НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
Факультет прикладної математики
Кафедра прикладної математики

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри ПМА
_____ О. Р. Чертов
«____» _____ 2015 р.

Дипломна робота

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.040301 «Прикладна математика»
на тему: «ППП для прогнозування курсу валют в Україні»

Виконала: студентка групи КМ-12
Щербак Анастасія Володимирівна _____

Керівник:	асистент Ковальчук-Химюк Л. О.	_____
Консультант з мат. частини:	асистент Терещенко І. О.	_____
Консультант з нормоконтролю:	ст. викладач Мальчиков В. В.	_____
Рецензент	к.т.н., доцент Марченко О. І.	_____

Засвідчую, що в цій дипломній роботі
немає запозичень із праць інших авторів
без відповідних посилань.
Студент _____

Київ — 2015 року

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Факультет прикладної математики

Кафедра прикладної математики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність: 6.040301 «Прикладна математика»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ПМА
_____ О. Р. Чертов
«____» _____ 2015 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Щербак Анастасії Володимирівні

1. Тема роботи: «ППП для прогнозування курсу валют в Україні» керівник роботи Ковальчук-Химюк Людмила Олександрівна, затверджені наказом по університету від «19» травня 2015 р. № 1039-С.
2. Строк подання студентом роботи: «12» червня 2015 р.
3. Вихідні дані до роботи: статистичні дані значень факторів, які впливають на курс за період 1993-травень 2015 рр. та значення поточного курсу валют для аналогічного періоду для різних валютних пар.
4. Зміст роботи: вивчити літературні джерела за тематикою дослідження, в тому числі оглянути різні методики побудови курсу валют, провести порівняльний аналіз математичних методів прогнозування курсу валют, обґрунтувати вибір обраних методів прогнозування курсу валют, розробити математичну модель для прогнозування курсу валют в Україні, розробити інформаційну систему, яка буде давати прогноз курсу валют.

5. Перелік ілюстративного матеріалу: теоретичні викладення щодо побудови математичної моделі для прогнозування курсу валют в Україні; динаміка зміни курсу валют в залежності від факторів; результати прогнозування курсу валют в 2015 році.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Побудова мат. моделі на основі алгоритму МГУА (розділ 4), розробка бази даних (розділ 5)	Терещенко І. О., асистент кафедри ПМА ФПМ		
Консультування з нормо контролю	Мальчиков В. В., ст. викладач		

7. Дата видачі завдання: «25» жовтня 2014 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт ка
1	Вивчення літератури за тематикою роботи та збір даних	20.11.2014	
2	Проведення порівняльного аналізу математичних методів прогнозування курсу валют	30.11.2014	

3	Підготовка матеріалів до першого та другого розділу дипломної роботи	30.12.2014	
4	Розроблення математичної моделі для прогнозування курсу валют в Україні	01.03.2015	
5	Підготовка матеріалів третього розділу дипломної роботи	09.03.2015	
6	Програмна реалізація розробленої математичної моделі	13.03.2015	
7	Підготовка публікації в міжнародний журнал «International Journal of Innovative Technology and Research»	22.03.2015	
8	Розробка бази даних для системи прогнозування курсу валют	27.03.2015	
9	Підготовка четвертого розділу дипломної роботи	01.04.2015	
10	Перевірка та тестування розробленої моделі	16.04.2015	
11	Підготовка п’ятого та шостого розділу дипломної роботи	20.04.2015	
12	Підготовка графічної частини дипломної роботи	25.04.2015	
13	Оформлення документації дипломної роботи	20.05.2015	

Студент _____ Щербак А. В.

Керівник роботи _____ Ковальчук-Химюк Л. О.

АНОТАЦІЯ

Метою даної дипломної роботи є проектування та створення інформаційної системи для прогнозування курсу валют в певні періоди часу та під впливом діючих зовнішніх факторів на курс валютної пари. В роботі детально описано всі етапи проектування системи «Прогнозування курсу валют в Україні» та особливості створення цієї системи. В роботі реалізовано математичну модель прогнозування курсу валют, яка базується на основі методу МГУА та методу найменших квадратів, систем нечіткої логіки та визначення курсу на базі зпрогнозованих коливань курсу валют в залежності від факторів.

Результатом розробки даної системи є моделі даних, які описують дану систему та створена окрема схема даних, в якій зберігається розроблена база даних для цієї системи, модель прогнозу курсу валют з можливістю аналізу курсу відносно попередніх коливань системи.

Результати роботи алгоритму МГУА у порівнянні з методом МНК було опубліковано в міжнародному журналі «INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE TECHNOLOGY AND RESEARCH».

Роботу виконано на 101 аркушах, вона містить 2 додатки та перелік посилань на використані джерела з 21 найменувань. У роботі наведено 50 рисунків та 9 таблиць.

Ключові слова: економічні та стохастичні фактори, система нечіткої логіки та логічне виведення, метод групового врахування аргументів, метод найменших квадратів.

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is designing and creating the information system for forecasting exchange rate in definite time moments and by influenced outside factors on the rate of currency pair.In the work "Forecasting the exchange rates in Ukraine"there are detailed described all stages of system designing and special features of creating this system. In the work there were realized the mathematical model for forecasting exchange rates, that is based on the group method of data handling, ordinary least squares, fuzzy logic systems and defining the rate on the forecasted fluctuations of the exchange rates, depending on factors as well.

The result of designing this system is data models, that describe this system and created separate data schema, in which keep developed database for this system, the model of forecasting exchange rate with opportunity to analyze the rate relevant to previous fluctuations.

The results of GMDH method, comparing with ordinary least squares method are published in international journal «INTERNATIONAL JOURNAL OF INNOVATIVE TECHNOLOGY AND RESEARCH».

The thesis is presented in 101 pages. It contains 2 appendixes and bibliography of 21 references. 50 figures and 9 tables are given in the thesis.

Keywords: economic and stochastic factors, fuzzy logic systems and logic inference, group method of data handling, ordinary least squares.

ЗМІСТ

СПИСОК ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ 10
ВСТУП 11
1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ 13
2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ 14
2.1 Огляд існуючих систем прогнозування курсу валют 14
2.1.1 Системи на базі експертного аналізу.Система MetaTrader. 14
2.1.2 Системи на основі нечіткої логіки.Система Fuji Bank 16
2.1.3 Intelligent Exchange Rates Prediction System (IERPS),1C та інші системи прогнозування курсу 18
2.2 Вибір технологій розробки 19
2.3 Огляд технологій 20
2.3.1 Мова програмування C# 20
2.3.2 Середовище MATLAB 21
2.3.3 Oracle сервер 22
2.3.4 MySQL сервер 24
2.3.5 Технологія ADO.Net 25
2.4 Висновки 26
3 ОГЛЯД МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ 27
3.1 Порівняльний аналіз існуючих методів 27
3.1.1 Метод групового урахування аргументів- МГУА 27
3.1.2 Класичні методи прогнозування в економіці 29
3.1.3 Нейронні мережі 32
3.1.4 Нечітка логіка 33
3.2 Вибір і обґрунтування методів рішення 35
3.3 Висновки 36

4 ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ ВАЛЮТ В УКРАЇНІ 37
4.1 Визначення взаємозалежності економічних факторів впливу на валютну пару 37
4.1.1 Встановлення залежності параметрів моделі на основі МГУА 40
4.1.2 Встановлення залежності параметрів моделі на основі МНК 46
4.2 Прогнозування зміни відносного значення валютної пари на основі нечіткої логіки 48
4.3 Висновки 57
5 СТРУКТУРА І ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ 58
5.1 Загальна структура 58
5.2 Архітектура 64
5.2.1 Концептульне моделювання 64
5.2.2 Структурне моделювання 70
5.3 База даних 73
5.3.1 Інфологічне та фізичне моделювання 75
5.4 Клієнтська частина 78
5.4.1 Опис ролей користувачів 78
5.4.2 Опис функцій 78
5.4.3 Опрацьовувачі помилок введення даних користувачем 79
5.5 Серверна частина 81
5.6 Керівництво користувача 85
5.7 Висновки 93
6 ТЕСТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ 94
6.1 Тестування Нечіткої моделі 94
6.2 Тестування МГУА 96

6.3 Контрольні приклади 97
6.4 Висновки 99
ВИСНОВКИ 100
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ 101
ДОДАТКИ 104

СПИСОК ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

ARCH/GARCH - Модель авторегресії умовної гетероскедастичності.

ARMA - модель авторегресії змінного середнього.

DFD — Data Flow Diagram, діаграма потоку даних — графічне представлення руху даних у інформаційній системі.

ERD — Entity-Relationship Diagram, діаграма «сутність-зв'язок».

IDEF3 — Integrated DEFinition for Process Description Capture Method, методологія моделювання і стандарт документації процесів, що відбуваються в системі.

ІС - інформаційна система.

МГУА - метод групового урахування елементів.

МНК - метод найменших квадратів.

СУБД- система управління базами даних.

ШНМ - штучні нейронні мережі.

ВСТУП

Сьогодні проблема передбачення курсу валют являється однією з найбільш актуальних в економіці. Системи прогнозування курсу валют використовуються в усіх видах торгівлі. Метою прогнозування є поліпшення страхування валютних ризиків і підвищення ефективності рішень у галузі міжнародного фінансового менеджменту. Прогнозування дає можливість зробити правильний вибір щодо валюти ціни і валюти платежу у зовнішньоторговельних контрактах; валюти міжнародного кредиту та платежу; валюти, в якій ведеться рахунок корпорацій в банку; грошової одиниці, в якій деномінуються закордонні капіталовкладення компанії або закордонні активи банку. Для прогнозування курсу застосовують такі методи, як фундаментальний, технічний, інтуїтивний аналіз, ARCH та GARCH, метод групового урахування аргументів, нейронні мережі та методи нечіткої логіки [1].

На даний момент не існує жодної розробленої системи в Україні, яка б точно прогнозувала курс валют та могла б враховувати всі фактори, які на нього впливають. Більшість систем враховують одну з методик прогнозування курсу валют. Вони базуються на конкретному одному факторі, який може впливати на курс валют. Зокрема, зараз дуже багато експертів прогнозують курс гривні відносно інших валют на базі фінансових потоків країни, торговельного балансу чи припливу інвестицій. Але немає комплексної системи, яка б прогнозувала взаємозв'язок факторів та їх загальний вплив на валютну пару. Також немає системи, яка б враховувала різні політичні зміни в країні, настрої населення, довіру населення країни

до певної валюти та багато іншого. Тому актуальність наявності даної проблеми залишається.

Метою даної роботи є створення інформаційної системи з використанням сучасних математичних апаратів, що дають більш точні результати, яка буде враховувати, як найбільше факторів, що впливають на курс валют, для більш точного його прогнозування.

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою даної дипломної роботи є створення пакету прикладних програм та інформаційної системи, що буде прогнозувати курсу української валюти - гривні відносно інших міжнародних валют таких,як долар та євро. Даний пакет прикладних програм повинен включати наступні розробки:

а) Побудову залежності факторів, що впливають на зміну української гривні та аналіз їх впливу;

б) Побудову моделі коливання курсу української гривні відносно долару та євро, в залежності від найбільш впливових факторів;

в) Побудову прогнозу курсу валют, в залежності від найбільш впливових факторів та коливання курсу валютної пари.

Результатом розробки даної системи має бути:

а) Видача прогнозу курсу валют для заданої валютної пари (гривня/євро; гривня/долар) в заданий момент часу.

б) Автоматичне оновлення факторів та даних, які використовуються для створення прогнозу курсу.

в) Можливість розширення даної системи на інші іноземні валюти.

г) Можливість аналізу отриманих результатів.

Дана підсистема повинна бути інтегровною в інші системи пов’язані з торгівлею, на яку впливає курс валют.

Розробку даних прикладних програм виконати з використанням середовища MATLAB та C#. Особливими вимогами є зручний користувацький інтерфейс для роботи з даними прикладними програмами.

2 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ РІШЕНЬ

2.1 Огляд існуючих систем прогнозування курсу валют

Для того, щоб отримувати прибуток на ринку валют потрібно аналізувати та прогнозувати поточну зміну курсу. Така торгівля вимагає безперервного аналізу ситуації на ринку, контролю динаміки котирувань. Для цього створюються спеціальні системи прогнозування. Зараз існує безліч різних систем для візуалізації валютних котирувань та автоматичного здійснення певних торгових операцій. Для того, щоб отримувати прибуток повинна бути певна стратегія торгівлі, яка включає в себе наступні компоненти:

а) Наявність певних часових зрізів валютних котирувань, що використовуються для технічного аналізу та прогнозування.

б) Набір індивідуальних індикаторів(факторів) для кожного часового зрізу.

в) Базові умови для продажу і купівлі обраної валюти.

г) Певний аналіз отриманого або втраченого прибутку.

д) Оцінка ефективності розробленої торгової стратегії та внесення в неї необхідних коректив.

2.1.1 Системи на базі експертного аналізу.Система MetaTrader.

На сьогоднішній день існує 3 основні методи прогнозування валютного курсу, на яких базуються майже всі існуючі системи:

а) Фундаментальний аналіз

В його рамках курс визначається в залежності від зміни фундаментальних факторів (співвідношення темпів зростання грошової маси, реальних доходів, процентних ставок, товарних цін тощо). При цьому прогноз майбутньої динаміки курсу, здійснюваний на базі стандартних факторних економетричних моделей, є похідним від правильності попередніх прогнозів відповідних параметрів (кількості грошей, ВВП, вартості кредиту, інфляції тощо) в порівнюваних країнах. Передбачення руху цих параметрів вельми проблематичне саме по собі,так як проаналізувати величезну кількість показників практично неможливо, то і похідний від нього прогноз валютного курсу неминуче буде мати великі похибки. У зв'язку з цим фундаментальний підхід застосовується переважно для довгострокового прогнозування курсів валют.Він може сприяти визначенню головного ринкового тренду, однак для визначення конкретного валютного курсу його буває недостатньо.

б) Технічний аналіз

Технічний аналіз базується на гіпотезі, що ринкові ціни є відображенням бажань і дій всіх учасників ринку. У результаті і ціна, і обсяг відображають подальший напрямок зміни валютного курсу. Розрізняють декілька способів технічного аналізу, як приклад існує така система як Moving Average, який базується на побудові середньої, але недоліком є те, що ця система являється статичною, тому що вона проводиться на основі останньої ціни і не враховує поточну динаміку цін. Технічний аналіз не цілком придатний для прогнозування валютних курсів, оскільки не враховує людський фактор.

в) Інтуїтивний аналіз

Інтуїтивний підхід має невелику кількість послідовників, діяльність яких грунтується більшою мірою на інтуїції, ніж на скрупульозному спостере-

женні за ринком. Як правило, успіх, якщо і приходить, то не є довговічним. Умовно ці методи можна розділити на дві групи: статистичні методи та методи експертних оцінок. Статистичні методи прогнозування розробляються на основі: показникових функцій; степеневих функцій; динамічних рядів; аналітичних залежностей.

Вони дають змогу зробити якісну оцінку досліджуваного явища і розкрити загальні тенденції розвитку того чи іншого процесу. Використання цього методу в комплексному дослідженні проблеми дає можливість знизити помилку прогнозу за браком статистичних даних. Найчастіше застосовуються такі методи експертних оцінок: метод написання сценаріїв і метод оцінки за окремими показниками.

Найбільш популярна в даний час торгова платформа MetaTraider 4 надає користувачам не тільки візуалізацію зміни котирувань і інструмент для відкриття торговельних позицій, а й містить у собі інструменти розробника для написання торгових агентів на вбудованій мові програмування MQL4[2]. Але ця система не дає самого прогнозу,тобто вона тільки показує саму зміну котирувань.

2.1.2 Системи на основі нечіткої логіки.Система Fuji Bank

Також нещодавно був запропонований метод прогнозу курсу валют на основі апарату теорії нечіткої логіки. Основними перевагами нечіткої логіки є :

а) можливість оперувати вхідними даними, заданими нечітко: наприклад, значеннями, що безупинно змінюються в часі (динамічні задачі), значеннями, які неможливо задати однозначно (результати статистичних

опитувань і т.п.);

б) можливість нечіткої формалізації критеріїв оцінки і порівняння: оперувати критеріями “більшість”, “можливо”, “переважно” і т.п.;

Цей метод моделювання та прогнозування валютного курсу працює як з кількісними макроекономічними даними, так і з якісними (знання експертів), що є новою розробкою в даній галузі. Представимо методи прогнозування валютного курсу у вигляді рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 – Запропонований метод прогнозування валютного курсу

Завдяки цим перевагам нечітка логіка і програмні системи на її основі з успіхом обслуговують великий бізнес. Першими були фінансисти, задачі яких вимагають щоденного прийняття правильних рішень у складних умовах непередбачуваного ринку. Розробка системи на основі нечіткої логіки була виконана в Fuji Bank для складної фінансової задачі – грі на ринку цінних паперів у режимі “on-line”. Перший рік використання нової системи приносив банку в середньому 770000 доларів на місяць. Нечітка експертна система, що управляє грою “електронного трейдера” Fuji Bank, складається усього з 200 правил (50 із яких узяті безпосередньо з класичного підручника Murphy з фінансового аналізу). Але недоліком цього методу є те , що за відсутності залежності між вхідними та вихідними результатами потрібно використовувати оцінку експертів в цій галузі [3].

2.1.3 Intelligent Exchange Rates Prediction System (IERPS),1C та інші системи прогнозування курсу

В 2013 році була розроблена система Intelligent Exchange Rates Prediction System (IERPS) , яка базується на хмарних обчисленнях для збирання інформації про курс валют та прогнозування. Система базується на лінійній регресії та може обробляти велику кількість інформації швидко та точно. Як показують останні експерименти 94 відсотки результатів були успішними [4]. Недоліком даної системи є те, що вона не орієнтована на звичайного користувача та потребує фахівця з математики та економіки для аналізу отриманих результатів.

Також були розроблені системи прогнозування на базі штучних нейронних мереж(ШНМ).Побудувати успішну модель подібної мережі не просто через вплив різних чинників, таких як політичні події, що мають місце протягом певного періоду часу. Наприклад, політичні кризи трапляються раптово і ціни падають швидко, а стрибок спереду між ціною купівлі та продажу може скласти від 5 до 100 пунктів. При обміні іноземної валюти кількість транзакцій в реальному часі, як правило, дуже велика і має високу щільність розподілу. Крім того, ШНМ не даватиме хороший результат без якісної попередньої підготовки даних, вибору входів та змінних, алгоритмів навчання і визначеної моделі для перевірки [5].

Також існують моделі, засновані на генетичних алгоритмах або моделі авторегресії змінного середнього (ARMA).

Існують також такі радники по визначенню прибутку на ринку валют, як Intraday, MACD, MACFibo, PSAR, X Traider. Але всі вони не дають бажаного прибутку на ринку валют. Також якщо розглядати системи , які

включають в себе різні сфери в розробці та веденні бізнесу , то можна виділити систему 1С УПП 2.0 ERP.В ній міститься підсистема управління фінансами, в якій можна створювати різну фінансову документацію та проводити фінансовий аналіз, але вона не дає можливості прогнозувати курс валют з врахуванням відповідних чинників.

2.2 Вибір технологій розробки

При виборі технологій розробки було оглянуто основні можливі варіанти для побудови системи прогнозування курсу валют в Україні. Для даної системи можливо побудувати базу даних, автоматизовану чи інформаційну систему.

Інформаційна система – це взаємозв'язана сукупність даних, обладнання, програмних засобів, персоналу, стандартних процедур, які призначені для збору, обробки, розподілу, зберігання, представлення інформації у відповідності з вимогами, які випливають з цілей організації для якої будується система. Інформаційні системи включають в себе: технічні засоби обробки даних, програмне забезпечення і відповідний персонал. Для даної системи було обрано саме інформаційну систему, яка включає в себе функціонал, за допомогою якого реалізується прогноз, базу даних, де зберігаються всі необхідні дані для аналізу інформації та збереження результатів та графічний інтерфейс користувача з яким користувач може взаємодіяти та бачити явні результати, які може інтерпретувати.

2.3 Огляд технологій

Для того, щоб реалізувати дану систему потрібно застосовувати технології об'єктно-орієнтованого програмування, розробки та побудови бази даних, середовища її реалізації, технології підключення та зв'язку бази даних з функціоналом програми та графічним інтерфейсом.

2.3.1 Мова програмування C#

C# — типобезпечний об'єктно-орієнтована мова, призначена для розробки різних безпечних та великих застосунків, виконуваних в середовищі .NET Framework. За допомогою C# можна створювати звичайні аплікації Windows, XML-веб-служби, розподілені компоненти, застосунки "клієнт-сервер застосунки баз даних та багато іншого.

Visual C# представляє розвинений редактор коду, конструктори з зручним користувацьким інтерфейсом та багато інших засобів , що спрощують розробку застосунків на основі мови C# та .NET Framework. Синтаксис C# являється набагато простішим ніж в C++, і забезпечує такі можливості, як типи значень Nullable, перерахунки, делегати, лямбда-вирази и прямий доступ до пам'яті, чего немає в Java. C# підтримує універсальні методи та типи , забезпечуючи високий рівень безпеки та продуктивності, а також оператори, які дозволяють при реалізації колекції класів визанчати власну поведінку ітерацій, які можна легко використовувати в клієнтському коді.

Як об'єктно-орієнтована мова, C# підтримує поняття інкапсуляції, наслідування та поліморфізму. В додаток до вище описаного, мова C#

спрощує розробку компонентів програмного забезпечення завдяки декільком інноваційним конструкціям мови , в число яких входять: інкапсульовані сигнатури методів, які підтримують типобезпечні повідомлення про події, властивості, виступаючі в ролі методів доступу для закритих змінних-членів, LINQ, пропонуючий вбудовані можливості запросів в різних джерелах даних.

Якщо потрібно забезпечити взаємодію з іншим програмним забезпеченням Windows, таким як об'єкти COM чи власні бібліотеки DLL Win32, в мові C# можна використовувати процес , який називається "Interop."

2.3.2 Середовище MATLAB

MATLAB — пакет прикладних програм для числового аналізу, а також мова програмування, що використовується в даному пакеті. Система є зручним засобом для роботи з математичними матрицями, малювання функцій, роботи з алгоритмами, створення робочих оболонок (user interfaces) з програмами в інших мовах програмування. Хоча цей продукт спеціалізується на чисельному обчисленні, спеціальні інструментальні засоби працюють з програмним забезпеченням Maple, що робить його повноцінною системою для роботи з алгеброю. Ключовими характеристиками середовища MATLAB є:

а) Платформо-незалежна високорівнева мова програмування, орієнтована на матричні обчислення і розробку алгоритмів

б) Інтерактивне середовище для розробки коду, управління файлами і даними

в) Функції лінійної алгебри, статистики, аналіз Фур'є, рішення ди-

ференціальних рівнянь та ін.

г) Засоби візуалізації, 2-D і 3-D графіка.

д) Вбудовані засоби розробки користувальницького інтерфейсу для створення закінчених додатків на MATLAB

е) Засоби інтеграції з C / C ++, спадкування коду, ActiveX технології

Також розширення MATLAB надає спеціалізований функціонал в таких областях як статистика, оптимізація, обробка сигналів, машинне навчання. Так в MATLAB існує вбудований інструментарій (графічний інтерфейс) для побудови динамічних систем в різних прикладних галузях, для побудови систем, що базуються на осснові нечіткої логіки, для аналізу різних фінансових ситуацій, вирішення систем частинних диференційних рівнянь, побудови нейронних мереж та багато іншого.

2.3.3 Oracle сервер

Oracle Database - це об'єктно-реляційна система підтримуюча деякі технології, що реалізують об'єктно-орієнтований підхід, тобто забезпечують управління створення і використання баз даних. Ключові можливості Oracle Database:

а) Real Application Cluster (RAC) забезпечує роботу одного примірника бази даних на декількох вузлах grid, дозволяючи управляти навантаженням і гнучко масштабувати систему в разі потреби.

б) Automatic Storage Management (ASM) дозволяє автоматично розподіляти дані між наявними ресурсами систем зберігання даних, що підвищує відмовостійкість системи і знижує загальну вартість володіння (TCO).

в) Продуктивність. Oracle Database дозволяє автоматично управляти рівнями сервісу і тиражувати еталонні конфігурації в рамках всієї мережі.

г) Прості засоби розробки. Новий інструмент розробки додатків HTML DB дозволить простим користувачам створювати ефективні програми для роботи з базами даних в короткі терміни.

д) Самоврядування. Спеціальні механізми Oracle Database дозволяють самостійно перерозподіляти навантаження на систему, оптимізувати і коректувати SQL-запити, виявляти і прогнозувати помилки.

е) Великі бази даних. Тепер максимальний розмір екземпляра бази даних Oracle може досягати 8 екзабайт.

є) Недорогі серверні системи. Oracle Database може використовувати недорогі однопроцесорні комп'ютери або модульні системи.

У новій версії бази даних реалізована підтримка переносите табличних просторів, система управління потоками даних Oracle Streams і модель розподілених SQL-запитів. Для перенесення існуючих баз даних в середу Grid в них не буде потрібно вносити змін, що дозволяє швидко почати використовувати всі переваги Oracle Database.

Сервер Oracle включає базу даних Oracle і екземпляр. Екземпляр складається з буферів пам'яті, що утворюють системну глобальну область (System Global Area - SGA), і фонових процесів, які контролюють і виконують велику частину невидимої роботи при виконанні екземпляра.

2.3.4 MySQL сервер

Основні характеристики MySQL:

а) Багатопоточність. Підтримка декількох одночасних запитів.

б) Оптимізація зв'язків з приєднанням багатьох даних за один прохід.

в) Записи фіксованої і змінної довжини.

г) ODBC драйвер в комплекті з вихідними файлами

д) Гнучка система привілеїв і паролів.

е) До 16 ключів в таблиці. Кожен ключ може мати до 15 полів.

є) Підтримка ключових полів і спеціальних полів в операторі CREATE.

ж) Підтримка чисел довжиною від 1 до 4 байт (ints, float, double, fixed), рядків змінної довжини і міток часу.

з) Інтерфейс з мовами C і perl.

и) Заснована на потоках, швидка система пам'яті.

і) Утиліта перевірки і ремонту таблиці (isamchk).

ї) Всі дані зберігаються у форматі ISO8859_1.

й) Всі операції роботи з рядками не звертають уваги на регістр символів в оброблюваних рядках.

к) Псевдоніми застосовні як до таблиць, так і до окремих колонках у таблиці.

л) Всі поля мають значення за замовчуванням. INSERT можна використовувати на будь-якому підмножині полів.

м) Легкість керування таблицею, включаючи додавання і видалення ключів і полів.

ПО MySQL є системою клієнт-сервер, яка містить багатопоточний SQL-сервер, що забезпечує підтримку різних обчислювальних машин баз даних, а також кілька різних клієнтських програм і бібліотек, засоби адміністрування і широкий спектр програмних інтерфейсів (API). Можливо також представити сервер MySQL у вигляді багатопотокової бібліотеки, яку можна підключити до призначеного для користувача додатку і отримати компактний, більш швидкий і легкий в управлінні продукт.

2.3.5 Технологія ADO.Net

ADO.NET представляє узгоджений доступ до таких джерел даних, як SQL Server и XML, ф також до джерел даних, які предоставляються за допомогою OLE DB та ODBC. Користувацькі застосунки , які використовують спільні дані, можуть використовувати ADO.NET для з'єднання з цими джерелами даних та для отримання, обробки та оновлення наявних в них даних.

ADO.NET розділяє доступ до даних и обробку даних на дискретні компоненти, які можуть використовуватись окремо чи спільно. ADO.NET включає поставщиків даних .NET Framework для під'єднання з базою даних, виконання команд та отримання результатів. Ці результати , поміщені в об'єкт ADO.NET DataSet, обробляються безпосередньо, щоб вони могли бути представлені користувачу нерегламентованим чином, об'єднані з даними з багатьох джерел чи передаваємі між рівнями. Об'єкт DataSet також може незалежно використовуватись поставщиком даних .NET Framework для управління локальними для застосунку даними.

2.4 Висновки

Кожна з розглянутих систем прогнозування курсу валют має свої переваги та недоліки. Було розглянуто вже існуючі рішення для прогнозування курсу валют. Недоліком існуючих систем є те, що всі вони створені не економістами, а програмістами, які просто реалізовують функції, які задані для системи і не враховують специфіки прогнозування курсу. Також більшість систем не враховує факторів, які мають сильний вплив на курс української гривні.

Було розглянуто технології, з використанням яких можна реалізувати дану задачу. Кожна з технологій має свої переваги та недоліки. Так при використанні бази даних MySQL неможливо створювати схеми даних та надавати різні права доступу користувачам. Без технології ADO.Net неможливо поєднати базу даних з реалізованою аплікацією, а використання MATLAB дає можливість поєднувати різні математичні моделі в одну з використанням відповідного інструментарію та алгоритмів.

Для реалізації даної задачі було використано середовище розробки Visual Studio 2013, яке вміщає в себе можливість використання мови програмування C# та технології ADO.Net. Для реалізації математичних моделей використовувалось програмне забезпечення MATLAB R2009b так як воно включає в себе вбудовані математичні функції та має гарну швидкодію при великих обсягах обчислень. Для побудови бази даних використовувався CASE-засіб PowerDesigner та для підтримки бази даних - середовище Oracle 10g.

3 ОГЛЯД МАТЕМАТИЧНИХ МЕТОДІВ

3.1 Порівняльний аналіз існуючих методів

Розроблено безліч математичних методів для створення систем прогнозування курсу,тому розглянемо основні з них.

3.1.1 Метод групового урахування аргументів- МГУА

Основна ціль методу групового урахування аргументів(Group Method of Data Handling) є отримання математичної моделі об'єкту або опис процесів, які мають місце для об'єкту в майбутньому (проблема процесу прогнозування).Він заснований на індуктивних принципах - вирішення задач засновано на переборі по зовнішньому критерію. МГУА вирішує, шляхом процедури вихідного сортування, багатогранну проблему моделі оптимізації:

$$\bar{g} = argmin_{gCG} CR(g); CR(g) = f(P,S,z^2,T,V), \tag{3.1}$$

де g - набір розглядаємих моделей;

CR- зовнішній критерій моделі g;

P- кількість набору змінних;

T- кількість даних зміни виборки;

z^2- дисперсія; S- складність моделі;V- тип функції;

Метод базується на послідовному тестуванні моделей, вибраних з

множини моделей-кандидатів на основі заданого критерію.Більшість алгоритмів цього методу використовують поліноміальні функції. Загальне поєднання між вхідними і вихідними змінними може бути виражено за допомогою функціонального ряду Вольтера, дискретним аналогом якого є поліном Колмогорова-Габора:

$$y = a_0 + \sum_{i=1}^{M} a_i x_i + \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M} a_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{M}\sum_{k=1}^{M} a_{ijk} x_i x_j x_k$$

де $(x_1,x_2,...,x_M)$ - вхідні значення валютних пар;

$A(a_1,a_2,...,a_M)$ - вектор коефіцієнтів, який визначає фактори впливу на курс валют;

Компонентами вхідного вектору можуть бути незалежні змінні, функціональні форми. Також можуть бути використані інші нелінійні функції такі, як різниці, ймовірності, гармоніки та інші. Метод дозволяє одночасно знайти структуру моделі та залежність між вихідними значеннями змодельованої системи на значення найбіш значущих входів системи [6]. Особливостями даного методу є:

а) використання зовнішніх критеріїв, які базуються на вибірці даних і є підходящими для завдання побудови моделей прогнозування, шляхом зменшення вимог до обсягу початкових даних;

б) в багатошарових алгоритмах МГУА при передачі від одного шару до іншого передаються не всі критерії, а лише ті, які є найкрищими;

в) всі алгоритми , які мають магатошарову структуру чи паралельні обчислення можуть бути реалізовані;

г) кращий рівень автоматизації: необхідно лише ввести вхідні дані та зовнішні критерії.

Цей метод вирішує проблеми короткострокового та довгострокового

прогнозування.

3.1.2 Класичні методи прогнозування в економіці

Найбільш класичним методом прогнозування являється статистичний метод.

Суть статистичного методу полягає в тому, що на початку для певного виду діяльності аналізуються всі статистичні дані про втрати (або про очікувані доходи), встановлюється частота їх появи і за встановленою частотою прогнозується вірогідність отримання певного доходу або певних втрат. До статистичного методу відносять регресійний та кореляційний аналіз, аналіз на основі степеневих та показникових функцій та аналіз на основі аналітичних залежностей.

При аналізі заснованому на степеневих та показникових функціях практично неможливо визначити залежність між валютним курсом і чинниками, що впливають на нього, а також взаємовплив чинників, і, отже, не можна вірогідно простежити вплив змін чинників на стан валютного курсу.

Модель на основі аналітичних залежностей будується на основі аналізу механізму утворення валютного курсу. Вигляд формули в цьому випадку залежатиме від характеру та виду взаємодійних чинників, що впливають на формування валютного курсу. За основу цієї моделі взята гіпотеза про паритет купівельної спроможності. В ідеальному випадку модель матиме такий вигляд [7]:

$$B_k = (M/BBP)/(M_3/BBP_3)$$

де B_k – **валютний курс;**

M– **пропозиція грошей у даній країні;**

M_3 – **пропозиція грошей за кордоном;**

BBP – **реальний валовий внутрішній продукт у постійних цінах у** даній країні;

BBP_3 – **реальний національний продукт у постійних цінах за кор**доном.

Проблема всіх цих статистичних методів полягає у тому, що потрібно аналізувати величезну кількість статистичних даних при різних факторах впливу, тобто існує проблема вибірки даних.

Також використовуються формалізовані методи прогнозування курсу на основі динамічних рядів. До них належать адаптивні моделі прогнозування:

а) Метод експоненційного згладжування. Суть даного методу полягає у вирівнюванні динамічних рядів, які коливаються, з метою наступного прогнозування. Поточне значення часового ряду зважується з урахуванням константи, що згладжує.Але недоліком є те, що немає точного методу який може визначити даний параметр згладжування. Точність прогнозу за цим методом зменшується зі збільшенням прогнозного інтервалу. Він ефективний для короткострокових прогнозів, в довгостроковому про-гнозуванні його можна використовувати для одержання наближених оцінок [8];

б) Модель Хольта.Параметри оцінюються за допомогою двох ковзних середніх, які мають різні незалежні параметри згладжування. Для врахування сезонності та циклічних складових використовуються моделі Хольта-Вінтерса та Тейла-Вейджа. Модель Тейла-Вейджа враховує сезонність і адитивний тренд, на відміну від моделі Хольта-Вінтерса, яка

мультиплікативно включає лінійний тренд [8].

в) Метод Тріґга. Прогноз будується за звичайною моделлю експоненціальної середньої. Одним з недоліків моментів цієї моделі є слабка реакція на стрибкоподібну зміну курсів валют. При цьому з'являється зсув в прогнозах [9].

Існує ще такий підхід до прогнозування курсу як ARCH і GARCH моделі. ARCH-модель моделює волатильність у вигляді суми константної базової волатильності (ступінь мінливості значення індикатора, змінної, параметра в часі) і лінійної функції абсолютних значень декількох останніх змін валютного курсу.Розширенням ARCH-моделі є GARCH-модель волатильності, де на поточну волатильність впливають як попередні зміни валютного курсу, так і попередні оцінки волатильності («старі новини»). Застосування подібних моделей на практиці має ряд особливостей. Основним є те, що вони дозволяють прогнозувати періоди нестабільності на валютному ринку, тобто моменти різких цінових рухів, однак прогнозування напрямку руху ціни за допомогою цих моделей є проблемним, що дозволяє розглядати клас GARCH-моделей швидше як один із індикаторів волатильності, ніж як моделі, на підставі яких робиться прогноз підвищення або зниження вартості валюти.

Іншим класичним методом є моделі на основі експертних оцінок. Найчастіше застосовуються такі методи експертних оцінок: метод написання сценаріїв і метод оцінки за окремими показниками.При використанні методу оцінки за окремими показниками встановлюються кореляційні залежності між динамікою зміни окремих чинників і динамікою валютного курсу й визначається ступінь кореляції.Але точність цього методу різко зменшується за нестабільної економічної ситуації.

3.1.3 Нейронні мережі

Нейронна мережа представляє собою сукупність великого числа порівняно простих елементів, топологія яких залежить від типу мережі.Для того , щоб створити нейронну мережу для конкретної задачі, необхідно визначити як нейрони пов‘язані між собою та відповідним чином підібрати вагові параметри на ці зв’язки [10].

Прогнозування курсу за допомогою нейронних мереж складається з викладання історії змінних, які обрані за певний проміжок часу, використовуючи вивчену інформацію в майбутньому.Отримані дані подаються на входи нейронної мережі та очікується, що дані будуть на виході системи [11].

Найчастіше для прогнозування курсу валют використовують мережу з оберненим розповсюдженням.Обернене розповсюдження використовує різновидність градієнтного спуску, тобто виконує спуск вниз по поверхності помилки, неперервно підстроюючи ваги під мінімум функції [12].

Часто для прогнозування застосовують гібридну модель, яка поєднує теорію нечіткої логіки та нейронні мережі.Системи нечіткої логіки компенсують дві основні «непрозорості» нейронної мережі в поданні знань та пояснень результатів роботи інтелектуальної системи, тобто нечітка логіка найкращим чином доповнює нейронні мережі.

Нейронні мережі в умовах невизначеності -це можливість вирішувати задачі з невідомими закономірностями та залежностями між вхідними та вихідними даними, що дозволяє працювати з неповними даними.Крім того, взаємовідносини між величинами попередньо не встановлюються , так як метод передбачає вивчення взаємозв’язків на готових моделях.

3.1.4 Нечітка логіка

Більшість феноменів в фінансах є нечіткими і дуже часто вхідні дані моделей не можуть визначатись точно та однозначно. Тому нечітка логіка забезпечує підходящий інструмент для моделювання моделей визначених неповністю. Концепція нечіткої логіки була запропонована Заде в 1965. Теорія нечітких множин дозволяє зробити оцінку приналежності елементів по відношенню до множини.

Нечіткою множиною(fuzzy set) на універсальній множині U називається сукупність пар (x,$\mathrm{u}_A(x)$), $\mathrm{u}_A(x)$ - степінь належності елемента до нечіткої множини . Степінь належності - це число з діапазону [0, 1]. Чим вище степінь належності, тим в більшій мірі елемент належить до універсальної множини та відповідає властивостям нечіткої множини.

Функцією належності (membership function) називається функція, яка дозволяє обрахувати степінь належності будь-якого елемента універсальної множини до нечіткої множини. Функція належності показує степінь належності елемента $x \in X$ до нечіткої множини A, де розглядається 3 можливі варіанти:

а) $u_A(x) = 1$ означає повну приналежність елемента x до нечіткої множини A;

б) $u_A(x) = 0$ означає , що елемент x не належить до нечіткої множини A;

в) $0 < u_A(x) < 1$ означає часткову приналежність елементу x до нечіткої множини A.

Модель нечіткої логіки побудована на наборі "IF-THEN"правил, що описують зв'язок між вхідними та вихідними змінними. Важливою відмінною

рисою між нечіткою логікою та традиційними експертними системами є те, що правила в нечіткій логіці описуються з використанням логістичних змінних замість числових змінних. Більше того, в моделі нечітких множин існує механізм для опису степені елементу до множиниі використовується декілька термів для класифікації логістичних змінних. Наприклад, для кожного фактору можна побудувати певне правило, що характеризує його поведінку:

IF the inflation rate is high AND the interest rate is low THEN the probability of currency depreciation is high.

В цьому правилі термом являються слова low та high. Використовуючи нечітку логіку, можна показати як змінюється степінь належності функції. Функція належності може бути визначена довільно, але для побудови курсу валют залежного від факторів найчастіше використовують три основні загальні функції приналежності:

а) кусково-лінійна

$$\mu_{A_i'}(x) = \begin{cases} 0, & \text{x<=a;} \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{a<x<b;} \\ 1, & \text{x>=b.} \end{cases}$$

б) трапезоїдна

$$\mu_{A_i'}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{/} b - a, & \text{a<=x<=b;} \\ 1, & \text{b<=x<=c;} \\ \frac{d-x}{d-c}, & \text{c<x<d;} \\ 0, & \text{x<=a or x>=d.} \end{cases}$$

в) гаусовська

$$\mu() = e^{[-1(\frac{(x-)}{\sigma})^2]}$$

Для кожного фактору, що впливає на курс валют вибирається відповідна функція належності, що характеризує його.

Процес побудови моделі нечіткої логіки в загальному складається з трьох основних етапів: фузифікація,логічний вивід та дефузифікація. Фузифікація визначає вхідні змінні, використовуючи логістичні змінні та визначає типи функцій належності для термів змінних. На другому етапі будується нечіткий вивід на основі MAX-MIN виводу, відомого як Мамдані вивід, що базується на трикутній мінімальній нормі ($TMt - norm; TM(x,y) = min(x,y)$) та трикутній максимальній конормі ($SMt - conorm; SM(x,y) = max(x,y)$). Фінальний крок представляє собою процедуру дефузифікації, яка конвертує нечіткий факт в конкретне вихідне значення.

3.2 Вибір і обґрунтування методів рішення

При виборі методів рішення враховувались всі переваги та недоліки кожного з запропонованих методів. Для реалізації задачі було обрано декілька методів, кожен з яких використовується для окремого етапу побудови курсу валют.

Для дослідження взаємозв'язку між факторами було використано метод групового урахування аргументів, так як він дає найбільш точні результати та показує не тільки лінійну залежність певного фактору від інших, а й дає можливість оцінити нелінійну залежність між різними фа-

кторами, степінь їх впливу один на одного та дає можливість аналізувати великі об'єми інформації.

Для дослідження коливання курсу певної валютної пари було обрано методи нечіткої логіки. Дані методи дають можливість оцінити коливання курсу не взалежності від того відомі точні значення економічних чи стохастичних факторів чи ні. Вони дають можливість оцінити коливання курсу під впливом факторів значення яких не можна визначити чи воно може сильно коливатись в певні періоди часу.

3.3 Висновки

Розглядаючи математичні методи для прогнозування курсу валют можна виділити чотири основні підходи: апроксимуючі методи МГУА, статистичні методи, нейронні мережі та системи нечіткої логіки. Недоліком статистичних методів є те, що вони часто не враховують фактори, які впливають на курс валют та потрібно враховувати різні вибірки для аналізу. Для того, щоб застосовувати нейронні мережі потрібно спочатку навчити мережу, що часто являється важким завданням. А в алгоритмах МГУА потрібно визначити зовнішні критерії. Для того, щоб прогноз був більш точним для статистичних методів потрібно зробити перетин вибірок при умові великої кількості статистичних даних. Нейронні мережі краще всього використовувати в поєднанні з теорією нечіткої логіки.

При побудові системи було використано декілька математичних методів, які в своєму поєднанні дають більш точний та достовірний результат.

4 ПРОГНОЗУВАННЯ КУРСУ ВАЛЮТ В УКРАЇНІ

4.1 Визначення взаємозалежності економічних факторів впливу на валютну пару

Для того, щоб проаналізувати прогноз курсу валют потрібно підібрати фактори, які впливають на курс валют та вибрати ті, які є найбільш ефективними.Різні фактори можуть мати різний вплив на курс валют в різний час [13].

В джерелі [14] виділяються наступні фактори, які можуть в тій чи іншій мірі впливати на курс:

а) Відносний курс інфляції, який може впливати на міжнародну торгівлю, яка впливає на поставку та потреби валюти. Тобто якщо курс інфляції в країні А більший як в країні В, то це спричинює збільшення імпорту дешевших товарів з В в А .

б) Відносна відсоткова ставка. Зміни в відносній відсотковій ставці впливають на інвестиційні цінні бумаги. Більша відносна відсоткова ставка в країні А спричинює більшу поставку валюти в цю країну, тому що це є більш прибутково для інвесторів.

в) Валовий внутрішній продукт. Країни з високим ростом ВВП приваблюють іноземних інвесторів, які використовують цю можливість для отримання прибутку.

г) Торговий баланс. Імпорт та експорт є елементами ВВП, тобто збільшення експорту в країні призведе до збільшення потреби в валюті, а збільшення імпорт являється оберненим до збільшення експорту в країні.

д) Рівень доходу.Підвищення ВВП супроводжується високим рів-

нем доходу.

Всі ці фактори є економічними і не враховують різні психологічні та політичні фактори, які впливають на прогнозування курсу валют. Але автор поділяє їх на дві основні підгрупи: фактори, пов'язані з ринком (до них відносять торговий баланс, рівень доходу та відносний курс інфляції) та інвестиційні фактори (інвестиції в фіксованих активах, рейтинг країни, ріст ВВП, відносна реальна відсоткова ставка). На основі дослідження економічний наборів даних для чотирьох країн(Японія, Англія, Швейцарія та США) та використання нечіткої логіки для дослідження даних факторів показується, що на курс певної валютної пари деякі фактори являються більш впливовими за інші. Наприклад, інвестиційний фактор такий як відносна відсоткова ставка має більший вплив на змінність валютної пари CHF/USD, ніж фактори, пов'язані з ринком. А для пари JPY/USD саме ринкові фактори мають більший вплив на прогноз, ніж інвестиційні.

В джерелі [15] розглядаються фактори, як певний набір історії коливань курсу за певний невеликий період.Також автори враховують природу фінансових ринків на основі непараметричного моделювання. На прикладі дослідження коливань курсу GBP/USD показується, який дохід можна отримати враховуючи дані фактори при коливанні курсу.Також показується, що більш точний прогноз з'являється при довгостроковому прогнозуванні та при врахуванні не тільки фінансових ринків прогнозуємої пари, а й врахуванні фінансових ринків інших країн.

Під час фінансових криз в країні обов'язково потрібно враховувати фактор ризику, який відіграє важливу роль в визначенні курсу валют. Фінансові інвестори враховують також надбавку за ризик, як фактор, що спричинює рух курсу валют. Існує багато способів вимірювання фактору ризику, такі як індекси ліквідності, термін поширення, термін поширення,

який домінує в іноземній валюті, облігації, забезпечені борговими зобов'язаннями та інші. Але більшість фінансистів використовують індекс кредитних дефолтних свопів(договір, страхуючий від дефолту по боргам).В роботі було розглянуто прогнозування курсу валют в Польщі.Було показано, що обмінний курс, інфляція та відсоткова ставка є взаємозалежними та що ризик, вимірюваний в кредитних дефолтних свопах визначає довгострокову поведінку курсу валют. Дослідження показали чотири довгострокові взаємовідносини між факторами:перші два пов'язують термін поширення з відсотковою ставкою, одне характеризує поведінку курсу валют та одне описує швидкість інфляції в Польщі [16].

В країнах з перехідною економікою, а саме в Україні, курс валют використовується як номінальний якір(порятунок) для відсоткових ставок та інфляцій.В роботі описуються фактори, які впливають на зміну курсу гривні відносно долара на міжбанківському кредитному ринку. Показується , що на всі зміни впливають узгодження на міжнародному кредитному ринку, макроекономічне середовище в Україні та нестійкість українських позичальників.Макроекономічний фактор розглядається як рівність купівельної спроможності та відкрита відсоткова рівність.Відхилення від відкритої відсоткової рівності, в загальному йде в напрямку збільшення внутрішньої номінальної відсоткової ставки, коли порівнюється з іноземною номінальною відсотковою ставкою. Відхилення від відкритої відсоткової рівності складається з трьох основних факторів:

- надбавка валютного ризику на HRV міжбанківських кредитах по відношенню до кредитів USD;

- оборотність надбавки;

- відхилення в рівновазі між ринками Києва та Лондона.

Показано, що для українського ринку при зменшенні надбавки ва-

лютного ризику з часом, оборотність та ліквідність надбавки залишається великою [16].

4.1.1 Встановлення залежності параметрів моделі на основі МГУА

Для дослідження залежності між факторами було обрано 7 основних макроекономічних факторів. Всі ці фактори можна поділити на постійні та випадкові. До постійних факторів відносяться інфляція, відсоткова ставка, зовнішній борг та внутрішній валовий продукт. До випадкових факторів належать настрої населення, війна на сході України та зміна уряду в країні. Всі дані для дослідження були взяті за період 1993-2014 роки. Всі дані знаходились в різному форматі, тому вони були приведені до форми коефіцієнтів, шляхом нормалізації. Для аналізу залежності був використаний алгоритм МГУА. Одним з недоліків даного алгоритму є необхідність великої кількості вхідних даних для отримання більш точних результатів. Тому для всіх даних була проведена кубічна інтерполяція, так як вона дає кращі результати порівняно з лінійною та сплайновою інтерполяцією. Нижче представлені інтерпольовані дані для кожного фактору у вигляді графіків (рис.4.1-4.7).

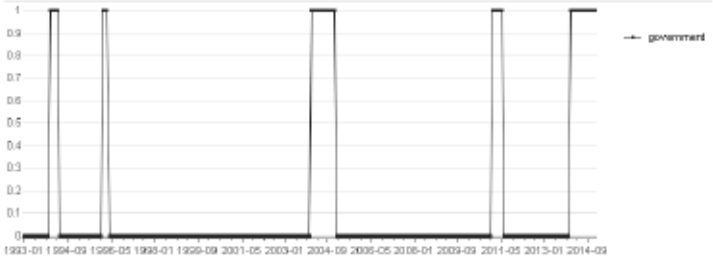

Рисунок 4.1 – Зміни в уряді

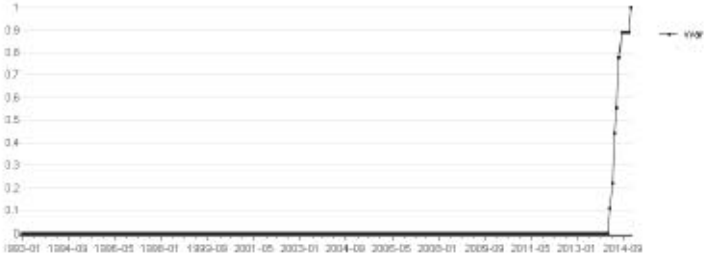

Рисунок 4.2 – Війна на сході України

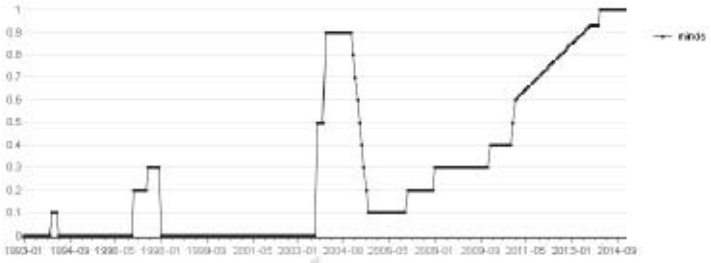

Рисунок 4.3 – Настрої населення

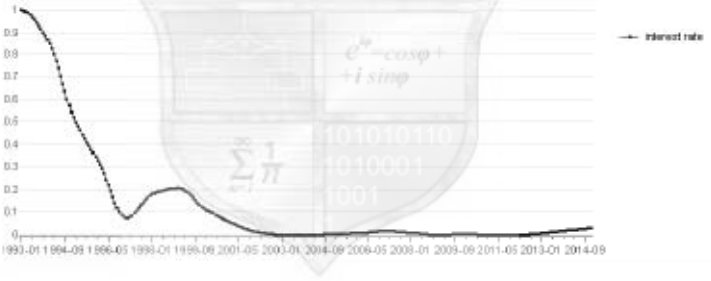

Рисунок 4.4 – Відсоткова ставка

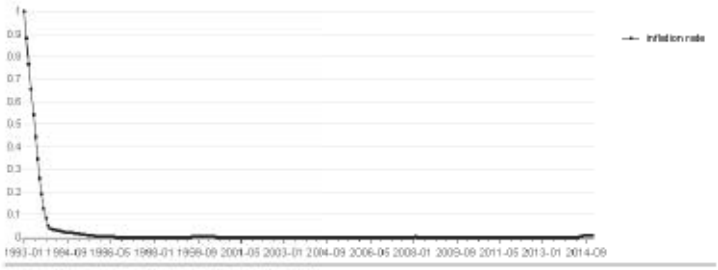

Рисунок 4.5 – Інфляція

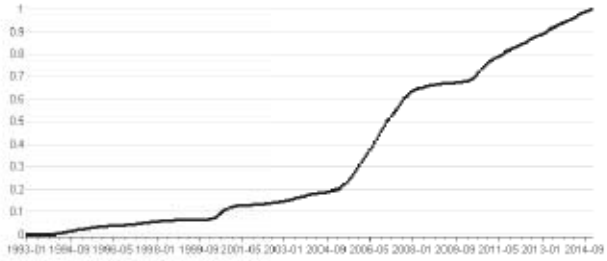

Рисунок 4.6 – Зовнішній борг

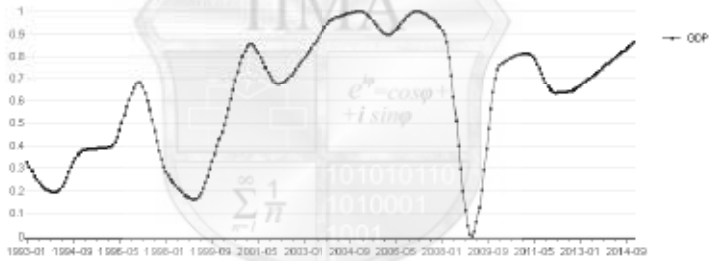

Рисунок 4.7 – Внутрішній валовий продукт

Далі використовуючи поліном Колмогорова-Габора будується залежність кожного фактору від інших на основі статистичних даних. Отримуємо 7 функціональних залежностей, які представлені у вигляді рівнянь 1-7 та їх графіків.

З даних функціональних залежностей видно, що війна на сході України, внутрішній валовий продукт та настрої населення являються найбільш впливовими факторами на курс валют в Україні [17,21].

$$\omega_1 = 219{,}963 + (-387{,}587)x_2 + 3340{,}15x_2x_3 + (-5{,}07054)x_2x_4 + (-3{,}71246)x_2x_7 + 50{,}1978x_2^2 + (-2518{,}07)x_3 + \\ + 1550{,}41x_3x_4 + 410{,}753x_3x_6 + (-129{,}166)x_3x_7 + 4610{,}05x_3^2 + (-100{,}861)x_4 + 66{,}0364x_4x_6 + (-8{,}44032)x_4x_7 + \\ + (-113{,}266)x_4^2 + (-49{,}2818)x_6 + (-9{,}32575)x_6^2 + 9{,}45304x_7 + 9{,}46078x_7^2$$

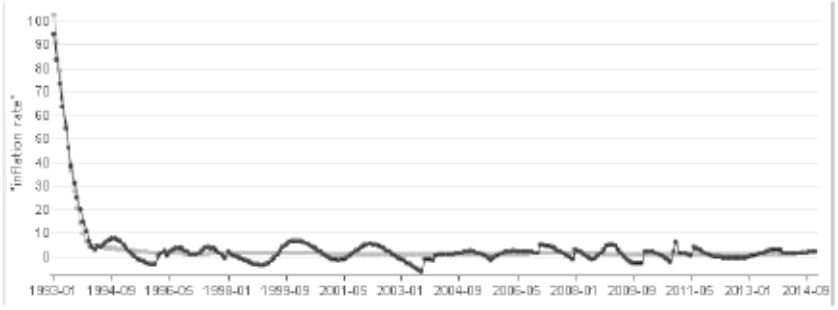

Рисунок 4.8 – Вплив інших факторів на інфляцію

$$\omega_2 = 6{,}36489 + (-88{,}5132)x_3 + 12{,}1445x_3x_4 + 6{,}2391x_3x_6 + 35{,}4923x_1x_3 + 199{,}106x_3^2 + (-0{,}285098)x_4x_5 + \\ + (-1{,}0298)x_4x_6 + (-3{,}53)x_1x_4 + 2{,}959x_4^2 + (-3{,}0803)x_6 + 2{,}1653x_1x_6 + (-2{,}538)x_1 + (-0{,}004)x_1^2$$

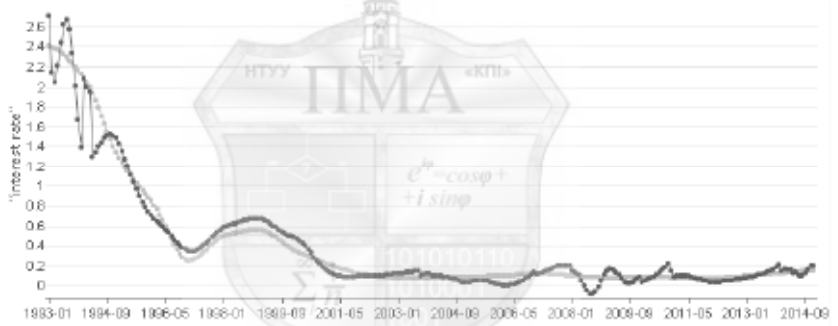

Рисунок 4.9 – Вплив інших факторів на відсоткову ставку

$$\omega_3 = 0{,}05636 + 0{,}129x_4 + 0{,}171x_4x_6 + 0{,}3917x_2x_4 + (-0{,}2739)x_4^2 + 0{,}0496x_6 + (-0{,}0146)x_6x_7 + (-0{,}0387)x_1x_6 + \\ + (-0{,}0441)x_6^2 + 0{,}01548x_7 + 0{,}0471x_1 + (-0{,}0207)x_1x_2 + 0{,}002x_1^2 + (-0{,}0906)x_1 + 0{,}0362x_2^2$$

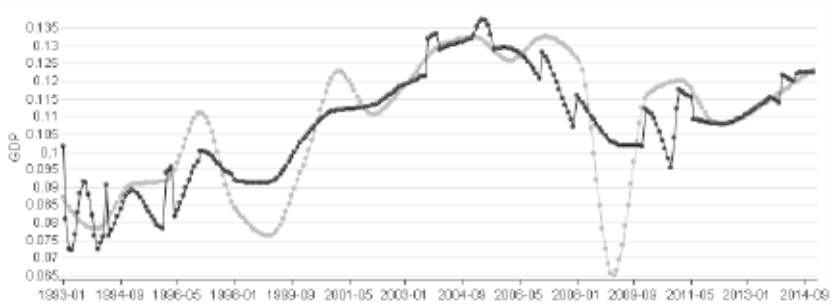

Рисунок 4.10 – Вплив інших факторів на внутрішній валовий продукт

$$\omega_4 = -4{,}21159 + (-1{,}166)x_5 + (-1{,}46266)x_3x_6 + 32{,}0622x_2x_5 + 4{,}33906x_5x_5 + (-2{,}5641)x_5^2$$
$$+ 8{,}032x_6 + (-3{,}22917)x_2x_6 + (-57{,}6008)x_3x_6 + (-0{,}388)x_6^2 + 1{,}95737x_1 + (-0{,}411)x_1x_2 +$$
$$+ (-13{,}4028)x_1x_5 + 0{,}002x_1^2 + 4{,}38538x_2 + (-41{,}48)x_2x_5 + (-0{,}292)x_2^2 + 41{,}0877x_5 + (-46{,}8129)x_5^2$$

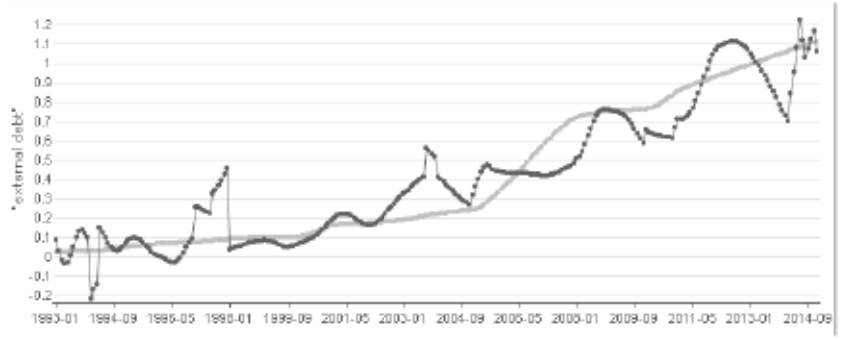

Рисунок 4.11 – Вплив інших факторів на зовнішній борг

$$\omega_5 = -0{,}82 + (-0{,}839)x_6 + (-0{,}25809)x_6x_7 + 9{,}71545x_3x_6 + (-0{,}6263)x_6^2 + (-2{,}19694)x_7 + 0{,}3905x_2x_7 +$$
$$+ 18{,}9517x_3x_7 + 0{,}2855x_3x_7 + (-4{,}9553)x_2x_5 + 0{,}1074x_2^2 + 11{,}36x_3 + 6{,}9551x_2x_4 +$$
$$+ (-0{,}292)x_2^2 + (-13{,}0396)x_3x_4 + (-25{,}7788)x_4^2 + 0{,}959x_4^2$$

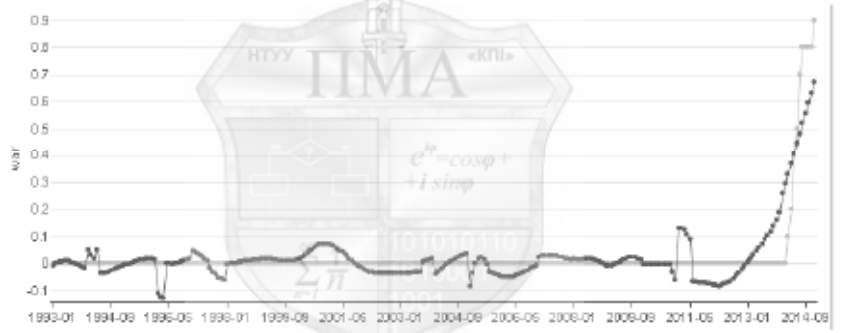

Рисунок 4.12 – Вплив інших факторів на війну на сході України

$$\omega_6 = 2{,}6944 + (-1{,}1806)x_7 + 0{,}2767x_2x_7 + 23{,}388x_3x_7 + (-0{,}4764)x_4x_7 + (-1{,}17636)x_7^2 +$$
$$+ 1{,}6829x_2x_3 + (-4{,}8678)x_2x_4 + (-17{,}5284)x_2x_5 + (-0{,}055)x_2^2 + (-50{,}3018)x_3 + 20{,}0974x_3x_5 +$$
$$+ 263{,}755x_3^2 + (-1{,}9285)x_4 + 2{,}89483x_4^2$$

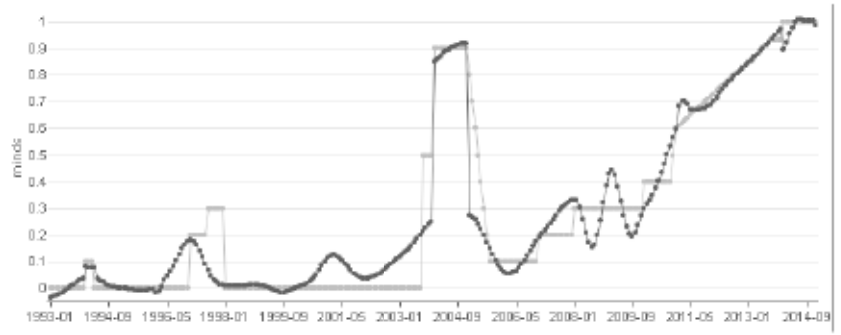

Рисунок 4.13 – Вплив інших факторів на настрої населення

$$\omega_7 = 0{,}5326 + 0{,}0503x_1 + 0{,}2954x_1x_3 + (-2{,}7452)x_1x_4 + 2{,}7702x_1x_6 + (-6{,}7477)x_3 + (-1{,}4098)x_3x_4 +$$
$$+ 27{,}9263x_3x_6 + 17{,}282x_3^2 + 2{,}333x_4 + (-17{,}3953)x_4x_5 + (-2{,}4088)x_4x_6 + 2{,}1237x_4^2 + 9{,}995x_5 + 9{,}9413x_5x_6 +$$
$$+ (-6{,}6607)x_6 + 1{,}7207x_6^2$$

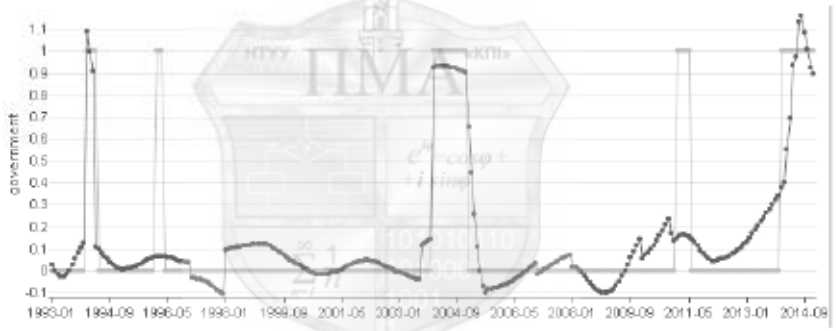

Рисунок 4.14 – Вплив інших факторів на зміни в уряді

4.1.2 Встановлення залежності параметрів моделі на основі МНК

На відміну від методу групового урахування елементів, дана модель буде показувати лише лінійну залежність одного фактору від іншого. Фактично, будується рівняння множинної регресії, яке вирішується на основі методу найменших квадратів [18-19]. Представимо залежність всіх факторів від іншого у вигляді такої моделі:

$$w_i^k = \sum_{i=1}^{n} a_i^k x_i^k + e_i^k$$

Тоді коефіцієнти даного рівняння будуть отримані, використовуючи наступне співвідношення:

$$F(a_1,a_2,a_3,...a_n) = \sum_{i=1}^{n} (w_i - f(x_i; a_1,a_2,a_3,...a_n))^2$$

Отримані коефіцієнти будуть показувати найбільш впливові фактори на фактор, що досліджується. Представимо отримані результати для кожного з факторів у вигляді функціональних залежностей:

а) Інфляція

$$w_1 = -17{,}2298 + 15{,}1138x_2 + 119{,}779x_3 + 3{,}252x_4 + 1{,}0611x_5 + 2{,}6165x_6 - 4{,}7039x_7$$

б) Відсоткова ставка

$$w_2 = 1{,}8183 + 0{,}0272x_1 - 12{,}5629x_3 - 0{,}42826x_4 + 0{,}131312x_5 - 0{,}07905x_6 + 0{,}257221x_7$$

в) Внутрішній валовий продукт

$$w_3 = 0{,}1158 + 0{,}000427x_1 - 0{,}02486x_2 - 0{,}00984x_4 + 0{,}00174x_5 + 0{,}01096x_6 + 0{,}00686x_7$$

г) Зовнішній борг

$$w_4 = 0{,}5175 + 0{,}00266x_1 - 0{,}1945x_2 - 2{,}25925x_3 + 0{,}4959x_5 + 0{,}8062x_6 - 0{,}2862x_7$$

д) Війна на сході України

$$w_5 = -0{,}0606 + 0{,}00023x_1 + 0{,}01602x_2 + 0{,}1077x_3 + 0{,}1332x_4 - 0{,}0427x_6 + 0{,}1637x_7$$

е) Настрої населення

$$w_6 = -0{,}2151 + 0{,}0016x_1 - 0{,}0273x_2 + 1{,}9113x_3 + 0{,}6124x_4 - 0{,}1209x_5 + 0{,}3997x_7$$

є) Зміна уряду в Україні

$$w_7 = -0{,}2241 - 0{,}0055x_1 + 0{,}1677x_2 + 2{,}2634x_3 - 0{,}4109x_4 + 0{,}8751x_5 + 0{,}7556x_6$$

На основі знайдених коефіцієнтів можна зробити висновки, що використання даної моделі не дає таких точних результатів як метод групового урахування аргументів, але він також показує, що найбільш впливовими факторами на курс валют в Україні є внутрішній валовий продукт, настрої населення та війна на сході України.

4.2 Прогнозування зміни відносного значення валютної пари на основі нечіткої логіки

Вхідними даними є економічні та випадкові фактори. Для кожного з факторів побудуємо функцію приналежності та визначимо діапазон значень.

При виборі функції належності враховувалась можливість представлення неточностей в обчисленнях відповідних факторів чи їхня невідповідність реальним даним. Тому Гаусовська та сігмоїдальна функція були вибрані у випадку, коли потрібно було реалізувати плавний перехід між можливими значеннями функції належності. Трапезоїдна та трикутна функції належності обирались, коли значення фактору має певний оптимальний спектр значень. Тобото ці функції дають можливісмть виключати некороктні вихідні значення для факторів.

Дані представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Опис вхідних змінних(нечітких множин)

Назва змінної	Опис фактору	Область значень	Функція приналежності
inflation	Інфляція	[90; 500 відсотків]	«Low» – сигмоїдальна функція – менше 100 (при значенні 95-100 буде належати до обох нечітких множин) «medium»- Гаусовська функція значення буде змінюватись від 95 до 120 «high» - сигмоїдальна функція – більше 110 (значення від 110 до 120 буде належати до 2 нечітких множин)
interest	Відсоткова ставка	[0; 3 пункт]	“negative” – сигмоїдальна функція – менше 0.25 “average” - Гаусовська функція - діапазон значень 0.15-0.3 “positive” – сигмоїдальна функція - більше 0.25

Продовження таблиці 4.1

Назва змінної	Опис фактору	Область значень	Функція приналежності
GDP	Внутрішній валовий продукт	[65,140 ріст у відсотках]	«decrease»- сигмоїдальна функція - Менше 90 «steady» - Гаусовська функція – 85-120 «increase» - сигмоїдальна функція - більше 110
external	Зовнішній борг	[0; 140 mln]	«decrease»- сигмоїдальна функція -Менше 50 «steady» - Гаусовська функція – діапазон значень - 40-100 «increase» - сигмоїдальна функція - більше 90
war	Війна	[0;1]	«decrease»- трикутна функція - менше 0,1 «steady» - 0,2<x<0,5 – Трапезоїдна функція; «increase» - 0,4<x<1 – трикутна функція

Продовження таблиці 4.1

Назва змінної	Опис фактору	Область значень	Функція приналежності
mind	Настрої	[0,1]	«negative»- трикутна функція - менше 0,1 «steady» - 0,2<x<0,5 – Трапезоїдна функція; «positive» - 0,4<x<1 – трикутна функція
Government	Уряд	[0,1]	«steady»- 0 - трикутна функція «unsteady» - 1 - трикутна функція
Currency	Валюта	[0(EURO); 1(USD)]	

Для кожної з вхідних змінних представимо функцію належності (рис. 4.15-4.21).

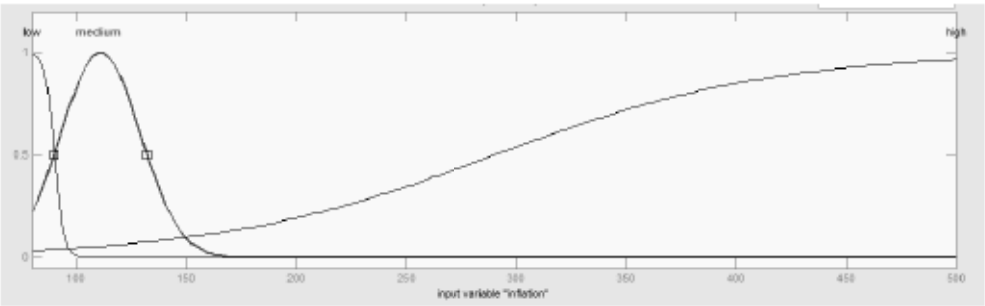

Рисунок 4.15 – Вхідна функція належності - інфляція

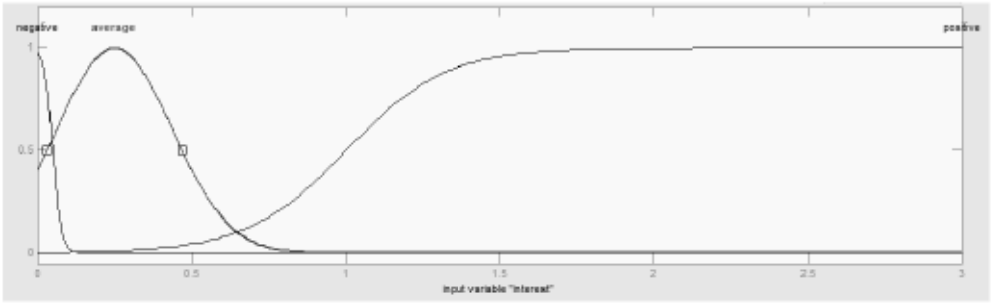

Рисунок 4.16 – Вхідна функція належності - відсоткова ставка

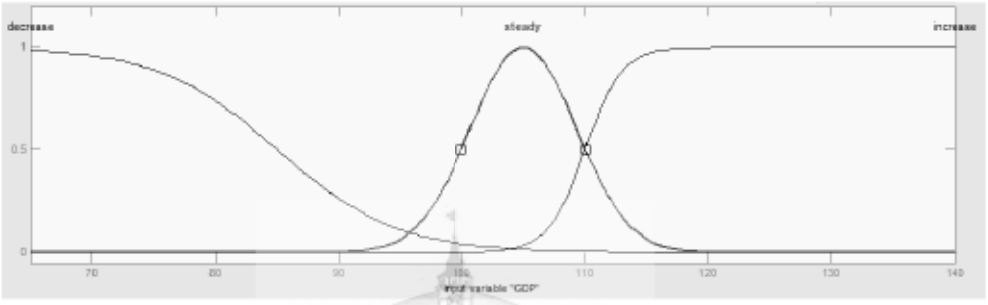

Рисунок 4.17 – Вхідна функція належності - ВВП

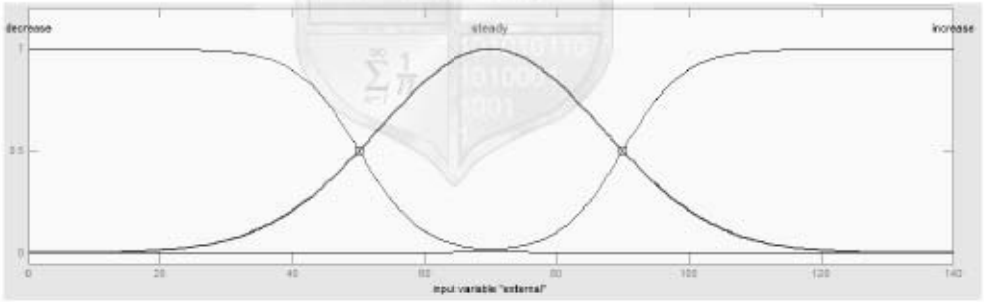

Рисунок 4.18 – Вхідна функція належності - зовнішній борг

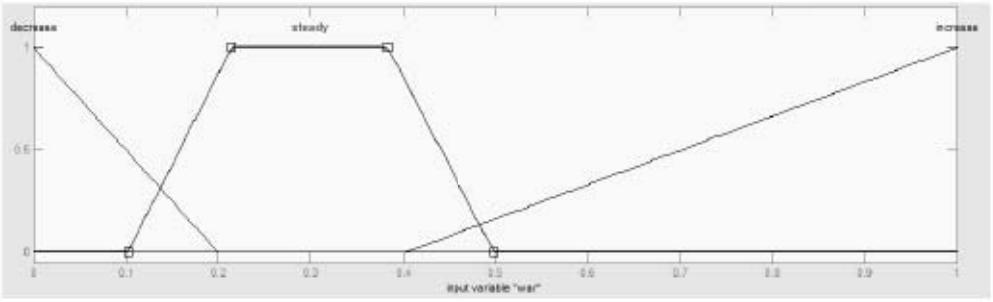

Рисунок 4.19 – Вхідна функція належності - війна на сході України

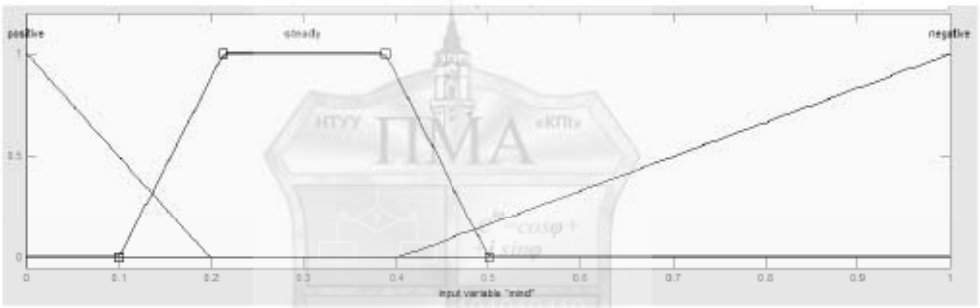

Рисунок 4.20 – Вхідна функція належності - настрої населення

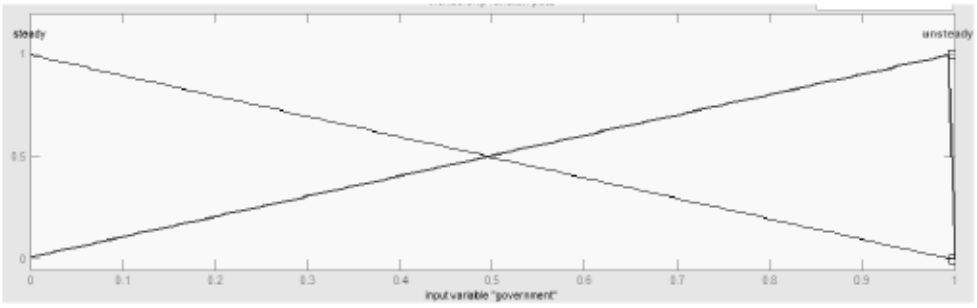

Рисунок 4.21 – Вхідна функція належності - зміна уряду

Вихідним значенням є зміна курсу валют по відношенню до поточного курсу, яка виражається у відсотках. Представимо опис вихідного значення:

Вихідне значення – exchange rate change.

Область визначення:

“steady_increase” – стабільне зростання зміни курсу - Гаусовська функція

“steady_decrease” – стабільне спадання - Гаусовська функція

“increase” – зростання - Гаусовська функція

“decrease” – спадання - Гаусовська функція

“uncontrolled_increase” – неконтрольоване зростання - Сигмоїдальна функція

“uncontrolled_decrease” – неконтрольоване спадання - Сигмоїдальна функція

Нижче представлена визначена функція належності для вихідної змінної (рисунок 4.22).

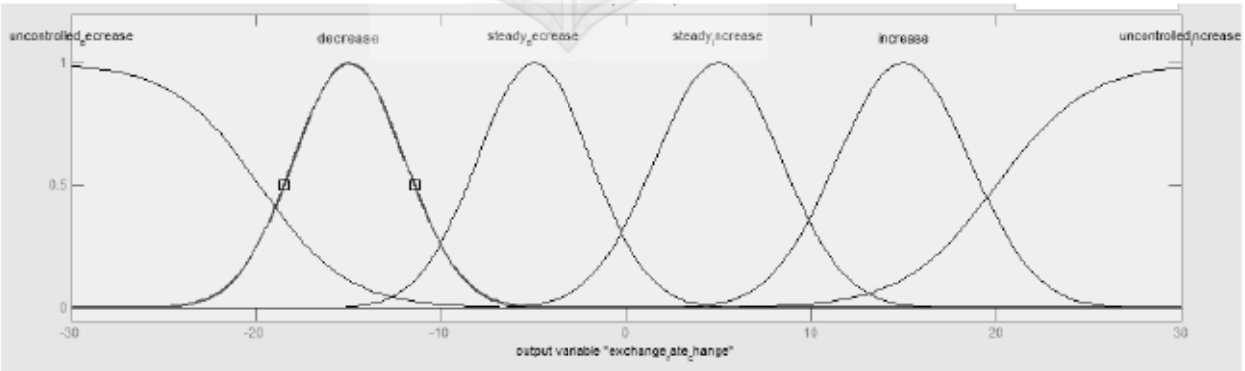

Рисунок 4.22 – Вихідна функція приналежності

Для того, щоб отримати значення вихідної змінної було побудовано правила. При побудові враховувались наступні правила:

а) при побудові правил має покриватись вся область визначень ви-

хідної функції належності;

б) для кожної вхідної змінної має бути як мінімум одне правило, яке її включає;

в) правила не повинні повторюватись або суперечити один одним, для того, щоб нечіткий вивід був вірним.

При побудові правил для визначення зміни курсу було враховано попередню динаміку курсу під впливом відповідних факторів. Також були побудовані правила, для областей, коли відсутній один або декілька факторів та правила для найбільш впливових факторів, що були визначені у попередньому розділі. Правила були побудовані за принципом:

IF (factor1="value") AND (factor2="value") AND (factor3="value") AND...(factorN="value") THEN (exchange rate change="value")

Представимо отримані правила:

If (Inflation is low) AND (Interest is negative) AND (GDP is increase) AND (External is decrease) AND (war is decrease) AND (mind is negative) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is decrease)

If (Inflation is medium) AND (Interest is positive) AND (GDP is increase) AND (External is increase) AND (war is decrease) AND (mind is negative) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is increase)

If (Inflation is high) AND (Interest is positive) AND (GDP is increase) AND (External is increase) AND (war is decrease) AND (mind is negative) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is steady decrease)

If (Inflation is low) AND (Interest is average) AND (GDP is increase) AND (External is increase) AND (war is decrease) AND (mind is negative) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is steady decrease)

If (Inflation is medium) AND (Interest is average) AND (GDP is steady) AND (External is increase) AND (war is increase) AND (mind is negative)

AND (government is unsteady) THEN (exchange rate change is uncontrolled decrease)

If (Inflation is medium) AND (Interest is average) AND (GDP is decrease) AND (External is decrease) AND (war is decrease) AND (mind is positive) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is steady decrease)

If (Inflation is medium) AND (Interest is average) AND (GDP is decrease) AND (External is decrease) AND (war is decrease) AND (mind is steady) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is steady increase)

If (Inflation is medium) AND (Interest is average) AND (GDP is increase) AND (External is decrease) AND (war is decrease) AND (mind is negative) AND (government is unsteady) THEN (exchange rate change is steady increase)

If (Inflation is high) AND (Interest is positive) THEN (exchange rate change is uncontrolled decrease)

If (Inflation is medium) AND (Interest is average) AND (GDP is steady) AND (External is steady) AND (war is increase) AND (mind is negative) AND (government is unsteady) THEN (exchange rate change is decrease)

If (Inflation is high) AND (Interest is positive) AND (GDP is decrease) AND (External is decrease) AND (war is decrease) AND (mind is positive) AND (government is steady) THEN (exchange rate change is steady decrease)

If (Interest is positive) AND (GDP is decrease) AND (war is increase) THEN (exchange rate change is decrease)

Отримані результати для валютної пари гривня/долар представлені на рисунку 4.23. Для отримання цих результатів використовувались вхідні дані, які описані у попередньому розділі.

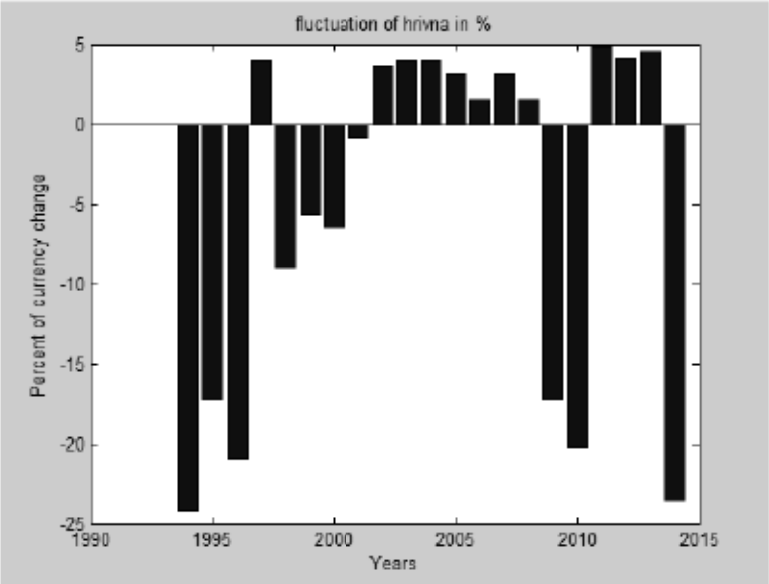

Рисунок 4.23 – Коливання курсу гривні відносно долара

4.3 Висновки

В даному розділі було побудовано основні математичні моделі, що потрібні для реалізації системи прогнозування курсу валют. Для дослідження взаємозалежності між факторами було використано два методи: МГУА та МНК. Більш точні результати дає метод групового урахування аргументів так як він показує нелінійні залежності між факторами. Наступним етапом було прогнозування коливань курсу, що було реалізовано на основі нечіткої логіки, так як немає точних даних для значення кожного фактору у потрібний період часу. На основі отриманих коливань курсу від введених факторів можна побудувати прогноз курсу валют для певної валютної пари.

5 СТРУКТУРА І ОПИС ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

5.1 Загальна структура

Представимо загальну структуру та опис програмного забезпечення, а також взаємодію зовнішнього середовища з математичним функціоналом системи у вигляді діаграми потоків даних.

а) Границі проекту

Метою даної інформаційної системи буде прогнозування курсу валют у відповідний період часу в Україні. Вибір прогнозованої валюти буде здійснюватись користувачем системи.

Існуючі рішення

На даний час в Україні немає аналогів системи, яка б точно прогнозувала курс валют і мала даний функціонал. Але все ж вона буде пов'язана з уже існуючими системами, такими, для яких потрібний прогноз курсу валют, тому формат даних існуючих систем має підтримуватись.

Час життя проекту

Проект повинен існувати доти, доки існує середовище, в якому він потрібний, постійно розширюючись та оновлюючись.

Час на розробку, вартість, витрати, прибуток

При розробці цієї системи повинен бути знайдений компроміс між ціною та якістю проекту, в залежності від потрібного функціоналу. Дана інформаційна система буде виконувати наступні функції:

1) Вибір валюти для якої робимо прогноз.

2) Видача прогнозу для заданої валютної пари та рекомендацій щодо обміну грошей в даний період чи ні.

б) Бізнес потреби

Дана система відноситься до системи прогнозування та аналізу курсу валют. Вона повинна давати найбільш точний прогноз, бути застосовною для систем оцінювання товарів, бути масштабованою та розширюваною. Система повинна мінімізувати втрати на падінні та рості курсу валют. Дане програмне забезпечення має бути розраховане під операційну систему Windows. До даної системи має бути додана інструкція для співробітників, які будуть її використовувати. Система буде використовуватися фінансовими аналітиками. Функціональність програмного продукту передбачає наявність наступних функцій:

1) Аутентифікація користувача.
2) Введення користувачем валютної пари.
3) Оновлення факторів адміністратором бази даних.
4) Збереження отриманого прогнозу для користувача.
5) Видача рекомендацій щодо обміну даної валюти.

в) Безпека

Потреба в безпеці

Система повинна бути захищена від різних вірусних програм, тобто постійне сканування збережених в системі даних, встановлення антивірусних програм.

Розподіл ролей та груп учасників та клієнтів проекту

Поділ учасників проекту на тих, хто його супроводжує (адміністратори) та користувачів системи, які можуть тільки вводити валюту та бачити кінцевий результат, але не мають доступу до всіх даних в базі системи.

Фізичний захист проекту

При аварійних ситуаціях дані, з якими в даний момент працює користувач, мають автоматично зберігатись.

г) Продуктивність

Продуктивність включає в себе наступні пункти:

1) Число операцій за одиницю часу. На основі вхідних даних має проводитись не менше 10 транзакцій користувачів за хвилину.

2) Час відгуку системи. Система повинна видавати прогноз по введеним даним за 1 секунду для конкретного користувача.

3) Пропускна спроможність. За годину система повинна видавати не менше 1000 запрошуваних прогнозів (якщо стільки потрібно).

д) Супроводження (підтримка)

Підтримувати дану систему має адміністратор, до якого будуть находити всі скарги на певні дефекти чи збої програми від користувачів. А адміністратор вже буде надавати необхідні дані для зміни чи вдосконалення програми розробникам.

е) Розширюваність

Систему прогнозування курсу валют можна розширити впроваджуючи її не тільки для України, а й для інших країн, а також створити певні залежності між змінами різних валют. Система може бути розширена додаванням менш популярних валют та аналізом її впливу на ціну товару, на ціну перевозок між країнами з різними валютами.

є) Доступність

1) Час роботи проекту. Система прогнозування курсу буде доступною тільки по запиту на її використання.

2) Географія проекту. Так як система може використовуватись не в одному часовому поясі, доступність до її бази даних має бути цілодобовою.

3) Наслідки збоїв. Потрібно передбачити наслідки недоступності бази даних, тобто коли програма буде простоювати через недосту-

пність необхідних даних. Також врахувати час, коли система буде простоювати через можливе резервне копіювання чи обновлення бази факторів та прогнозів, які впливають на курс.

ж) Людський фактор Людський фактор включає в себе наступні підпункти:

1) Керівництво користувача. Система буде розрахована на користувача, який розуміє основні принципи робити з конвертацією валюти.

2) Локалізація. Програма буде реалізована на англійській мові.

3) Навчання працівників, що працюють з системою. Для звичайних користувачів буде розроблена справка, а адміністратора потрібно буде навчити як супроводжувати систему.

з) Інтеграція з існуючим оточенням

Підсистема повинна мати інтерфейси інтеграції з проектами, що створюються в рамках вивчення дисципліни «Бази даних та інформаційні системи», студентами потоку КМ.

1) Взаємноконвертовний формат даних. Всі дані, які не відповідають встановленому формату будуть просити користувача ввести правильний формат.

2) Підтримка наслідування. Всі дані, які потрібні для підрахунків та вже існують будуть зберігатись в окремих таблицях бази даних.

и) Методології

Розробка системи буде здійснюватися по стандартній методології функціонального проектування: DFD, IDEF3, ERD згідно відповідних стандартів.

Проектування буде виконуватись в програмних засобах ERWin та Power Designer. Для роботи зі спроектованою базою буде використовуватись мова запитів SQL.

Користувач буде взаємодіяти з програмою, використовуючи графічний інтерфейс.

і) Масштабовність

Потрібно передбачити можливість того, що база даних буде збільшуватись, тобто виділити під неї достатній об'єм пам'яті. Також в подальшому система буде використовуватись більшою кількістю користувачів.

Діаграма потоків даних головного процесу в системі «Прогнозування курсу валют в Україні» представлена на рис. 5.1 (DFD, рівень 1). Діаграма демонструє зв'язок замовника, якому потрібен прогноз курсу певної валюти з процесом прогнозування та вибору, коли здійснювати купівлю чи продаж валюти.

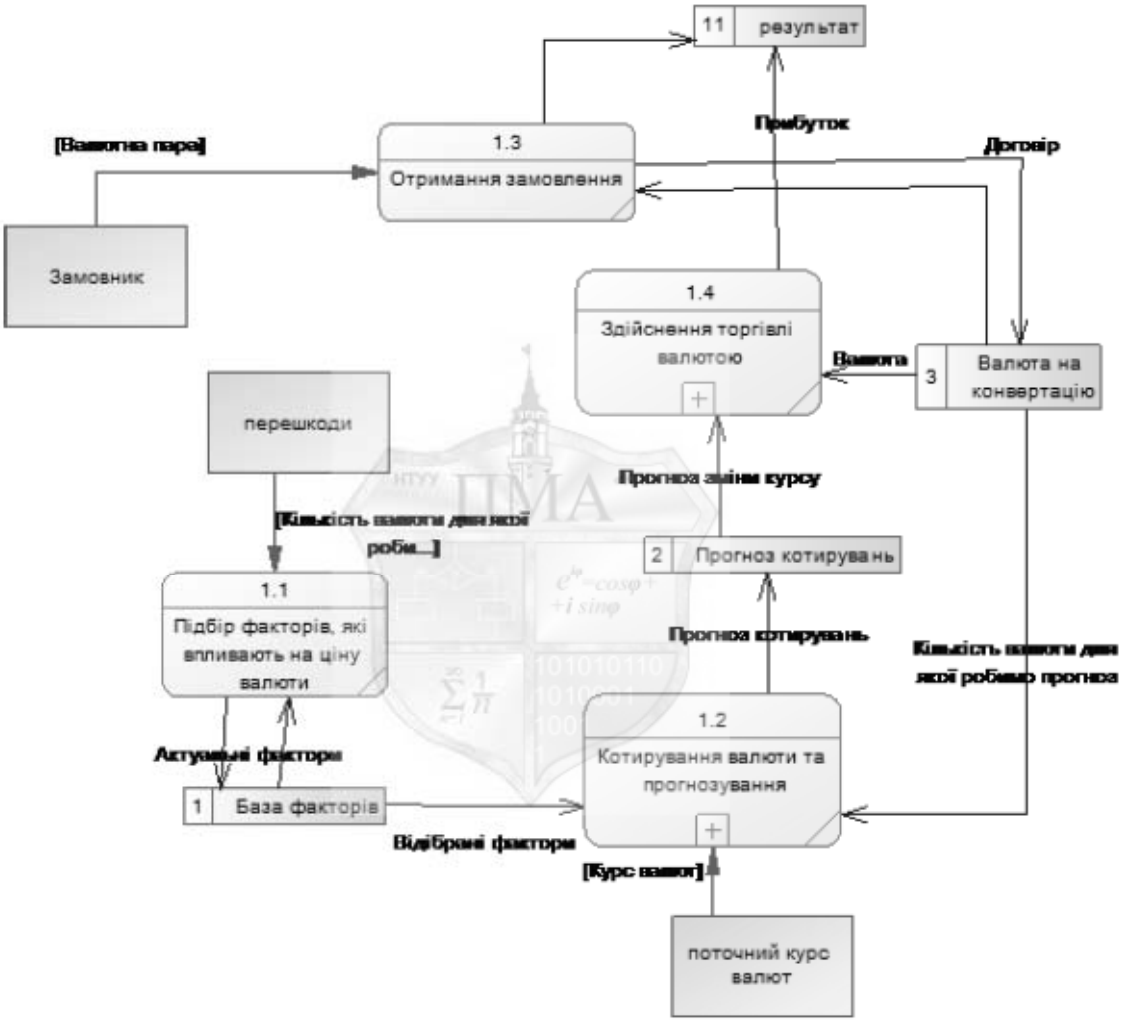

Рисунок 5.1 – DFD, рівень 1

5.2 Архітектура

5.2.1 Концептульне моделювання

В даному розділі розглянемо основні сутності системи, їх опис, атрибути та первичні ключі кожної сутності.

а) Користувач (user_cust)

1) Опис: Дані про користувача.

2) Доступ: Надає дані для процесу «Отримання замовлення» .

3) Ключові атрибути: number_of_card.

4) Структура (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Структура сутності Користувач

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
gv_username	gv_username	Text	ПІП користувача системи
number_of_card	number_of_card	Integer	Номер кредитної картки

б) Замовлення користувача(order_user)

1) Опис: кількість валюти, яку користувач хоче конвертувати.

2) Доступ:Валюта на конвертацію впливає на процес «Визначення прийнятного діапазону коливань курсу» та на процес «Побудова прогнозу».

3) Ключові атрибути: gv_count_basic_currency .

4) Структура (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 – Структура сутності Замовлення користувача

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
gv_count_basic_currency	gv_count_basic_currency	float	Кількість валюти, яку надає користувач
gv_profit_o	gv_profit_o	Float	Цільовий прибуток (те, що отримає користувач)

НТУУ «КПІ» ПМА

в) Валюта (currency)

1) Опис: Валютна пара, яка аналізується.

2) Доступ: Надає доступ процесу «Побудова прогнозу».

3) Ключові атрибути: currency_type.

4) Структура (табл. 5.3).

Таблиця 5.3 – Структура сутності Валюта

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
currency_type	currency_type	char(100)	тип валюти

г) Валютна пара (currency_pair)

1) Опис: Попередні встановлення курсу в певні моменти (проміжки) часу.

2) Доступ: Надає дані для процесу «Аналіз коливань курсу» .

3) Ключові атрибути: gv_rate_currency.

4) Структура (табл. 5.4).

Таблиця 5.4 – Структура сутності Валютна пара

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
date_of_fixing_currency	date_of_fixing_currency	Data Time	дата встановлення курсу визначеної валютної пари
gv_rate_currency	gv_rate_currency	Integer	курс валютної пари, яка потрібна для прогнозу

НТУУ «КПІ» ПМА

д) Результат замовлення(result_order)

1) Опис: Коефіцієнти (відсотки), за якими перераховується курс валют.

2) Доступ: Впливає на процес «Побудова прогнозу » та на процес «Здійснення торгівлі та отримання прибутку».

3) Ключові атрибути: gc_date_result та gv_percent_of_convertation.

4) Структура (табл. 5.5).

Таблиця 5.5 – Структура сутності Результат замовлення

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
gc_date_result	gc_date_result	Date	дата отриманого прогнозу
gv_percent_ of_convertation	gv_percent_ of_convertation	Float	відсоток на конвертацію

е) База факторів(database_of_obstacles)

1) Опис: Всі фактори, які можуть впливати на коливання курсу валют.

2) Доступ: До даної сутності має доступ процес «Отримання історії встановлення курсу» та процес «Підбір факторів, які впливають на ціну валюти».

3) Ключові атрибути: gv_factor_io та gv_type_factor.

4) Структура (табл. 5.6).

Таблиця 5.6 – Структура сутності База факторів

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
gv_factor_io	gv_factor_io	char(100)	назва фактору, який впливає на курс
gv_type_factor	gv_type_factor	char(100)	вид фактору

є) Прогноз котирувань(forecast_of_quotations)

1) Опис: Певні встановлення курсу в певні моменти часу.

2) Доступ: 1.2 Прогноз котирувань потрібний для процесу «Використання ситуаційних коливань».

3) Ключові атрибути: gc_create_date та currency_on_date.

4) Структура (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Структура сутності Прогноз котирувань

Назва атрибуту	Код атрибуту	Тип атрибуту	Опис атрибуту
gc_create_date	gc_create_date	Date Time	дата створення прогнозу котирувань
gv_higher_speed	gv_higher_speed	Float	швидкість росту курсу
gv_low_speed	gv_low_speed	Float	швидкість зниження курсу
currency_on_date	currency_on_date	Float	актуальний курс

Зв’язки між сутностями представлено на рис. 5.2 у вигляді консептуальної моделі даних.

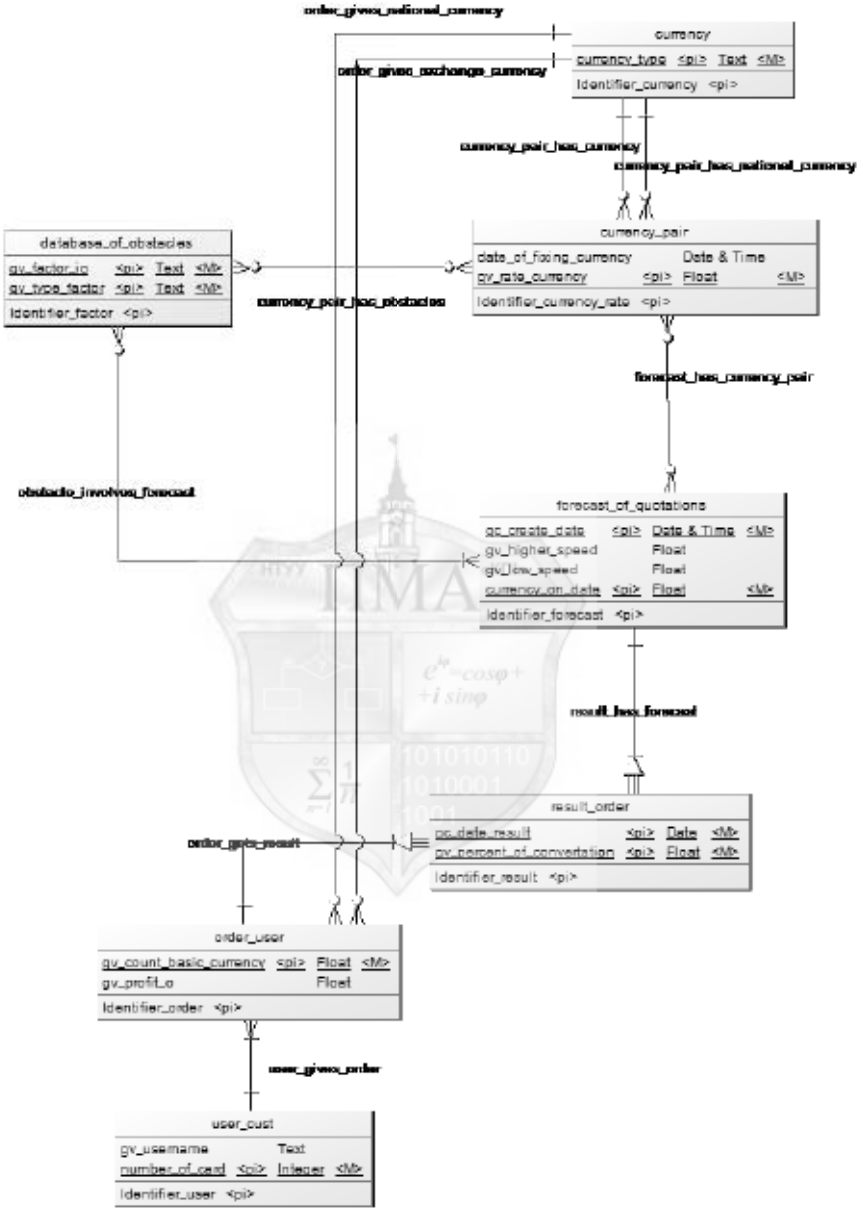

Рисунок 5.2 – Концептуальна модель даних (ERD)

5.2.2 Структурне моделювання

Розглянемо життєві цикли об’єктів дані про користувача, вхідні дані користувача, базу факторів та історія попередніх коливань курсу.

Життєвий цикл Дані про користувача зображено на рис.5.3.

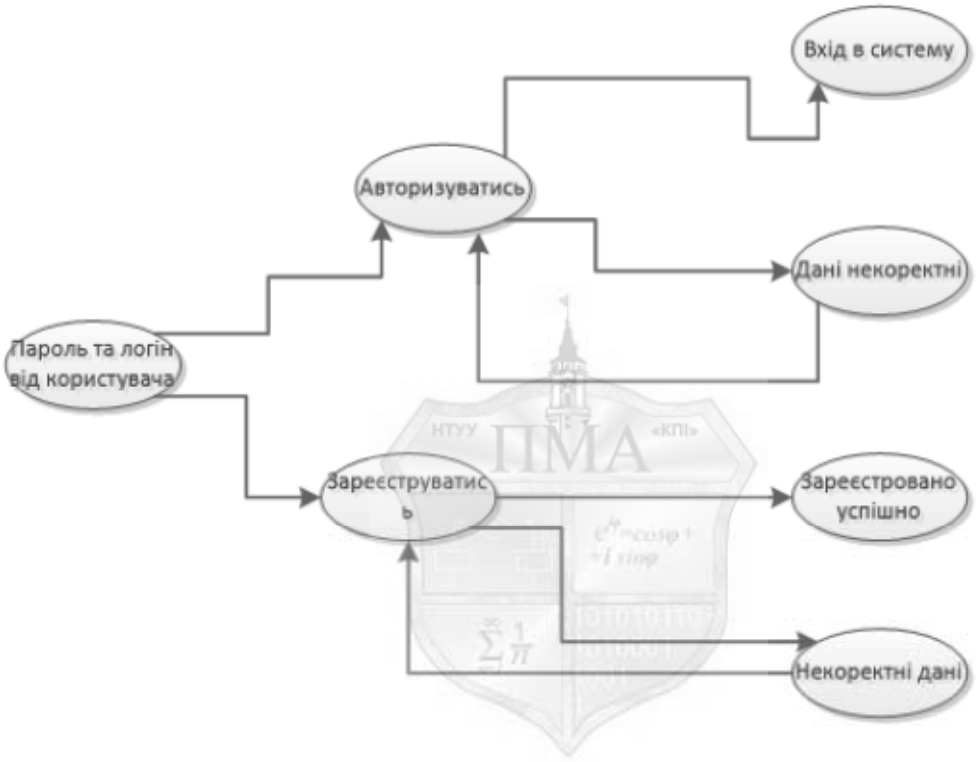

Рисунок 5.3 – Життєвий цикл даних про користувача

Життєвий цикл Вхідні дані користувача зображено на рис.5.4.

Життєвий цикл База факторів зображено на рис. 5.5.

Життєвий цикл Історія попередніх коливань курсу зображено на рис. 5.6.

Діаграма послідовності виконання процесів у системі «Прогнозування курсу валют в Україні» зображена на рис. 5.7.

Рисунок 5.4 – Життєвий цикл вхідних даних

Рисунок 5.5 – Життєвий цикл бази факторів

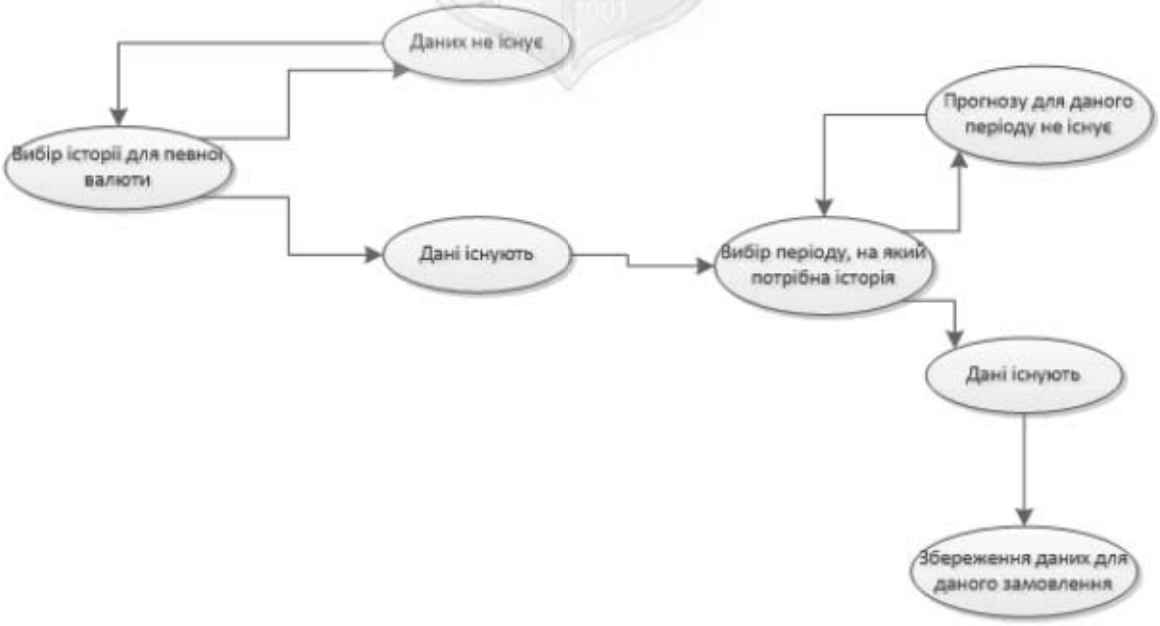

Рисунок 5.6 – Життєвий цикл історії попередніх коливань курсу

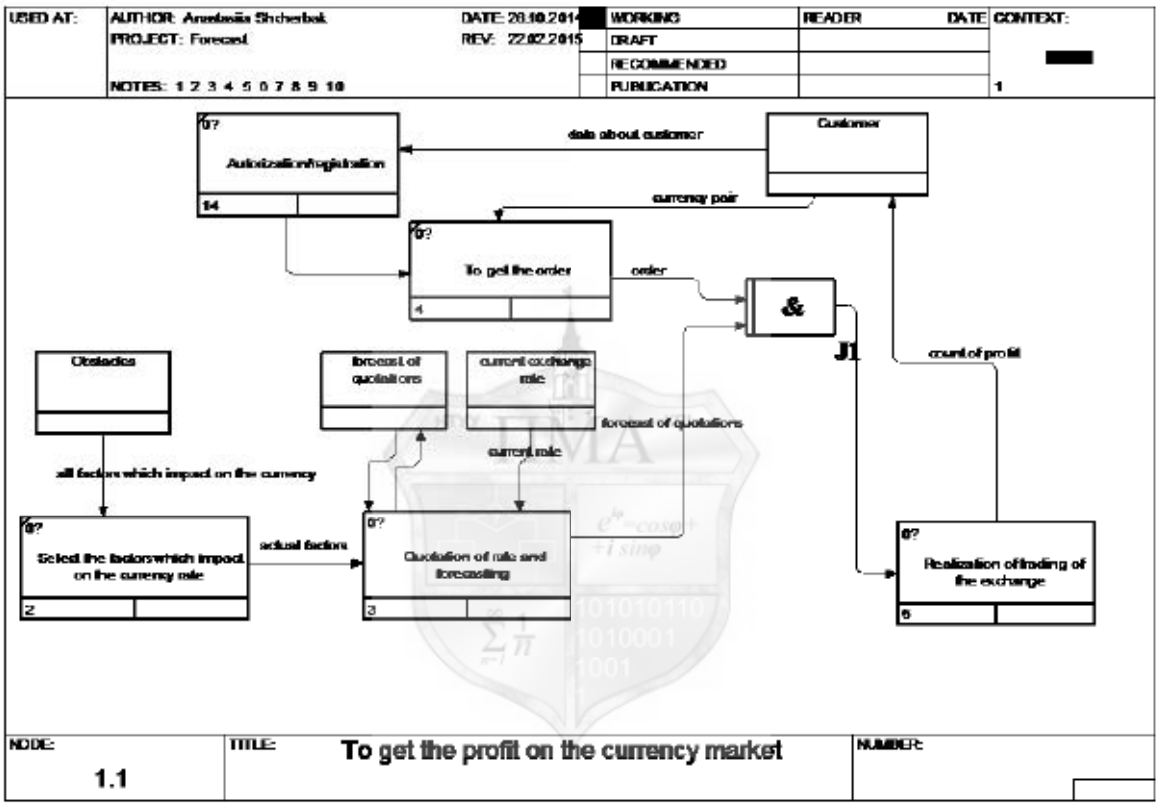

Рисунок 5.7 – Діаграма послідовності виконання процесів у системі (IDEF3) першого рівня

5.3 База даних

У реляційній моделі база даних являє собою централізоване сховище таблиць, що забезпечує безпечний одночасний доступ до інформації з боку багатьох користувачів. У рядках таблиць частина полів містить дані, стосовні безпосередньо до запису, а частина - посилання на записі інших таблиць. Таким чином, зв'язки між записами є невід'ємною властивістю реляційної моделі.

У реляційній моделі досягається інформаційна й структурна незалежність. Записи не зв'язані між собою настільки, щоб зміна однієї з них торкнулося інших, а зміна структури бази даних не обов'язково приводить до перекомпіляції працюючих з нею додатків.У реляційних СКБД застосовується мова SQL, що дозволяє формулювати довільні, нерегламентовані запити.

Об'єктно-реляційні СКБД поєднують у собі риси реляційної й об'єктної моделей. Їхнє виникнення породжене тим, що реляційні бази даних добре працюють із убудованими типами даних і набагато гірше - з користувальницькими, нестандартними. Коли з'являється новий важливий тип даних, доводиться або включати його підтримку в СКБД, або змушувати програміста самостійно управляти даними в додатку.

Об'єктно-орієнтована база даних (ООБД) дозволяє програмістам, які працюють із мовами третього покоління, інтерпретувати всі свої інформаційні сутності як об'єкти, що зберігаються в оперативній пам'яті. Додатковий інтерфейсний рівень абстракції забезпечує перехоплення запитів, що звертаються до тих частин бази даних, які перебувають у постійному сховищі на диску. Зміни, внесені в об'єкти, оптимальним образом

переносяться з пам'яті на диск.

Перевагою об'єктно-орієнтованих баз даних є спрощений код. Додатки одержують можливість інтерпретувати дані в контексті тієї мови програмування, на якому вони написані. Дані в об'єктно-орієнтованих базах даних здатні прийняти вид будь-якої структури, яку можна виразити використовуваною мовою програмування. Відносини між сутностями також можуть бути довільно складними.

Об'єктно-орієнтовані СКБД виконують багато додаткових функцій. В об'єктній моделі даних підтримуються нерегламентовані запити, але мовою їхнього складання не обов'язково є SQL. Логічне подання даних може не відповідати реляційній моделі, тому застосування мови SQL стане безглуздим.

Великим недоліком об'єктно-орієнтованих баз даних є їхні тісні зв'язки із застосовуваною мовою програмування. До даних, що зберігаються в реляційній СКБД, можуть звертатися будь-які додатки, тоді як, приміром, Java-об'єкт, поміщений в об'єктно-орієнтовану базу даних, буде становити інтерес лише для додатків, написаних на Java.

Було реалізовано реляційну базу даних так як вона являється не має тісних зв'язків з застосованою до аплікації мовою програмування, підтримує стандартну мову запитів, для реалізації звернень та роботи з базою даних, а також являється інтегровною в інші середовища програмування, так як дана система вимагає працювання з базою даних не тільки з одного середовища програмування.

5.3.1 Інфологічне та фізичне моделювання

Логічна модель даних, що зображена на рис. 5.8,була згенерована з консептуальної моделі. На логічній моделі зникають зв'язки багато до багатьох і з'являються нові сутності: currency_pair_has_obstacles, forecast_has_currency_pair та obstacle_involves_forecast, первинними ключами(PK) яких являються ключі сутностей forecast_of_quotations, database_of_obstacles, currency_pair.

Також на логічній моделі з'являються зовнішні ключі(FK), тобто відбувається міграція ключових атрибутів сутностей у сутності, выд яких залежить відповідна сутність. Таким чином, створюємо зв'язки між таблицями. На логічній моделі додаємо домени (domain), тобто множину значень, яку може набувати певний атрибут. Доменами стають наступні атрибути: currency_type з сутності currency та gv_type_factor з сутності database_of_obstacles

Фізична модель даних, зображена на рис. 5.9. Вона згенерована для ORACLE 10g та показує зв'язки між сутностями. За даною моделлю генерується база даних, яка представлена у додатку Б. Також для даної моделі будуються відповідні тригери та процедури, які представленні у додатку В, для організації та підтримки цілісності інформації.

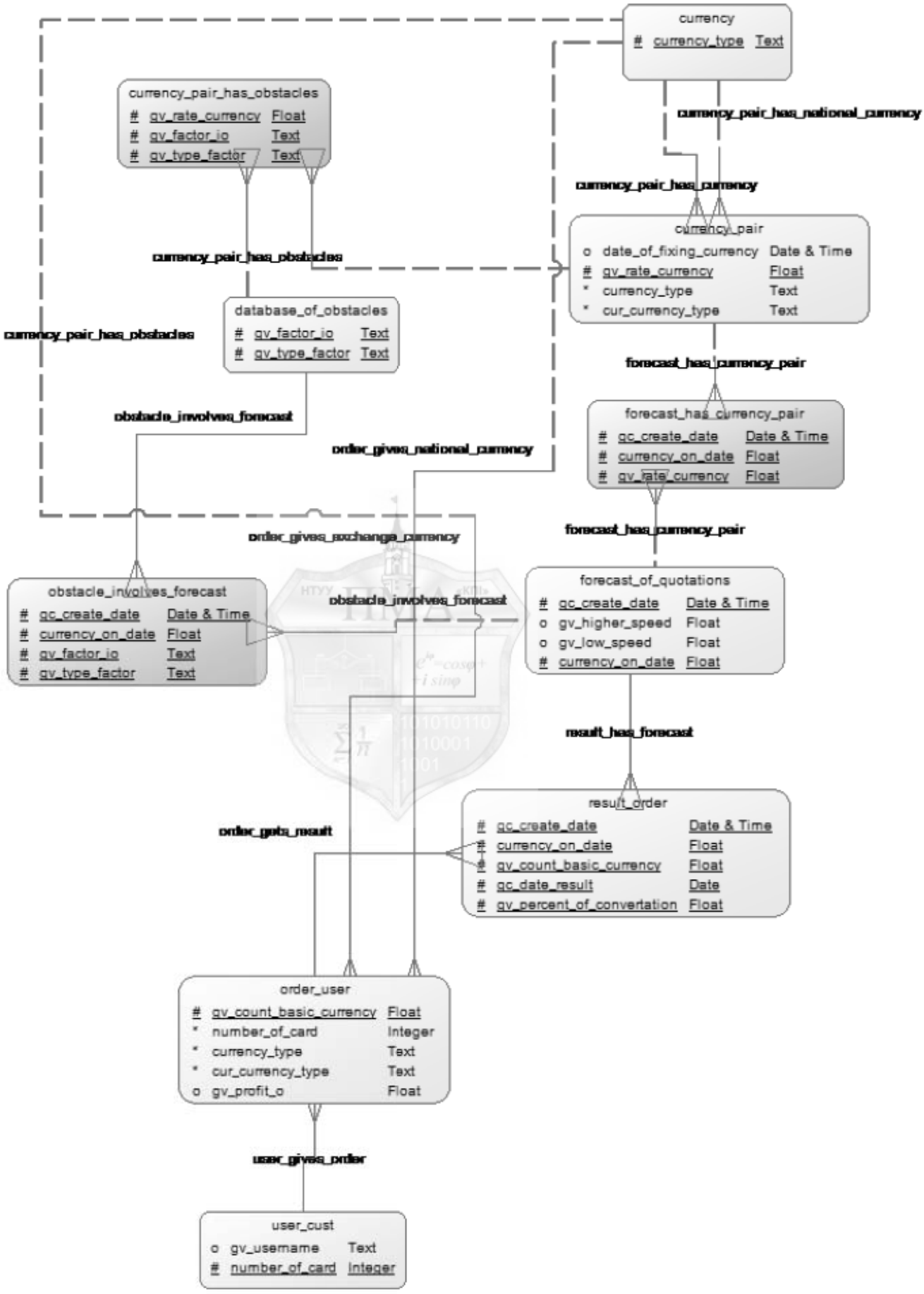

Рисунок 5.8 – Логічна модель даних

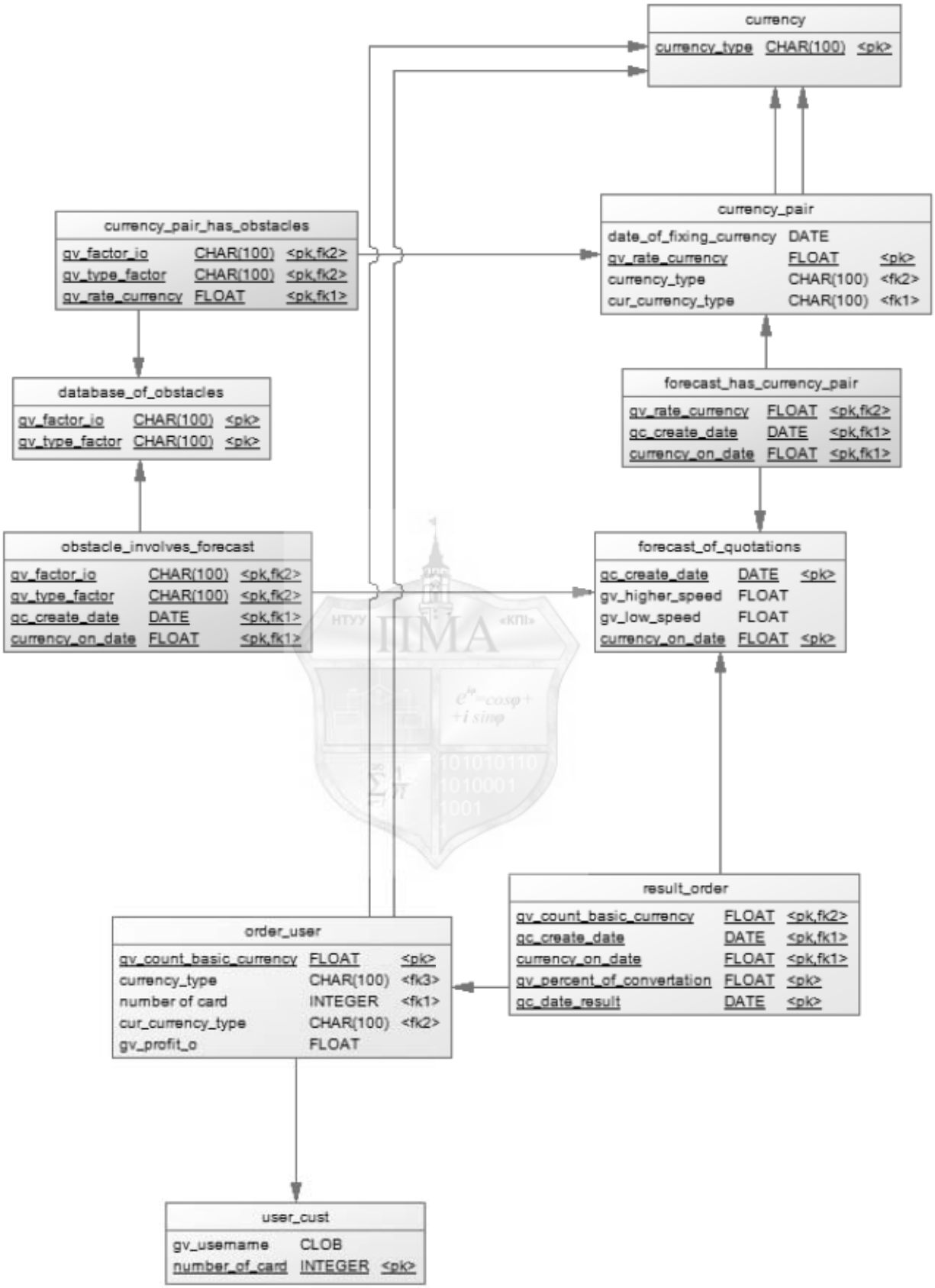

Рисунок 5.9 – Фізична модель даних

5.4 Клієнтська частина

5.4.1 Опис ролей користувачів

Користувачі системи поділяються на 2 основні категорії:

а) Користувач системи. Користувач може увійти в систему, якщо він зареєстрований або зареєструватись. Користувач має право вибирати валютну пару та кількість грошей, які хоче конвертувати, а також дату, на яку хоче зробити прогноз. Та на виході користувач системи отримує результат про курсу валют, прибуток та графік зміни курсувибраної валютної пари. Безпосереднього права змінювати дані в таблицях бази він немає.

б) Адміністатор системи. Має всі права, які надаються користувачу. Також адміністратор може додавати, видаляти та оновлювати дані у всіх таблицях бази даних, включаючи дані про користувача та його замовлення.

5.4.2 Опис функцій

а) UserLoginAutorization() - функція перевірки наявності колристувача в базі даних. Повертає значення вірно, якщо користувач зареєстрований в системі.

б) forecastClick(object sender, EventArgs e) - процедура, яка вибирає з бази поточний курс валют, будує графіки курсу для вибраної валютної пари. Видає рекомендації щодо прибутку та курс прогнозу.

в) bttn_forecast_Click(object sender, EventArgs e) - процедура, яка дає переглянути етапи побудови курсу.

г) bttn_grafic_Click(object sender, EventArgs e) - процедура, яка підключає середовище MATLAB та дає можливість переглянути графік зміни курсу валют для долара та євро відносно гривні.

д) button1_Click(object sender, EventArgs e) - процедура, яка підключає функцію з середовища MATLAB та дає можливість на основі системи нечіткої логіки, побудованої в MATLAB побудувати коливання курсу.

5.4.3 Опрацьовувачі помилок введення даних користувачем

а) Назва опрацьовувача: KeyDown;

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: txtBx_login_KeyDown, txtBx_login_registr_KeyDown, txtbx_email_KeyDown, txtBx_password_registr_KeyDown.

Підпроцес: перехід за допомогою клавіші Down в інше поле вводу інформації.

Події, на які реагує: При натисканні клавіші Down курсор переходить в наступне текстове поле для вводу даних. Клавіша Down спрацьовує для таких текстових полів: txtBx_password, txtbx_email, txtBx_password_registr, txtBx_confirm_password.

б) Назва опрацьовувача:txtbx_email_Validating;

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: txtbx_email.

Підпроцес: обробка правильності вводу електронної почти.

Події, на які реагує: при введені некоректної електронної почти при реєстрації, видається повідомлення про некоректність вводу. У повідомленні надається інформація про шляхи вирішення даної помилки вводу.

в) Назва опрацьовувача: Validating;

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: txtBx_login_registr, txtBx_login, txtBx_password.

Підпроцес:обробка коректності вхідних даних за заданою маскою ([; : _-]5,18).

Події, на які реагує: При некоректності вводу логіну, паролю чи логіну при регістації.

г) Назва опрацьовувача: bttn_confirm_registration_Click;

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: bttn_confirm_registration.

Підпроцес: обробка помилки при реєстрації користувача.

Події, на які реагує: При натисканні на клавішу Confirm registration після вводу користувачем всіх полів реєстрації.

Опрацьовувач перевіряє інформацію, що введена у поля реєстрації на її коректність та перевіряє чи є обов'язкові поля заповнені. Якщо певні дані введені не вірно, то користувачу видається повідомлення, де пишеться про причини даної помилки та шляхи її вирішення. Якщо дані коректні, то видається повідомлення про успішну реєстрацію, представлене

Для полегшення взаємодії користувача з інформаційною системою, йому надаються підсказки, які користувач може бачити при наведенні на поля, які потрібно ввести.

д) Назва опрацьовувача: txtBx_money_Validating.

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: txtBx_money.

Підпроцес: обробка помилки на коректність вводу суми грошей.

Події, на які реагує: при натисканні на клавішу Forecast перевіряє правильність вводу користувачем даних.

Опрацьовувач перевіряє коректність вводу числових даних та невід'ємність введеного числа. При некоректному введені користувачу буде виве-

дено повідомлення з поясненням причин некоректності вводу.

е) Назва опрацьовувача: Forecast_Click.

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: cmbBx_national_currency, cmbBx_exchange_currency, cmbBx_typemoney, txtBx_money.

Підпроцес: перевірка вводу всіх полів для виконання прогнозу курсу валют.

Події, на які реагує: При натисканні на клавішу Forecast робиться перевірка введених користувачем значень.

Опрацьовувач перевіряє чи заповнені всі поля та чи являються вони коректними. В разі коректності всіх даних будується прогноз, в іншому випадку користувачц видається повідомлення про причини некоректного вводу.

є) Назва опрацьовувача: cmbBx_SelectedIndexChanged.

Елементи інтерфейсу до яких застосовується даний опрацьовувач: cmbBx_national_currency, cmbBx_exchange_currency, cmbBx_typemoney.

Підпроцес: обробка неможливості вибору елементів не з списку.

Події, на які реагує:вибір елементів з заданого списку.

Опрацьовувач обмежує ввід користувачем некоректної валюти, надаючи йому можливість обирати з наявного списку.

5.5 Серверна частина

При реалізації взаємодії клієнтської частини з серверною було реалізовано наступні процедури та представлення:

1) Представлення, яке виводить необхідні дані для зміни, пере-

гляду та додавання даних про курс валют, його ціну та дату, яка встановлена для цієї ціни.

```
CREATE OR REPLACE FORCE VIEW "ANASTASIIA_SHCHERBAK".
"ADMIN_NASTYA" ("GV_FACTOR_IO",
"GC_CREATE_DATE", "CURRENCY_ON_DATE",
"CURRENCY_TYPE", "CUR_CURRENCY_TYPE")
```

2) Процедура для створення нового користувача системи. Вхідними параметрами процедури є логін, пароль та електронна адреса користувача.

```
INSERTUSER(username in varchar2, userlogin in varchar2, useremail in varchar2);
```

Результатом виконання процедури буде створення нового користувача та регістрація його в базі даних.

3) Запит для перевірки наявності користувача з відповідним логіном та паролем в базі.

```
Select login,password from USER_ROLE where login = " " and password = "
" ;
```

Запит повертає логін та пароль користувача у випадку, коли такий користувач знайдений.

4) Загруження даних в таблицю на сторінці адміністратора для перегляду

```
SELECT database_of_obstacles.gv_factor_io,
forecast_of_quotations.gc_create_date,
forecast_of_quotations.currency_on_date,
currency_type,cur_currency_type from forecast_of_quotations
join obstacle_involves_forecast
on forecast_of_quotations.gc_create_date=
obstacle_involves_forecast.gc_create_date join database_of_obstacles
```

on database_of_obstacles.gv_factor_io= obstacle_involves_forecast.gv _factor_io
join forecast_has_currency_pair on forecast_of_
quotations.gc_create_date= forecast_has_currency_pair.gc_create_date
join currency_pair on forecast_has_currency_pair.gv_rate_currency=
currency_pair.gv_rate_currency;

Запиті повертає таблицю даних, колонками якої є характеристики певного курсу валют для конкретної валютної пари.

В даному запиті використовуються таблиці forecast_of_quotations, obstacle_involves_forecast,database_of_obstacles, forecast_has_currency_pair та currency_pair.

5) Процедура вставки факторів, які впливають на певний курс на конкретну дату. Вхідними параметрами процедури є валютна пара, дата, ціна валюти та впливаючий фактор.

INSERT_ADMIN_PAGE(cur1 in varchar2, cur2 in varchar2
, dates in date, price in float, factor in varchar2);

Результатом виконання процедури є запис даних отриманих від адміністартора у відповідні таблиці.

6) Процедура видалення ціни певної валюти, на конкретну дату. В результаті виконання процедури запис з відповідними параметрами буде видалений.

DELETE_ADMIN_PAGE(dates in date, price in float);

7) Запит, який виводить дані про користувачів та результати їх замовлень, які потрібні адміністратору для редагування.

Select gv_username, user_cust.number_of_card,
gv_profit_o, gv_count_basic_currency
from USER_CUST, Order_user
where user_cust.number_of_card=Order_user.number_of_card;

Результуючими даними є таблиця з відповідними полями.

8) Процедура оновлення адміністратором даних про користувача. Вхідними параметрами є дані, які адміністратор хоче оновити.

UPDATE_USER_CUST(names in varchar2, cardnumber number, profit in float);

Результуючими даними є оновлена таблиця.

9) Процедура вставки нового користувача. На вхід подаються всі дані, які потрібно додати в таблицю.

INSERT_USER_CUST(names in varchar2, cardnumber in number

, profit in float, count_currency in float);

Результатом є додання введених даних у відповідні таблиці.

10) Процедура видалення даних про користувача та його замовлення. Результатом виконання є оновлені в таблиці дані.

DELETE_USER_CUST(names in varchar2, cardnumber in number);

11) Запит на вибірку даних для побудови статистики зміни конкретної валютної пари. Повертає таблицю з відповідними значеннями.

Select gc_create_date, currency_on_date

from forecast_of_quotations", con);

12) Запит на вибірку ціни конкретної валютної пари на конкретну дату.

Select currency_on_date

from admin_nastya where gc_create_date=?;

Лістинги всіх описаних вище процедур та представлення представлені в додатку Б.

5.6 Керівництво користувача

Для запуску програми та роботі з нею потрібно встановити наступне програмне забезпечення:

1) Oracle 10g
2) Середовище Visual Studio 2013
3) Середовище Matlab R2009b
4) .Net Framework 4.5 або вище

Запуск програми відбувається з файлу Forecast_Shcherbak.exe. При запуску даного файлу з'явиться головне вікно програми. Воно дає можливість користувачу перейти у вікно реєстрації/авторизації в систему за допомогою клавіші "Enter the system of forecasting currency rate". Також у вікні можна побачити поточний курс валют та перейти за посиланням на сайт Національного Банку України. На рисунку 5.10 представлено головне вікно програми.

Рисунок 5.10 – Вікно входу в програму

Перейшовши у вікно авторизації, користувач повинен ввести свій пароль та логін та натиснути кнопку "Autorization". Якщо користувач ввів невірний пароль чи логін чи даного користувача немає в базі даних, то користувачу буде видано повідомлення представлене на рисунку 5.12. Вікно авторизації користувача представлено на рисунку 5.11 .

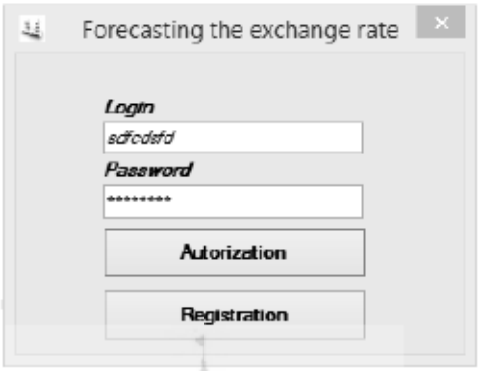

Рисунок 5.11 – Вікно авторизації користувача

Рисунок 5.12 – Вікно видачі попереджуючого повідомлення

Перейшовши до вікна реєстрації (рисунок 5.13) користувач повинен ввести логін, пароль, свою електронну адресу та підтвердження введеного паролю та натиснути кнопку підтвердження реєстрації "Confirm registration". При неправильному вводі електронної адреси буде виведено інформативне повідомлення, якою повинна бути електронна адреса. Повідомлення представлене на рисунку 5.14. При неправильно підтвердженому паролі чи вводі не всіх даних також буде виведено повідомлення, яке

інформує користувача про помилку 5.15. При коректній реєстрації буде видано повідомлення 5.16 та дані про цього користувача будуть автоматично занесені в базу даних.

Рисунок 5.13 – Вікно реєстрації користувача в систему

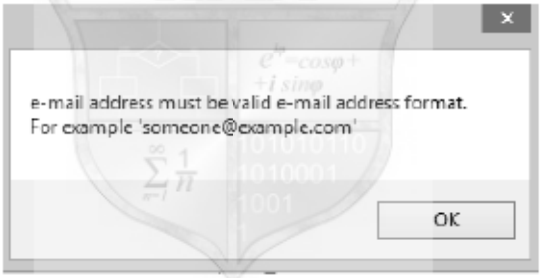

Рисунок 5.14 – Повідомлення про помилку

При авторизації користувача, як адміністратора системи, користувач перейде на сторінку (рисунки 5.17, 5.18), де адміністратор може завантажити дані в таблицю при натисканні пункту меню Menu->Load data. Також адміністратор може додавати значення до бази даних факторів та ціни курсу валют натиснувши на іконку "Додати"та видаляти записи з таблиці (автоматично з бази даних) натиснувши на іконку "Видалити". при вводі даних, які потрібно записати в базу даних будуть спрацьовувати перевірки на коректність вводу, тому при неправильності вводу буде

Рисунок 5.15 – Повідомлення про помилку

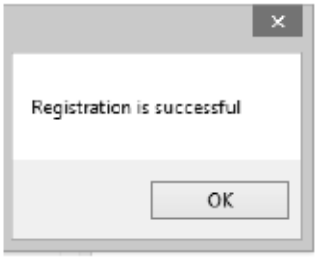

Рисунок 5.16 – Повідомлення про помилку

виведено відповідне повідомлення.

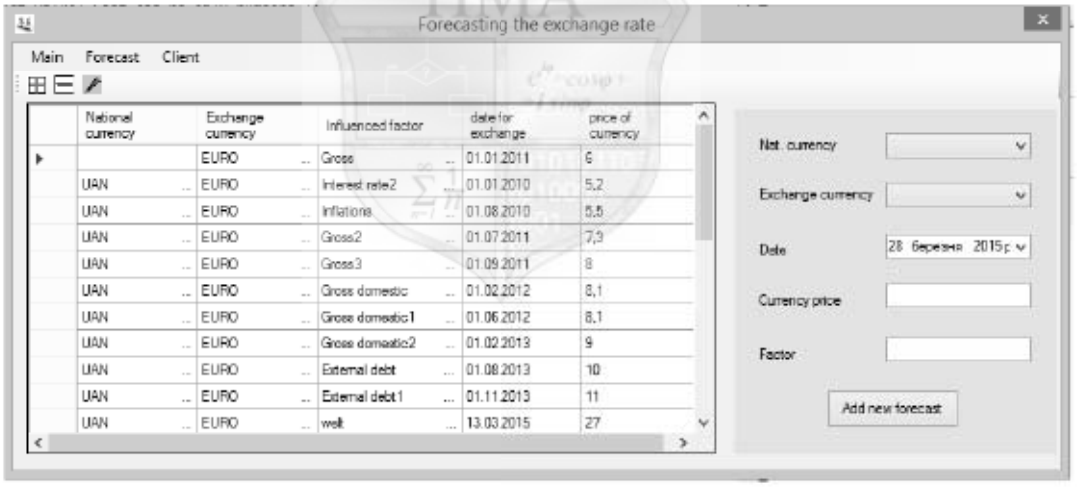

Рисунок 5.17 – Вікно адміністратора системи(пункт додати елемент)

Якщо адміністратор хоче перейти на вікно "Отримання прогнозу“ , то потрібно вибрати пункт меню Forecast-> Make the forecast.

Якщо адміністратор системи хоче перейти на сторінку, де зберігаються дані про користувача, то потрібно вибрати пункт меню Client->Find information about client. Вікно перегляду даних про користувача представ-

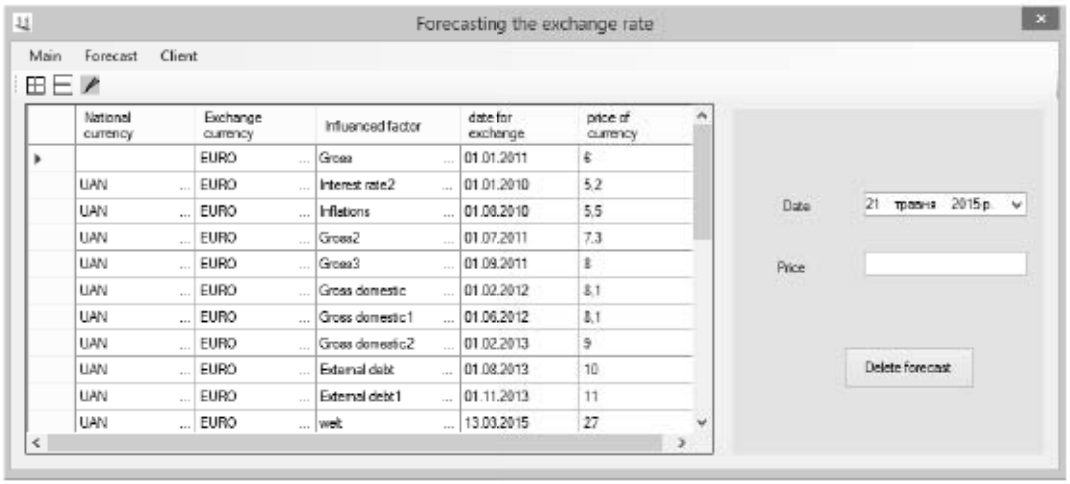

Рисунок 5.18 – Вікно адміністратора системи(пункт видалити елемент)

лене на рисунках 5.19,5.20. При натисканні на іконку додати з'являться поля, ввівши які можна додати дані про користувача до бази даних. При натисканні видалити адміністратор може видалити користувача з системи, за номер його картки. При натисканні на іконку оновити дані про користувача можна оновити в базі даних.

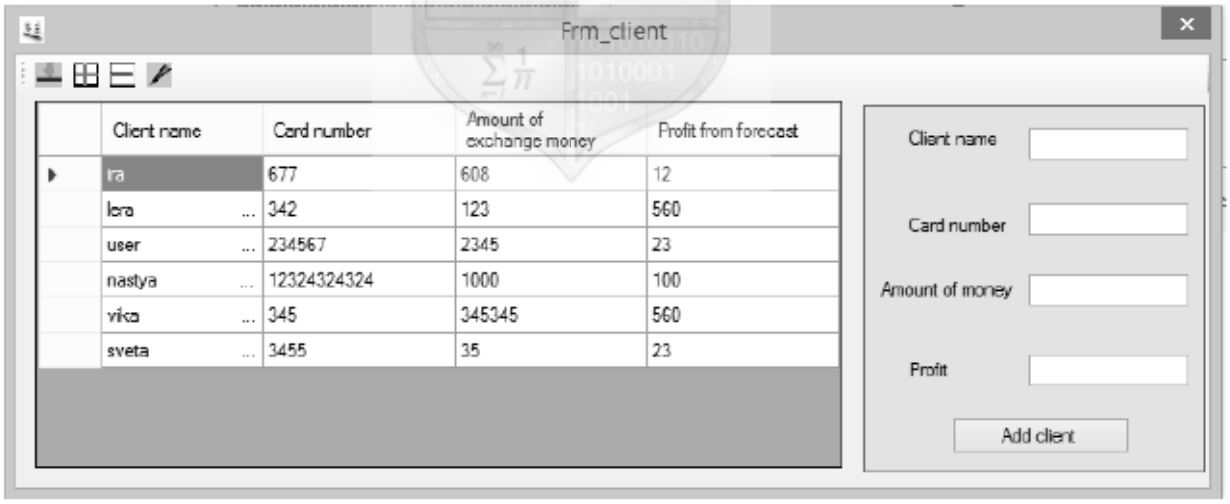

Рисунок 5.19 – Вікно інформації про користувача

До вікна прогнозу курсу (рисунок 5.21) валют мають доступ як адміністратор так і звичайні користувачі системи. У вікні прогнозу користувача потрібно ввести валютну пару, дял якої будується прогноз, дату

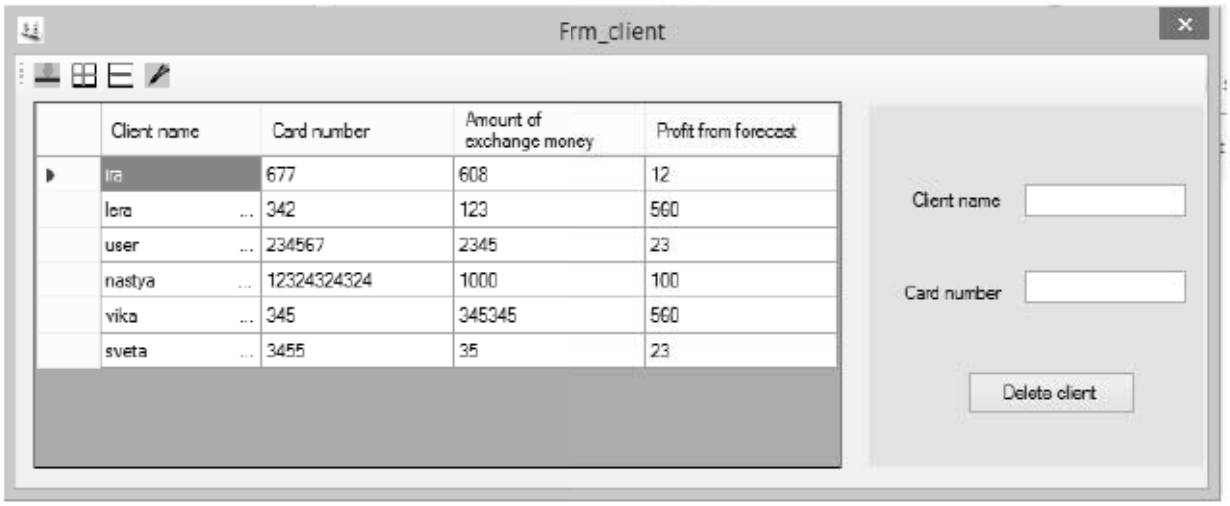

Рисунок 5.20 – Вікно інформації про користувача

на яку будується прогноз та кількість грошей, щоб визначити корисність обміну грошей в даний час. При вводі некоректної кількості грошей буде видаватись повідомлення, представлене на рисунку 5.22. Далі користувач може натиснути на клавішу "Currency rate"для того, щоб побачити коливання курсу для введеної валютної пари, можливість обміну грошей за цією валютною парою та поточний курс валют.

Якщо користувач хоче переглянути більш детальний прогноз курсу валют: залежність його від факторів, що на нього впливають, взаємозв'язок між факторами чи коливання курсу в залежності від зміни факторів, то потрібно натиснути клавішу "Detail of forecast".

При натисканні на останню буде відкрито нове вікно (5.23), на якому можна вибрати перегляд одного з пунктів побудови курсу валют та побачити зміну курсу валют при різних значеннях факторів, що на нього впливають. При натисканні на першу клавішу буде обрано коливання курсу валют, на другу - графіки взаємозалежності факторів між собою, на третю - прогноз коливання курсу до кінця 2015 року для долара та євро відносно гривні.

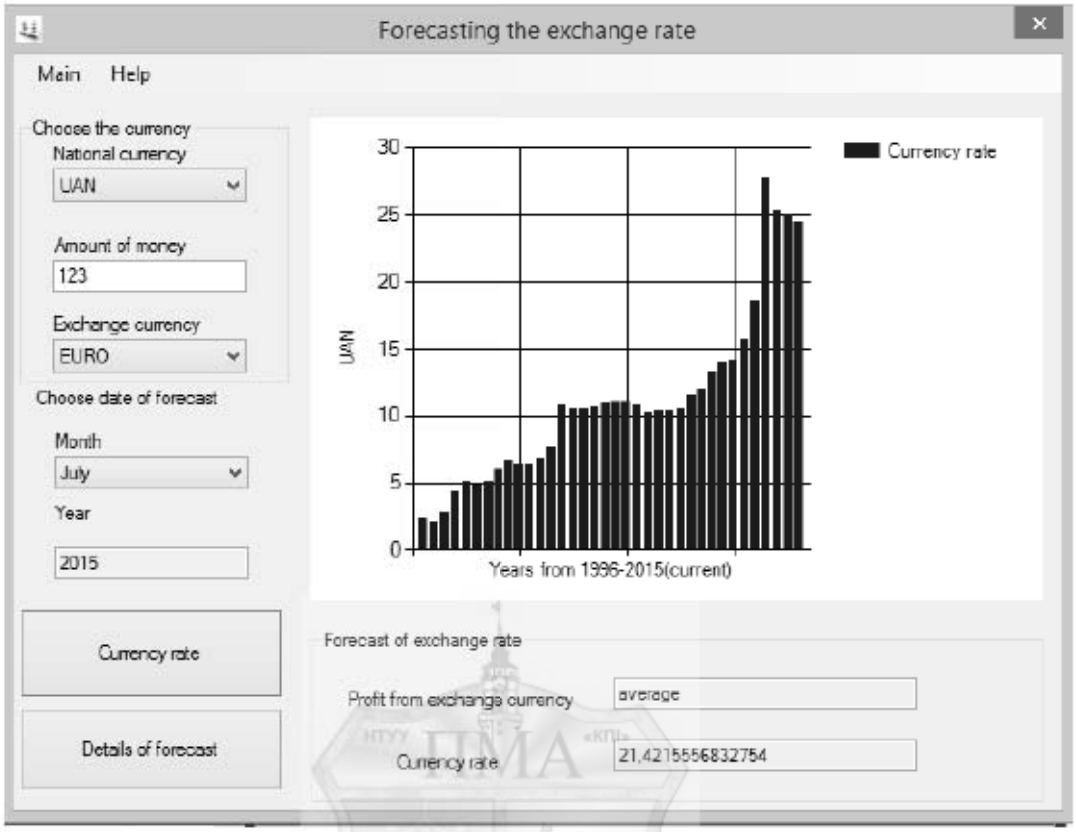

Рисунок 5.21 – Вікно виводу графіку зміни курсу валют для певної валюти

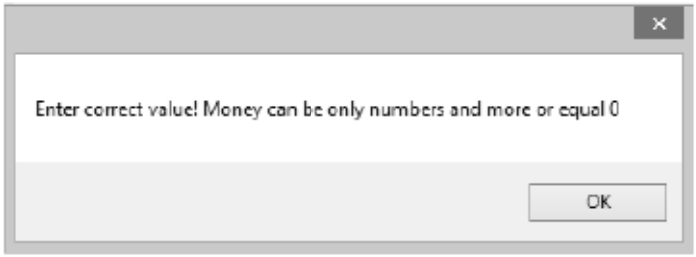

Рисунок 5.22 – Повідомлення про некоректність вводу поля "Кількість грошей"

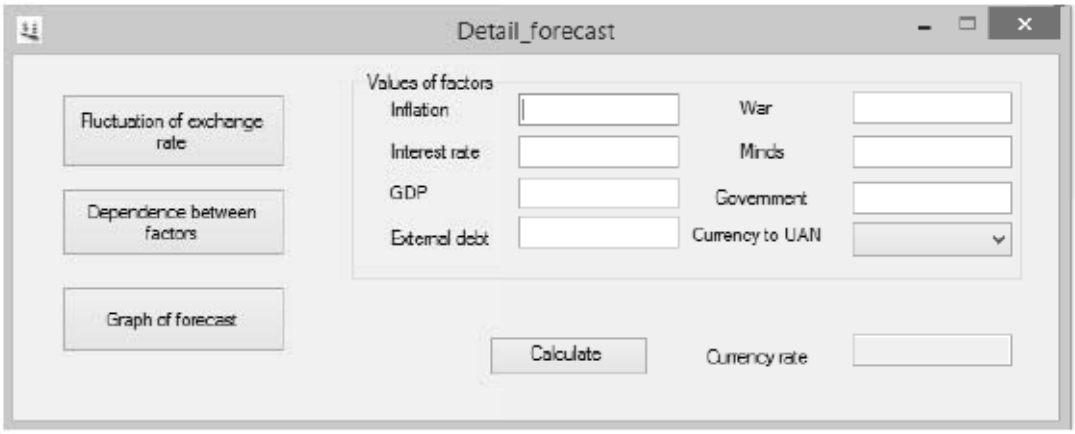

Рисунок 5.23 – Вікно опису деталей побудови курсу валют

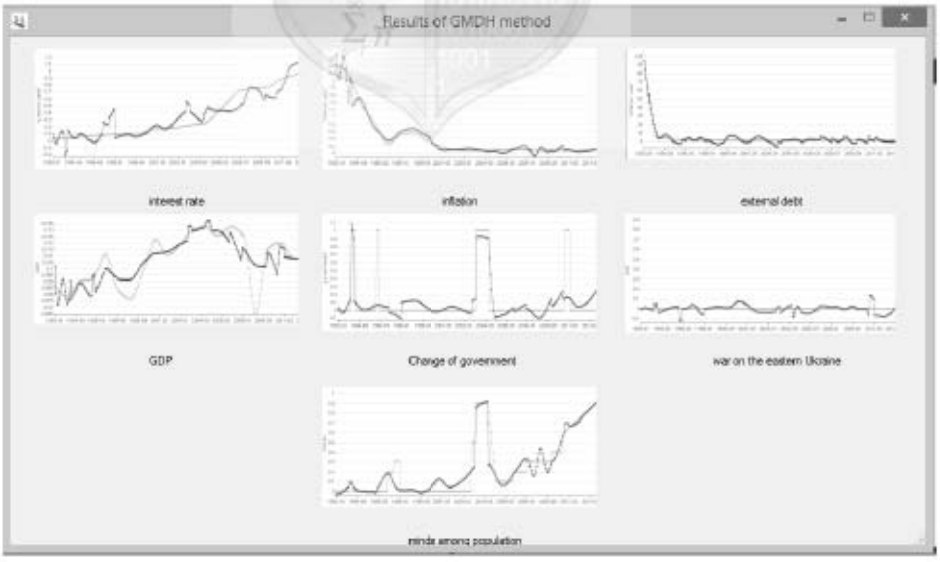

Рисунок 5.24 – Вікно графіків взаємозалежності між факторами

5.7 Висновки

Було розроблено архітектуру інформаційної системи, розглянуто основні її компоненти. Для даної інформаційної системи розроблено базу даних, реалізацію якої розглянуто на концептуальному та фізичному рівні. Структурно змодельовано послідовність всіх процесів у системі та життєвих циклів об'єктів. Описано основний функціонал та вимоги до даної інформаційної системи.

Розглянуто основні функції для клієнтської частини, описано опрацьовувачі помилок та ролі користувачів. Реалізовано серверну частину, а саме процедури та представлення для запису, перегляду та видалення даних з бази. Детально описано керівництво користувача з представленням всіх вікон програми та можливих повідомлень користувачу для системи прогнозування курсу валют.

6 ТЕСТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

6.1 Тестування Нечіткої моделі

Для тестування побудованої моделі нечіткої логіки та правильності вибору функцій приналежності та побудови правил, протестуємо дану модель уже на відомих значеннях факторів та курсу валют для пари гривня/долар. Для цього візьмемо початкове значення курсу гривні відносно долара по рокам - від 1996 до 2014 року включно та будемо досліджувати значення курсу відносно попереднього на базі отриманих коливань. Коливання будуть отримуватись відносно факторів, що мали конкретне значення саме в певний рік. Застосовуємо 20 векторів значень для кожного року. Кожен вектор містить в собі значення всіх факторів за конкретний рік:

1996 - 139.7 0.8 91.80 9.2 0 0 1 0.8;

1997 - 110.1 0.25 111.10 10.30 0.3 0 0 0.8;

1998 - 120 0.56 84.00 12.4 0 0 0 0.8;

1999 - 119.2 0.35 76.20 13.5 0 0 0 0.8;

2000 - 125.8 0.21 96.90 13.9 0 0 0 0.8;

2001 - 106.1 0.11 122.60 22.2 0 0 0 0.8;

2002 - 99.4 0.08 110.50 23.4 0 0.5 0 0.8;

2003 - 108.2 0.08 119.00 25.7 0 0 0 0.8;

2004 - 112.3 0.08 130 30.10 0 0.9 1 0.8;

2005 - 110.3 0.09 132.30 33.1 0 0.4 0 0.8;

2006 - 111.6 0.10 125.60 51.9 0 0.1 0 0.8;

2007 - 116.6 0.09 132.40 78.4 0 0.2 0 0.8;

2008 - 122.3 0.10 125.90 97.7 0 0.3 0 0.8;

2009 - 112.3 0.12 65.00 101.7 0 0.3 0.9 0.8;

2010 - 109,1 0.10 116.20 103.40 0.4 0 0.8;

2011 - 104.6 0.10 119.90 117.3 0 0.6 0 0.8;

2012 - 99.8 0.08 108.00 126.2 0 0.8 0 0.8;

2013 - 100.5 0.07 109 135 0 0.9 0 0.8;

2014 - 124.9 0.13 105 140 0.8 1 0.9 0.8;

На основі побудованих правил отримаємо коливання курсу у вигляді вектору значень по рокам:

[-24.2066 -17.2560 -20.9025 3.9887 -13.3975 -12.7389 -12.1559 -0.8664 -2.3008 3.9914 3.9724 3.1205 1.5114 3.1073 1.4982 -17.1982 -20.2486 4.8447 3.7128 4.3702 -23.5632].

Застосуємо до даного вектору функцію, яка підрахує яким буде курс по відношенню до отриманих коливань та порівняємо отримані результати з вже відомим курсом валют для кожного року. Порівняння представимо у вигляді графіку (рисунок 6.1).

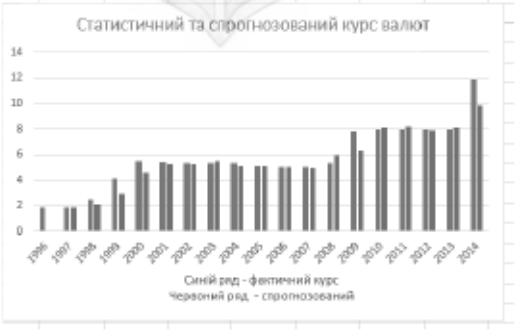

Рисунок 6.1 – Порівняння отриманих результатів

Тестування даної моделі показує, що відхилення результатів є незначним і дану модель можна застосовувати для знаходження коливань курсу відносно факторів.

6.2 Тестування МГУА

Для того, щоб оцінити роботу даного алгоритму групового урахування аргументів, знайдемо для кожного отриманого співвідношення середньоквадратичне відхилення, яке рахується за формулою:

$$RMSE = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}$$

Для кожного з факторів, що залежні від інших знайдемо середньоквадратичне відхилення (таблиця 6.1):

Таблиця 6.1 – Середньоквадратична похибка

Назва фактору	RMSE
Інфляція	8.40445
Відсоткова ставка	0.310606
Внутрішній валовий продукт	0.01359
Зовнішній борг	0.2063
Війна на сході України	0.1066
Настрої населення	0.1791
Зміна уряду	0.2489

Графіки кожного з факторів, для яких будувалось рівняння можна переглянути в розділі "Прогнозування курсу валют в Україні". Дані результати показують, що метод дає доволі правильні та точні результати. Але у випадку різких змін даних, тобто при великих коливаннях, відхилення результату збільшується.

6.3 Контрольні приклади

Протестована модель показує, що її можна застосовувати до визначення майбутнього коливання курсу та його значення для різних валютних пар. Зпрогнозуємо курс валют для валютної пари гривня/долар на червень місяць, так як всі показники попереднього місяця наявні. Візьмемо вектор значень факторів на травень місяць та обрахуємо курс валют на основі коливань курсу, які отримає з моделі нечіткої логіки та визначених найбільш впливових факторів.

Вектор факторів:[129, 1.5, 121, 128, 0.2, 0.2, 0.5, 0.7];

Тоді система нечіткої логіки покаже коливання курсу як стабільно позитивна динаміка зміни та видасть значення у відсотках. Далі на основі цього відсотку та поточного курсу валют, який для травня 2015 становить 20.9 буде підраховано можливий курс валют на червень місяць для пари гривня/ євро і буде становити 19.4656. Представимо результати на рисунку 6.2.

Аналогічно розглянемо спрогнозований курс для валютної пари гривня/євро тільки для липня місяця. Так як це більш довгостроковий прогноз, то потрібно враховувати похибку при виведені остаточного результату. Похибку будемо брати +/- 0.5*коефіцієнт від поточного курсу

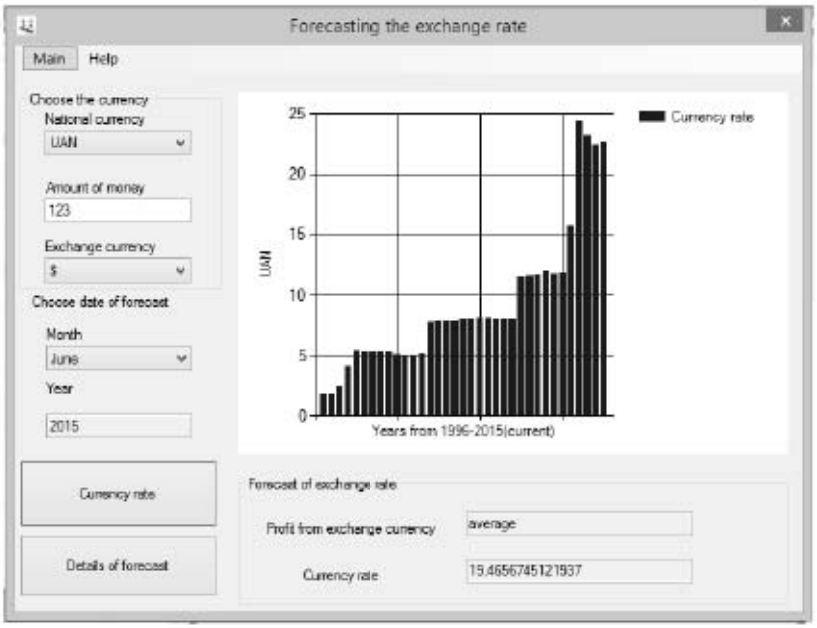

Рисунок 6.2 – Курс валют на червень місяць для пари гривня/долар

гривні. Тоді курс евро відносно гривні на липень місяць 2015 року буде становити 21.4215 по відношенню до поточного курсу 22.5. Результат представлено на рисунку 6.3.

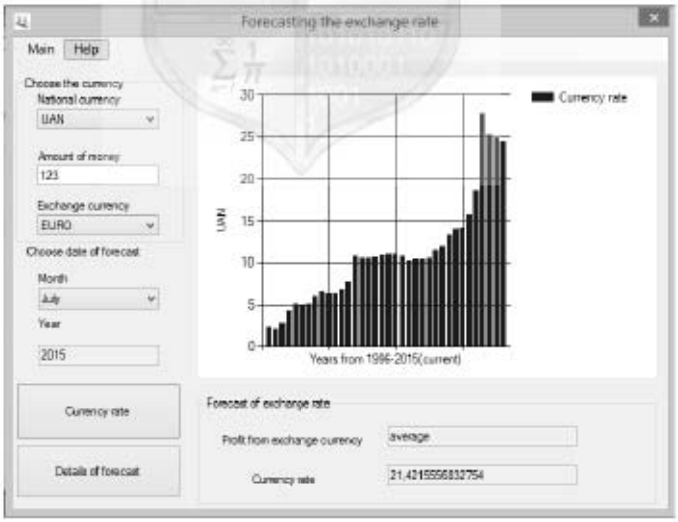

Рисунок 6.3 – Курс валют на липень місяць для пари гривня/євро

6.4 Висновки

В даному розділі було окремо протестовано математичну моделі для прогнозування курсу валют, а саме модель на основі нечіткої логіки та методу групового урахування аргументів, було проаналізовано та отримано похибки досліджень на основі уже відомих факторів. Комбінаторний алгоритм МГУА показав доволі точні результати з невеликою похибкою обчислень, але при вводі невеликої вибірки даних даний алгоритм дає неточні результати з великою похибкою обчислень. При дослідженні нечіткої логіки було проаналізовано, що розходження в результатах фактичних та спрогнозованих складає від 1 до 10 відсотків, що являється доволі точним результатом порівняно з іншими методами прогнозування курсу.

На основі даних модель було побудовано прогноз курсу валют та протестовано правильність роботи програми. В залежності від введених факторів та довгостроковості прогнозу буде видаватись більш точний або менш точний прогноз курсу валют для введеної валютної пари.

ВИСНОВКИ

Було розроблено інформаційну систему для прогнозування курсу валют в Україні. При побудові системи було розроблено базу даних, підібрано математичну модель, яка буде прогнозувати курс валют та протестовано правильність отриманих результатів. Побудова прогнозу курсу валют виконувалась на основі систем нечіткої логіки та алгортму МГУА. Під час розробки системи було виконано наступне:

1) розглянуто вже існуючі системи прогнозування курсу валют та їх основні недоліки;

2) досліджено основні математичні методи розв'язку поставленої задачі;

3) обрано та проаналізовано математичний метод, що буде реалізовуватись;

4) досліджено зв'язок між факторами та обрано найбільш впливові;

5) побудовано алгоритм, за яким буде будуватися прогноз курсу валют;

6) реалізовано тестування правильності роботи системи.

Отримані результати прогнозу дають доволі точний результат, який має похибку від 1 до 15 відсотків. Але дану систему в подальшому можна впровадити в інші фінансові системи, де потрібно використовувати прогноз курс валют та розширити для інших іноземних валют. Для покращення результатів можна проаналізувати інші можливі чинники впливу на курс валют,провести ідентифікацію факторів впливу на курс валют.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Порівняльний аналіз застосування традиційних статистичних методів та методу фрактального аналізу для оцінки валютних ризиків українських підприємств,"[Текст];Є. В. Мотурнак - 2009,- pp. 140-146. - ISSN: 9125-0912

2. Система Metatrader 4. Основні характеристики [Електронний ресурс].- Режим доступу: http://www.metatrader4.com/ru/traders

3. Козловский С.В. Нечеткая логика – новый инструмент для моделирования экономических ситуаций в бизнесе [Текст]; Материалы научно-практического семинара "Современный бизнес: проблемы, тенденции, перспективы". - Донецк: Бизнес-альянс Донбасса. - 2001. - С. 36-38.

4. International Journal of Grid and Distributed Computing Currency Exchange Rates Prediction based on Linear Regression Analysis Using Cloud Computing.[Текст] / [колектив авторів] ; Szu-Yin Lin1, Chi-Hua Chen2,3,*and Chi-Chun Lo - April, 2013

5. "An Artificial Neural Network Model to Forecast Exchange Rates,"[Текст] / [колектив авторів] ;V. Pacelli, V. Bevilacqua and M. Azzollini.- Journal of Intelligent Learning Systems and Applications, 2011,- pp. 57-69. - doi: 10.4236/jilsa.2011.32008

6. Group Method of Data Handling. Spectrum of GMDH algorithm [Електронний ресурс].- Режим доступу: http://www.gmdh.net/GMDH_alg.htm

7. 1С УПП 2.0 ERP. Управление финансами компании [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://programmist1s.ru/

upravlenie-finansami-kompanii/

8. Моделі прогнозування валютних курсів в управлінні конкурентоспроможністю підприємства,"[Текст]/ [колектив авторів];Сергієнко О. А., Татар М. С.; - 2013,- pp. 268-278.

9. ECONOMETRIC ANALYSIS.William H. Greene. New York University [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://stat.smmu.edu.cn/DOWNLOAD/ebook/econometric.pdf

10. "An Artificial Neural Network Model to Forecast Exchange Rates,"[Текст] / [колектив авторів] ;V. Pacelli, V. Bevilacqua and M. Azzollini.- JILSA, 2011,- pp. 57-69. - doi: 10.4236/jilsa.2011.32008

11. STOCK MARKET PREDICTION USING NEURAL NETWORKS. An example for time-series prediction [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://neuroph.sourceforge.net/tutorials/StockMarketPredictionTutorial.html

12. Forecasting with artificial neual networks. EVIC 2005 Tutorial [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.neural-forecasting.com/Downloads/EVIC05_tutorial/EVIC'05\%20Slides\%20-\%20Forecasting\%20with\%20Neural\%20Networks\%20Tutorial\%20SFCrone.pdf

13. "Exchange rate forecasting using a combined parametric and nonparametric self-organizing modelling approach"[Текст]/ [колектив авторів] ;Leonidas Anastasakis, Neil Mort.- Expert Systems with Application, 2009,- pp. 12001-12011. - doi: 10.1016/j.eswa.2009.03.057

14. "The exchange rate as nominal anchor: A test for Ukraine"[Текст]; Patrick Conway.- Journal of Comparative Economics, 2012,- pp. 438-456. - doi: 10.1016/j.jce.2012.02.005

15. "A risk-driven to exchange rate modelling"[Текст]/ [колектив авторів]; Piotr Kbowski, Aleksander Welfe.- Economic Modelling, 2012,- pp.

1473-1482. - doi: 10.1016/j.econmod.2012.02.002

16. "A fuzzy logic model for forecasting exchange rates"[Текст] ;Tomasz Korol.- Knowledge- Based Systems, 2014,- pp. 49-60. - doi: 10.1016/j.knosys.2014.06.009

17. "Evaluating the Degree Influence of Different Factors on the Exchange Rates in Ukraine"[Текст] Anastasiia Shcherbak.- IJITR,Volume No.3, Issue No.2, February – March 2015,- pp. 1908-1914.

18. Шашков В.Б. Прикладной регрессионный анализ. Многофакторная регрессия. [Текст]; - Учебное пособие.- Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2003.- с. 45-150.

19. Дрейпер Н., Сміт Г. Прикладной регрессионный анализ. Множественная регрессия. [Текст]; —М.: «Диалектика», 1998. - с. 20-177.

20. MaTLAB Functions in C Client [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.mathworks.com/help/matlab/matlab_external/call-matlab-function-from-c-client.html?refresh=true

21. Исследование алгоритма нечеткого МГУА в задачах прогнозирования макроэкономических показателей. Ю.П. Зайченко [Електронний ресурс]. - Режим доступу: http://www.gmdh.net/articles/algor/fGMDH.pdf