

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту

(повна назва)

Кафедра прикладної математики

(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Системи підтримки прийняття рішень у процесах
споживчого кредитування

(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи САУм-22-1

Вороненко М.Д.

(прізвище, ініціали)

Спеціальність

124 Системний аналіз

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма

Системний аналіз і управління

(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Сидоров М.В.

(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ПМ

(підпис)

Сидоров М.В.

(прізвище, ініціали)

2024 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційно-аналітичних технологій та менеджменту

Кафедра прикладної математики

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 124 Системний аналіз

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Системний аналіз і управління

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри ПМ _____

(підпис)

“ 06 ” листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Вороненко Микиті Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Системи підтримки прийняття рішень у процесах споживчого кредитування

затверджена наказом по університету від 2 листопада 2023 р. № 1277 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи перелік потреб кредитора до інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень щодо надання чи ненадання споживчого кредиту фізичним особам

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

1. Системний аналіз предметної області

2. Вибір і обґрунтування методу розв'язання

3. Програмна реалізація

4. Результати обчислювального експерименту

5. Аналіз можливих застосувань

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій _____

1. Актуальність теми роботи _____

2. Постановка задачі _____

3. Системний аналіз предметної області _____

4. Метод чисельного аналізу _____

5. Результати обчислювального експерименту _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір та вивчення технічної літератури за темою роботи	6 – 12 листопада 2023 р.	виконано
2	Вибір та обґрунтування методу	13 – 26 листопада 2023 р.	виконано
3	Розробка алгоритму і програми	27 листопада – 10 грудня 2023 р.	виконано
4	Проведення аналітичних досліджень та розрахунків	11 грудня – 24 грудня 2023 р.	виконано
5	Робота над текстом пояснювальної записки	25 грудня 2023 р. – 9 січня 2024 р.	виконано
6	Представлення роботи на рецензію в ЕК	10 січня 2024 р.	виконано

Дата видачі завдання 6 листопада 2023 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____ проф. Сидоров М.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с., 11 табл., 11 рис., 2 дод., 16 джерел.

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА, СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, СПОЖИВЧЕ КРЕДИТУВАННЯ, КРЕДИТНИЙ РИЗИК, ОПТИМІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ, БІЗНЕС-ПРАВИЛО.

Об'єкт дослідження – процес прийняття рішення щодо надання чи ненадання споживчого кредиту фізичним особам.

Мета роботи – розробка інформаційно-аналітичної системи підтримки і автоматизації прийняття кредитного рішення.

Методи дослідження – водоспадна модель розробки інформаційних систем, побудування моделі «сутність – зв'язок», побудування діаграми варіантів використання та діаграм діяльності.

У даній кваліфікаційній роботі проектується та реалізується інформаційно-аналітична система підтримки прийняття рішення під час надання кредиту фізичним особам. Проведено системний аналіз предметної області. Проведено бізнес-аналіз та визначено потреби до системи підтримки прийняття кредитних рішень. Обрано бізнес-правила як метод реалізації процесу прийняття рішення. Розроблено структурний та функціональний опис системи та реалізовано програмний продукт. Перевірено застосування побудованої системи на тестових задачах. Рішення є гнучким для можливих змін. Існує можливість працювати з динамічним переліком вхідних даних. Список бізнес-правил та налаштування прийняття рішень налаштовуються без необхідності зупинки процесу. Рішення можливо легко автоматизувати, воно має швидку реалізацію та інтеграцію.

Система інтегрована в програмні продукти декількох компаній, що займаються цифровим кредитуванням фізичних осіб в різних країнах світу. Отримані результати можна застосувати для реалізації інших методів підтримки прийняття рішень в інших сферах, та автоматизації процесів.

ABSTRACT

Introductory note: 78 pages, 11 tables, 11 figures, 2 appendixes, 16 sources.

INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM, DECISION SUPPORT SYSTEM, CONSUMER LENDING, CREDIT RISK, MANAGEMENT OPTIMIZATION, BUSINESS RULE.

Object of research – decision-making process in consumer lending.

Purpose of work – develop an information-analytical system to support and automate credit decision-making.

Methods of research – Waterfall model for information system development, building the "entity-relationship" model, constructing use case diagram, and activity diagrams.

In this qualification work, an information-analytical decision support system for providing credit to individuals is designed and implemented. A systemic analysis of the subject area was conducted, and business analysis identified the needs for a credit decision support system. Business rules were chosen as the method for decision-making process implementation. The structural and functional description of the system was developed, and the software product was implemented. The application of the developed system was tested on various tasks, demonstrating flexibility for potential changes. It can work with a dynamic set of input data, and the list of business rules and decision settings can be adjusted without system interruption. The solution is easily automatable, has a fast implementation and integration. The system is integrated into the software products of several companies engaged in digital lending to individuals worldwide. The obtained results can be applied to implement other decision support methods in various fields and automate processes.

ЗМІСТ

	С.
Перелік скорочень і термінів	8
Вступ	9
1 Системний аналіз предметної області та постановка задач дослідження	11
1.1 Системний аналіз задачі прийняття рішень у процесах кредитування	
фізичних осіб	11
1.1.1 Кредитування фізичних осіб	11
1.1.2 Стадії кредитного процесу	14
1.1.3 Кредитний ризик	16
1.2 Аналіз сценаріїв вирішення задачі прийняття рішення у процесах	
кредитування фізичних осіб	18
1.2.1 Необхідність автоматизації	18
1.2.2 Інформаційно-аналітичні системи	20
1.3 Постановка задач дослідження	21
2 Бізнес-аналіз та вибір методу розв’язання задачі	22
2.1 Визначення потреб до інформаційної системи	22
2.2 Вибір методу реалізації процесу прийняття рішень	23
2.2.1 Кваліметрична модель аналізу проблеми	23
2.2.2 Оцінювання вектора пріоритетів незадоволеностей методом	
аналізу ієрархій	24
2.2.3 Модель вирішення проблеми	27
2.3 Визначення вимог та обмежень	27
Висновки за розділом 2	28
3 Аналіз вимог. Побудова опису системи	30
3.1 Структурний опис системи	30
3.1.1 Сутності	30
3.1.2 Аналіз відношень між сутностями	35
3.1.3 Діаграма «сутність-зв’язок»	37

	7
3.2 Поведінковий опис системи	39
3.2.1 Актори та варіанти використання	39
3.2.2 Список дій	40
3.2.3 Діаграми діяльності	42
Висновки за розділом 3	43
4 Реалізація системи	45
4.1 Реалізація функціоналу адміністрування	45
4.2 Реалізація функціоналу прийняття рішення	50
Висновки за розділом 4	56
5 Застосування розробленої інформаційної системи	58
5.1 Ініціалізація сутностей	58
5.2 Процес прийняття рішення	60
Висновки за розділом 5	62
Висновки	64
Перелік джерел посилання	66
Додаток А Перелік полів таблиць	68
Додаток Б Код запитів	69

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ІАС – інформаційно-аналітичні системи;

СППР – системи підтримки прийняття рішень;

ОПР – особа, що приймає рішення.

ВСТУП

Актуальність теми. Кредитування є основним напрямком активних операцій комерційних банків та ключовим джерелом прибутку, причому кредитування населення становить від 15% до 25% загального обсягу кредитного портфеля. В Україні одним з найпоширеніших видів кредитування є споживче кредитування, яким користується приблизно 60% населення, і його популярність постійно зростає серед різних соціальних груп.

Кредитний ризик визначається як ймовірність виникнення збитків чи додаткових втрат через невиконання боржником або контрагентом узятих на себе зобов'язань за умовами кредитного договору [1]. Найпростіший метод управління кредитними ризиками – уникнення їх, тобто відмова від надання кредитів у певних ситуаціях. Рішення про надання кредиту є вкрай складним завданням, оскільки існує безліч аспектів, які необхідно враховувати перед прийняттям остаточного рішення.

Інформаційно-аналітичні системи (ІАС) та системи підтримки прийняття рішень (СППР) грають важливу роль у сучасному бізнесі та управлінні, допомагаючи організаціям оптимізувати процеси прийняття рішень, проводити точний аналіз даних та уникати людських помилок. Ці системи сприяють підвищенню ефективності та конкурентоспроможності підприємств. У даній роботі розглядається завдання проектування інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень з питань надання кредитів фізичним особам.

Мета і завдання кваліфікаційної роботи. Метою кваліфікаційної роботи є проектування та реалізація інформаційно-аналітичної системи підтримки і автоматизації прийняття рішень щодо надання чи ненадання споживчого кредиту фізичним особам. Було обрано водоспадну модель як підхід до організації розробки інформаційних систем [2], відповідно до якої, для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- первинний аналіз, тобто оглянути контекст системи з метою визначити цілі, потреби та цінність проекту; спланувати розробку;

- визначення вимог, тобто визначити всі обмеження та вимоги до майбутньої системи, що буде задовольняти потреби та досягати поставлені цілі;
- проектування, тобто аналіз вимог з метою визначити підхід до реалізації, архітектуру та дизайн системи;
- реалізація, тобто імплементувати побудований дизайн безпосередньо у код;
- інтеграція та верифікація, тобто зібрати окремі реалізовані модулі в єдине ціле; інтегрувати систему із зовнішнім середовищем; перевірити коректне функціонування, виконання цілей та вимог.

Об'єктом дослідження є процес прийняття рішення щодо надання чи ненадання споживчого кредиту фізичним особам.

Предметом дослідження є інформаційно-аналітична системи підтримки прийняття кредитного рішення.

Методи дослідження. У кваліфікаційній роботі застосовано водоспадну модель розробки інформаційних систем. Вибір підходу до реалізації СППР проводиться методом аналізу ієрархій. Для структурного опису системи застосовується модель «сутність – зв'язок», для поведінкового опису – побудування діаграми варіантів використання та діаграм діяльності. Реалізація окремого функціоналу виконана на мові програмування для взаємодії з базами даних SQL.

Публікації. Результати, отримані у кваліфікаційній роботі, було представлено на 26-му Міжнародному молодіжному форумі «Радіoeлектроніка та молодь у XXI столітті» (м. Харків, 20-22 квітня 2023 р.) [3] та на II Міжнародній молодіжній науково-практичній конференції англійською мовою «Навчання і викладання: після війни та під час миру» (м. Харків, 2023 р.) [4].

1 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Системний аналіз задачі прийняття рішення у процесах кредитування фізичних осіб

1.1.1 Кредитування фізичних осіб

Кредит (лат. *creditum* – позика, від *credo* – вірю, довіряю) – відносини між суб'єктами господарювання щодо надання й отримання позички у грошовій чи товарній формах на умовах платності, строковості й своєчасного повернення. Поняття «кредит» з'явилося у процесі виникнення товарно-грошових відносин і майнової диференціації суспільства після розпаду первіснообщинного суспільства. Із появою економічної теорії як науки у 17 ст. воно відразу ж стало об'єктом її вивчення. Упродовж останніх двох століть тривали дискусії стосовно визначення суті кредиту, передумов формування, структури, складу учасників і стадій руху. На початку 20 ст. інтерес змістився до вивчення суто прагматичних і нестандартних моделей та схем функціонування й концентрації кредиту як системної форми руху капіталу в національних і глобальних вимірах. Якщо раніше ключовою ланкою кредитної системи були банки, що виконували емісійну функцію, а також роль монопольних інституціональних інвесторів, то нині вагоміше місце посідають фінансово-кредитні інститути, здатні капіталізувати вільні грошові ресурси, накопичувати значні фінансові ресурси за рахунок операцій із цінними паперами та їхніми похідними (деривативами). Насамперед це страхові компанії, пенсійні, консорціумні, нафтогазові фонди, хеджфонди, суверенні фонди добробуту тощо. Для України характерним є банківське кредитування [5].

НБУ визначає кредит як позичковий капітал банку в грошовій формі, що передається у тимчасове користування на умовах забезпеченості, повернення, строковості, платності та цільового характеру використання. Відповідно до

Закону України «Про оподаткування прибутку підприємств» (1995 р., зі змінами та доповненнями) [6], кредит – кошти та матеріальні цінності, які надають резиденти або нерезиденти у користування юридичним і фізичним особам на визначений строк та під відсоток. У процесі кредитування важливу роль відіграє кредитна дисципліна – дотримання позичальником правил кредитування і зобов’язань, передбачених кредитною угодою.

Кредити класифікують залежно від структурних ознак, інституційних форм, умов надання, розмірів, цільового призначення, напрямів використання, участі міжнародних організацій, характеру погашення тощо, зокрема, виокремлюють державний (бюджетний), митний, податковий, комунальний, міжнародний, банківський, фінансовий, іпотечний, валютний, комерційний, споживчий, консорціумський брокерський, довго- і короткостроковий, ломбардський, револьверний (багаторазово поновлюваний), роловерний (довготерміновий, з періодично змінюваною ставкою відсотка), товарний кредити [5].

Споживчий кредит (consumer loan; consumer credit) – кошти, що надаються кредитором (банком або іншою фінансовою установою) фізичним особам на придбання споживчих товарів або послуг у тимчасове користування, під процент, на умовах строковості та платності [7].

Споживчий кредит, зазвичай, надається для придбання товарів тривалого користування (автомобілі, меблі, складна побутова техніка), на споживчі цілі, на навчання, лікування тощо. Споживчі кредити можуть надавати банки, кредитні спілки, ломбарди, а також підприємства торгівлі чи сфери послуг.

Існує достатньо широкий перелік критеріїв класифікації споживчих кредитів [8], наведений у таблиці 1.1.

Кредит у готівковій та безготівковій формі зазвичай видається банківськими організаціями під певні умови. Кредити в товарній формі видають торгові організації, отримуючи позики в банку, під товари, продані в кредит. Наприклад, клієнтові необхідно придбати холодильник, але зазначеної на ціннику суми він не має. У такому випадку, він оформляє товари в кредит безпосередньо в магазині і платить щомісяця суму, встановлену банком.

Таблиця 1.1 – Перелік критеріїв класифікації споживчих кредитів

Критерії класифікації	Види банківських споживчих кредитів
За цільовим призначенням	– інвестиційні; – для купівлі товару та сплати послуг; – на розвиток підсобного господарства; – цільові кредити окремим соціальним групам; – не цільові споживчі потреби; – чекові; – банківські картки; – нецільові.
За способом надання	– одноразові (надані однією повною сумою); – на основі кредитної лінії (надані частинами, загальна сума яких не перевищує суми установлені договором).
За способом погашення	– одноразовим платежем (без розстрочки); – багаторазовими платежами (із розстрочкою); – автоматичне погашення за рахунок надходжень (у випадку встановлення овердрафту на зарплатну картку).
За забезпеченням	– забезпечені заставою (майном, майновими правами, цінними паперами); – гарантовані (банками, фінансами чи майном третьої особи); – з іншим забезпеченням (поручительство, свідоцтво страхової організації); – незабезпечені (беззаставні).
За суб'єктом кредитування	– банки; – небанківські фінансові установи.

Поширення набуло кредитування фізичних осіб під заробітну плату без визначення цілі одержання кредиту. Його перевагами є короткі терміни

оформлення та відсутність поручителів або застави. Такі кредити можуть надаватися на основі кредитної картки.

На сьогоднішній день вітчизняні банки в сегменті кредитування фізичних осіб пропонують такі кредитні продукти:

- кредити готівкою;
- кредити на придбання транспортних засобів (автокредити);
- кредити на житло (іпотечні);
- карткові кредити (кредитні картки, кредитні лінії на зарплатні картки) та інші.

1.1.2 Стадії кредитного процесу

Виділення і розгляд такого цілісного поняття, як «кредитний процес», дозволяє комплексно проаналізувати всі складові та етапи механізму банківського кредитування. Кредитний процес – це рух банківського кредиту як послідовний перебіг його організаційних стадій (етапів). У ході кредитного процесу відбувається послідовна зміна стадій механізму банківського кредиту. Комерційні банки можуть надавати кредити всім суб'єктам господарської діяльності незалежно від їхньої галузевої приналежності, статусу, форм власності за наявності у них реальних можливостей та правових форм забезпечення своєчасного повернення кредиту та сплати відсотків за користування кредитом [9].

У теорії та практиці кредитування виокремлюють, як правило, сім основних стадій кредитного процесу, управління якими банк повинен ретельно організовувати:

- а) розгляд заявки позичальника на отримання кредиту;
- б) аналіз фінансового стану (кредитоспроможності) клієнта і прийняття кредитного рішення;
- в) розробка умов позики; підготовка та укладання кредитного договору;
- г) визначення порядку забезпечення кредиту, гарантій повернення позики;

- д) процедура надання позики;
- е) процедура погашення позики;
- ж) контроль за кредитною операцією.

Перша стадія кредитного процесу включає аналіз і попередній відбір заявок на отримання кредиту. Для цього проводиться науково обґрунтована експертиза доцільності надання позики. Головне завдання кредитних працівників комерційного банку на цій стадії – зібрати найповнішу інформацію про потенціального позичальника.

На другій стадії кредитного процесу банк визначає кредитоспроможність і фінансове становище клієнта. Кредитні працівники повинні оцінити: якою мірою потенційний позичальник здатний повністю і в строк розрахуватися за своїми борговими зобов'язаннями. Чим точніше банк зуміє визначити кредитоспроможність клієнта, тим ширше можливості банку для зниження кредитного ризику.

На третій стадії кредитного процесу банк приймає кінцеве рішення про можливість, умови і форми надання позики. Оцінка майбутньої кредитної операції здійснюється на підставі проведення техніко-економічного обґрунтування позики. Завершується ця стадія оформленням і укладанням кредитного договору, який стає для банку засобом управління подальшими стадіями кредитного процесу.

Четверта стадія кредитного процесу пов'язана із визначенням умов забезпечення повернення кредиту. У центрі розв'язання даної проблеми знаходиться обґрунтований вибір об'єкта (предмета) застави. Для цього має бути забезпечене правильне оформлення заставних юридичних документів, чітке визначення прав і зобов'язань банку і позичальника згідно з нормами чинного заставного права. Засобом забезпечення повернення банківської позики може бути й гарантія.

На п'ятій стадії кредитного процесу банк на основі кредитного договору здійснює процедуру надання позики. Конкретний спосіб надання кредиту, а також вид позичкового рахунку визначається особливостями цієї кредитної операції. Процедура надання позики має бути зручною, оперативною і взаємовигідною для банку та позичальника.

Шоста стадія кредитного процесу – повернення позики з відсотками та завершення кредитної операції. Конкретний спосіб погашення позики обумовлюється у тексті кредитного договору. В умовах фінансової кризи і збільшення взаємної дебіторсько-кредиторської заборгованості господарських суб'єктів банк повинен приділяти постійну увагу повному і своєчасному виконанню кредитних договорів щодо погашення наданих позик. Усі випадки непогашення позик мають детально аналізуватися кредитними працівниками, щоб у майбутньому не допускати подібного.

Сьома стадія є специфічною в тому плані, що банківський контроль та управління кредитним процесом здійснюється на кожній його стадії. Систематичний моніторинг стану кредитного процесу, що поєднується з постійним аналізом якості кредитного портфеля банку посідає одне з центральних місць у системі банківського менеджменту. Головне завдання, яке вирішується на заключній стадії, – розробка нагальних практичних пропозицій і рекомендацій щодо вдосконалення кредитної політики комерційного банку [10].

1.1.3 Кредитний ризик

Кредитний ризик (англ. credit risk) – наявний або потенційний ризик для надходжень та капіталу, який виникає через неспроможність сторони, що взяла на себе зобов'язання, виконати умови будь-якої фінансової угоди із банком або в інший спосіб виконати взяті на себе зобов'язання. Кредитний ризик є в усіх видах діяльності, де результат залежить від діяльності контрагента, емітента або позичальника. Він виникає кожного разу, коли банк надає кошти, бере зобов'язання про їх надання, інвестує кошти або іншим чином ризикує ними відповідно до умов реальних чи умовних угод незалежно від того, де відображається операція – на балансі чи поза балансом [11].

Іншими словами кредитний ризик – це ризик небезпеки неповернення позичальником отриманого кредиту та відсотків за нього в передбачені кредитною угодою терміни.

Під час оцінки кредитного ризику розрізняють індивідуальний та портфельний ризик. Джерелом індивідуального кредитного ризику є окремий, конкретний контрагент банку – позичальник, боржник, емітент цінних паперів. Оцінка індивідуального ризику передбачає оцінку кредитоспроможності окремого контрагента, тобто його індивідуальну спроможність своєчасно та в повному обсязі розрахуватися за взятими зобов'язаннями.

Портфельний кредитний ризик виявляється у зменшенні вартості активів банку (інший, ніж внаслідок зміни ринкової процентної ставки). Джерелом портфельного ризику є сукупна заборгованість банку за операціями, яким притаманний кредитний ризик, – кредитний портфель, портфель цінних паперів, портфель дебіторської заборгованості тощо. Оцінка портфельного ризику передбачає оцінку концентрації та диверсифікації активів банку.

Трьома основними критеріями, які враховують банки при наданні кредитів, є ліквідність, рентабельність і безпека. У практичній банківській діяльності передбачається або однакова значимість потреб, або максимізація прибутку за підтримки ліквідності та врахування безпеки. Для запобігання ризику кожен банк вживає відповідних заходів, які становлять зміст ризикової політики, що здійснюється, по-перше, для запобігання ризику; по-друге, для пом'якшення неминучого ризику.

Основними заходами подолання ризику є: уникнення ризику; скорочення ризику або його регулювання; передбачення величини ризику в балансі банку.

Найпростіший метод управління банківськими ризиками – уникнення їх, тобто відмова від надання кредитів у певних ситуаціях.

Для зниження кредитного ризику, як правило, не надають споживчі кредити:

- нерезидентам;
- неплатоспроможним клієнтам;
- для погашення іншого кредиту;
- клієнтам, які є засновниками або керівниками підприємств, про які існує негативна інформація;
- за неспроможності надати ліквідну заставу чи інше забезпечення;

- клієнту, сукупний місячний дохід якого не забезпечує погашення кредиту й відсотків;

- фізичним особам, які в період дії договору досягнуть пенсійного віку [12].

Скорочення (регулювання) ризику полягає в таких методах управління: перевірка платоспроможності клієнта і поточний контроль; страхування ризику, використання застави; розподіл ризику; сплата клієнтом певної суми за банківський ризик, розмір якої передбачено кредитним договором; розсіювання ризику: кредит надають багатьом боржникам, ризики яких не пов'язані один з одним; обмеження ризику за допомогою нормативів.

Передбачення ризику в балансі банку полягає у виділенні коштів на покриття прихованих ризиків, які поділяють на: операційні (можливість недоотримати прибуток або зазнати збитків внаслідок впливу змін обмінного курсу на очікувані потоки грошових коштів); трансляційні (розрахункові, або балансові, ризики, джерелом яких є ймовірність невідповідності між активами і пасивами, вираженими у валюті різних країн); економічні (можливість несприятливого впливу змін обмінного курсу на економічне становище фірми або компанії, наприклад, імовірність зменшення обсягу товарообігу або зміни цін на фактори виробництва та готову продукцію порівняно з іншими цінами на внутрішньому ринку); ризики, яких, на перший погляд, не існують [12].

У цій роботі розглянемо детальніше проблему прийняття рішення щодо відмови надання кредиту.

1.2 Аналіз сценаріїв вирішення задачі прийняття рішення щодо кредитування фізичних осіб

1.2.1 Необхідність автоматизації

Рішення щодо надання кредиту є надзвичайно складним завданням – існує безліч аспектів, які необхідно врахувати перед остаточним прийняттям

рішення. Найновіші досягнення в управлінні великими даними (Big Data), автоматизації процесів та аналітиці створюють ідеальну підґрунтя для ефективного прийняття кредитних рішень, роблячи важку роботу за вас.

Такі інструменти прискорюють час обробки кредиту та забезпечують точні результати як для кредиторів, так і для позичальників. У порівнянні, традиційні ручні практики прийняття кредитних рішень не забезпечують такого рівня ефективності і в наш час більше не можуть повністю задовільнити позичальників.

Розглянемо переваги використання сучасних програмних систем для забезпечення прийняття кредитних рішень.

Вищий прибуток. Програмне забезпечення для прийняття кредитних рішень збільшує можливість банку надавати кредити. Завдяки швидшій та простішій обробці заявок і розрахункам банкіри можуть обслуговувати більший спектр клієнтів. Автоматизоване прийняття рішень дозволяє збільшити прибуток за рахунок точних кредитних умов та доступності сервісу.

Надійне обслуговування кредитування. Системи обробки кредитів усувають ручні завдання та покращують загальну зв'язаність банківського програмного забезпечення. Банки повинні відповідати великій кількості нормативних актів та законів, які вимагають уважного відношення. Працівникам важко дотримуватися всіх цих правил, що іноді призводить до дорогих помилок. Програмне забезпечення обробки кредиту автоматизує рутинні процедури відповідності та дозволяє уникнути проблем з регуляторами через прості помилки.

Крім того, цифрові та інтегровані додатки для прийняття кредитних рішень можуть надсилати дані про кредит іншим частинам банківської системи. Це сприяє міжвіддільній комунікації та оптимізує внутрішні операції.

Зменшення втрат від кредитів. Точність програмного забезпечення для прийняття кредитних рішень зменшує ризики, пов'язані з наданням кредиту. Автоматизовані рішення з прийняття кредитних умов дозволяють здійснювати обґрунтовану оцінку позичальника, поліпшують процеси «Пізнай свого клієнта» (KYC) та пропонують оптимальні кредитні умови. З правильними

кредитними умовами банкіри можуть бути впевнені у успішності повернення кредиту.

Ефективне обслуговування клієнтів. Програмне забезпечення для прийняття кредитних рішень прискорює час від прийняття рішення до надання кредиту, щоб клієнтам не довелося чекати тижнями на затвердження кредиту. Крім того, система дозволяє клієнту отримати кредит тоді, коли і де йому зручно. Це означає, що вони можуть подати заявку онлайн, отримати повідомлення про рішення та отримати гроші на свою картку, ніколи не відвідуючи банк. Крім того, системи прийняття кредитних рішень допомагають банкам розробити оптимальні кредитні ставки та строки погашення для клієнта [13].

1.2.2 Інформаційно-аналітичні системи

Інформаційно-аналітичні системи (ІАС) – це комп'ютерна система, спрямована на збір, обробку та аналіз різноманітних даних з різних джерел з метою надання корисної інформації для прийняття рішень. Завданнями ІАС є ефективне зберігання, обробка та аналіз даних. Ці системи включають в себе різноманітні інструменти для роботи з даними, включаючи бази даних, засоби візуалізації, засоби аналізу, засоби забезпечення безпеки тощо. ІАС дозволяють ефективно опрацьовувати великі обсяги інформації, виявляти тенденції та патерни, що допомагає підприємству (організації) приймати обґрунтовані рішення, та дозволяє здійснювати інтеграцію та координацію його бізнес-процесів. [14]

Система підтримки рішень (СПР; англ. Decision Support System, DSS) – комп'ютеризована система, яка через збирання та аналіз великого обсягу інформації може впливати на процес ухвалення керівничих рішень в бізнесі та підприємстві. Системи підтримки прийняття рішень (СППР) є частиною більшого класу ІАС та спеціалізуються на наданні конкретних рекомендацій або безпосередньо прийнятті рішень на основі аналізу вхідних даних. Вони

використовують різноманітні алгоритми, методи аналізу даних та моделювання для надання корисної інформації, яка допомагає у прийнятті оптимальних рішень. Ці системи застосовуються в різних галузях, таких як фінанси, медицина, управління виробництвом тощо [15].

ІАС та СППР грають важливу роль у сучасному бізнесі та управлінні, допомагаючи організаціям оптимізувати процеси прийняття рішень, забезпечуючи точний аналіз даних та допомагаючи уникнути людських помилок. Вони сприяють підвищенню ефективності та конкурентоспроможності підприємств.

1.3 Постановка задач дослідження

Метою кваліфікаційної роботи є проектування та імплементація інформаційно-аналітичної системи підтримки і автоматизації прийняття рішень щодо надання чи ненадання споживчого кредиту фізичним особам.

Для досягнення поставленої мети треба виконати наступні етапи:

- провести системний аналіз предметної області;
- ознайомитися із підходами реалізації прийняття рішень;
- визначити потреби до інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття кредитного рішення;
- провести бізнес-аналіз і визначити вимоги для інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття кредитного рішення, що задовольняє визначеним потребам;
- описати реалізацію інформаційно-аналітичної системи згідно із зібраними вимогами;
- імплементувати описану реалізацію програмно;
- провести обчислювальний експеримент для тестових задач і визначити чи задовольняє імплементована інформаційно-аналітична система визначені потреби в повній мірі.

2 БІЗНЕС-АНАЛІЗ ТА ВИБІР МЕТОДУ РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

2.1 Визначення потреб до інформаційної системи

Метою кредитора є максимізація прибутку і, відповідно, зниження кредитного ризику. Для досягнення цієї мети кредитор збирає всю доступну інформацію про потенційного позичальника, аналізує отримані дані та вирішує, чи схвалити кредитну заявку. Враховуючи складність сучасних процесів кредитування це завдання важко вирішити інакше ніж за допомогою інформаційної системи підтримки і автоматизації прийняття рішень.

Відповідно до процесу розробки інформаційних систем, першим кроком є визначення потреб до такої інформаційної системи для кредитора. Визначений нами набір потреб наведено далі:

а) рішення повинно бути масштабованим для збільшення пропускну здатності, зменшення потрібних людських зусиль для експлуатації та ймовірності помилок – рішення повинно бути можливо автоматизувати;

б) ринок та ризики постійно еволюціонують, і кредитор повинен бути адаптивним – рішення повинно мати можливість налаштувань та бути гнучким для можливих змін;

в) для зниження вартості оновлення конфігурації, зміни конфігурації повинні бути швидкими та легкими;

г) кількість доступної інформації про потенційного позичальника є дуже динамічною – рішення повинно бути здатним працювати з різною кількістю вхідних даних різного типу;

д) рішення має бути легко реалізувати у існуючі бізнес-процеси кредитора, без необхідності їх перебудови – рішення має мати просту реалізацію та інтеграцію.

2.2 Вибір методу реалізації процесу прийняття рішення

2.2.1 Кваліметрична модель аналізу проблеми

Необхідно обрати метод реалізації процесу прийняття рішення, основними з яких є система показників (Scorecard), бізнес-правила (Business rules), матриця прийняття рішень (Decision matrix) та Дерево прийняття рішень (Decision trees). У кожного методу свої переваги та недоліки, так, наприклад, система показників дає можливість врахування великої кількості різних параметрів та надає результат у вигляді єдиного числа, що спрощує побудову рекомендації та розуміння впевненості системи в запропонованому рішенні. Однак побудова точної скорінгової карти для системи показників потребує наявності великого обсягу даних та проведення математичного аналізу, що не завжди буває можливо. Бізнес-правила є набором логічних правил, які визначають дії, що слід виконати в певних ситуаціях. Цей підхід має просту реалізацію, легкість додавання та зміни правил, вони можуть працювати із будь-яким набором вхідних даних і є доступними та зрозумілими для більшості бізнес-користувачів. Однак при цьому не є настільки гнучкими, та при великій кількості правил може стати складно керувати та розуміти їх вплив на рішення. Матриці прийняття рішень використовують таблицю, в якій рішення представлені у вигляді комбінацій різних параметрів, а дерева прийняття рішень використовує структуру у вигляді дерева, де кожен вузол представляє собою певне рішення, а гілки вказують на можливі варіанти вхідних параметрів. Обидва методи мають наглядні і прозорі налаштування, проте при збільшенні кількості параметрів таблиця може стати непереглядною та складною для аналізу, а для дерева може виникнути перенавчання, що вплине на точність прийняття рішень.

Досліджуємо задачу про вибір методу, на основі якого буде працювати система підтримки і автоматизації прийняття для вирішення задачі прийняття кредитного рішення.

Розв’язок будується за наступними критеріями:

- критерій 1: гнучкість;
- критерій 2: простота модифікації;
- критерій 3: простота реалізації.

Обирати будемо з множини альтернатив:

- альтернатива 1: система показників;
- альтернатива 2: бізнес-правила;
- альтернатива 3: матриця прийняття рішень;
- альтернатива 4: дерево прийняття рішень.

Ієрархічна модель проблеми вибору у випадку багатокритеріальності має вигляд, зображений на рис. 2.1.

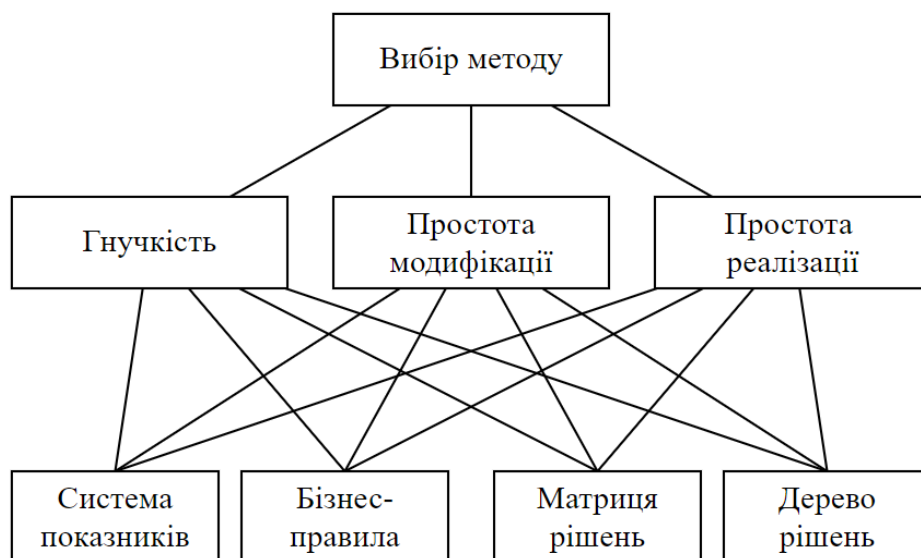


Рисунок 2.1 – Ієрархічна модель аналізу проблеми

2.2.2 Оцінювання вектора пріоритетів незадоволеностей методом аналізу ієрархій

Для продовження аналізу необхідно побудувати матриці парних порівнянь моделі, а також критеріїв системи. Матриця парних порівнянь критеріїв та розрахунки за нею наведено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Матриця парних порівнянь критеріїв

Критерії оцінювання	K1	K2	K3	Оцінки компонентів	Вектор пріоритетів
K1	1	2	3	1,82	0,51
K2	$\frac{1}{2}$	1	5	1,36	0,38
K3	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	1	0,41	0,11
Усього				3,59	

Максимальне власне значення матриці парних порівнянь $\lambda_{\max} = 3,1$.

Індекс узгодженості (ІУ) = $\frac{3,1-3}{3-1} = 0,054$. Випадкова узгодженість = 0,58.

Відносна узгодженість (ВУ) = $\frac{0,054}{0,58} = 0,093 = 9,3\%$.

Для прийняття рішення про використання методу необхідно провести порівняльний аналіз альтернатив. Оцінивши їх щодо кожної з критеріїв, отримаємо дані, які представлені в табл. 2.2 – 2.4. Випадкова узгодженість для матриць дорівнює 0,9.

Таблиця 2.2 – Порівняння за першим критерієм

Критерій 1	A1	A2	A3	A4	Власний вектор	Вектор пріоритетів
A1	1	3	9	3	3,0	0,52
A2	$\frac{1}{3}$	1	6	$\frac{1}{3}$	0,90	0,16
A3	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{6}$	1	$\frac{1}{7}$	0,23	0,04
A4	$\frac{1}{3}$	3	7	1	1,63	0,28
Усього					5,76	

Для табл. 2.2 маємо $IY = 0,06$, $BY = 0,07 = 7\%$.

Таблиця 2.3 – Порівняння за другим критерієм

Критерій 2	A1	A2	A3	A4	Власний вектор	Вектор пріоритетів
A1	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$	1	0,44	0,08
A2	9	1	3	5	3,41	0,60
A3	3	$\frac{1}{3}$	1	3	1,32	0,23
A4	1	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	0,51	0,09
Усього					5,68	

Для таблиці 2.3 маємо $IY = 0,02$, $BY = 0,02 = 2\%$.

Таблиця 2.4 – Порівняння за третім критерієм

Критерій 3	A1	A2	A3	A4	Власний вектор	Вектор пріоритетів
A1	1	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	0,32	0,06
A2	9	1	3	5	3,41	0,58
A3	5	$\frac{1}{3}$	1	3	1,50	0,26
A4	2	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	0,60	0,10
Усього					5,83	

Для таблиці 2.4 маємо $IY = 0,02$, $BY = 0,02 = 2\%$.

2.2.3 Модель вирішення проблеми

З усіх отриманих результатів ми, як особа, що приймає рішення, можемо зробити кінцеві розрахунки та зробити висновок. У табл. 2.5 наведені результати, які дозволяють нам сказати, що кращою для нас буде друга альтернатива, а саме – Бізнес-правила.

Таблиця 2.5 – Кінцеві дані

Критерій	Вектор пріоритетів	A1	A2	A3	A4
K1	0,51	0,52	0,16	0,04	0,28
K2	0,38	0,08	0,60	0,23	0,09
K3	0,11	0,06	0,58	0,26	0,10
Загальна оцінка		0,30	0,37	0,14	0,19

2.3 Визначення вимог та обмежень

Наступний етап процесу розробки інформаційних систем після визначення цілей та потреб під час первинного аналізу є визначення вимог. Необхідно трансформувати потреби у конкретні функціональні та нефункціональні вимоги та обмеження.

Наводимо список сформованих нами вимог сформований в результаті аналізу визначених потреб:

- а) вибрати бізнес-правила як підхід до прийняття рішень;
- б) список бізнес-правил повинен бути динамічним, без необхідності оновлення всієї системи;
- в) налаштування прийняття рішень на основі бізнес-правил повинні налаштовуватися окремо для кожного кредитного продукту;
- г) список вхідних параметрів повинен бути динамічним, без необхідності оновлення всієї системи;

д) для можливості обробки різноманітних даних всі вхідні дані повинні бути або числовими змінними, або категоріальними змінними з відомим набором можливих значень;

е) бізнес-правила повинні бути здатні працювати з числовими або категоріальними вхідними даними;

ж) вихід системи повинен мати форму рекомендованого рішення «Прийняти/Відмовити/Ручна перевірка»;

з) для можливості агрегації динамічного списку бізнес-правил вихід кожного правила повинен мати однакову форму "Прийнято/Відмова/Ручна перевірка";

и) вхідні дані рішення:

- числові або категоріальні точки даних заявки на кредит;
- числові або категоріальні дані, отримані з сторонніх систем (Кредитне бюро, системи КУС);
- налаштування кредитного продукту та налаштування прийняття рішень;

к) вихід рішення:

- результат "так/ні" кожного бізнес-правила;
- зроблене "так/ні" кінцеве рекомендоване рішення щодо надання чи ненадання кредиту, яке також може бути використано як автоматичне рішення.

Ці вимоги спираються на наступних обмеженнях до майбутньої системи:

- тип даних вхідних змінних може бути лише число або рядок;
- усі рядкові вхідні змінні мають обмежену і відому множину можливих значень.

Висновки за розділом 2

У даному розділі було визначено та систематизовано обмеження та вимоги до майбутньої інформаційно-аналітичної системи, спрямованої на прийняття

рішень щодо надання або відмови у споживчому кредиті фізичним особам. Мета розділу полягала у визначенні всіх обмежень та вимог до майбутньої системи, що буде задовольняти потреби кредитора. Об'єктом дослідження стали потреби та вимоги кредитора як ключового суб'єкта у процесі надання кредитів.

Відповідно до процесу розробки інформаційних систем, першим кроком було визначено потреби для кредитора. Визначивши потреби, обрано метод реалізації процесу прийняття рішення – Бізнес-правила. В результаті було сформовано конкретний перелік вимог та обмежень до системи, створивши основу для подальшого проектування.

Мета розділу досягнута, результати будуть використані та проаналізовані в наступному розділі з метою проектування архітектури рішення та дизайну системи з урахуванням визначених потреб та обмежень.

3 АНАЛІЗ ВИМОГ. ПОБУДОВА ОПИСУ СИСТЕМИ

3.1 Структурний опис системи

3.1.1 Сутності

Після визначення вимог до системи виконаємо їх аналіз з метою проектування архітектури рішення та дизайну системи. Необхідно визначити структуру бази даних та необхідний функціонал поведінки системи. Почнемо із структурного опису системи, застосувавши для цього модель «сутність – зв’язок». У цій моделі дані представлені у вигляді компонентів (сутностей), які пов’язані між собою певними зв’язками, які виражають залежності і вимоги між ними. Сутність в цій моделі – це збірне поняття, деяка абстракція реального об’єкта, процесу, явища чи деякого уявлення про об’єкт. Різні властивості сутностей, які характеризують їх називаються атрибути.

Модель зазвичай реалізується в вигляді баз даних. У разі реляційної бази даних, в якій зберігаються дані в таблицях, кожен рядок кожної таблиці є одним екземпляром сутності. Щоб не плутати сутність як формально описану структуру даних із абстрактним об’єктом назви сутностей будемо писати з великої літери. Назви таблиць, що будуть відповідати сутностям у базі даних будемо писати англійською мовою.

А. Кредитний продукт. Кредитний продукт – це фінансовий продукт, який надається на певних умовах для задоволення фінансових потреб клієнтів. Різні кредитні продукти призначені для вирішення різних потреб клієнтів на різних умовах.

Основні характеристики кредитних продуктів включають максимальний розмір позики (або доступну суму грошей), строк позики, відсоткову ставку (відсоток, який клієнт повинен сплатити за користування кредитом), умови погашення (розмір щомісячного платежу та строк кредиту), а також інші умови та вимоги, що визначаються угодою між кредитором і позичальником.

У рамках системи згідно з вимогою в) налаштування для прийняття рішення застосовуються на рівні кредитного продукту. Отже, Кредитний Продукт пов'язаний із сутністю.

Для зберігання сутності Кредитний Продукт створимо таблицю CreditProduct із наступними полями:

- унікальний ідентифікатор Кредитного Продукту;
- назва та опис Кредитного Продукту;
- налаштування для прийняття рішення, а саме ідентифікатор Набору Правил.

У рамках процесу кредитування ця таблиця може включати інші параметри умов та налаштування (такі як максимальний розмір позики, відсоткова ставка) але так як в рамках нашого рішення інші параметри не використовуються, ми не будемо їх розглядати. Повний список полів наведено у Додатку А.

Б. Заявка на кредитування. Заявка на кредитування виражає бажання потенційного позичальника отримати кредит. Цей документ містить інформацію, яка дозволяє кредиторів прийняти рішення про те, чи може бути позика надана, і які умови будуть застосовані.

Заявки на кредитування зазвичай включає в себе наступні елементи:

- особисті дані;
- фінансова інформація: це включає в себе інформацію про доходи та джерела доходу й інші фінансові показники;
- інформація про кредит: заявник повинен вказати суму, термін та мету кредиту.

Зазвичай кредитор намагається зібрати найбільший масив даних про потенційного позичальника, щоб правильно оцінити фінансову здатність позичальника погасити кредит. Тому заявка на кредитування може доповнюватись розширеними даними, такими як:

- кредитна історія, відомості про попередні та поточні кредити, заборгованості та інші фінансові зобов'язання;

– дані з документів, таких як витяги з банківських рахунків, свідоцтва про доходи та інші;

– розрахункові фінансові показники відношення розміру загального боргу до власного капіталу, загального боргу до загального обороту, поточних активів до поточних зобов'язань тощо.

Враховуючи вимогу г) доцільно абстрагувати список параметрів Заявки на кредитування і винести його в окрему сутність. Це дозволить реалізувати необхідну гнучкість та розширюваність.

Для зберігання сутності Заявки створимо таблицю Application, у якій залишимо лише базові атрибути:

- унікальний ідентифікатор Заявки;
- дата створення;
- ідентифікатор обраного Кредитного Продукту.

У рамках процесу кредитування ця таблиця може включати інші параметри, але оскільки в рамках нашого рішення інші параметри не використовуються, ми не будемо їх розглядати. Повний список полів наведено у Додатку А.

В. Параметр Заявки. Абстрагований параметр заявки можна описати наступними атрибутами:

- назва Параметру – наприклад «вік», «стать», «підтверджений місячний дохід», «мета кредиту» тощо;
- тип даних – число або рядок відповідно до вимоги д);
- посилання на словник із переліком можливих значень, якщо змінна Параметру має такі обмеження (наприклад для змінної «працевлаштування» може бути словник із такими значеннями: повна зайнятість, часткова зайнятість, безробітний, студент, пенсія).

Список параметрів заявки будемо зберігати у таблиці InputVariable, список полів наведено у Додатку А.

Г. Бізнес Правило. Бізнес-правила відображають логіку прийняття рішення і є конкретними умовами, які можуть бути виражені у вигляді “ЯКЩО – ТО” [16].

Сутність Бізнес Правила в рамках нашого рішення є перевірка значення одного Параметру Заявки на відповідність заданим умовам, яка має один із трьох можливих результатів: «Прийняти» (Approve), «Ручна перевірка» (Manual Review) або «Відхилити» (Reject), залежно від обраних налаштувань цих умов.

Для визначення Правила необхідно вказати Параметр Заявки, що буде перевірятись, умови для кожного з трьох можливих результатів. Вигляд умов буде відрізнятись для різних типів даних Змінної, що перевіряється. Оскільки, відповідно до вимог д) та є), Змінна може бути двох типів: число або рядок, то і Правила можуть бути двох типів: числове або категоріальне.

Числове правило перевіряє значення числа, умови перевірки можна обрати у вигляді відрізка. Тоді для визначення налаштувань умов числового правила необхідно вказати 3 проміжки числової прямої – по одному для кожного з трьох можливих результатів:

$$\text{Reject} = x \in [r_{\min}; r_{\max}], \quad \text{Manual} = x \in [m_{\min}; m_{\max}], \quad \text{Approve} = x \in [a_{\min}; a_{\max}],$$

де x – значення змінної що перевіряється;

$r_{\min}, r_{\max}, m_{\min}, m_{\max}, a_{\min}, a_{\max} \in \mathbb{R}$ – межі проміжку відповідного результату. Проміжок умов результату перевірки може бути необмежений з одного боку або бути порожнім; межі проміжку включені.

Категоріальне правило перевіряє значення Змінної, яка має відому кінцеву множину можливих значень D . Умови перевірки можна визначити підмножинами множини можливих значень Змінної, що перевіряється:

$$\text{Reject} = x \in D_r, \quad \text{Manual} = x \in D_m, \quad \text{Approve} = x \in D_a \subseteq D,$$

де x – значення змінної що перевіряється;

$D_r, D_m, D_a \subseteq D$ – множини умов відповідного результату.

Результатом перевірки Правила буде те рішення, множина умов якого включає значення, що перевіряється.

Можлива ситуація, коли умови декількох рішень виконуються одночасно, в такому випадку результатом буде «найгірше» із рішень.

Можлива ситуація, коли умови жодного рішення не виконуються. Для такого випадку необхідно визначити додаткове налаштування – рішення по замовчуванню (Default decision).

Логіка прийняття рішення для визначеного Правила має вигляд:

- ЯКЩО для значення змінної, що перевіряється, виконується умова Reject, ТО результат перевірки правила – «Відхилити»;
- ІНАКШЕ, ЯКЩО для значення змінної, що перевіряється, виконується умова Manual, ТО результат перевірки правила – «Ручна перевірка»;
- ІНАКШЕ, ЯКЩО для значення змінної, що перевіряється, виконується умова Approve, ТО результат перевірки правила – «Прийняти»;
- ІНАКШЕ результат перевірки правила – рішення по замовчуванню.

Сутність бізнес правила складається з наступних атрибутів:

- назва і опис правила;
- тип правила;
- Параметр Заявки, який перевіряється;
- налаштування умов результату перевірки.

Для сутності Бізнес Правила створимо таблицю Rule, список полів наведено у Додатку А.

Д. Набір бізнес-правил. Бізнес Правила, які мають бути перевірені разом, об'єднуються у Набір, який може бути призначений Кредитному Продукту. Різні Набори можуть мати різний список Правил та різні налаштування умов результатів для Правил. Таким чином, реалізується вимога в), що умови для прийняття рішення мають бути налаштовані на рівні Кредитного Продукту.

Фінальне рішення системи по Заявці формується із результатів перевірок Правил, що були включені до Набору. Рішення обирається як «найгірше» серед рішень перевірених Правил. Але рішення системи по Заявці – це окрема сутність, яку розглянемо нижче.

Набір має включати хоча б одне Правило.

Сутність складається з наступних атрибутів:

- назва набору правил;
- список правил які включені до набору.

Для сутності Набір Бізнес Правил створимо таблицю RuleSet, список полів наведено у Додатку А.

Е. Результат перевірки Правила. Сутність містить результат перевірки Правила відповідно до даних Заявки і умов перевірок налаштованих для Набору Правил, що перевірявся. Атрибути сутності:

- ідентифікатор заявки;
- ідентифікатор набору правил;
- ідентифікатор правила;
- результат перевірки правила.

Для сутності створимо таблицю RuleCheckResult, список полів наведено у Додатку А.

Ж. Результат перевірки Набору Правил. Сутність містить фінальне рішення системи після перевірки Заявки по заданому Набору Бізнес Правил. Рішення формується як «найгірше» серед рішень усіх правил, що входять в заданий набір правил. Атрибути сутності:

- ідентифікатор заявки;
- ідентифікатор набору правил;
- рішення системи по заявці.

Для сутності створимо таблицю RuleSetCheckResult, список полів наведено у Додатку А.

3.1.2 Аналіз відношень між сутностями

Проаналізуємо наявні зв'язки між описаними сутностями та їх кардинальність.

Існує зв'язок Заявка – Кредитний Продукт. Кардинальність відношення «один-до-багатьох»: кожна Заявка завжди оформлюється на якийсь Кредитний

Продукт; Кредитний Продукт може мати довільну кількість Заявок, або не мати їх взагалі.

Існує зв'язок Заявка – Параметр Заявки. Кардинальність відношення «багато-до-багатьох»: кожна Заявка може мати довільну кількість Параметрів, але не менше одного; кожен Параметр може використовуватися у довільній кількості Заявок або не використовуватися взагалі.

Існує зв'язок Кредитний продукт – Набір Бізнес Правил. Кардинальність відношення «один-до-багатьох»: для Кредитного Продукту обов'язково обрати один Набір Правил, що буде регулювати прийняття рішення; Набір Правил може використовуватися у довільній кількості Кредитних Продуктів або не використовуватися взагалі.

Існує зв'язок Набір Бізнес Правил – Бізнес Правило. Кардинальність відношення «багато-до-багатьох»: Набір Правил може включати довільну кількість Правил, але не менше одного; Кожне Правило може використовуватися у довільній кількості Наборів або не використовуватися взагалі.

Існує зв'язок Заявка – Результат Перевірки Правила. Кардинальність відношення «один-до-багатьох»: кожна Заявка має отримати Результат перевірки кожного Правила, що входить у Набір Правил, який перевіряється, тобто може мати довільну кількість Результатів, але не менше одного; Правила завжди перевіряються для якоїсь заявки, тобто Результат перевірки завжди відноситься до однієї Заявки

Існує зв'язок Заявка – Результат Перевірки Набора Правил. Кардинальність відношення «один-до-одного»: кожна Заявка має отримати Результат перевірки Набір Правил, що відповідає Кредитному Продукту обраному у Заявці; Результат Перевірки Набору завжди відноситься до якоїсь заявки.

Відповідно до реляційного підходу побудови схеми даних необхідно створити асоціативні таблиці для реалізації відношень «багато-до-багатьох».

А. Вхідні Дані. Сутність для реалізації відношення Заявка – Список параметрів заявки. Відповідно до вимоги г) Заявки можуть мати довільний набір атрибутів, який може відрізнятися від заявки до заявки. Асоціативна сутність має включати ідентифікатор заявки та ідентифікатори вхідних параметрів, які використовуються в даній заявці.

До того ж, має сенс перенести в цю сутність також значення кожного параметру що присутній у заявці. Таким чином сутність Вхідні Дані буде описувати, в якій заявці які параметри мають які значення.

Для сутності Вхідні Дані створимо таблицю RuleInput, список полів наведено у Додатку А.

Б. Налаштування Правил. Сутність для реалізації відношення Набір Бізнес Правил – Бізнес Правило. Набір Правил може включати довільний список Правил, а одне Правило може перевірятись у різних Наборах. Асоціативна сутність має включати ідентифікатор Набору правил та ідентифікатор Правила.

Відповідно до вимог має бути можливість налаштовувати поведінку Правил для кожного Набору. Тому параметри налаштування описані при розгляданні сутності Бізнес Правила будуть зберігатись саме в цій сутності. В сутності Бізнес Правила залишаються атрибути, що не пов'язані з Наборами, такі як тип правила, та Параметр Заявки, який перевіряється.

Сутність Налаштування Правил складається із наступних атрибутів:

- ідентифікатор Набору правил та ідентифікатор Правила;
- налаштування умов кожного з трьох рішень у формі числового проміжку для числових Правил;
- налаштування умов кожного з трьох рішень у формі переліку підмножини множини можливих значень для категоріальних Правил;
- рішення по замовчуванню.

Для сутності створимо таблицю RuleSettings, список полів наведено у Додатку А.

3.1.3 Діаграма «сутність-зв'язок»

Для графічного вираження сутностей, атрибутів і зв'язків графічно, використовують діаграмами «сутність-зв'язок» (ERD – entity-relationship

diagram). Сутності представляються у вигляді прямокутників, а зв'язки – лініями, які з'єднують сутності. Кожна сутність може мати атрибути, які відображаються на діаграмі у відповідному прямокутнику. Діаграма, що описує систему із розглянутими сутностями у нотації «вороняча лапка», наведена на рис. 3.1.

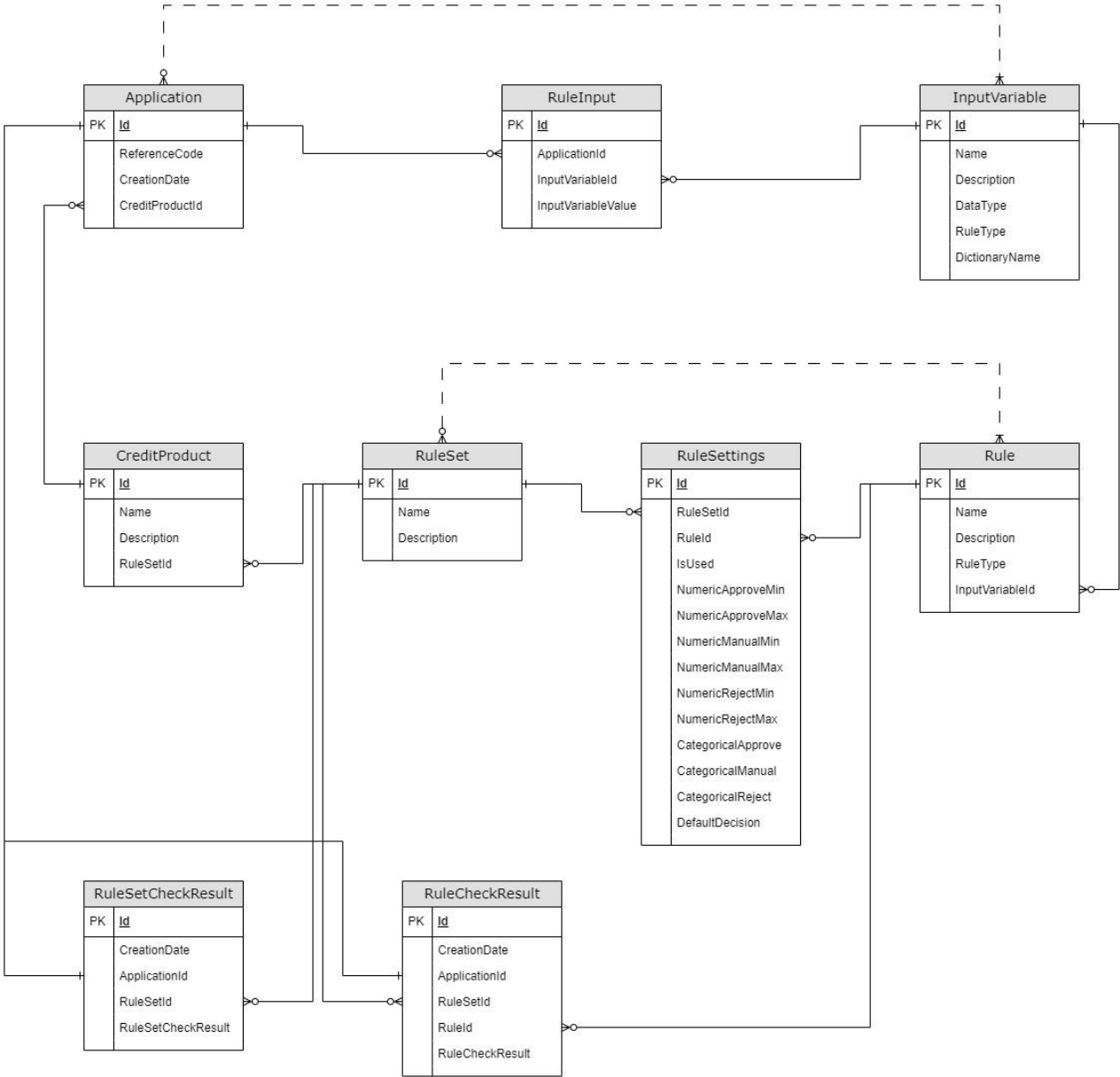


Рисунок 3.1 – Діаграма «сутність-зв’язок»

3.2 Поведінковий опис системи

3.2.1 Актори та варіанти використання

Після визначення структурних елементів системи потрібно визначити необхідний функціонал поведінки системи. Зручний підхід для цього є діаграми варіантів використання. Після визначення списку необхідного функціоналу опишемо його реалізацію за допомогою діаграм діяльності.

Діаграми варіантів використання (use case diagrams) використовуються для відображення сценаріїв використання системи (usecases) користувачами системи (actors), які використовують її функції.

Створення use case діаграми – це один із етапів в аналізі вимог до системи, який допомагає визначити, які функціональні можливості надає система та як вони взаємодіють з різними користувачами чи іншими системами. Нижче наведено кроки для створення use case діаграми.

Крок А. Визначення акторів (Actors). Визначити основних користувачів (акторів), які будуть взаємодіяти з системою.

Крок Б. Визначення основних випадків використання (Main Use Cases). Визначте основні цільові випадки використання, які повинна виконувати система для кожного актора.

Крок В. Створення діаграми. Актори представляються піктограмами, а випадки використання – овалами. Відносини між ними позначаються стрілками.

Крок Г. Визначення відносин. Визначити відносини між акторами і випадками використання. Зазвичай це відносини включення, розширення та асоціації.

Акторами системи є:

- особа, що приймає рішення (ОПР), тобто робітник банку чи установи, яка надає кредит, який розглядає заявку потенційного позичальника та приймає фінальне рішення;

– адміністратор, тобто користувач, який виконує налаштування поведінки системи.

Виділяємо наступні випадки використання системи для ОПР:

- подати заявку до системи;
- отримати рішення від системи.

Відповідно до вимоги к), ОПР необхідно мати можливість бачити як фінальне рішення системи, так і проміжні результати перевірки по кожному правилу.

Виділяємо наступні випадки використання системи для Адміністратора:

- налаштувати конфігурацію кредитного продукту;
- створити нове або змінити існуюче бізнес-правило;
- управління списком параметрів заявки;
- створити новий або змінити існуючий набір бізнес правил, що включає в себе:

- включити або виключити бізнес правило зі складу набору;
- змінити налаштування умов прийняття рішень індивідуально для кожного правила у наборі.

Актори взаємодіють із системою через інтерфейс. Деталі реалізації інтерфейсу в рамках даної роботи не розглядаються. Інтерфейс може бути реалізований у будь-який спосіб так, що для кожного випадку використання буде викликати відповідний функціонал системи.

Взаємодія з інтерфейсом відбувається через базу даних, через запити до неї. До кожної взаємодії потрібно мати необхідні дані в БД та мати запит sql. Як саме буде викликатись запит – не розглядається і не суттєво для даної роботи.

3.2.2 Список дій

Необхідно реалізувати функціонал щоб дати Користувачу можливість виконувати необхідні дії. Узагальнюючи побудовані випадки використання системи можемо визначити всі дії, які система має мати можливість виконувати.

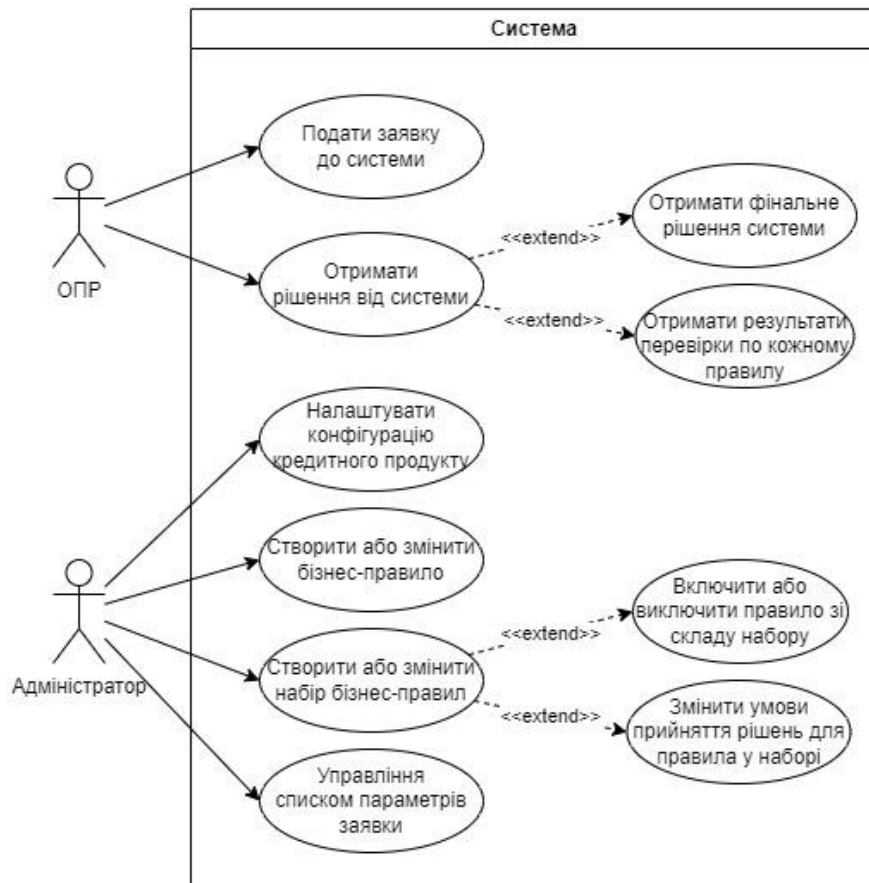


Рисунок 3.1 – Діаграми варіантів використання

Сформуємо повний список дій у системі необхідних Користувачу, для яких необхідно реалізувати відповідний функціонал:

а) керування списком кредитних продуктів та їх налаштуваннями:

- переглянути список кредитних продуктів;
- переглянути налаштування обраного кредитного продукту;
- змінити налаштування обраного кредитного продукту;
- створити новий кредитний продукт;
- видалити обраний кредитний продукт;

б) керування списком бізнес-правил та їх налаштуваннями:

- переглянути список бізнес-правил;
- переглянути налаштування обраного бізнес-правила;
- змінити налаштування обраного бізнес-правила;
- створити нове бізнес-правило;
- видалити обране бізнес-правило;

в) керування списком наборів бізнес-правил та їх налаштуваннями:

- переглянути список наборів бізнес-правил;
- переглянути налаштування обраного набору бізнес-правил;
- додати та видалити правило до набору бізнес-правил;
- змінити умови результатів перевірки правила у наборі;
- створити новий набір бізнес-правил;
- видалити обраний набір бізнес-правил;

г) керування списком параметрів заявки:

- переглянути список параметрів заявки;
- переглянути налаштування обраного параметра заявки;
- змінити налаштування обраного параметра заявки;
- створити новий параметр заявки;
- видалити обраний параметр заявки;

д) подання заявки від ОПР:

- переглянути список існуючих заявок;
- створити нову заявку;
- переглянути деталі обраної заявки;

е) отримання рекомендації системи та прийняття рішення:

- ініціалізувати процес прийняття рішення системою;
- переглянути рішення рекомендоване системою;
- переглянути результат перевірки кожного правила;
- прийняти рішення по заявці.

3.2.3 Діаграми діяльності

Діаграми діяльності (activity diagrams) візуально подає послідовність дій чи потік управління в системі аналогічно блок-схемі або діаграмі потоку даних. Діаграми діяльності використовуються в моделюванні бізнес-процесів. Також вони можуть описувати етапи в діаграмі варіантів використання.

Нижче наведено діаграми діяльності для списку дій необхідних для реалізації системи (рис. 3.2, 3.3).

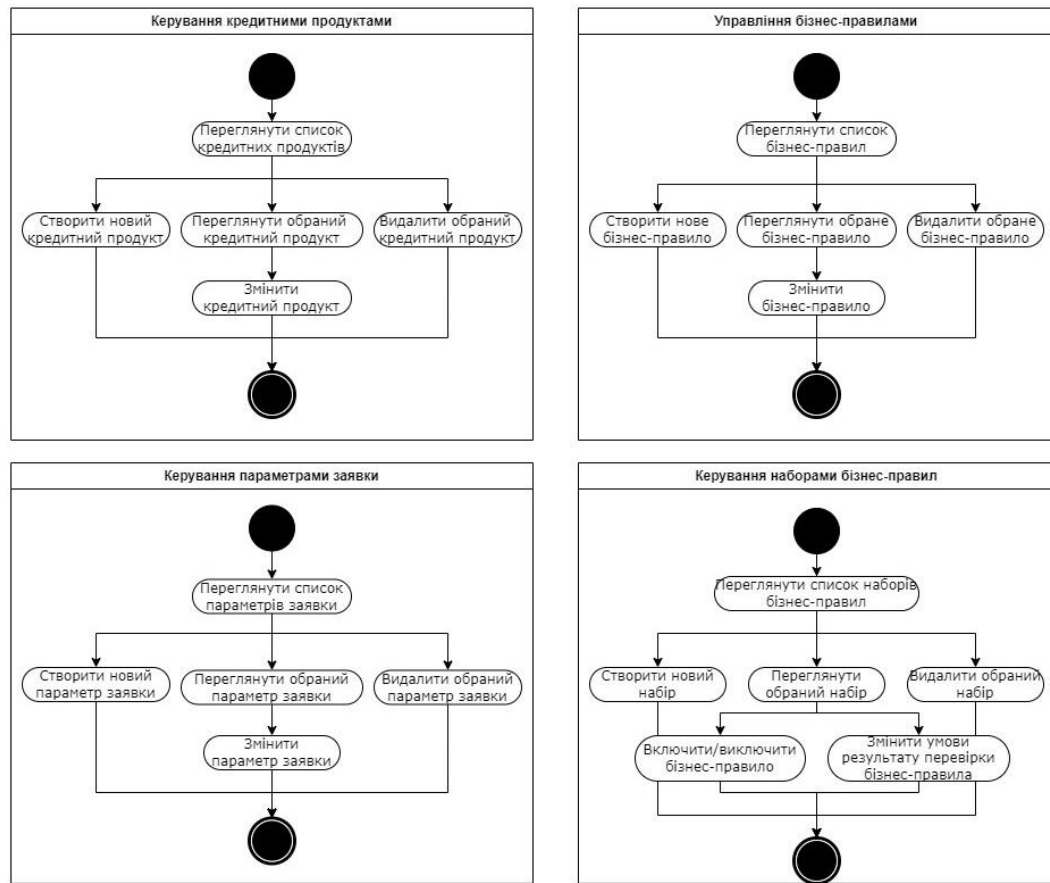


Рисунок 3.2 – Діаграми діяльності функціоналу адміністрування

Висновки за розділом 3

Цей розділ був присвячений проектуванню архітектури рішення та дизайну інформаційно-аналітичної системи з урахуванням визначених потреб та обмежень. Аналіз вимог був проведений з урахуванням необхідності визначення структури бази даних та необхідного функціоналу системи.

Використання для структурного опису системи моделі «сутність – зв’язок» дозволило чітко визначити структурні елементи системи та їх взаємозв’язки.

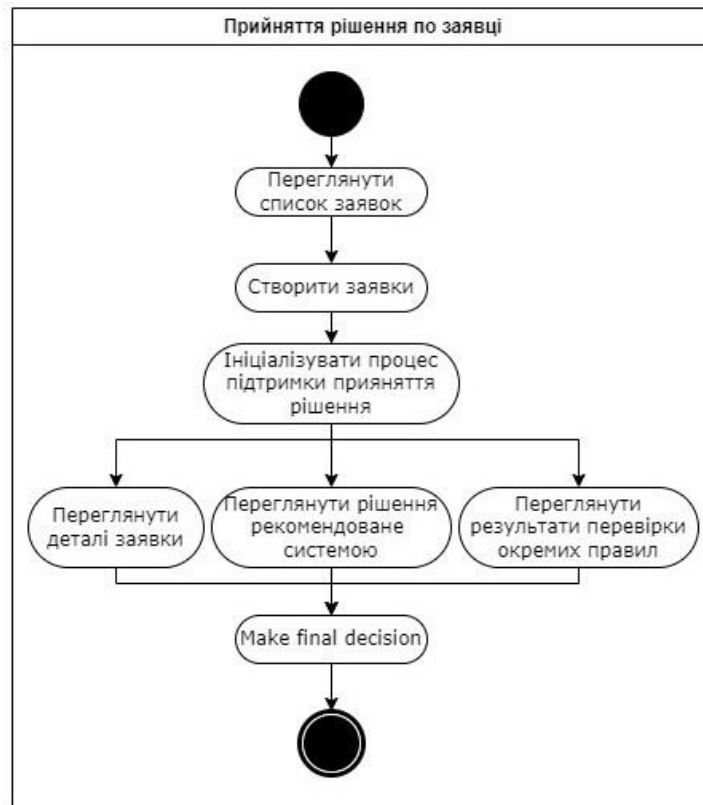


Рисунок 3.3 – Діаграма діяльності функціоналу прийняття рішення

Застосування діаграми варіантів використання виявилось зручним підходом для визначення переліку необхідного функціоналу поведінки системи. Після визначення списку функціоналу описано його реалізацію за допомогою діаграм діяльності. Застосування діаграм діяльності дозволило докладно описати послідовність окремих дій та їх взаємозв'язки із компонентами системи.

Отримавши в цьому розділі чітке визначення дизайну системи та окремих дій можна приступати до наступного етапу – реалізації системи, де проєктована архітектура та дизайн будуть втілені у функціональну інформаційно-аналітичну систему.

4 РЕАЛІЗАЦІЯ СИСТЕМИ

4.1 Реалізація функціоналу адміністрування

Після аналізу вимог і визначення дизайну системи та окремих дій можна приступати до реалізації. Імплементація необхідного функціоналу буде виконана на мові SQL (Structured query language – мова структурованих запитів). SQL – це декларативна мова програмування для взаємодії користувача з базами даних, що застосовується для формування запитів, оновлення і керування реляційними БД.

Оскільки актори взаємодіють із системою через інтерфейс, деталі реалізації якого не розглядаються в рамках даної роботи для повного опису реалізації достатньо описати SQL запити, необхідні для кожного варіанту використання, та в який момент інтерфейс має ці запити викликати. Для кожної окремої дії описана реалізація запитів та їх використання, а безпосередньо коди запитів наведені у додатку Б.

Необхідно реалізувати функціонал керування для різних сутностей, а саме: Кредитними Продуктами, Параметрами Заявки, Бізнес Правилами та Наборами Бізнес Правил. Реалізація схожа для різних сутностей, розглянемо процес детальніше на прикладі реалізації можливості керування кредитними продуктами.

Щоб зрозуміти, які запити необхідно імплементувати для того, щоб система могла надавати користувачам можливість виконувати дії, необхідні для керування Кредитними Продуктами, розпишемо покроково поведінку системи при кожній із них:

а) переглянути список кредитних продуктів:

- 1) користувач відкриває інтерфейс керування кредитними продуктами;
- 2) інтерфейс запитує список наявних кредитних продуктів;
- 3) система виконує запит «GetCreditProductList» і повертає список кредитних продуктів;
- 4) користувач бачить список наявних продуктів;

б) переглянути налаштування кредитного продукту:

- 1) користувач обирає один із продуктів для редагування;
- 2) інтерфейс передає системі ідентифікатор обраного кредитного продукту і запитує його налаштування;
- 3) система виконує запит «GetCreditProductDetails» і повертає налаштування
- 4) користувач бачить налаштування обраного продукту;

в) змінити налаштування обраного кредитного продукту:

- 1) інтерфейс запитує список наявних наборів правил для заповнення відповідного поля;
- 2) система виконує запит «GetRuleSetList» і повертає список наборів правил доступних для кредитних продуктів;
- 3) користувач робить зміни значень полів на інтерфейсі, а після цього обирає зберегти зміни;
- 4) інтерфейс передає нові значення полів та ідентифікатор кредитного продукту, що редагується;
- 5) система виконує запит «InsUpdCreditProduct» для переданого ідентифікатору, щоб зберегти передані налаштування для кредитного продукту який має переданий ідентифікатор;

г) створити новий кредитний продукт:

- 1) користувач відкриває інтерфейс керування кредитними продуктами;
- 2) користувач обирає створити новий кредитний продукт;
- 3) користувач заповнює значення полів на інтерфейсі, а після цього обирає зберегти зміни;
- 4) інтерфейс передає значення полів нового продукту та пустий ідентифікатор;
- 5) система виконує запит «InsUpdCreditProduct» для пустого ідентифікатору, щоб створити новий кредитний продукт із переданими значеннями;

д) видалити обраний кредитний продукт:

- 1) користувач відкриває інтерфейс керування кредитними продуктами та бачить список наявних продуктів;
- 2) користувач обирає один із продуктів та обирає видалити обраний продукт;
- 3) інтерфейс передає системі ідентифікатор обраного кредитного продукту;
- 4) система виконує запит «DelCreditProduct» щоб видалити кредитний продукт який має переданий ідентифікатор.

Тож необхідні наступні запити.

А. Запит «GetCreditProductList», щоб отримати список існуючих кредитних продуктів. Це SELECT запит, що повертає всі записи із таблиці CreditProduct.

Б. Запит «GetRuleSetList», щоб отримати список існуючих Наборів Правил, доступних для кредитних продуктів. Це SELECT запит, що повертає всі записи із таблиці RuleSet.

В. Запит «GetCreditProductDetails», щоб отримати налаштування обраного кредитного продукту. Це SELECT запит, що приймає на вхід ідентифікатор Кредитного Продукту та повертає всі атрибути запису з таблиці CreditProduct із переданим ідентифікатором.

Г. Запит «InsUpdCreditProduct», щоб створити новий або оновити існуючий кредитний продукт із переданими параметрами. Це MERGE запит, що працює з таблицею CreditProduct та приймає на вхід атрибути Кредитного Продукту, а саме: CreditProductId, CreditProductName, CreditProductDescription та RuleSetId. Якщо запис із переданим ідентифікатором існує, то MERGE оновить його переданими значеннями. Якщо передано пусте значення ідентифікатору або такого запису не існує, то MERGE створить новий запис із переданими значеннями.

Д. Запит «DelCreditProduct», щоб видалити кредитний продукт. Це DELETE запит, який приймає на вхід ідентифікатор Кредитного Продукту та видалить запис у таблиці CreditProduct із таким ідентифікатором.

Розглянемо функціонал керування параметрами заявки.

Аналогічно до курування Кредитними Продуктами, для керування Параметрами Заявок необхідні наступні запити.

А. Запит «GetInputVariableList», щоб отримати список Параметрів Заявки. Це SELECT запит, що повертає всі записи із таблиці InputVariable. Запит приймає вхідний параметр RuleType, який потрібен для того, щоб отримати Параметри, що підходять до Правил конкретного типу – числових або категоріальних. Щоб отримати всі записи всіх типів запит виконується із пустим значенням вхідного параметру RuleType.

Б. Запит «GetInputVariableDetails», щоб отримати деталі обраного Параметру Заявки. Це SELECT запит, що приймає на вхід ідентифікатор Параметру та повертає всі атрибути запису з таблиці InputVariable із переданим ідентифікатором.

В. Запит «InsUpdInputVariable», щоб створити новий або оновити існуючий Параметр Заявки. Це MERGE запит, що працює з таблицею InputVariable та приймає на вхід атрибути Параметру, а саме: InputVariableId, InputVariableName, InputVariableDescription, InputVariableDataType, InputVariableRuleType та InputVariableDictionaryName. Логіка роботи MERGE запиту аналогічна до «InsUpdCreditProduct»

Г. Запит «DelInputVariable», щоб видалити Параметр Заявки з таблиці InputVariable по переданому ідентифікатору.

Функціонал керування бізнес-правилами.

Аналогічно, для керування Бізнес Правилами необхідні наступні запити:

- «GetRuleList», щоб отримати список Бізнес Правил;
- «GetInputVariableList», що розглянуто вище;
- «GetRuleDetails», щоб отримати налаштування обраного Бізнес Правила;
- «InsUpdRule», щоб створити нове або оновити існуюче Бізнес Правило із переданими параметрами;
- «DelRule», щоб видалити Правило.

Вони реалізуються і використовуються аналогічно запитам описаним вище.

Розглянемо функціонал керування наборами бізнес-правил.

Список дій для реалізації можливості керування Наборами Бізнес Правил дещо відрізняється:

- переглянути список наборів бізнес-правил;
- переглянути налаштування обраного набору бізнес-правил;
- додати та видалити правило до набору бізнес-правил;
- змінити умови результатів перевірки правила у наборі;
- створити новий набір бізнес-правил;
- видалити обраний набір бізнес-правил.

Для реалізації цього переліку дій необхідні наступні запити.

А. SELECT запити «GetRuleSetList», «GetRuleList», «GetRuleSetDetails», щоб отримати дані із відповідної сутності, та MERGE Запит «InsUpdRuleSet», щоб створити запис або оновити існуючий запис в таблиці RuleSet, які реалізуються і використовуються аналогічно запитам описаним вище.

Б. DELETE запит «DelRuleSet», який окрім записів у сутності RuleSet має також видаляти записи із сутності RuleSettings.

В. Запит «AddRuleToRuleSet», щоб додати правило до обраного набору. Це MERGE запит на таблиці RuleSettings, що наступну реалізацію:

```
CREATE      PROCEDURE      AddRuleToRuleSet(@in_RuleId      INT,
@in_RuleSetId INT) AS
BEGIN
MERGE RuleSettings as tgt
USING(VALUES(@in_RuleId, @in_RuleSetId))
AS src (RuleId, RuleSetId)
ON src.RuleId = tgt.RuleId AND scr.RuleSetId = tgt.RuleSetId
WHEN MATCHED THEN
UPDATE SET IsUsed = 'True'
WHEN NOT MATCHED THEN
INSERT (RuleId, RuleSetId, IsUsed)
VALUES (src.RuleId, src.RuleSetId, 'True');
END
```

Г. Запит «RemoveRuleFromRuleSet», щоб виключити правило з обраного набору, який реалізується аналогічно до «AddRuleToRuleSet». Підхід MERGE у цих двох запитах дозволить виключити можливість дуплікації записів у RuleSettings.

Коли правило вперше додається до набору, всі умови результату перевірки пусті. Одразу після додавання користувачу необхідно налаштувати умови.

Д. Запит «ModifyRuleSettings», щоб змінити умови результату перевірки правила у наборі. Це UPDATE запит, що працює з таблицею RuleSettings, який приймає на вхід ідентифікатори Набору та Правила, а також налаштування умов результатів перевірки правила в обох формах.

Список вхідних параметрів: RuleId, RuleSetId, NumericApproveMin, NumericApproveMax, NumericManualMin, NumericManualMax, NumericRejectMin, NumericRejectMax, CategoricalApproveList, CategoricalManualList, CategoricalRejectList, DefaultDecision.

Використовується простий UPDATE, тому що для того, щоб змінити налаштування правило має бути спочатку додано в набір, тобто необхідний запис в RuleSettings буде завжди присутній.

Використовуємо один запит для зберігання налаштувань правил обох типів. Для числових правил категоріальні параметри будуть пусті, для категоріальних правил, відповідно, числові параметри будуть пусті.

4.2 Реалізація функціоналу прийняття рішення

Для процесу прийняття рішення необхідно реалізувати функціонал подання заявки від ОПР із наступними діями:

- переглянути список існуючих заявок;
- створити нову заявку;
- переглянути деталі обраної заявки;

та функціонал отримання рекомендації системи та прийняття рішення із наступними діями:

- ініціалізувати процес прийняття рішення системою;
- переглянути рішення рекомендоване системою;
- переглянути результат перевірки кожного правила;
- прийняти рішення по заявці.

Розглянемо функціонал отримання заявки від користувача.

Щоб створити Заявку реалізуємо запит «CreateApplication» – звичайний INSERT запит, що записує дані з інтерфейсу ОНР в таблицю Application.

Щоб переглянути список Заявок та деталі обраної Заявки реалізуємо запити «GetApplicationList» та «GetApplicationDetails» – звичайні SELECT запити, реалізовані аналогічно до схожих запитів описаних вище.

Отримання результатів перевірки та рекомендацій системи. Опишемо спочатку інфраструктурні запити для взаємодії із інтерфейсом.

Щоб переглянути рішення рекомендоване системою реалізуємо запит «GetRuleSetCheckResult» – звичайний SELECT запит, що по переданому ідентифікатору Заявки повертає запис відповідного Результату Перевірки Набору Правил, що і є рішенням рекомендованим системою.

Щоб переглянути результат перевірки кожного Правила реалізуємо запит «GetRuleCheckResult». Це SELECT запит, що приймає ідентифікатор Заявки та повертає список записів із Результатами Перевірки кожного Правила, які були перевірені у переданій Заявці. Також, для простоти сприйняття, додаються деякі деталі Правил.

Розглянемо функціонал прийняття рішення.

Задачею запиту, який буде викликатись по дії ініціалізації процесу прийняття рішення з інтерфейсу, є зчитати дані Заявки, застосувати Правила та записати Результати Перевірки. Це складний запит, що є основою логіки прийняття рішень, а отже, центральною частиною нашої системи. Назвемо його «ValidateApplication» і розглянемо його реалізацію детально.

Вхідними даними є ідентифікатор Заявки, що перевіряється, та дані збережені у базі даних. Вихідними даними є рекомендоване рішення по Заявці, записане до таблиці RuleSetCheckResult, та список Результатів Перевірки окремих правил, записаний до таблиці RuleCheckResult.

Для перевірки окремого Правила необхідно підготувати наступні дані: ідентифікатор Правила, Умови результатів перевірки, вхідні значення, що перевіряється. Виведення буде у вигляді {ідентифікатор Правила – результат}.

Тож, алгоритм запиту «ValidateApplication» має наступні кроки:

а) підготувати дані:

- 1) визначити Набір Правил який має бути перевірений;
- 2) підготувати список Правил які мають бути перевірені;
- 3) для кожного Правила, яке має бути перевірено, підготувати умови результатів;
- 4) для кожного Правила, яке має бути перевірено, підготувати вхідні значення необхідного Параметра Заявки;

б) виконати перевірку Правил, тобто перевірити виконання умов результатів для вхідного значення;

в) підготувати та зберегти результати:

- 1) по результатах перевірки Правил отримати рекомендоване рішення по Заявці;
- 2) зберегти його в базу даних у таблицю RuleSetCheckResult;
- 3) зберегти результати перевірки Правил у таблицю RuleCheckResult.

Розглянемо кожний крок по черзі, першим кроком є підготовка даних.

Визначити який Набір Правил має бути перевірений для переданої Заявки можливо через сутність Кредитного Продукту. Заявка завжди оформлена на деякий Кредитний Продукт, який завжди управляється Набором Правил.

Отримавши ідентифікатор Набору Правил, підготувати список Правил, що включені у нього можливо через сутність Налаштування Правил та її таблицю RuleSettings. В цій же таблиці зберігаються умови результатів для Правил у цьому Наборі.

Значення Параметрів конкретної Заявки зберігаються у таблиці RuleInput. Значення якого саме Параметру необхідно подати на вхід кожного Правилу визначено у сутності Правило у таблиці Rule.

Перевірка Правил.

Логіка прийняття рішення для визначеного Правилу має вигляд:

ЯКЩО для значення змінної, що перевіряється, виконується умова Reject, ТОДІ результат перевірки правила – «Відхилено».

ІНАКШЕ, ЯКЩО для значення змінної, що перевіряється, виконується умова Manual, ТОДІ результат перевірки правила – «Ручна перевірка».

ІНАКШЕ, ЯКЩО для значення змінної, що перевіряється, виконується умова Approve, ТОДІ результат перевірки правила – «Прийнято».

ІНАКШЕ результат перевірки правила – рішення по замовченню.

Умови мають різний вигляд для Правил різних типів, тож перед перевіркою необхідно обрати правильний спосіб перевірки: для числових Правил потрапляння значення у проміжок, для категоріальних – наявність значення у множині.

Розглянемо крок підготовка та збереження результатів.

Рекомендоване рішення по Заявці формується як «найгірше» з рішень всіх перевірених Правил. Тобто:

– ЯКЩО хоча б одне Правило має результат «Відхилено», ТОДІ рекомендоване рішення по Заявці «Відхилено»;

– ІНАКШЕ ЯКЩО хоча б одне Правило має результат «Ручна перевірка», ТОДІ рекомендоване рішення по Заявці «Ручна перевірка»;

– ІНАКШЕ всі Правила мають результат «Прийнято», ТОДІ рекомендоване рішення по Заявці «Прийнято».

Рішення по Заявці зберігаємо у таблицю RuleSetCheckResult, результати перевірки Правил зберігаємо у таблицю RuleCheckResult.

Реалізацію алгоритму запиту «ValidateApplication» схематично представлено за допомогою функціональної моделі у нотифікації IDEF0 на рис. 4.1 – 4.5.

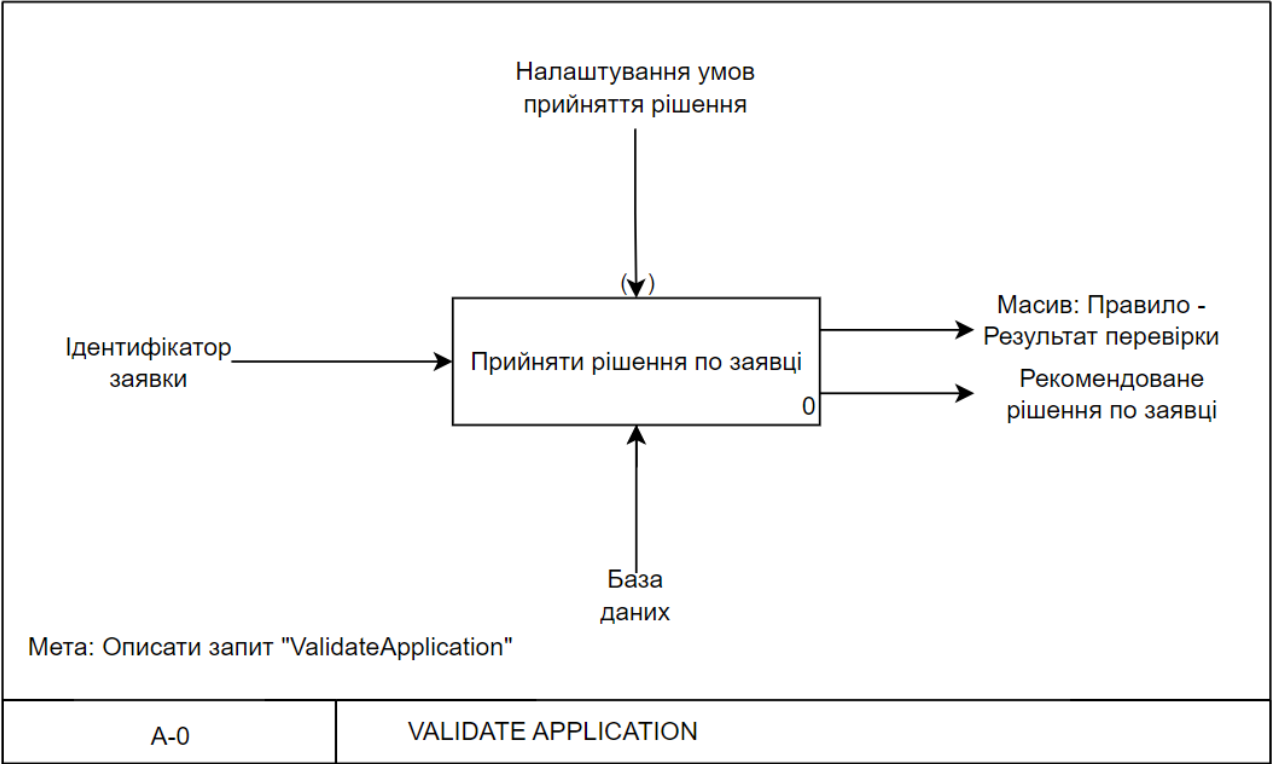


Рисунок 4.1 – Контекстна діаграма запиту «ValidateApplication»

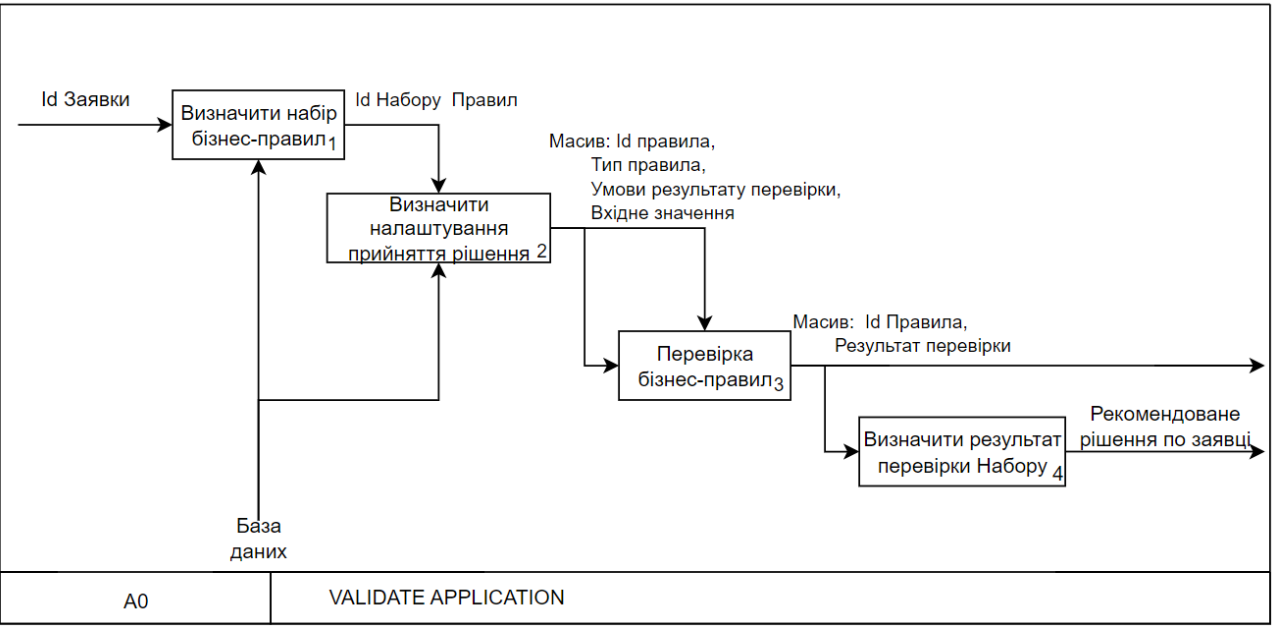


Рисунок 4.2 – Декомпозиція нульового рівня

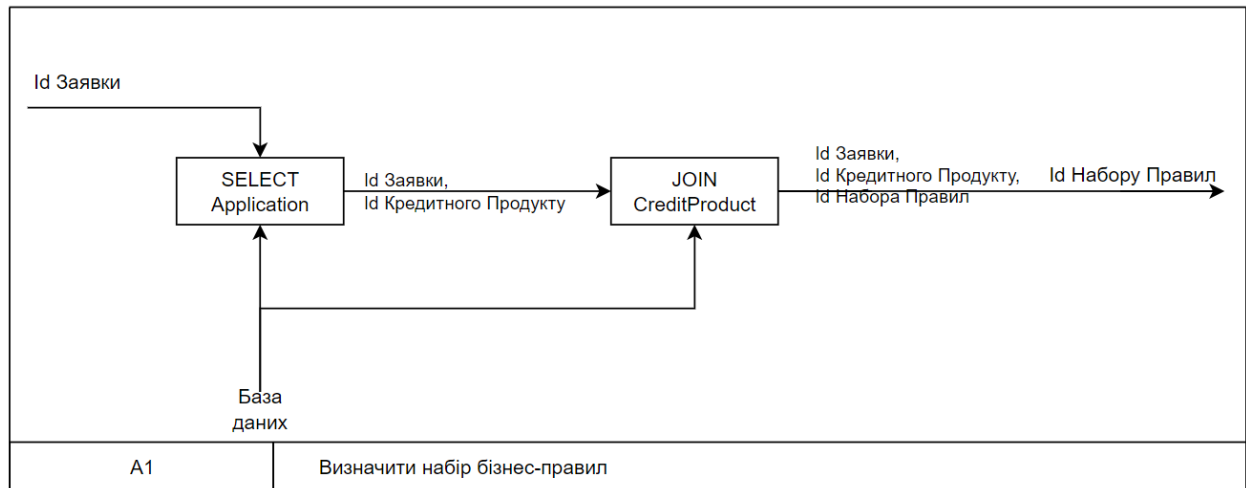


Рисунок 4.3 – Декомпозиція блоку 1 «Визначити набір бізнес-правил»

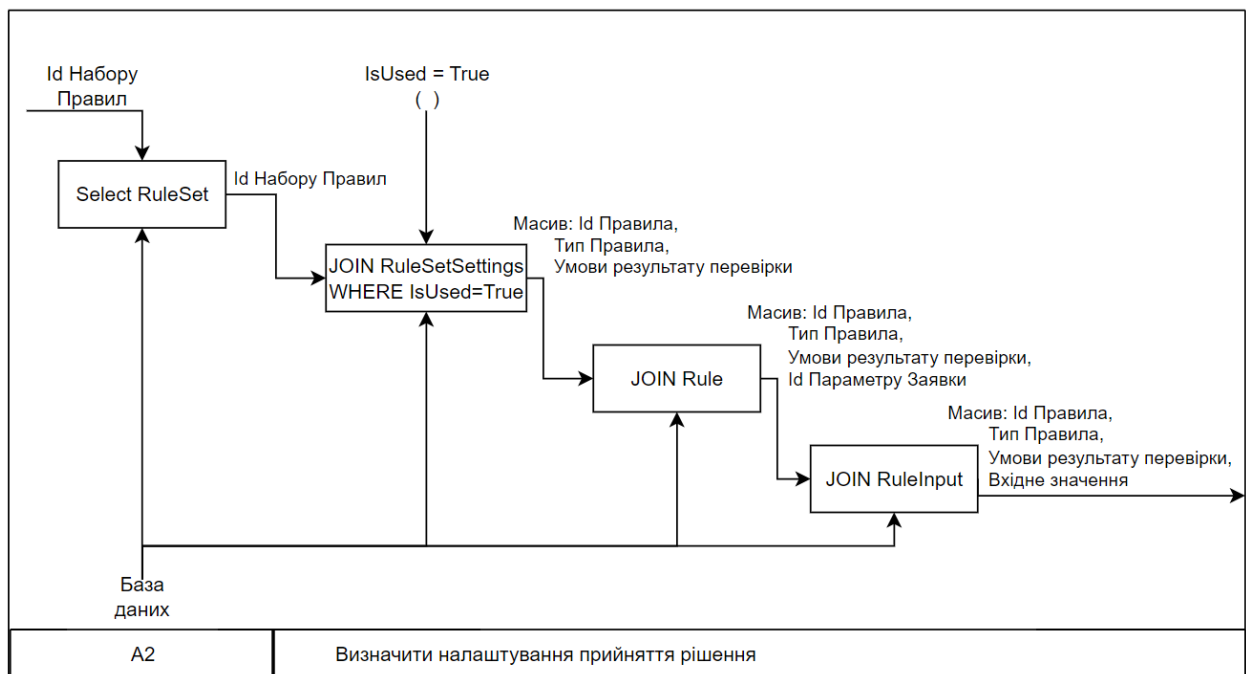


Рисунок 4.4 – Декомпозиція блоку 2 «Визначити налаштування прийняття рішення»

Наведене схематичне зображення реалізується повністю в рамках однієї sql процедури. Блоки 1 та 2 які що підготовлюють дані являють собою частину SELECT запиту під ключовим словом FROM. Блок 3 реалізується у списку полів SELECT запиту. Блок 4 являє собою окремий SELECT запит, результати якого в необхідному вигляді записуються до таблиць RuleCheckResult та RuleSetCheckResult двома INSERT запитами. Код запитів наведено у додатку Б.

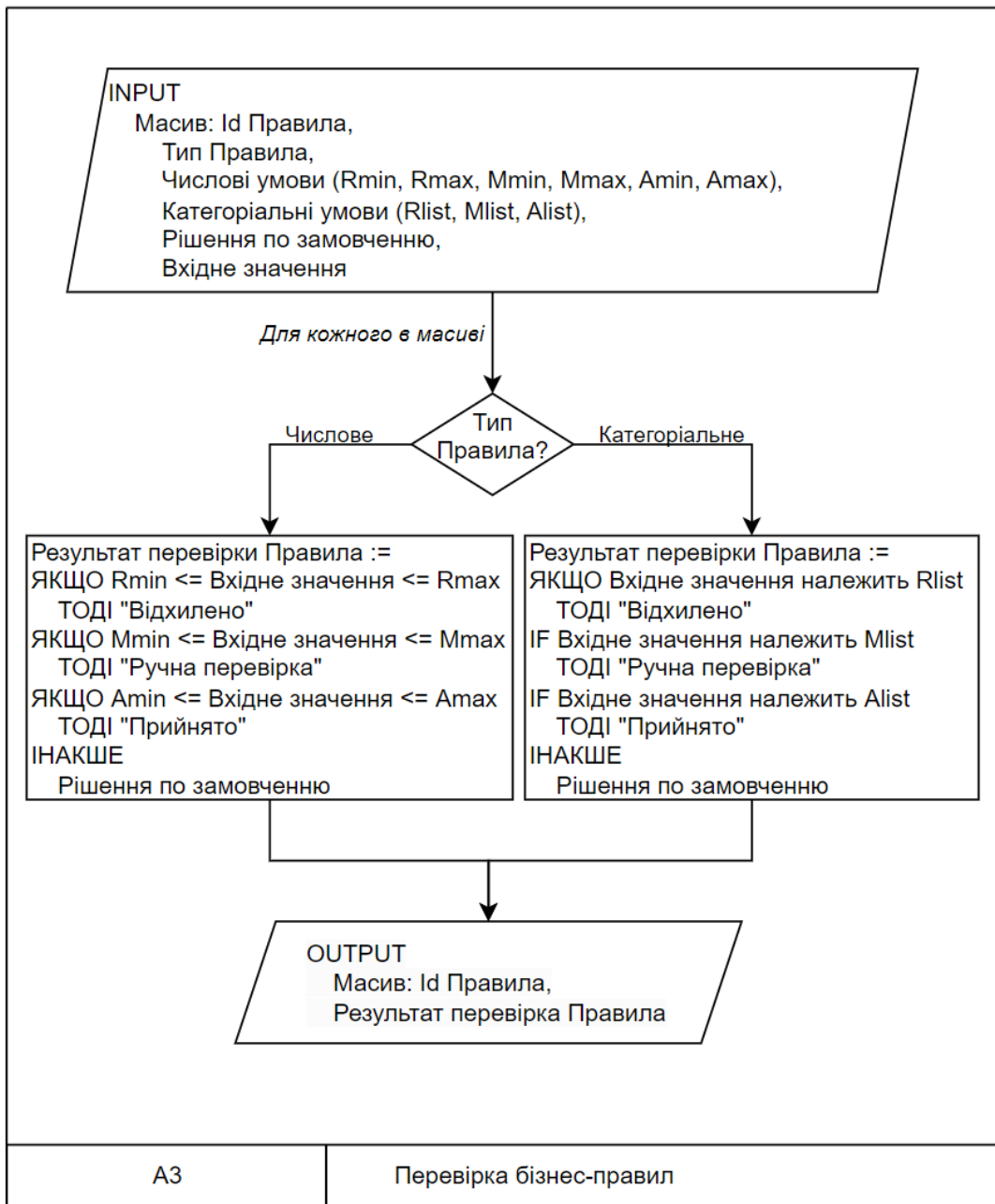


Рисунок 4.5 – Декомпозиція блоку 3 «Валідація бізнес-правил»

Висновки за розділом 4

У цьому розділі було виконано етап реалізації системи, відповідно до дизайну, розробленого в попередньому розділі. Імплементация необхідного функціоналу виконана на мові SQL. Процес імплементации включав розробку запитів для кожної дії, їх опис та використання. Реалізовано функціонал

прийняття рішення, зокрема ядро системи – перевірку бізнес-правил. А також реалізовано функціонал керування та адміністрування всіма сутностями системи.

Мета цього розділу досягнута, і реалізована інформаційна система, як описано у даному розділі, готова до застосування у процесах кредитування. Це відображає успішне завершення етапу розробки та готовність системи до наступних етапів в її життєвому циклі.

5 ЗАСТОСУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

5.1 Ініціалізація сутностей

Розглянемо, як саме застосовується реалізована інформаційна система у процесах кредитування. Для цього створимо за допомогою неї процес прийняття рішення щодо кредитування в уявного кредитора.

Перш за все необхідно визначити, які дані будуть доступні у системі, створивши список Параметрів Заявки. Використовуючи запит «InsUpdInputVariable» створимо Параметри як наведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Список Параметрів Заявки

Id	Назва Параметру	Тип даних	Тип правила	Назва словника
1	Age	Число	Числове	
2	Gender	Рядок	Категоріальне	GenderList
3	Nationality/Citizenship	Рядок	Категоріальне	NationalityList
4	Marital status	Рядок	Категоріальне	MaritalStatusList
5	Education	Рядок	Категоріальне	EducationList
6	Employment status	Рядок	Категоріальне	EmploymentTypeList
7	Employment period	Число	Числове	
8	Net income	Число	Числове	
9	Requested loan term	Число	Числове	
10	Requested loan amount	Число	Числове	
11	Number of previous loan applications in the system	Число	Числове	

Для категоріальних параметрів мають існувати словники із переліком можливих значень. Наступним кроком створюємо Бізнес Правила, використовуючи запит «InsUpdRule» із відповідним ідентифікатором Параметру. Створимо Правила, як наведено у табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Список Бізнес Правил

Id	Назва правила	Id Параметру	Тип правила
1	Age	1	Числове
2	Nationality/Citizenship	3	Категоріальне
3	Education	6	Категоріальне
4	Employment status	7	Категоріальне
5	Net income	10	Числове
6	Loan term	11	Числове
7	Loan amount	12	Числове
8	Number of previous loan applications	13	Числове

Створимо Набір Бізнес Правил із назвою «Базовий». Використовуючи запит «AddRuleToRuleSet» додамо до цього Набору всі правила. За допомогою запиту «ModifyRuleSettings» встановимо умови прийняття рішення, як наведено у табл. 5.3. Зовнішній вигляд інтерфейсу для таких налаштувань на наведено на рис. 5.1.

Rule Set

List Of Business Rules

Edit Rule Set

Rule Set Name

Базовий

Rule Set Description

Базовий Набір Бізнес-правил

Available Rules

Rule Name
Employment industry
Number of approved loan application in the system
Number of previous loan applications in the system
Number of denied loan applications in the system

Enabled Rules

Rule Name	Settings Mode	Reject	Manual Review	Approve	Default Decision	
Age	Advanced	-∞ - 17	66 - ∞	18 - 65	Manual review	Edit
Citizenship	Advanced	Belarusian, Russian	-	British, Ukrainian	Approve	Edit
Education	Advanced	-	-	-	Approve	Edit
Employment status	Advanced	-	-	-	Manual review	Edit
Loan amount	Advanced	-	10000 - ∞	-	Approve	Edit
Loan term	Advanced	-	-	12 - 12	Reject	Edit
Net income	Advanced	-∞ - 4999	30001 - ∞	5000 - 30000	Manual review	Edit
Number of active loan...	Advanced	2 - ∞	1 - 1	0 - 0	Manual review	Edit

5

10

20

<

1

>

5

10

20

<

1

>

Page 1 of 1 (8 items)

Net Income

Чистий прибуток заявника

Add Rule To Rule Set

Remove From Rule Set

UNSAVED CHANGES WILL BE LOST IF YOU LEAVE WITHOUT SAVING.

Cancel

Save Changes

Рисунок 5.1 –Налаштування умов на інтерфейсі

Таблиця 5.3 – Налаштування умов прийняття рішень

Назва правила	Відхилено	Ручна перевірка	Прийнято	Рішення по замовченню
Age	$-\infty - 17$	$66 - \infty$	$18 - 65$	Ручна перевірка
Citizenship	Belarusian, Russian	-	-	Прийнято
Education	-	High School, Not available	-	Прийнято
Employment status	Not Employed	Part Time, Student, Other	Full Time	Ручна перевірка
Loan amount	-	$10000 - \infty$	-	Approve
Loan term	-	-	$12 - 12$	Відхилено
Net income	$-\infty - 4999$	$30001 - \infty$	$5000 - 30000$	Ручна перевірка
Number of previous loan application	$2 - \infty$	$1 - 1$	$0 - 0$	Ручна перевірка

Створимо Кредитний Продукт із назвою «Базовий 12 місяців» і оберемо у ньому Набір Бізнес Правил «Базовий»

На цьому етапі система готова отримувати і обробляти кредитні заявки на створений кредитний продукт.

5.2 Процес прийняття рішення

За допомогою запиту «CreateApplication» створимо кілька тестових Заявок на Кредитний Продукт «Базовий 12 місяців». Значеннями параметрів для заявок наведено у табл. 5.4. Зовнішній вигляд інтерфейсу для таких налаштувань наведено на рис. 5.2.

Таблиця 5.4 – Значення тестових заявок

Назва Параметру	Значення		
	Заявка 1	Заявка 2	Заявка 3
Age	21	45	67
Gender	male	male	female
Nationality/Citizenship	UA	RU	US
Marital status	Married	Single	Divorced
Education	College	High school	Graduate
Employment status	Full time	Part time	Retired
Employment period	6	1	
Net income	15000	50000	6500
Requested loan term	12	12	12
Requested loan amount	1000	20000	1000
Number of previous applications	0	0	1

■ Application Details

+

Parameter	Value	
Name	John Doe	Edit Delete
Age	21	Edit Delete
Gender	male	Edit Delete
Net income	5000	Edit Delete
Loan Amount	1500	Edit Delete
Loan Term	12	Edit Delete
Nationality	UA	Edit Delete
Education	College	Edit Delete
Employment status	Full time	Edit Delete
Number of active applications in the system	0	Edit Delete

Рисунок 5.2 – Заявка 1 на інтерфейсі.

Перевіримо рішення запропоновані системою по кожній із трьох створених заявок. Для кожної Заявки виконуємо «ValidateApplication» та побачимо результати за допомогою «GetRuleSetCheckResult» і «GetRuleCheckResult». Отримані результати перевірок окремих бізнес-правил наведено у таблиці 5.5:

Таблиця 5.5 – Результати перевірок бізнес-правил у тестових заявках

Назва Правила	Результат перевірки		
	Заявка 1	Заявка 2	Заявка 3
Age	Прийнято	Прийняти	Ручна перевірка
Citizenship	Прийнято	Відхилено	Прийнято
Education	Прийнято	Відхилено	Прийнято
Employment status	Прийнято	Ручна перевірка	Ручна перевірка
Net income	Прийнято	Ручна перевірка	Прийнято
Loan amount	Прийнято	Прийнято	Прийнято
Loan term	Прийнято	Ручна перевірка	Прийнято
Number of previous loan applications in the system	Прийнято	Прийнято	Ручна перевірка

Рекомендоване рішення системи по заявці 1 – «Прийняти»;

Рекомендоване рішення системи по заявці 2 – «Відхилити»;

Рекомендоване рішення системи по заявці 3 – «Ручна перевірка».

Рішення збігаються із значенням очікуваним виходячи з встановлених налаштувань результатів перевірки правил та значенням параметрів заявки що перевірялись. Зовнішній вигляд інтерфейсу для представлення результатів перевірки наведено на рис. 5.3.

Висновки за розділом 5

В цьому розділі було розглянуто як саме застосовується розроблена інформаційна система у процесах кредитування. Шляхом використання системи було створено процес прийняття рішення щодо кредитування у уявного кредитора, який було випробувано на тестових заявках.

Обчислювальний експеримент підтвердив працездатність всіх етапів та високу ефективність інформаційно-аналітичної системи в умовах тестових завдань.

Select Rule Set

Базовий

✕

▼

Validate Application

■ Validation Results

Rule Name	Input Value	Check Result
Age	21	Approve
Citizenship	UA	Approve
Education	College	Approve
Employment status	Full time	Approve
Loan amount	1500	Approve
Loan term	12	Approve
Net income	5000	Approve
Number of active loans application in the system	0	Approve

51020

Page 1 of 1 (8 items) <1>

System suggested action

Approve

■ Make Decision

Approve application

Reject application

Рисунок 5.3 –Результат процесу підтримки прийняття рішення для тестової заявки 1 на інтерфейсі.

Підтверджено, що реалізація відповідає всім вимогам і вдало враховує потреби кредитора, встановлені під час бізнес-аналізу, що забезпечило створення функціональної та гнучкої системи прийняття кредитних рішень.

Система продемонструвала повну здатність задовольняти визначені потреби, проявляючи гнучкість і простоту налаштувань для точного прийняття кредитних рішень.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було успішно реалізовано поставлену мету – проектування інформаційно-аналітичної системи підтримки і автоматизації прийняття рішень щодо надання чи ненадання споживчого кредиту фізичним особам. Для досягнення цієї мети було розглянуто та виконано низку етапів, починаючи від системного аналізу предметної області та закінчуючи реалізацією та тестуванням розробленої інформаційної системи.

На етапі бізнес-аналізу було визначено потреби до інформаційної системи, що дозволило обрати оптимальний метод для реалізації процесу прийняття рішень та чітко визначити вимоги та обмеження, які стали основою для подальшого проектування та реалізації системи.

Аналіз вимог та конструювання опису системи забезпечили створення докладного опису структурного та поведінкового аспектів інформаційно-аналітичної системи. В процесі реалізації інформаційно-аналітичної системи були дотримані всі вимоги, встановлені під час бізнес аналізу, що забезпечило створення функціональної та гнучкої системи прийняття кредитних рішень.

Імплементація системи була успішно завершена. Рішення має можливість адміністрування та налаштувань всіх основних сутностей є гнучким для можливих змін. Існує можливість працювати з динамічним переліком доступних вхідних даних про потенційного позичальника різного типу. Список бізнес-правил які необхідно перевірити та налаштування прийняття рішень може бути динамічно підлаштовані під будь-яку ситуацію в найкоротші терміни. Враховуючи вид вихідних даних, рішення можливо легко автоматизувати. Завдяки обраному підходу розробки SQL запитів, рішення має швидку реалізацію та інтеграцію. Побудована структура збереження даних дозволяє просто та зрозуміло виконувати налаштування процесу, а також зміни застосовуються миттєво і не потребують жодного переривання використання системи.

Обчислювальний експеримент підтвердив високу ефективність інформаційно-аналітичної системи в умовах тестових завдань. Система

виявилася здатною в повній мірі задовольняти визначені потреби, демонструючи гнучкість та простоту налаштувань для можливості прийняття кредитних рішень із найбільшою точністю.

Система в описаному в даній роботі вигляді розроблена та інтегрована в програмні продукти декількох компаній, що займаються цифровим кредитуванням фізичних осіб в різних країнах світу. Отримані результати можна застосувати не лише в процесах споживчого кредитування фізичних осіб. Така система може відігравати ключову роль у забезпеченні ефективності та точності будь-яких управлінських рішень. Також застосований підхід може бути використаний для розробки схожої системи або інших методів підтримки прийняття рішень.

Отже, кваліфікаційна робота успішно виконала всі поставлені завдання, відображаючи високий рівень професійності та компетентності у галузі проектування інформаційно-аналітичних систем для прийняття кредитних рішень.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Положення про організацію системи управління ризиками в банках України та банківських групах: затверджено постановою Правління Національного банку України «Про затвердження Положення про організацію системи управління ризиками в банках України та банківських групах» від 11.06.2018 № 64. *Офіційний вісник України*. 2018. № 55. – С. 1936.

2. Selecting a development approach – Department of health & human services of USA, 2005. URL: <https://web.archive.org/web/20190828154643/https://www.cms.gov/Research-Statistics-Data-and-Systems/CMS-Information-Technology/XLC/Downloads/SelectingDevelopmentApproach.pdf> (дата звернення: 07.10.2023)

3. Вороненко М.Д. Системи підтримки прийняття рішень у процесах споживчого кредитування. 27-ий Міжнародний молодіжний форум «Радіoeлектроніка та молодь у XXI столітті»: зб. матеріалів форуму (м. Харків, 2023 р.). Т. 7. Харків : ХНУРЕ, 2023. С. 113-114.

4. Voronenko M. A decision support system for automated decisioning in consumer lending: business analysis. Learning & Teaching: after War and during Peace: Conference Proceedings of II International Scientific & Practical Conference, Kharkiv, Ukraine, 10 November, 2023. Kharkiv : KNPU, 2023. P. 234.

5. Ковальчук Т. Т. Кредит. – Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. Київ : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2014. URL : <https://esu.com.ua/article-2385> (дата звернення: 07.10.2023).

6. Закон України «Про оподаткування прибутку підприємств» від 28.18.1994, № 334/94-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/334/94-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 07.10.2023).

7. Закон України «Про захист прав споживачів» від 12.05.1991, № 1023–ХІІ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text> (дата звернення: 07.10.2023).

8. Мостовенко Н. А., Коробчук Т. І. Кредитний менеджмент. Луцьк : ВолиньполіграфТМ, 2016. 280 с.
9. Сугоняко О. М. Роль комерційних банків у встановленні національної економіки. *Закон і Бізнес*. 1996. №24. С. 4.
10. Лагутін В. Д. Кредитування: теорія і практика. Київ : Знання, 2002. 215 с.
11. Банківська енциклопедія / Арбузов С. Г., Колобов Ю. В., Міщенко В. І., Науменкова С. В. Київ : ЦНД НБУ «Знання», 2011. 503 с.
12. Економічна енциклопедія: У трьох томах. Т. 2. / гол. ред. Б. Д. Гаврилишин, відп. ред. С. В. Мочерний та ін. Київ : Видавничий центр “Академія”, 2000. 864 с.
13. Max Tsurbeliov. What is the future of credit decisioning? URL: <https://medium.com/processmix/what-is-the-future-of-credit-decisioning-228ec23f83c2> (дата звернення: 07.10.2023).
14. Компьютерные информационно-аналитические системы и хранилища данных. Толковый словарь / Додонов А. Г., Ланде Д. В., Коженевский С. Р., Путятин В. Г. Київ : Фенікс; ІПРІ НАН України, 2013. 554 с.
15. Системи і методи підтримки прийняття рішень / П. І. Бідюк, О. Л. Тимошук, А. Є. Коваленко, Л. О. Коршевніук. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 610 с.
16. IBM – What are business rules? URL: <https://www.ibm.com/topics/business-rules> (дата звернення: 22.01.2024).