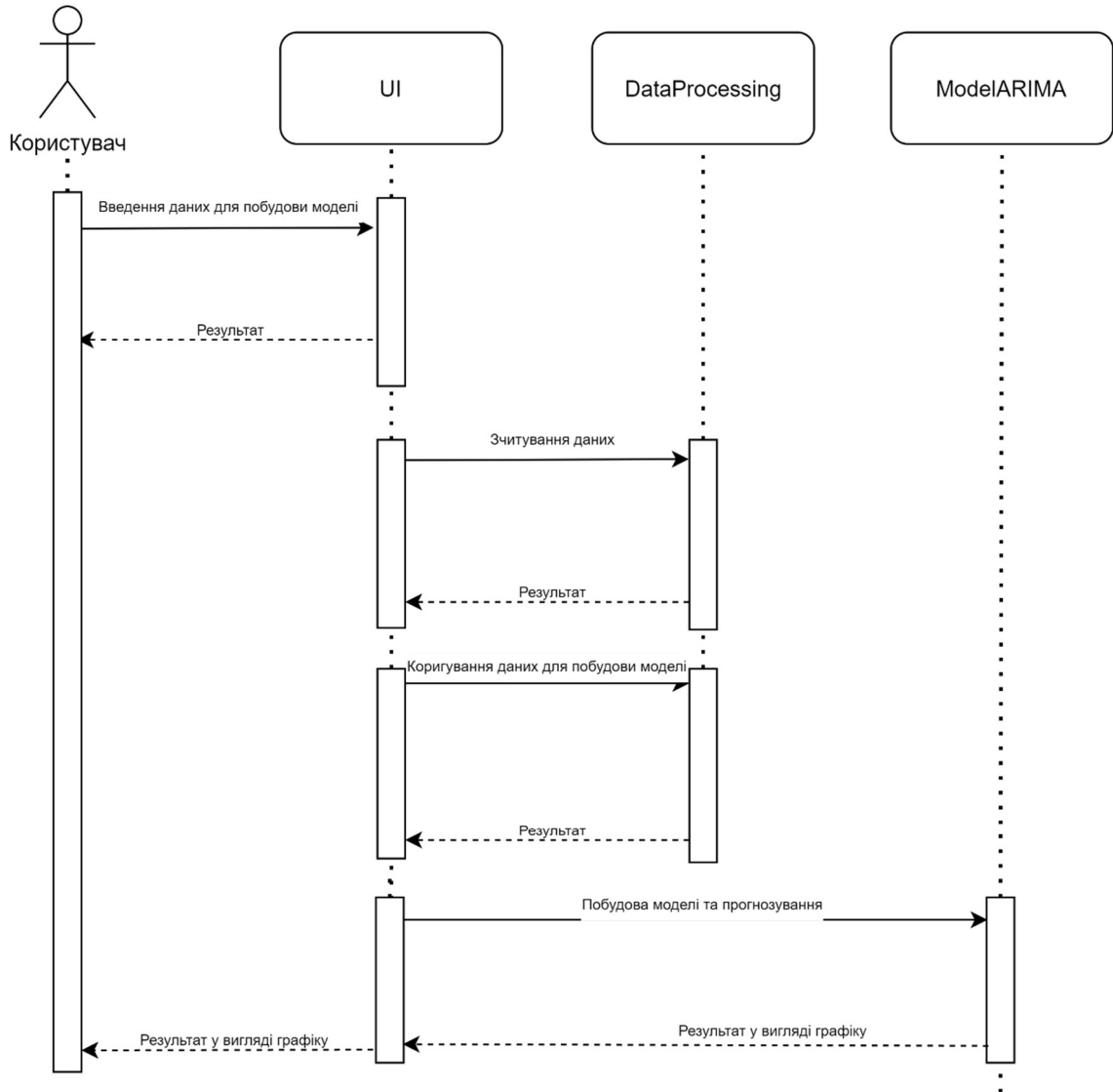


Рисунок 4.2 – Діаграма послідовності

### 4.3.3 Діаграма компонентів

На рисунку 4.3 наведена діаграма компонентів. З неї видно, що застосунок складається з наступних компонентів:

- користувацький інтерфейс – з ним працює користувач, для його створення були використані бібліотеки PyQt5 та matplotlib;

- модель-ARIMA – виконує прогнозування, вона використовує такі бібліотеки, як pandas та numpy.

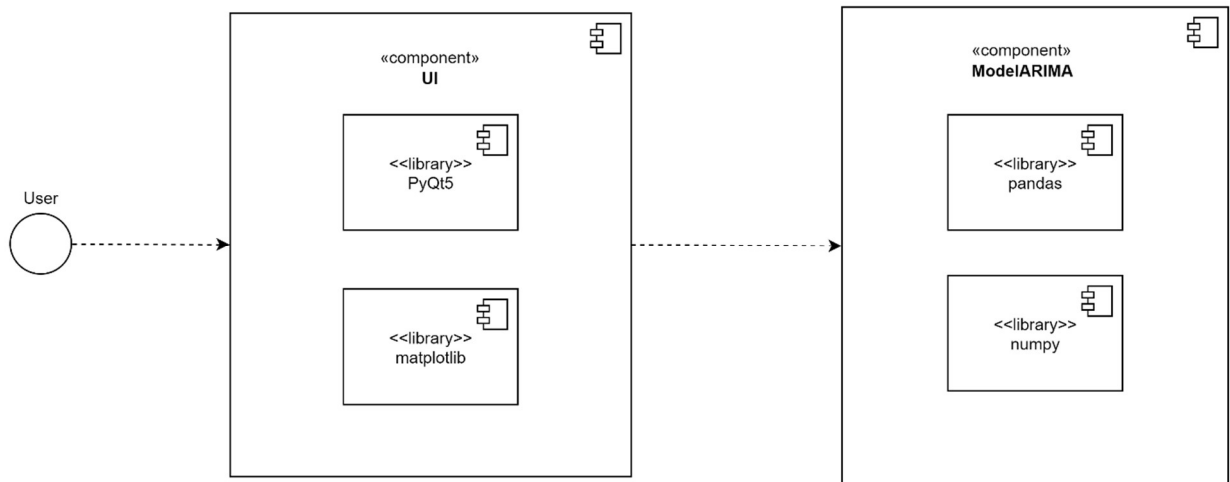


Рисунок 4.3 – Діаграма компонентів

#### 4.3.4 Специфікація функцій

У таблиці 4.1 описані специфікації функцій.

Таблиця 4.1 – Специфікації функцій

<b>Функція</b>	<b>Опис</b>
data_processing	Виконує обробку вхідних даних та їх підготовку до побудови моделі.
build_model	Визначає найкращі параметри для ARIMA-моделі та будує її.
mean_absolute_percentage_error	Виконує підрахунок середньої абсолютної процентної помилки (MAPE).
plotARIMA	Будує графіки.
predictARIMA	Прогнозує майбутні значення часового ряду.

#### 4.4 Опис звітів

Результатом роботи застосунку є графік коливань курсу валют за певний період та прогноз щодо курсу валют на короткостроковий період.

#### Висновок до розділу

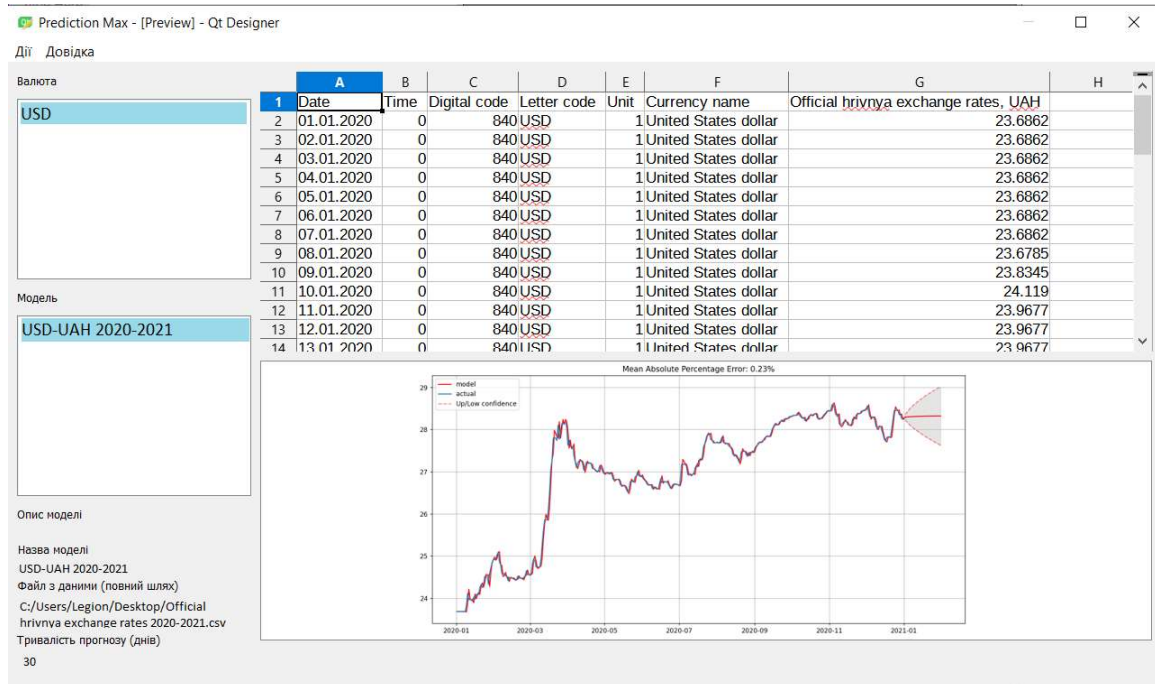
В цьому розділі було описане програмне забезпечення системи прогнозування. Основний стек системи – Python. Описано вимоги до технічного завдання, необхідні для вирішення даного завдання. Він також описує архітектуру системи та надає відповідні діаграми класів, послідовностей та компонентів. Дано специфікації функцій класів.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 5.1 Керівництво користувача

Щоб розпочати роботу з розробленим застосунком користувач має відкрити файл «PredictionMax.exe». Відкриється програма для прогнозування курсу валют, скріншот якої наведений на рисунку 5.1.



Рисунки 5.1 – Інтерфейс користувача застосунку «PredictionMax»

Зокрема користувач бачить такі елементи:

- список валют, для яких існує хоча б одна побудована модель;
- список моделей, побудованих для обраної валюти;
- опис обраної моделі (назва моделі, шлях до файлу з даними, на скільки днів будувався прогноз);
- таблицю з даними, що використовувались при побудові моделі;
- графік коливань курсу валют за період, вказаний в файлі з даними та прогноз на зазначений термін;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- на панелі зверху розташовані пункти меню для побудови нової моделі (рисунок 5.2) та для перегляду інформації про застосунок (рисунок 5.3).

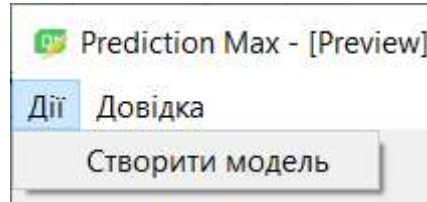


Рисунок 5.2 – пункт меню для побудови нової моделі прогнозування

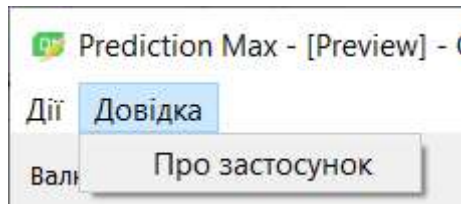


Рисунок 5.3 – пункт меню для перегляду інформації про застосунок

Із цього зрозуміло, що в застосунку користувач може виконати такі дії:

- обрати валюту, яка цікавить користувача;
- обрати побудовану раніше модель;
- переглянути загальні відомості про побудовану модель;
- переглянути дані, на яких була побудована модель;
- переглянути графік коливань валютного курсу та результат прогнозування подальших коливань;
- створити нову модель;
- переглянути інформацію про застосунок.

Для створення нової моделі користувач повинен виконати наступні дії в застосунку:

1. Натиснути пункт меню «Дії»;
2. Обрати пункт «Створити модель» (на даному етапі відкривається вікно створення нової моделі, що показане на рисунку 5.4);
3. Правильно ввести необхідні параметри моделі (назва моделі, повний шлях до файлу з даними для побудови моделі та

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

прогнозування, кількість днів, на яку користувач хоче отримати прогноз);

4. Натиснути кнопку «Створити».

Якщо користувач хоче скасувати створення нової моделі та повернутися до попереднього вікна – він повинен натиснути кнопку «Скасувати».

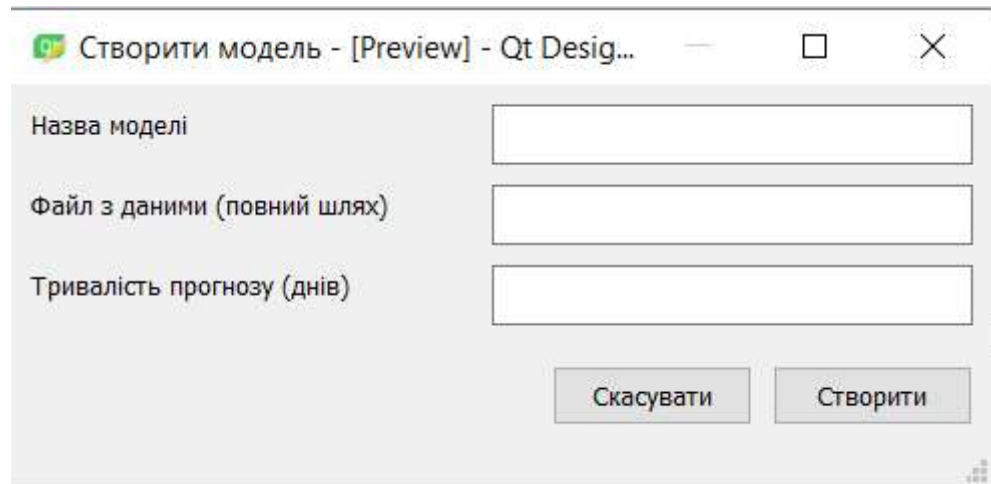


Рисунок 5.4 – Вікно створення нової моделі

Щоб вийти із застосунку користувачу необхідно натиснути хрестик у правому верхньому куті вікна програми.

## 5.2 Випробування програмного продукту

Для підтвердження правильності роботи застосунку було проведено тестування програмного продукту.

### 5.2.1 Мета випробувань

Метою випробувань являється перевірка відповідності функцій комплексу задач з прогнозування курсу валют вимогам технічного завдання.

### 5.2.2 Загальні положення

Випробування проводяться на основі наступних документів:

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

- ГОСТ 34.603–92. Інформаційна технологія. Види випробувань автоматизованих систем;
- ГОСТ РД 50-34.698-90. Автоматизовані системи вимог до змісту документів.

### 5.2.3 Результати випробувань

У процесі тестування була перевірена вся функціональність комплексу задач з прогнозування курсу валют. У таблиці 5.1 наведений перелік випробувань функціоналу програми.

Таблиця 5.1 – Тести роботи моделі

Функція:	Робота застосунку	
	Очікуваний результат:	Результат тесту:
Інтерфейс користувача	Відкритий застосунок. Всі елементи інтерфейсу програми працюють	Пройдений
Коректність введених даних	Виведення повідомлення в випадку помилки	Пройдений
Підготовка вхідних даних	Вхідні дані оброблюються та передаються до моделі	Пройдений
Побудова моделі прогнозування	Модель коректно будується та готова до прогнозування	Пройдений
Прогнозування курсу валют	Модель прогнозує курс валют на період, вказаний користувачем. Виводиться побудований графік	Пройдений

### Висновок до розділу

У цій частині дипломного проекту визначено та описано посібник користувача, наведено приклади скріншотів розробленої програми та її детальний опис. Описаний процес роботи користувача програми.

Також визначена мета тестування та наведені загальні положення. Випробування, які необхідно провести для перевірки відповідності цим вимогам, були визначені та описані.

Було проведено тести і в процесі перевірено функціональність програми. Під час тестування програмного продукту було встановлено, що функціонал розробленого додатка відповідає встановленим вимогам.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Пояснювальна записка дипломного проекту детально описує виконані роботи щодо розробки системи прогнозування курсу валют.

У ході написання розділу «Загальні положення» було сформульовано постановку задачі, викладено очікування щодо програми, розкрито існуючі аналоги та досліджено їх переваги та недоліки, проведено короткий вступ до предметної області та визначено мету: прогнозування курсу валют на короткостроковий період.

Розділ «Інформаційне забезпечення» детально представляє вхідні та вихідні дані інформаційної системи та визначає структуру інформаційного масиву.

В рамках проектування масивів інформації виявлено 3 необхідні показники, потрібні для коректної роботи системи.

Структура системи повністю відповідає вимогам технічного завдання, а інформаційна система відповідає зазначеним вимогам.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У розділі «Математичне забезпечення» розглянуто змістовну та математичну постановку проблеми.

В розділі «Програмне та технічне забезпечення» описане програмне забезпечення системи прогнозування. Основний стек системи – Python. Були описані вимоги до технічного завдання, необхідні для вирішення даного завдання. Він також описує архітектуру системи та надає відповідні діаграми класів, послідовностей та компонентів. Дано специфікації функцій класів.

У розділі «Технологічний розділ» дипломного проекту, визначено та описано посібник користувача, наведено приклади скріншотів розробленої програми та її детальний опис. Описаний процес роботи користувача програми.

Також встановлена мета проведення випробувань, наведені загальні положення. Визначені і описані тести, які необхідно провести для перевірки відповідності зазначеним вимогам.

Було проведено тести і в процесі перевірено функціональність програми. Під час тестування програмного продукту було встановлено, що функціонал розробленого додатка відповідає встановленим вимогам.

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Мырзин К.С. Виды анализа на рынке Forex // Проблемы учета и финансов. – 2011. - №2. – С. 51-53
2. Найман Э.Л. Малая Энциклопедия Трейдера/ Найман Э.Л.. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – С. 12
3. Шинягін М.Д., Камінська П. А. Система прогнозування курсу валют // Матеріали VI всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інформаційні системи та технології управління» (ІСТУ-2021) – м. Київ.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 22-23 квітня 2021 р.
4. ForecastX [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://johngalt.com/forecastx-new>
5. Statistica [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://statsoft.ru>
6. Matlab Simulink [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.mathworks.com/products/simulink.html>
7. AnyLogic [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.anylogic.ru>
8. NeuroProject. Методы прогнозирования. — 2014. — [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <http://goo.gl/9Jn0UV>
9. Бокс Дж., Дженкинс Г.М. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. – Мир, 1974
10. Box G. E. P., Jenkins C. M. Time series analysis: Forecasting and control. San Francisco: Holden-Day, 1970
11. Windows 10 [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.microsoft.com/ru-ru/windows>
12. PyCharm [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.jetbrains.com/ru-ru/pycharm>
13. Python [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу: <https://www.python.org>

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

14. NumPy [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://numpy.org>

15. Pandas [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://pandas.pydata.org>

16. Matplotlib [Електронний ресурс] - Режим доступу до ресурсу:  
<https://matplotlib.org>

17. Запорожчук Т. МОДЕЛЮВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІНИ НА РИНКУ НАФТИ ЗАСОБАМИ ARIMA-МОДЕЛІ [Електронний ресурс] -  
 Режим доступу до ресурсу:  
<https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/download/1433/pdf>

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## Додаток А

**Тексти програмного коду****Система прогнозування курсу валют**

(Найменування програми (документа))

**DVD-R**

(Вид носія даних)

**6 арк, 92 Кб**

(Обсяг програми (документа) , арк., Кб)

Київ – 2021 року

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
import pandas as pd

import numpy as np

from PyQt5 import QtWidgets, QtCore, QtGui

from PyQt5.QtWidgets import QApplication, QMainWindow

import sys

from IPython.core.pylabtools import figsize

from scipy import stats

import itertools

import statsmodels.api as sm

import warnings

import matplotlib.pyplot as plt

from pandas.plotting import register_matplotlib_converters

register_matplotlib_converters()

from IPython.core.interactiveshell import InteractiveShell

InteractiveShell.ast_node_interactivity = 'all'

currency_data = pd.read_csv('C:/Users/Legion/Desktop/Official hryvnya exchange rates 2020-2021.csv', sep=',', usecols=['Date','Official hryvnya exchange rates, UAH'], index_col=['Date'], parse_dates=True, dayfirst=True)

#print(currency_data.head())

#print(currency_data.shape)

currency_data.index.name = 'Date'

currency_data.columns = ['USD']

currency_data.index = pd.to_datetime(currency_data.index)
```

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

```
new_dates = pd.date_range(currency_data.index.min(), currency_data.index.max())

currency_data = currency_data.reindex(new_dates, method = 'nearest')

#print(currency_data.head())
#print(currency_data.shape)

plt.figure(figsize(16,8))
plt.plot(currency_data)
plt.title("USD exchange rate")
#plt.show()

_ = plt.figure(figsize=(18,10))
ax_1 = plt.subplot(2,1,1)
_ = sm.graphics.tsa.plot_acf(currency_data.USD.values.squeeze(), lags=50, ax=ax_1)
ax_2 = plt.subplot(2,1,2)
_ = sm.graphics.tsa.plot_pacf(currency_data.USD.values.squeeze(), lags=50, ax=ax_2)
#plt.show()

_ = plt.figure(figsize(18,10))
_ = sm.tsa.seasonal_decompose(currency_data.USD).plot()
print("Критерий Дики-Фулера p=%f" % sm.tsa.stattools.adfuller(currency_data.USD)[1])
#plt.show()

difference_row = currency_data.USD.diff(periods=1).dropna()
_ = plt.figure(figsize(15,10))
_ = sm.tsa.seasonal_decompose(difference_row).plot()
```

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

print("Критерий Дики-Фуллера: p=%f" % sm.tsa.stattools.adfuller(difference_row)[1])

plt.show()

_ = plt.figure(figsize=(18,10))
ax_1 = plt.subplot(2,1,1)
_ = sm.graphics.tsa.plot_acf(difference_row.values.squeeze(), lags=50, ax=ax_1)
ax_2 = plt.subplot(2,1,2)
_ = sm.graphics.tsa.plot_pacf(difference_row.values.squeeze(), lags=50, ax=ax_2)
plt.show()

d = 1
ps = list(range(12))
qs = list(range(12))

parameters_list = list(itertools.product(ps, qs))

results = []
best_aic = float("inf")
warnings.filterwarnings('ignore')

for param in parameters_list:
    # try except нужен, потому что на некоторых наборах параметров модель не обучается
    try:
        model = sm.tsa.statespace.SARIMAX(currency_data, order=(param[0], d, param[1]),
                                          seasonal_order=(0, 0, 0, 0)).fit(dispatch=-1)

        # выводим параметры, на которых модель не обучается и переходим к следующему
        набору

        except ValueError:

```

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

```
print('wrong paramaters for model:', param)

continue

aic = model.aic

# сохраняем лучшую модель, aic, параметры

if aic < best_aic:

    best_model = model

    best_aic = aic

    best_param = param

results.append([param, model.aic])

warnings.filterwarnings('default')

result_table = pd.DataFrame(results)

result_table.columns = ['parameters', 'aic']

print(result_table.sort_values(by = 'aic', ascending=True))

#print(best_model.summary())

selected_model = sm.tsa.statespace.SARIMAX(currency_data, order=(4, d, 5),
seasonal_order=(0, 0, 0, 0)).fit(dispatch=-1)

plt.figure(figsize=(15,8))

plt.subplot(211)

selected_model.resid.plot()

plt.ylabel(u'Residuals')

ax = plt.subplot(212)

sm.graphics.tsa.plot_acf(selected_model.resid.values.squeeze(), lags=50, ax=ax)
```

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

```

print("Критерий Стьюдента: p=%f" % stats.ttest_1samp(selected_model.resid, 0)[1])
print("Критерий Дики-Фуллера: p=%f" % sm.tsa.stattools.adfuller(selected_model.resid)[1])
plt.show()

def mean_absolute_percentage_error(y_true, y_pred):
    return np.mean(np.abs((y_true - y_pred) / y_true)) * 100

def plotARIMA(series, model, n_steps, d=1, plot_intervals=True, alpha=0.2):
    """
    Plots model vs predicted values

    series - dataset with timeseries
    model - fitted ARIMA model
    n_steps - number of steps to predict in the future

    """
    # adding model values
    data = series.copy()
    data.columns = ['actual']
    data['arima_model'] = model.fittedvalues
    # making a shift on d steps, because these values were unobserved by the model
    # due to the differentiating
    data['arima_model'][:d] = np.NaN

    # forecasting on n_steps forward
    forecast = model.get_forecast(steps=n_steps)

```

					ДП 7230.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

```
model_predictions = data.arima_model.append(forecast.predicted_mean)

# calculate error, again having shifted on d steps from the beginning
error = mean_absolute_percentage_error(data['actual'][d:], data['arima_model'][d:])

plt.figure(figsize=(15, 7))

plt.title("Mean Absolute Percentage Error: {0:.2f}%".format(error))

plt.plot(model_predictions, color='r', label="model")
plt.plot(data.actual, label="actual")

if plot_intervals:
    intervals = forecast.conf_int(alpha=alpha)
    intervals.columns = ['lower', 'upper']
    plt.plot(intervals['lower'], "r--", alpha=0.5, label="Up/Low confidence")
    plt.plot(intervals['upper'], "r--", alpha=0.5)
    plt.fill_between(x=intervals.index, y1=intervals['upper'],
                    y2=intervals['lower'], alpha=0.2, color="grey")

plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show();

plotARIMA(currency_data, selected_model, 30, alpha=0.5)
```

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”  
Кафедра автоматизованих систем обробки інформації та управління

**УЗГОДЖЕНО**

**Керівник проєкту**

\_\_\_\_\_ Поліна КАМІНСЬКА

(підпис)

(вл. ім'я, прізвище)

“5” квітня 2021 р.

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**В.о. завідувача кафедри**

\_\_\_\_\_ Олександр ПАВЛОВ

(підпис)

(вл. ім'я, прізвище)

“6” квітня 2021 р.

Система прогнозування курсу валют

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

Шифр *ДП 7230.01.000 ТЗ*

на 8 сторінках

Київ – 2021 року

## ЗМІСТ

<b>1</b>	<b>ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....</b>	<b>3</b>
1.1	ПОВНЕ НАЙМЕНУВАННЯ СИСТЕМИ ТА ЇЇ УМОВНЕ ПОЗНАЧЕННЯ .....	3
1.2	НАЙМЕНУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ-ЗАМОВНИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЙ-УЧАСНИКІВ РОБИТ .....	3
1.3	ПЕРЕЛІК ДОКУМЕНТІВ, НА ПІДСТАВІ ЯКИХ СТВОРЮЄТЬСЯ СИСТЕМА .....	3
1.4	ПЛАНОВІ ТЕРМІНИ ПОЧАТКУ І ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ ЗІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ .....	3
<b>2</b>	<b>ПРИЗНАЧЕННЯ І ЦІЛІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ .....</b>	<b>4</b>
2.1	ПРИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ .....	4
2.2	ЦІЛІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ .....	4
<b>3</b>	<b>ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ .....</b>	<b>6</b>
4.1	ВИМОГИ ДО СИСТЕМИ В ЦІЛОМУ .....	6
4.2	ВИМОГИ ДО ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК .....	6
4.3	ВИМОГИ ДО ВИДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ .....	6
<b>5</b>	<b>СТАДІЇ ТА ЕТАПИ РОЗРОБКИ .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙМАННЯ .....</b>	<b>8</b>
6.1	ПРИЗНАЧЕННЯ СИСТЕМИ .....	8

					<b>ДП 7230.01.000 ТЗ</b>						
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Прізвище</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Система прогнозування курсу валют						
<i>Розроб.</i>		<i>Шинягін М.Д.</i>							<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів.</i>		<i>Камінська П.А.</i>							2	8	
<i>Н. кон.</i>		<i>Новінський В.П.</i>							<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського</i>		
<i>Затв.</i>		<i>Павлов О.А.</i>							<i>Каф. АСОІУ Гр. ІС-72</i>		

## 1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1.1 Повне найменування системи та її умовне позначення

**Повна назва системи:** «Система прогнозування курсу валют».

**Умовне позначення:** «Prediction MAX».

### 1.2 Найменування організації-замовника та організації-учасника робіт

Замовником є кафедра автоматизованих систем обробки інформації і управління Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського" (далі за текстом — Замовник).  
Адреса замовника: м. Київ, п. Перемоги 37, 18 корпус ФІОТ.

Розробник сервісу — студент групи ІС-72 кафедри автоматизованих систем обробки інформації та управління Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського" Шинягін Максим Дмитрович.

### 1.3 Перелік документів, на підставі яких створюється система

При розробці системи і створення проектно-експлуатаційної документації Виконавець повинен керуватися вимогами наступних нормативних документів:

- ДСТУ 19.201-78. Технічне завдання. Вимоги до змісту і оформлення;
- ДСТУ 34.601-90. Комплекс стандартів на автоматизовані системи;
- ДСТУ 34.201-89. Інформаційні технології. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Види, комплексність і позначення документів при створенні автоматизованих систем.

### 1.4 Планові терміни початку і закінчення роботи зі створення системи

Плановий термін по закінченню роботи над створенням системи прогнозування курсу валют – 24 травня 2021 року.

					ДП 7230.01.000 ТЗ	Арк. 3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 ПРИЗНАЧЕННЯ І ЦІЛІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ

### 2.1 Призначення системи

Призначенням розробки є створення системи для прогнозування курсу валют. Прогнозування курсу валют може бути корисним для економістів та прогнозистів як автоматизація процесів побудови моделей, графіків та прогнозування.

### 2.2 Цілі створення системи

Мета розробки – технічний аналіз коливань курсу валют та їх прогнозування на короткостроковий період.

					ДП 7230.01.000 ТЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

### 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

Для роботи з системою користувачеві необхідно завантажити файл системи з розширенням .exe на власний комп'ютер.

Перед початком роботи з системою користувач має підготувати файли з даними коливань курсу валют за певний період з розширенням \*.csv на дисковому носії комп'ютера.

Користувачеві надається можливість скористатись наступними функціями системи прогнозування курсу валют:

- обрати валюту, яка цікавить користувача;
- обрати побудовану раніше модель;
- переглянути загальні відомості про побудовану модель;
- переглянути дані, на яких була побудована модель;
- переглянути графік коливань валютного курсу та результат прогнозування подальших коливань;
- створити нову модель;
- переглянути інформацію про застосунок.

Об'єктом автоматизації є побудова графіку коливань курсу валют та його прогнозування на короткостроковий період.

					ДП 7230.01.000 ТЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ВИМОГИ ДО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### 4.1 Вимоги до функціональних характеристик

Актор «Користувач» може проводити прогнозування на основі власноруч обраних даних коливань курсу валют, переглядати результати прогнозування та зберігати дані результати. Для коректної роботи системи користувач має спершу вказати шлях до файлу з даними коливань курсу валют і потім проводити прогнозування.

### 4.2 Вимоги до надійності

Система прогнозування курсу валют повинна функціонувати безвідмовно незважаючи на наявність ймовірних дефектів, які можуть проявлятися під час експлуатації. Виправлення таких дефектів повинно виконуватися на етапах розробки, бета-тестування та в процесі введення в дію і в межах промислової експлуатації.

Будь-які аварійні ситуації повинні бути негайно задокументовані і надіслані розробникам задля усунення причин збою в роботі системи.

### 4.3 Вимоги до складу і параметрів технічних засобів

Для коректної роботи програмного продукту на стороні користувача за наявності наступних умов:

а) комп'ютер:

- процесор з тактовою частотою не нижче 1.6 ГГц;
- достатній об'єм оперативної пам'яті (не менше 1 ГБ);

б) програмне забезпечення:

- операційна система Windows 7 або вище.

в) комп'ютерна периферія:

- монітор;
- маніпулятор-миша;
- клавіатура.

					ДП 7230.01.000 ТЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 СТАДІЇ І ЕТАПИ РОЗРОБКИ

Основні етапи виконання робіт з розробки системи прогнозування курсу валют наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Стадії розробки системи

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту
1.	<i>Вивчення рекомендованої літератури</i>	<i>10.04.2021</i>
2.	<i>Аналіз існуючих методів розв'язання задачі</i>	<i>15.04.2021</i>
3.	<i>Постановка та формалізація задачі</i>	<i>28.04.2021</i>
4.	<i>Розробка інформаційного забезпечення</i>	<i>03.05.2021</i>
5.	<i>Алгоритмізація задачі</i>	<i>07.05.2021</i>
6.	<i>Обґрунтування використовуваних технічних засобів</i>	<i>08.05.2021</i>
7.	<i>Розробка програмного забезпечення</i>	<i>13.05.2021</i>
8.	<i>Налагодження програми</i>	<i>19.05.2021</i>
9.	<i>Виконання графічних документів</i>	<i>26.05.2021</i>
10.	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	<i>28.05.2021</i>
11.	<i>Подання ДП на попередній захист</i>	<i>14.05.2021</i>
12.	<i>Подання ДП на основний захист</i>	<i>04.06.2021</i>
13.	<i>Подання ДП рецензенту</i>	<i>07.06.2021</i>

## 6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ТА ПРИЙМАННЯ СИСТЕМИ

### 6.1 Види випробувань

Тестування розробленого програмного продукту виконується відповідно до підрозділу «Випробування програмного продукту».

					ДП 7230.01.000 ТЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ім'я користувача:  
Попенко Володимир Дмитрович

ID перевірки:  
1008308227

Дата перевірки:  
16.06.2021 04:18:45 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
16.06.2021 04:53:54 EEST

ID користувача:  
77149

Назва документа: Shinjagin\_bachelor\_is72\_2

Кількість сторінок: 38 Кількість слів: 4731 Кількість символів: 35448 Розмір файлу: 749.03 KB ID файлу: 1008376160

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

## 18.8% Схожість

Найбільша схожість: 5.07% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1000603276)

11.6% Джерела з Інтернету

143

Сторінка 40

16.3% Джерела з Бібліотеки

322

Сторінка 42

## 0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

62

Підозріле форматування

10  
сторінок

# **Графічний матеріал до дипломного проєкту**

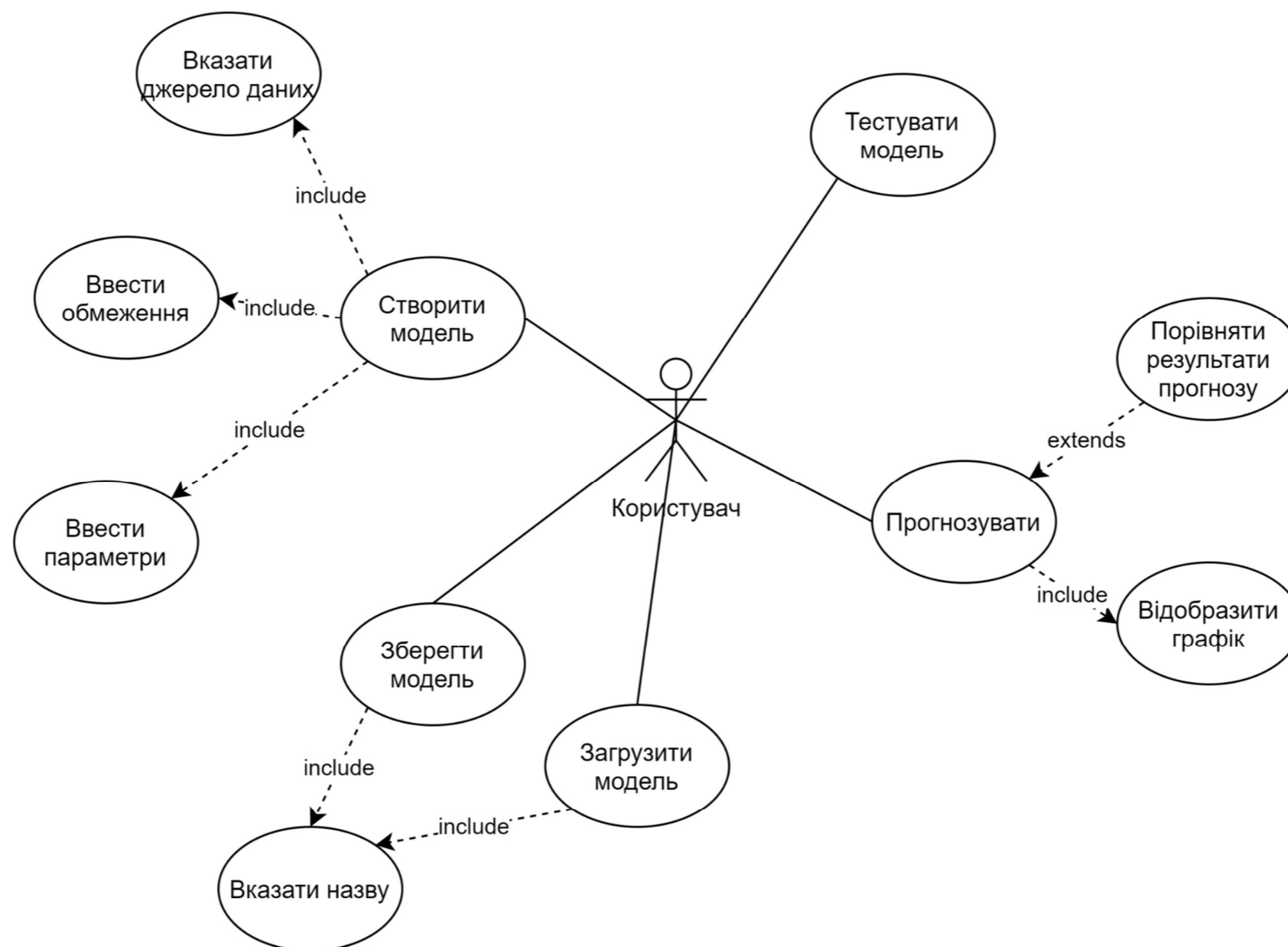
на тему: «Система прогнозування курсу валют»

---

---

---

Київ – 2021 року



					<b>ДП 7230.02.000 ССВ</b>		
					Літера		
					Маса		Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Схема структурна варіантів використання		
Розробив		Шинягін М.Д.					
Перевірів		Камінська П.А.			Аркуш 1		Аркушів 1
Консульт.					Система прогнозування курсу валют КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АСОІУ Гр. ІС-72		
Н. кон.		Новінський В.П.					
Затвердив		Павлов О.А.					

```

currency_data = pd.read_csv('C:/Users/Legion/Desktop/Official_hrivnya_exchange_rates_2020-2021.csv', sep=',',
                            usecols=['Date', 'Official_hrivnya_exchange_rates_UAH'], index_col=['Date'], parse_dates=True, dayfirst=True)

currency_data.index.name = 'Date'
currency_data.columns = ['USD']

currency_data.index = pd.to_datetime(currency_data.index)

new_dates = pd.date_range(currency_data.index.min(), currency_data.index.max())

currency_data = currency_data.reindex(new_dates, method='nearest')

for param in parameters_list:
    try:
        model = sm.tsa.statespace.SARIMAX(currency_data, order=(param[0], d, param[1]),
                                          seasonal_order=(0, 0, 0, 0)).fit(dispatch=-1)

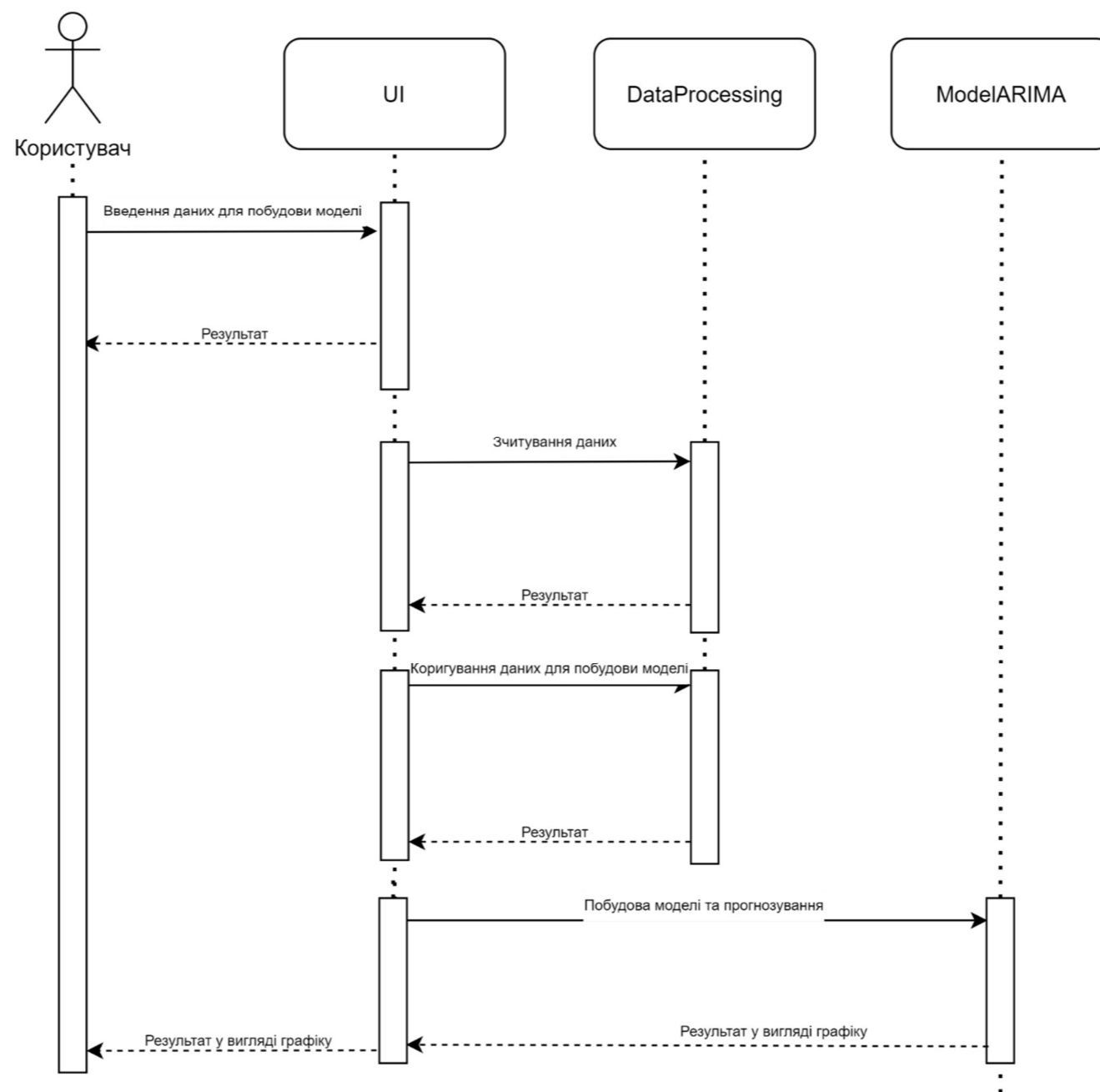
    except ValueError:
        print('wrong parameters for model:', param)
        continue

    aic = model.aic
    if aic < best_aic:
        best_model = model
        best_aic = aic
        best_param = param

results.append([param, model.aic])

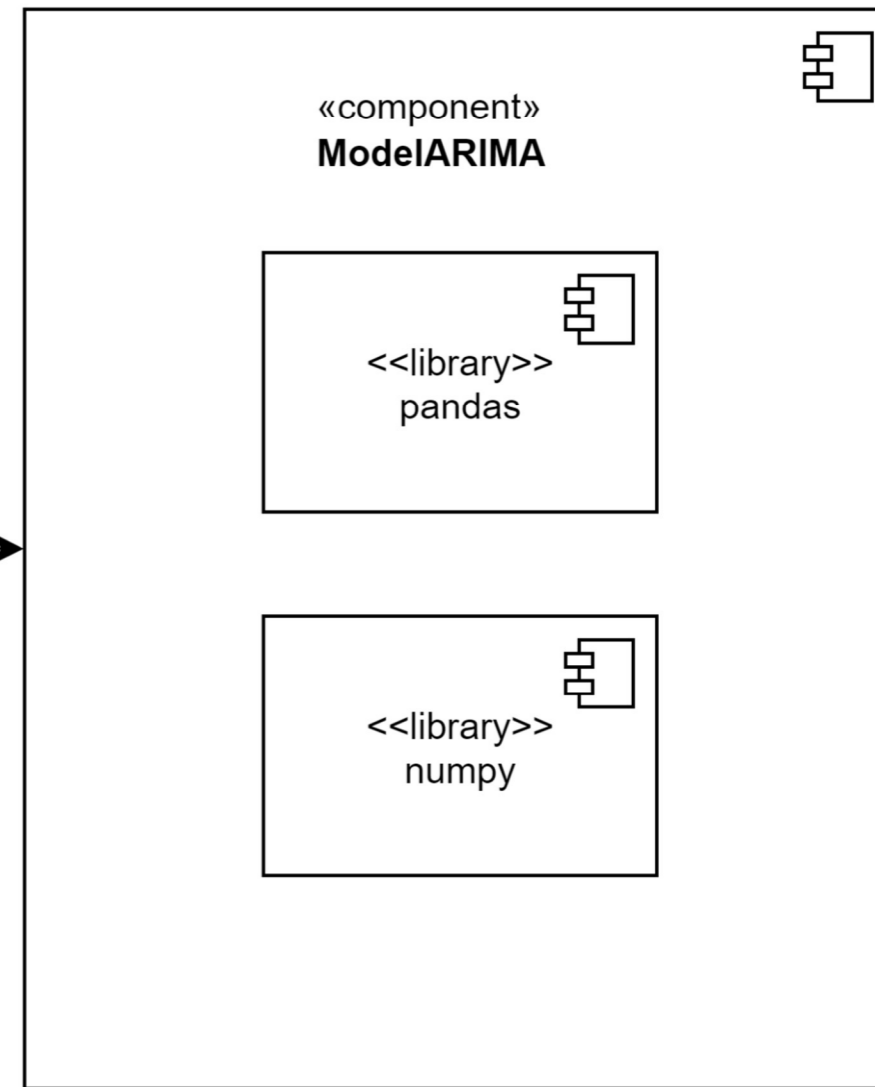
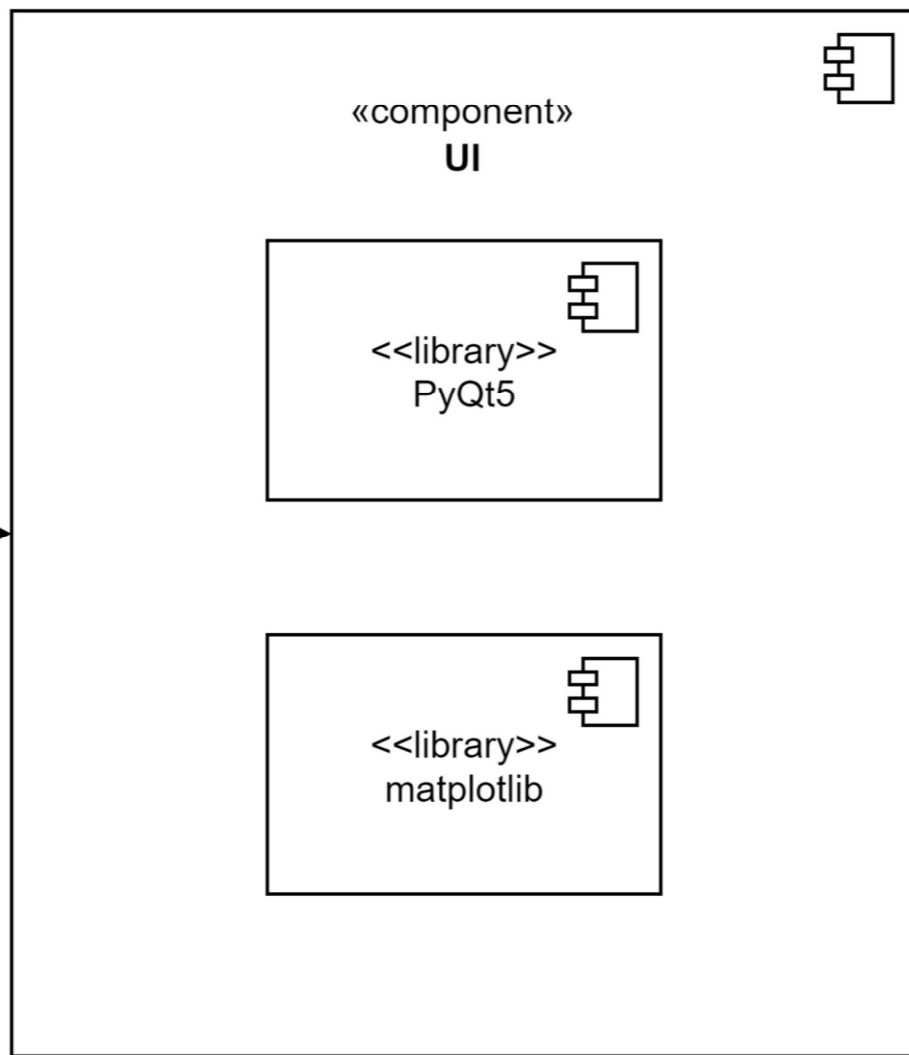
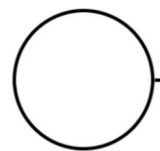
```

					<i>ДП 7230.03.000 СПК</i>			
					Схема прикладу коду для побудови моделі ARIMA	Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		<i>Шинягін М.Д.</i>			Система прогнозування курсу валют	Аркуш 1		Аркушів 1
Перевірів		<i>Камінська П.А.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АСОІУ Гр. ІС-72</i>		
Консульт.								
Н. кон.		<i>Новінський В.П.</i>						
Затвердив		<i>Павлов О.А.</i>						

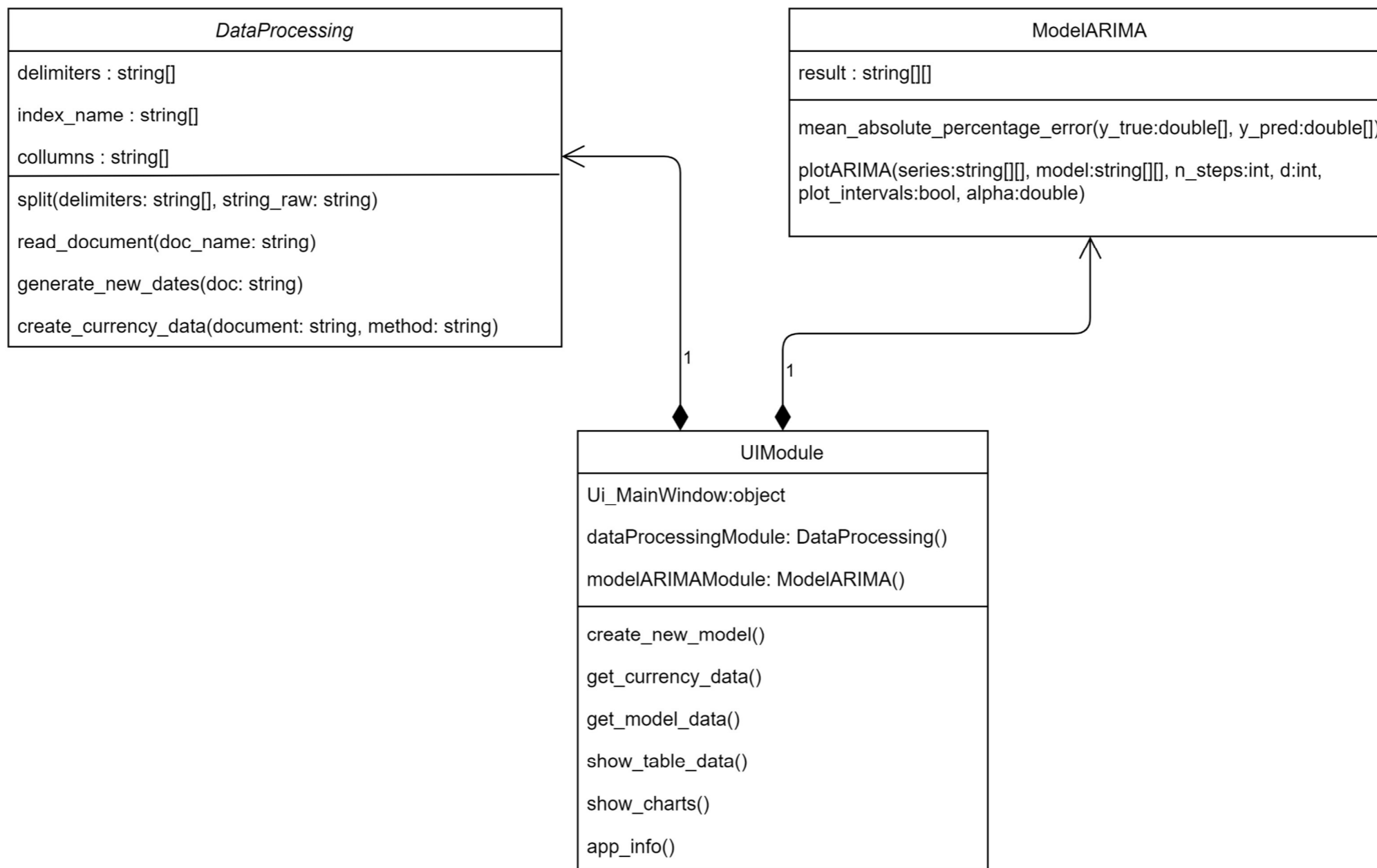


					<b>ДП 7230.04.000 ССП</b>			
					Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Схема структурна послідовності			
Розробив		Шинягін М.Д.						
Перевірив		Камінська П.А.			Аркуш 1		Аркушів 1	
Консульт.					Система прогнозування курсу валют КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АСОІУ Гр. ІС-72			
Н. кон.		Новінський В.П.						
Затвердив		Павлов О.А.						

User

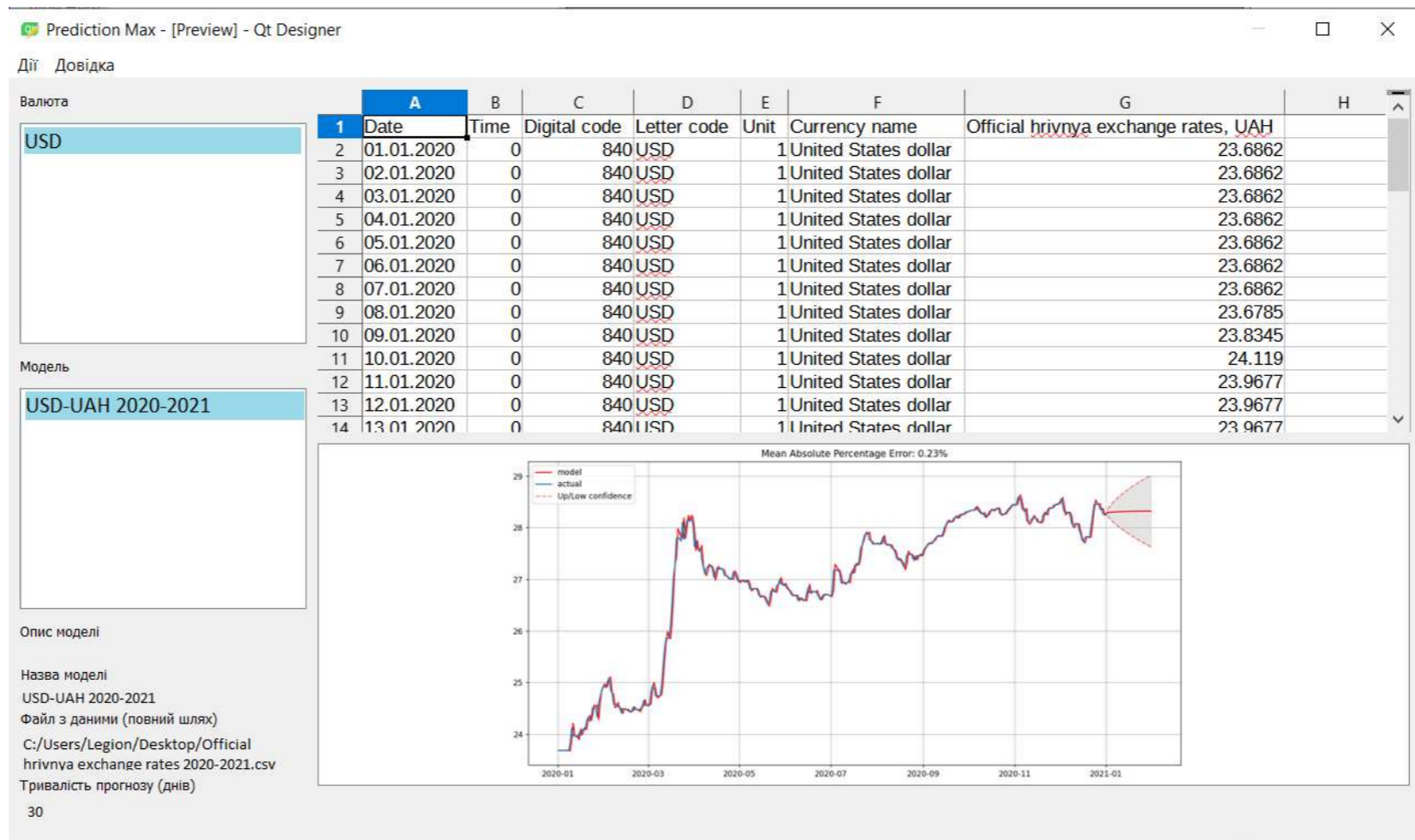


					<i>ДП 7230.05.000 СК</i>			
					Схема структурна компонентів	Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата				
Розробив		<i>Шинягін М.Д.</i>			Система прогнозування курсу валют	Аркуш 1	Аркушів 1	
Перевірив		<i>Камінська П.А.</i>				КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АСОІУ Гр. ІС-72		
Консульт.								
Н. кон.		<i>Новінський В.П.</i>						
Затвердив		<i>Павлов О.А.</i>						



					<b>ДП 7230.06.000 ССК</b>				
					Схема структурна класів		Літера	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					
Розробив		Шинягін М.Д.			Система прогнозування курсу валют		Аркуш 1	Аркушів 1	
Перевірив		Камінська П.А.					КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. АСОІУ Гр. ІС-72		
Консульт.									
Н. кон.		Новінський В.П.							
Затвердив		Павлов О.А.							

ДП 7230.07.000 КЕ



Створити модель - [Preview] - Qt Desig...

Назва моделі

Файл з даними (повний шлях)

Тривалість прогнозу (днів)

Скасувати Створити

Prediction Max - [Preview] Дії Довідка Створити модель

Prediction Max - [Preview] - ( Дії Довідка Вал Про застосунок

					ДП 7230.07.000 КЕ			
					Літера		Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Креслення вигляду екранних форм			
Розробив		Шинягін М.Д.			Аркуш 1		Аркушів 1	
Перевірив		Камінська П.А.			Система прогнозування курсу валют			
Консульт.		Новінський В.П.			КПІ ім. Ігоря Сікорського			
Затвердив		Павлов О.А.			Каф. АСОІУ			
					Гр. ІС-72			

