

УДК 004.891

DOI: 10.15587/2312-8372.2019.183301

ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ БАНКА

Дабагян Д. О.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БАНКА

Дабагян Д. О.

DETERMINATION OF INTELLECTUAL ACTIVITY IN SOLVING THE PROBLEMS OF BANK FUNCTIONING OPTIMIZATION

Dabahian D.

Об'єктом дослідження є процес функціонування комерційного банку. Одним з найбільш проблемних місць є оптимізація роботи банку згідно з вимогами клієнтів в умовах обмежених ресурсів, тобто, як потрібно розподілити певну суму інвестицій по різних напрямках діяльності банку оптимальним чином. Під цим слід розуміти максимальну задоволеність клієнтів процесом функціонування банку. Також слід визначати важливість напрямків діяльності в залежності від зворотнього зв'язку з клієнтами – збираючи клієнтську інформацію, таку як скарги, побажання, результати опитів та інше. Такі дані не є інтелектуальними, їх треба формалізувати та на цій основі побудувати стратегію функціонування банку на певний період часу.

В ході дослідження було використано висхідний підхід до створення систем штучного інтелекта. На основі не інтелектуальних даних (підсистеми банку, клієнтські дані, статистика) визначається інформація для побудови інтелектуальної діяльності стосовно прийняття рішень щодо оптимізації процесу функціонування банку в цілому, як єдиної системи, тобто побудови оптимальної стратегії діяльності банку.

В результаті дослідження отримано проект інтелектуальної системи, яку призначено для побудови оптимальної стратегії діяльності в умовах обмежених ресурсів. Для заповнення бази знань цієї системи проведено структурування та формалізацію знань. Оптимальним варіантом для цього дослідження було визнано формально-логічну модель на основі побудови предикатів першого порядку.

Завдяки цьому забезпечується можливість реалізації інтелектуальної системи для вирішення проблеми розподілу внутрішніх інвестицій банку оптимальним шляхом, тобто, з максимальним підвищенням рівня задоволеності клієнтів. Використання цієї системи на практиці має допомогти керівництву банку розподілити певний обсяг внутрішніх інвестицій у напрямках діяльності

банка оптимальним шляхом, керуючись побажаннями клієнтів.

Ключові слова: ефективні відносини «банк-клієнт», інтелектуальна система, оптимізація функціонування банку, розподіл інвестицій.

Объектом исследования является процесс функционирования коммерческого банка. Одним из самых проблемных мест является оптимизация работы банка в соответствии с требованиями клиентов в условиях ограниченных ресурсов, то есть, как нужно распределить определенную сумму инвестиций по различным направлениям деятельности банка оптимальным образом. Под этим следует понимать максимальную удовлетворенность клиентов процессом функционирования банка. Также следует определять важность направлений деятельности в зависимости от обратной связи с клиентами – собирая клиентскую информацию, такую как жалобы, пожелания, результаты опросов и прочее. Такие данные не являются интеллектуальными, их надо формализовать и на этой основе построить стратегию функционирования банка на определенный период времени.

В ходе исследования был использован восходящий подход к созданию систем искусственного интеллекта. На базе не интеллектуальных данных (подсистемы банка, клиентские данные, статистика) определяется информация для построения интеллектуальной деятельности относительно принятия решений по оптимизации процесса функционирования банка в целом, как единой системы, то есть построения оптимальной стратегии деятельности банка.

В результате исследования получен проект интеллектуальной системы, которая предназначена для построения оптимальной стратегии деятельности в условиях ограниченных ресурсов. Для заполнения базы знаний этой системы проведено структурирование и формализация знаний. Оптимальным вариантом для этого исследования была признана формально-логическая модель на основе построения предикатов первого порядка.

Благодаря этому обеспечивается возможность реализации интеллектуальной системы для решения проблемы распределения внутренних инвестиций банка оптимальным путем, то есть с максимальным повышением уровня удовлетворенности клиентов. Использование этой системы на практике должно помочь руководству банка распределить определенный объем внутренних инвестиций в направлениях деятельности банка оптимальным путем, руководствуясь пожеланиями клиентов.

Ключевые слова: эффективные отношения «банк-клиент», интеллектуальная система, оптимизация функционирования банка, распределение инвестиций.

1. Вступ

На сьогоднішній день системи штучного інтелекта вже використовуються у банківській діяльності [1–3]. Це дозволяє зекономити час ручної обробки деякої банківської інформації, зменшити обсяг однотипної праці, який виконують працівники банку та інше.

Стандартні фінансові продукти і сервіси, розраховані на широке коло споживачів – це вчорашній день. Сучасному клієнту необхідні персоніфіковані умови по вкладах, кредитах та іншим пропозиціям. Реалізувати це без індивідуального підходу неможливо. Тут на допомогу банкам і приходять штучний інтелект.

Зараз кожна фінансово-кредитна установа розробляє і пропонує клієнтам 10–20 продуктів. Над ними протягом тривалого часу працює команда професіоналів-людей. Однак, якщо потрібно сформулювати сотні тисяч персоніфікованих пропозицій, то без застосування системи ІІ обійтися не вийде.

За статистикою в даний час кожна людина володіє 2–5 електронними пристроями, за допомогою яких виходить в інтернет, користується месенджерами і соціальними мережами. Природно, у віртуальній павутині залишається великий обсяг даних по всім користувачам. Алгоритм штучного інтелекту здатний збирати інформацію по клієнту, аналізувати і генерувати індивідуальну пропозицію.

Основні області застосування систем штучного інтелекту у банківській діяльності – це чат-боти та персональні віртуальні помічники, тобто, фінансові консультанти.

У табл. 1 наведено приклади використання систем штучного інтелекту у роботі банків.

Таблиця 1

Приклади використання штучного інтелекту у банківській діяльності

№	Банк	Країна	Функції систем штучного інтелекту в діяльності банку
1	JP Morgan Chase	США	Система «Contract Intelligence». Призначення – аналіз юридичних документів та знаходження в них суттєвих даних та казусів. Система «Emerging Opportunities Engine». Призначення – визначення тих клієнтів, які найбільше підходять для наступних пропозицій та акцій
2	Wells Fargo	США	Чат-бот під керуванням штучного інтелекту на основі Facebook Messenger, за допомогою якого клієнт може отримати інформацію про свій обліковий запис та анулювати пароль
3	Bank of America	США	Erica – чат-робот, що використовує «когнітивні повідомлення та предикативну аналітику». Основне призначення – фінансові рекомендації клієнтам [1]
4	UBS	Швеція	Alexa – вбудований в акустичні пристрої Echo фінансовий консультант. Аналіз ситуації на світових фінансових ринках [2]
5	Сбербанк	Російська Федерація	iPavlov – дослідницький проект з прикладною метою: можливість побудови діалогових систем, що спроможні підтримувати осмислений діалог з користувачем [3, 4]

За отриманими результатами аналізу функцій систем штучного інтелекту (табл. 1) визначено основні напрямки використання знання інформаційних ресурсів у розв’язанні питань ефективної діяльності банків. Це надання рекомендацій користувачеві щодо фінансової ситуації (в країні, в світі, тощо), або ж визначення тих клієнтів, яким можна з максимальною вірогідністю згоди зробити якусь пропозиції послуги або акції. Інші напрямки – прогнозування

подальшої діяльності, маркетингова діяльність, для кредитного обслуговування клієнтів та інше. Когнітивні здібності системи штучного інтелекта (СШІ) (клієнт спілкується з такими системами на мові, максимально наближеній до природної) використані для розпізнавання та ідентифікації по фізіологічним даним: голосу, відбиткам пальців, ДНК.

Таким чином, тема використання інтелектуальних систем у банківській діяльності є актуальною, про що свідчать вже існуючі приклади роботи таких систем, та активний розвиток цього напрямку у великих комерційних банках зі світовим ім'ям.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження даної роботи є процес функціонування комерційного банку. Показником ефективності цього процесу є рівень задоволеності клієнтів сервісами банку. Такі дані збираються системами зворотнього зв'язку, веденням статистики, проведенням опитів та інше. Усі ці дані не є інтелектуальними, тому їх важко використовувати для побудови оптимальної стратегії розвитку банку (оптимізації процесу його функціонування). Таку роботу зазвичай проводять кваліфіковані спеціалісти відділів методології, аналізу та ризиків.

Найбільш проблемним етапом такої роботи зазвичай є формалізація та структуризація даних, які було отримано від клієнтів. Також проблемою є синтез знань з цих даних. Тому для допомоги у визначенні оптимальної стратегії розвитку буде побудовано інтелектуальну систему.

3. Мета та задачі дослідження

Мета дослідження – побудова проекту інтелектуальної системи для визначення оптимальної стратегії розвитку банку в умовах обмежених ресурсів.

Для цього потрібно зробити наступні кроки:

1. Визначити основні критерії задоволеності клієнтів – як клієнт оцінює процес функціонування банку, що для нього є пріоритетним.
2. Зробити збір даних респондентів: статистика скарг, звернень у службу підтримки, результати опитів клієнтів.
3. Проаналізувати існуючі підходи до оцінки функціонування банку клієнтами.
4. Побудувати проект інтелектуальної системи, яку керівництво банку може використовувати для допомоги у побудові оптимальної стратегії розвитку банку.

4. Дослідження існуючих рішень проблеми

Серед основних напрямків вирішення проблеми оптимізації функціонування банку в умовах обмежених ресурсів, виявлених в ресурсах світової наукової періодики, може бути виділено ряд публікацій. Але більшість з них прив'язані до конкретних регіонів проведення дослідження, з урахуванням місцевих особливостей, і не можуть бути застосовані на східноєвропейському ринку банківських послуг. Також майже всі роботи використовують в якості математичного апарату модель SERVQUAL. Наприклад, у роботі [5] розглядається проблема управління якістю

обслуговування у банках Північної Кореї. Ця робота має основною метою розгляд якості банківських сервісів орієнтовано на азіатські країни. Робота [6] орієнтована на ринок В'єтнама, та в ній в основному розглядається задоволеність клієнтів сервісом депозитів. Робота [7] розглядає ступінь задоволеності клієнтів турецьких банків. У науковій праці [8] досліджено тренди розвитку банківського сектору у Бангладеш. Більш близькі до українського ринку роботи [9, 10], що присвячені оцінці надійності комерційного банку клієнтами, та безперервним процесом управління якості банківських сервісів. Ці дослідження проводились у Російській Федерації. Але всі вищеназвані роботи присвячено, в основному, визначенню критеріїв оцінки банку клієнтами, управлінню якістю, і в них не розглянуто використання інтелектуальних систем.

У роботі [11] також розглянуто багатокритеріальну оцінку, але ж оцінюється робота банківського відділення, а не банка в цілому, як єдиної системи. Роботи [12, 13] досліджують проблематику підвищення привабливості банка для клієнтів, тобто, як банку утримати старих клієнтів та залучити нових, але не розглядають проблему розподілу інвестицій. Робота [14] дає більш конкретні рекомендації щодо побудови стратегії розвитку банка, але теж не дає метода розподілу інвестицій. Ці роботи також не освітлюють використання інтелектуальних систем у банківському секторі. Тому усі вищеназвані праці було використано для збору інформації щодо основних критеріїв оцінки банка клієнтами.

Робота [15] присвячена використанню експертних систем та геоінформаційних систем у вирішенні проблеми розвитку мережі філій та відділень банка (визначення найкращого місця розташування). Але немає розгляду критеріїв оцінки функціонування банка клієнтами.

Експертну систему для допомоги управління фінансами визначено в роботі [16]. Однак ця робота орієнтована на користувача банківських послуг, а не для побудови оптимальної стратегії розвитку банка.

Таким чином, результати літературного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що теми оцінки функціонування банка клієнтами та використання інтелектуальних (та експертних) систем у банківській діяльності є перспективними, але розглядаються незалежно одна від одної. Тому ця робота присвячена об'єднанню цих двох тем: побудові проекту інтелектуальної системи на основі критеріїв оцінювання банка клієнтами. А основне застосування такої системи – розподіл внутрішніх інвестицій оптимальним чином для підвищення задоволеності клієнтів.

5. Методи досліджень

Систему, яку буде розроблено в процесі роботи, слід класифікувати як експертну систему, база знань якої будується на основі зворотнього зв'язку з клієнтами, опитів та інших джерел інформації, відображає досвід роботи банка та банківських експертів. Ця система є системою підтримки прийняття рішень. В ній буде використано м'які обчислення на базі нечіткої логіки (тому що критерії оцінювання банка не є чіткими). Для побудови ієрархії критеріїв

оцінки банку клієнтами, використовується метод парних порівнянь Сааті та метод аналізу ієрархій.

Інтелектуальна система, що розробляється в рамках даної роботи для розв'язання задач розподілу ресурсів із забезпечення умов стійких відносин «банк-клієнт», засновується на основній властивості системи Emerging Opportunities Engine [3], тобто на основі клієнтських критеріїв визначається, які послуги (або властивості банку) є найсуттєвими, даються рекомендації щодо визначення суттєвих параметрів оцінки банку. У роботі цей аспект діяльності СШ використано для розробки системи прийняття рішень щодо розподілу інвестицій за такими критеріями оптимальним способом. Передбачається, що когнітивні здібності нової системи не будуть мати розвитку: інформація від клієнтів надходить у вже формалізованому вигляді. Здатність до самонавчання є: в залежності від відповідей клієнтів, які можуть змінюватись, робляться висновки щодо суттєвості критеріїв.

На рис. 1 наведено структуру інтелектуальної системи.

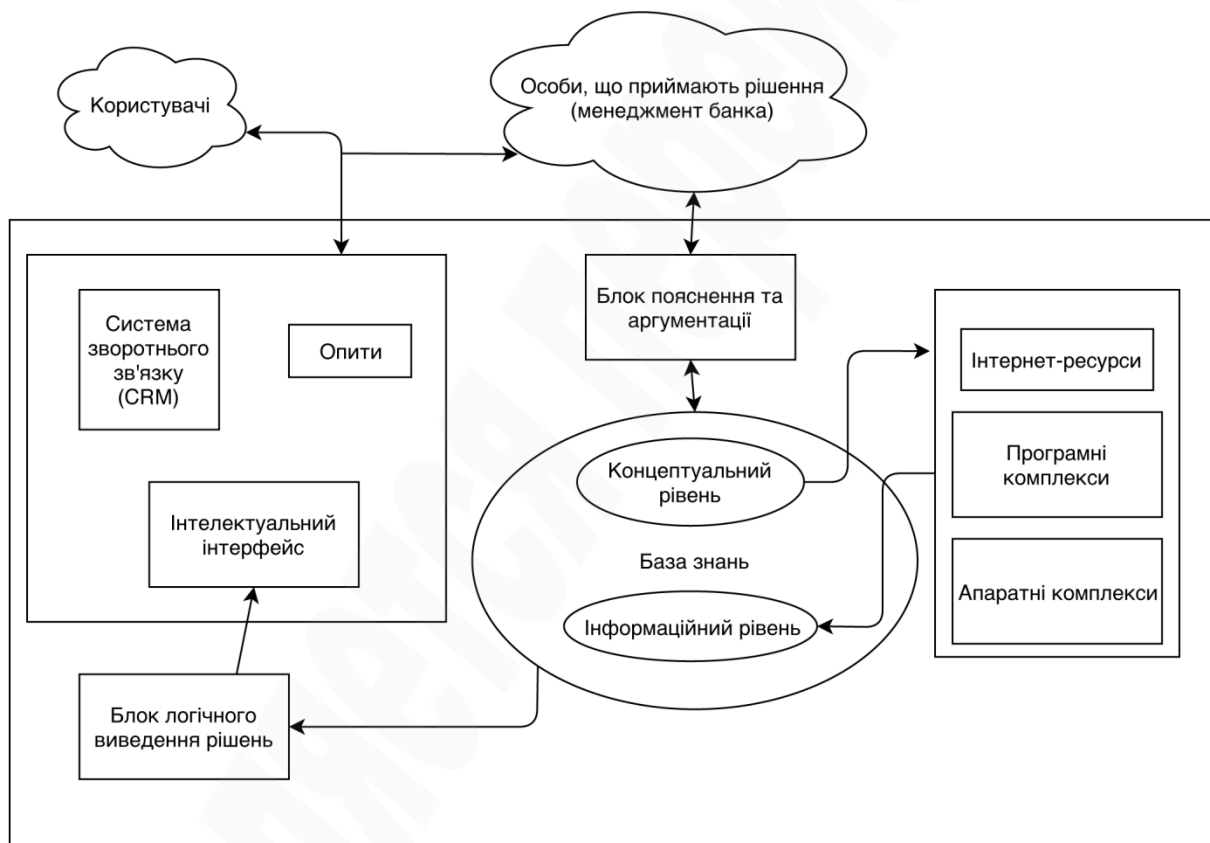


Рис. 1. Структура інтелектуальної систем

Користувачі – це клієнти банку (тобто, ті, хто використовує банківські послуги). Особи, що приймають рішення – це менеджмент, керівництво банку.

Модуль «Системи комунікації банку» призначений для збору інформації від користувачів за допомогою систем зворотнього зв'язку та періодичних опитів. На основі цих даних, модуль «Інтелектуальний інтерфейс» робить висновки щодо ступеню задоволеності клієнтів та щодо їх критеріїв

оцінювання банку. Блок логічного виведення рішень формалізує отриману інформацію та розміщує її в базі знань.

База знань містить знання щодо переваг клієнтів та способів і факторів, за якими вони оцінюють якість функціонування банку.

У даній роботі база знань збагачується за рахунок інформації з програмно-апаратних комплексів банку: банкоматів, терміналів самообслуговування, мобільних додатків, веб-ресурсів. Ці дані потрапляють у реляційну базу даних банку, і після обробки блоком логічного виведення рішень, отримуються знання.

Блок пояснення та аргументації формує рекомендації щодо поліпшення процесу функціонування банку, та надає ці рекомендації особам, що приймають рішення. Цей блок також займається прогнозуванням: що буде, якщо інвестиції розподіляються певним способом; що буде, якщо зовсім не приймати ніяких дій та інші ситуації, що виникають у діяльності банку з клієнтами.

Таким чином, загальна структура інтелектуальної системи, що надана на рис. 1, становить загальний вигляд запропонованої експертної системи. Розглянемо деякі пояснення щодо схеми.

Блок логічного виведення – для отримання нових фактів на основі зіставлення початкових даних з робочої бази даних, та знань з бази знань. Він містить такі процедури:

V – процедура вибору з бази даних та бази знань правил та фактів;

W – процедура для виконання дій, що відповідають отриманому значенню факта.

У даній системі, об'єктом вивчення є процес функціонування банку. Доцільним є спостереження за деякими показниками діяльності банку протягом конкретного періода часу. Це дозволяє встановити взаємозв'язок між ступенем задоволеності клієнтів в залежності від значень показників діяльності банку та зовнішніми факторами. Цей ступінь задоволеності є основою для продовження обслуговування в цьому банку клієнтів.

Конкретний приклад: спостереження за обсягом кредитного портфеля банку протягом періода 2012–2018 рр. Обсяг відстежується щомісячно, таким чином, конкретною параметричною множиною будуть перші числа всіх місяців 2012–2018 рр. Їх можна замінити порядковими номерами 1–72.

Кожен вимір представляє собою визначення загальної суми кредитів фізичних та юридичних осіб, перспективи їх повертання. Це все – чисельні змінні, вони визначаються через чіткі канали спостереження. Згідно зі значеннями цих змінних та зовнішніх даних (умови кредитування, проведення рекламних кампаній, політичний стан в країні та інше) визначається залежність ступеню задоволеності клієнтів.

6. Результати дослідження

6.1. Проектування експертної системи

Для проектування системи, буде використано методології «швидкого проектування», загальну схему якої наведено на рис. 2.



Рис. 2. Загальна схема проектування експертної системи: Е – експерт; ІЗ – інженер знань; Пр – програміст; БЗ – база знань; МПЗ – мови представлення знань

Етап ідентифікації проблеми – на цьому етапі, визначається, яку проблему вирішуватиме експертна система. В рамках даної роботи – це підвищення ступеню задоволеності клієнтів банку з мінімальними інвестиціями. Цю задачу доцільно вирішувати засобами експертної системи, тому що початкові дані постійно міняються. Але майже весь обсяг даних у будь-яку мить доступний у формалізованому вигляді, тому що базується на статистиці діяльності банку. Також критерії виміру ступеню задоволеності клієнта протирічні. Для вирішення стратегічних задач доцільно задіяти експертів, а для регулярного вирішення задач тактики достатньо використання експертної системи.

Перший крок – відповісти на основне питання: як вимірюється ступень задоволеності клієнта? Пропонується переформулювати питання: як клієнт оцінює рівень банківського обслуговування. І далі здійснюється декомпозиція цієї проблеми. Для цього в попередніх роботах було побудовано модель оцінювання банку клієнтом на базі метода аналізу ієрархій Сааті [17], її наведено на рис. 3.

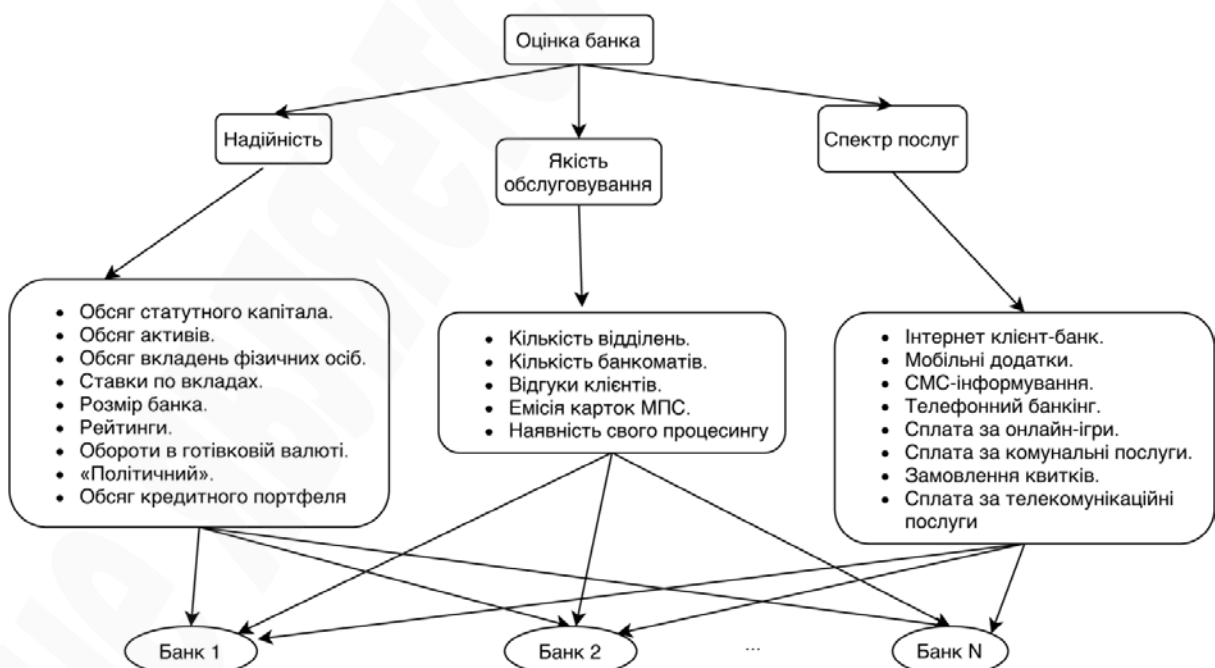


Рис. 3. Ієрархія критеріїв оцінювання банку

Наступний етап проектування – здобуття знань. Це формування у інженера знань (тієї особи, хто буде «навчати» систему), представлення щодо предметної області, базових знань, визначення основних фактів для заповнення бази даних.

На етапі структурування знань створюється ієрархічна система знань і уявлення експерта. Для цього визначаються основні об'єкти предметної області. В даній роботі основними об'єктами, які формують ступінь задоволеності клієнта, є група критеріїв оцінювання банку найвищого рівня, а саме – надійність, якість обслуговування та спектр послуг. Далі, кожен критерій має перелік своїх параметрів: наприклад, для надійності це обсяг статутного капітала, участь у програмі Фонду гарантування вкладів, репутація серед населення, обсяг депозитів та інше.

У свою чергу, кожен параметр має свою область значень. Ці області надають у вигляді різних способів відображення застосованих параметрів. Наприклад, для параметра «обсяг кредитного портфеля» – це інтервал значень від 0 до середнього значення обсягу кредитного портфеля банків України. Для параметра «наявність власного процесинга» – це логічна функція істинності (так або ні).

Далі виявляється зв'язки між концептами. Наприклад, обсяг депозитів банку залежить від участі банку у програмі Фонду гарантування вкладів, обсяг кредитного портфеля залежить від факту належності керівництва банку до політичної еліти країни, та інше.

Пропонується враховувати додатково деякі специфічні особливості, наприклад, вплив зовнішніх факторів, таких як кризи, вибори, можливі «стрибки» на валютному ринку, міжнародне політичне середовище та інші фактори, які не можна (або дуже важко) спрогнозувати.

Під час структуризації знань визначаються концептуальна та функціональна структури предметної області.

На рис. 4, 5 наведено скорочений приклад концептуальної структури предметної області даної роботи (вхідні фактори).

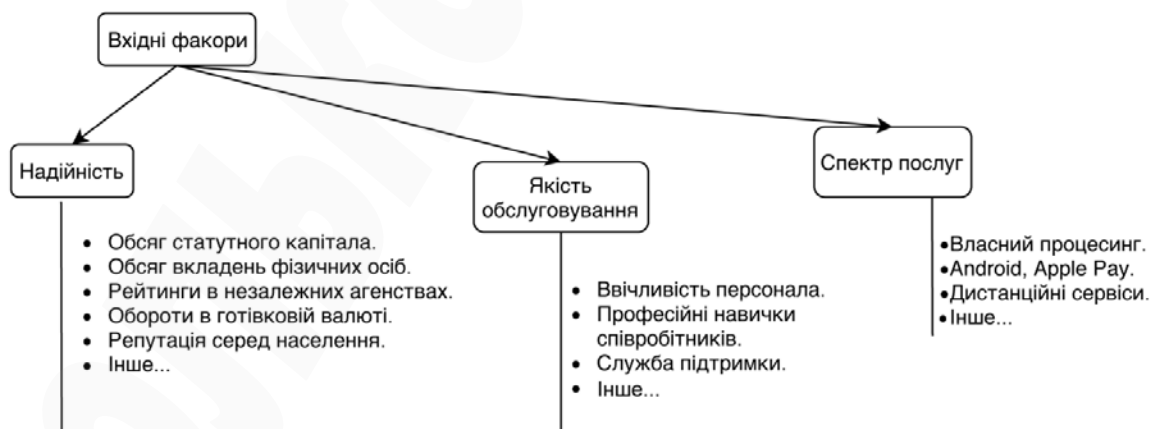


Рис. 4. Концептуальна структура предметної області (вхідні фактори)



Рис. 5. Концептуальна структура предметної області (вихідні фактори)

Табл. 2 містить скорочений опис функціональної структури предметної області.

Таблиця 2

Функціональна структура предметної області

Обсяг статутного капітала (млн. дол.)	Обсяг депозитів (млн. дол.)	Обсяг кредитного портфеля (млн. дол.)	Дистанційні сервіси (оцінка 0...9)	Рекламна кампанія	Ступінь упевненості
4–9	1–2	4–6	6	Депозити	8
	2–3	6–12	7	Депозити	7
	>3	>12	7	Депозити, нові кредитні умови	8
9–20	>3	>8	8	Дистанційні сервіси	5
20–30	<4	<8	9	Депозити	7
	>4	>8	9	Нові кредитні умови	6
>30	>4	>10	9	Депозити	4

Наступний етап – формалізація знань. У рамках роботи буде використано формально-логічну модель представлення знань для формалізації знань.

Останні етапи – реалізація прототипа та тестування – в цій роботі не будуть розглянуті.

6.2. Модель представлення знань

При формалізації знань потрібно побудувати їх модель. Існує декілька спроб класифікації моделей представлення знань. На рис. 6 наведено одну з них [18].

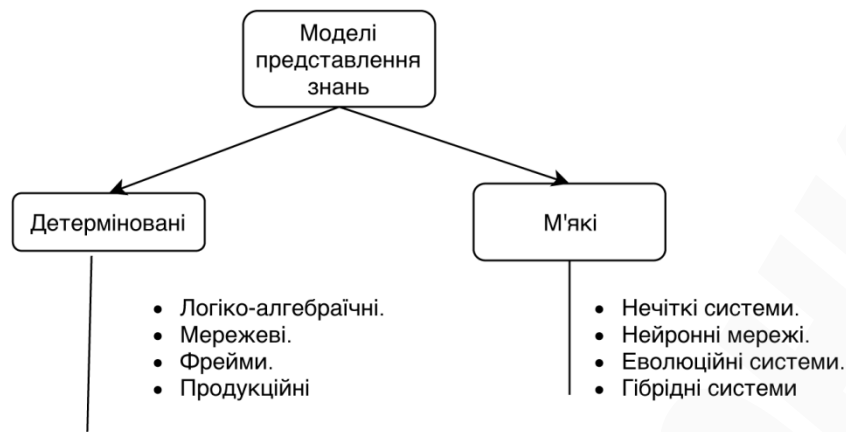


Рис. 6. Класифікація моделей представлення знань

Для даного дослідження оптимальним варіантом є формально-логічна модель [18, 19] представлення знань, яка відноситься до класу детермінованих моделей (група логіко-алгебраїчних). В основі таких моделей лежать предикати першого порядку. Існує кінцева, непуста множина об'єктів предметної області. На цій множині за допомогою функцій-інтерпретаторів встановлено взаємозв'язки між об'єктами. На основі цих зв'язків будуються усі закономірності та правила предметної області. Важливість правильного формування предметної області визначена її роллю у досягненні цілей: якщо представлення предметної області не є правильним, тобто зв'язки між об'єктами настроєно невірно, або не в повній мірі, то правильна працездатність системи є під загрозою.

Обчислення предикатів першого порядку – це формальна мова, яка використовується для представлення відношень між об'єктами та для виявлення нових відношень на основі існуючих. Алфавіт мови обчислення предикатів першого порядку включає змінні, константи, предикати, логічні операції, функції, квантори. Конструкцією речень у мові обчислення предикатів першого порядку керують синтаксичні правила.

Терм – це змінна, константа або результат застосування функції до терма, наприклад, a , x , $f(x)$. Речення мови обчислення предикатів першого порядку є формули, які визначено наступним способом:

Якщо P – n -арний предикат (предикат від n аргументів) та t_1, t_2, \dots, t_n – терми, тоді $P(t_1, t_2, \dots, t_n)$ – атомічна формула (атом).

Атом – це правильно побудована формула.

Якщо F_1 і F_2 – атоми, то $F_1 \wedge F_2, F_1 \vee F_2, F_1 \rightarrow F_2, \neg F_1$ – теж атоми.

Якщо F – формула і x – не пов'язана квантором змінна в F , $\forall x(f), \exists x(f)$ – також атоми.

Щоб уникнути неоднозначності, слід визначати формули, у яких всі змінні квантовані, тобто пов'язані кванторами.

Така формула називається замкнутою. Замкнута формула має одне і тільки одне істинне значення [19].

Для побудови моделей деякої предметної області слід описати відомі факти на мові логіки предикатів. Використовуючи її результати, побудувати

систему, яка здібна на основі наявних фактів, будувати деякі нові речення та відповідати на поставлені питання.

Для машинного вирішення вищезазначеної задачі використовується методика автоматичного формування розсудів, або метод дедукції. При цьому послідовно реалізуються процедури:

- виключення знаків імплікації;
- обмеження області дії знака заперечення;
- переіменування змінних;
- винесення кванторів у початок формули;
- виключення кванторів та інше.

При автоматизації виведення доказів методами обчислення предикатів потрібно визначити ряд процедур для вибору правил, які дозволяють уникнути «комбінаторного вибуху» та забезпечити проведення немонотонних розсуджень. Вирішенням задачі стало створення декларативних мов програмування (Пролог). Програмування на таких мовах включає такі етапи:

- заявлення деяких фактів про об'єкти та відношення між ними;
- визначення деяких правил про об'єкти та відношення між ними;
- формулювання питань про об'єкти та відношення між ними.

Наведемо декілька прикладів предикатів і продуктивних речень («якщо-то»):

- банк надає клієнтам послугу розміщення вкладів;
- банк має кінцевий перелік можливих умов для розміщення вкладів (депозитів);
 - клієнт обирає умови депозита в залежності від своїх потреб;
 - при розміщенні вклада, клієнт має потреби надійності; максимального прибутку; можливості довкладення; можливості дострокового зняття коштів;
 - банк використовує розміщені кошти клієнта для проведення інших операцій (кредитування, цінні папери, ...);
 - банку невигідно надавати високу процентну ставку на короткий строк;
 - банку вигідно залучати кошти клієнтів на довгий строк;
 - клієнт насторожено ставиться до дуже високих процентних ставок (тих, що вищі за середньоринкові);
 - клієнт насторожено ставиться до строків 1 рік і довше;
 - ЯКЩО депозитні умови передбачають можливість дострокового зняття, ТО по таким депозитним умовам не буде високої процентної ставки;
 - ЯКЩО депозитна угода укладається на строк 1 рік та більше, ТО довгий строк має бути компенсований високою процентною ставкою;
 - ЯКЩО депозитні умови передбачають можливість довкладення коштів, ТО банку не є доцільним розміщення депозитів на довгий строк.

Таким чином, є набір фактів про банк та клієнтів (про предметну область), на основі яких будуються предикати. З цих предикатів виводяться нові факти (ЯКЩО-ТО). Звичайно, це є основою для виявлення нових знань у відносинах «банк-клієнт».

Існують автоматизовані засоби для формалізації знань. Наприклад, система «ЭЙДОС» [18].

Для проведення формалізації, потрібно сформулювати початкові дані. Для прикладу, розглянемо вигідність розміщення депозитних планів в залежності від ряду параметрів.

Параметрами є строк дії угоди, процента ставка, можливість довкладення, можливість дострокового припинення дії угоди, мінімальна сума угоди.

Початкові дані наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Початкові дані для формалізації знань

№	Ступінь вигідності для банку (1–10)	Строк дії угоди	Процентна ставка	Можливість дострокового розірвання угоди	Можливість довнесення	Мінімальна сума угоди, дол.
1	2	Менше 1 року	14	НІ	НІ	200
2	1	Менше 1 року	14	НІ	ТАК	400
3	4	Від 1 до 2 років	12.5	ТАК	ТАК	200
4	7	Від 4 років	16.5	НІ	НІ	200
5	3	До 2 років	13.5	ТАК	ТАК	200
6	5	До 4 років	15	НІ	ТАК	400
7	8	Від 5 років	17.5	НІ	НІ	400
8	3	Від 1 до 3 років	14	НІ	НІ	400
9	2	Менше 2 років	13	ТАК	ТАК	400
10	4	До 4 років	15	ТАК	ТАК	200

Наступним кроком у розробці експертної системи є розробка кваліфікаційних шкал та градацій, та розробка навчальної виборки, тобто кодування початкових даних за допомогою шкал та градацій.

В табл. 4 наведено приклад кваліфікаційної шкали.

Таблиця 4

Класифікаційна шкала та її градації

Код	Ступінь вигідності	Найменування
1	1–3	Мінімальна вигідність, служить лише для залучення клієнтів та для формування репутації банку
2	4–6	Середня вигідність, основна мета – залучення клієнтів з доходами вище середнього
3	7–9	Висока вигідність – основна мета є прибуток банку
4	10	Надвисока вигідність

Для побудови навчальної виборки потрібно також сформулювати описові шкали. Приклад такої шкали наведено у табл. 5.

Таблиця 5

Описові шкали та градації

Код	Найменування (опис)
1	КОРОТКОСТРОКОВИЙ – строк менше 1 року
2	СТРОК НИЖЧЕ СЕРЕДНЬОГО – від 1 до 2 років
3	СЕРЕДНЬОСТРОКОВИЙ – від 2 до 4 років
4	ДОВГОСТРОКОВИЙ – більше 4 років
5	СТАВКА МІНІМАЛЬНА – менше 14 % річних
6	СТАВКА СЕРЕДНЯ – 14–16 % річних
7	СТАВКА ВИСОКА – більше 16 % річних
8	Можливість дострокового розірвання є
9	Можливість дострокового розірвання відсутня
10	Можливість довнесення коштів є
11	Можливість довнесення коштів відсутня
12	Мінімальна сума – 200 дол.
13	Мінімальна сума – 400 дол.

Використовуючі такі шкали та градації, сформуємо навчальну виборку (табл. 6).

Таблиця 6

Навчальна виборка

Найменування об'єкта	Код класа	Коди ознак				
		Строк	Довнесення	Дострокове розірвання	Мінімальна сума	Процентна ставка
Мінімальна вигідність	1	1, 2	10, 11	8, 9	12	6, 7
Середня вигідність	2	2, 3	11	8	12, 13	5, 6
Висока вигідність	3	4	10, 11	8, 9	12, 13	5
Надвисока вигідність	4	4	11	9	13	5
Мінімальна вигідність	1	4	11	8	12	7
Середня вигідність	2	2, 3, 4	10, 11	9	13	5, 6

Табл. 6 не є повною, тому що не розглянуто усі можливі комбінації та варіанти умов. Таблиця наведена у скороченому вигляді лише для демонстрації.

За допомогою такої навчальної вибірки система буде робити висновки щодо вигідності для банку розміщення вкладів в залежності від параметрів угод. Такий підхід є пошуком компромісного варіанта для банку та клієнта: при ньому депозитний план задовольняє потребам клієнта та приносить вигоду банку. Звичайно, такі критерії є протирічними: клієнт хоче мінімум обмежень

та максимум вигоди, а банку доцільно мати максимальні права на тимчасове розпорядження коштами клієнта за мінімальну винагороду.

Розрахуємо кореляційну матрицю знань, яку наведено у табл. 7.

Таблиця 7

Кореляційна матриця знань

–	Строк	Довнесення	Дострокове розірвання	Мінімальна сума	Процентна ставка
Строк	1	–	–	–	–
Довнесення	0,33	1	–	–	–
Дострокове розірвання	–0,012	–0,667	1	–	–
Мінімальна сума	0,302	0,046	0,574	1	–
Процентна ставка	–0,384	0,064	–0,465	–0,565	1

У результаті проведення метризації шкал, побудови кореляційної матриці, матриці абсолютних частот стає можливим коректно та сумісно обробляти результати формалізації описів початкових даних у цих шкалах та використовувати при цьому всі арифметичні операції. Це дозволяє використовувати адитивні інтегральні критерії та обґрунтовано відповісти на питання, як підрахувати загальний внесок ознак об'єкта у сходиність з тими чи іншими класами.

Використовується два критерії: «Сума знань» та «Семантичний резонанс знань».

Інтегральний критерій «Сума знань» представляє собою сумарну кількість знань, яке міститься в системі факторів різної природи, які характеризують сам об'єкт управління, керуючі фактори та навколишнє середовище, про перехід об'єкта в майбутні цільові або небажані стани.

Інтегральний критерій є адитивною функцією від критеріїв знань:

$$I_j = (\bar{I}_{ij}, \bar{L}_i),$$

де M – кількість градацій описових шкал (ознак);

I_{ij} – вектор стану j -го класу;

L_i – вектор стану об'єкта, що розпізнається, включаючий усі види факторів, які характеризують об'єкт, керуючі впливи та навколишнє середовище.

Інтегральний критерій «Семантичний резонанс знань» представляє собою нормовану сумарну кількість знань, що міститься в системі факторів різної природи, які характеризують сам об'єкт управління, керуючі фактори та навколишнє середовище, про перехід об'єкта в майбутні цільові або небажані стани.

$$I_j = \frac{1}{\sigma_I \sigma_L M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j)(L_i - \bar{L}),$$

де M – кількість градацій описових шкал (ознак);

\bar{I}_j – середня інформативність по вектору класа;

L – середнє по вектору об'єкта;

σ_I – середньоквадратичне відхилення частих критеріїв знань вектора класа;

σ_L – середньоквадратичне відхилення по вектору об'єкта, що розпізнається;

I_{ij} – вектор стану j -го класа;

L_i – вектор стану об'єкта, що розпізнається, включаючий усі види факторів, які характеризують об'єкт, керуючі впливи та навколишнє середовище.

Отже, на етапі формалізації знань будується модель знань (у випадку даної роботи – формально-логічна модель). А також розраховуються інтегральні критерії знань, які можна вважати кореляцією векторів стану конкретного класа (у розглянутому випадку – це обсяг депозитного портфеля), та стану об'єкта дослідження (банка).

7. SWOT-аналіз результатів досліджень

Strengths. Сильною стороною даного дослідження є той факт, що дані для побудови оптимальної стратегії отримуються безпосередньо від клієнта. Мається на увазі, що при визначенні стратегії будуть максимально враховані вимоги та побажання клієнтів, для підвищення задоволеності. Також, внаслідок нечіткості критеріїв оцінці було використано м'які обчислення, що дозволяє зменшити рівень неточності при розрахунках.

Weaknesses. До слабкої сторони дослідження належить залежність від розміру комерційного банку та відсутність універсальності. Дослідження проводилося в рамках регіонального банку (який працює у межах однієї області), тому ця методика не може бути застосована для комерційного банку світового рівня.

Opportunities. Перспективами дослідження є подальше створення інтелектуальної системи, яку можна буде застосовувати на практиці. Така система буде доцільною у використанні у невеликих комерційних банках як на Україні, так і за кордоном.

Threats. При впровадженні результатів дослідження потрібний, в першу чергу, час працівників банку, які нададуть початкові дані для формування знань. Цей час не завжди можливо задіяти. Також потрібна домовленість з конкретним банком, що досить важко внаслідок наявності консервативності у питанні інвестування.

8. Висновки

1. Проведено опити респондентів та зібрано статистику використання банківських сервісів за останні 5 років. На основі цього, визначено найбільш суттєві критерії для клієнтів українських банків. Побудовано ієрархію критеріїв для формалізації проблеми оцінки банка.

2. На основі використання систем зворотнього зв'язку з клієнтами, статистики звернень у службу підтримки виявлено найбільш популярні банківські сервіси для клієнтів українських банків.

3. На основі літературного аналізу визначено, що основним математичним апаратом для оцінки якості банку та для оцінки ступеню задоволеності клієнтів, є моделі SERVQUAL, SERVPERF. Основні принципи моделі SERVQUAL (як найбільш універсальної) було враховано при побудові ієрархії критеріїв.

4. На конкретному прикладі (сервіс депозитів) розглянуто проблему протирічності очікувань клієнта та можливостей банку. Побудовано проект інтелектуальної системи, яка буде займатися пошуком компромісного рішення для комплексного критерію оцінки банку клієнтами. У рамках цієї системи визначено інтегральний критерій, який характеризує об'єкт керування (банк) та можливості його переходу у цільові або небажані стани. На основі роботи цієї системи керівництво банку може приймати рішення щодо стратегії розвитку банку. У подальшому дослідженні пропонується розробити спосіб оптимального розподілу внутрішніх інвестицій на основі показника цього інтегрального критерія. Тобто, у які критерії з ієрархії оцінки банку слід інвестувати, та у якому обсязі, для можливості переходу об'єкта керування у бажаний стан.

Література

1. Senaar, K. (2019). AI in Banking – Analysis of America's top 7 Banks. *Emerj Artificial Intelligence Research*. Available at: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/ai-in-banking-analysis/>

2. Smale, T. (2018). 5 Ways Artificial Intelligence is Already Transforming the Banking Industry. *Entrepreneur*. Available at: <https://www.entrepreneur.com/article/319921>

3. Burtsev, M., Kairova, O. (2013). *iPavlov research platform*. Available at: <http://ipavlov.ai/>

4. Butenko, E. D. (2018). Artificial intelligence in banks today: Experience and perspectives. *Finance and Credit*, 24 (1), 143–153. doi: <http://doi.org/10.24891/fc.24.1.143>

5. Chi Cui, C., Lewis, B. R., Park, W. (2003). Service quality measurement in the banking sector in South Korea. *International Journal of Bank Marketing*, 21 (4), 191–201. doi: <http://doi.org/10.1108/02652320310479187>

6. Quyet, T. V., Vinh, N. Q., Chang, T. (2015). Service Quality Effects on Customer Satisfaction in Banking Industry. *International Journal of u- and e-Service, Science and Technology*, 8 (8), 199–206. doi: <http://doi.org/10.14257/ijunesst.2015.8.8.20>

7. Yavas, U., Bilgin, Z., Shemwell, D. J. (1997). Service quality in the banking sector in an emerging economy: a consumer survey. *International Journal of Bank Marketing*, 15 (6), 217–223. doi: <http://doi.org/10.1108/02652329710184442>

8. Mohiuddin, M. (2014). Trend and Development of E-Banking: A Study on Bangladesh. *IOSR Journal of Business and Management*, 16 (5), 16–24. doi: <http://doi.org/10.9790/487x-16521624>

9. Масленникова, Д. С. (2009). Оценка надежности банка: цели и критерии для партнеров и для самого банка. *Журнал научных публикаций*. Available at: <http://jurnal.org/articles/2009/ekon68.html>

10. Исаев, Р. А. (2011). Способы обеспечения и улучшения качества обслуживания клиентов банка. *Методы менеджмента качества*, 6, 54–58.
11. Ferreira, F. A. F., Spahr, R. W., Santos, S. P., Rodrigues, P. M. M. (2010). *A multiple criteria framework to evaluate bank branch potential attractiveness*. Banko de Portugal, 10. Available at: <https://ideas.repec.org/p/ptu/wpaper/w201010.html>
12. Андреева, О. С., Назмутдинова, Е. В. (2015). Оценка привлекательности коммерческой организации для корпоративных клиентов. *Экономика и предпринимательство*, 10, 3–6.
13. Третьякова, О. (2001). Как выбирают банки. *Вестник Уральского института прикладной политики и экономики*, 21–25.
14. Lau, M. M., Cheung, R., Lam, A. Y. C., Chu, Y. T. (2013). Measuring Service Quality in the Banking Industry: A Hong Kong Based Study. *Contemporary Management Research*, 9 (3), 263–282. doi: <http://doi.org/10.7903/cmr.11060>
15. Carnasciali, A. M., Delazari, L. (2010). Spatial Decision Support System for Bank-Industry Based on GIS and Expert Systems Integration. *Decision Support Systems*. doi: <http://doi.org/10.5772/39460>
16. De Marco, M., Salcioli, G., Fedegari, F. (1993). Bank Tutor: an expert system for treasury management. *Proceedings of IEEE Systems Man and Cybernetics Conference – SMC*. doi: <http://doi.org/10.1109/icsmc.1993.384726>
17. Dabahian, D., Godlevskiy, M. (2017). Bank Attractiveness Evaluation Method Based on Soft Computing in the Analytic Hierarchy Process. *ICTERI-2018*. Kyiv, 8–15.
18. Остроух, А. В., Суркова, И. Е. (2015). *Интеллектуальные информационные системы и технологии*. Красноярск: Научно-инновационный центр, 2015. Available at: <http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel16S062.pdf>
19. Луценко, Е. В. (2016). Синтез адаптивных интеллектуальных измерительных систем с применением АСК-анализа. *Научный журнал КубГАУ*, 116 (2), 1–12.

The object of research is the process of functioning of a commercial bank. One of the most problematic places is optimization of the bank's work in accordance with the requirements of customers in conditions of limited resources, that is, how to distribute a certain amount of investment in various areas of the bank's business in an optimal way. This should be understood as the maximum customer satisfaction with the Bank's functioning process. It is also necessary to the importance of areas of activity depending on customer feedback – by collecting customer information, such as complaints, suggestions, survey results, etc. Such data are not intelligent, they must be formalized and on this basis a strategy for the functioning of the bank for a certain period of time should be built.

During the study, an upward approach to the creation of artificial intelligence systems was used. On the basis of non-intellectual data (bank subsystems, client data, statistics), information is determined for building intellectual activity regarding decision-making on optimizing the functioning of the bank as a whole, as a unified system, that is, building the optimal strategy for the bank.

As a research result, a project of an intellectual system is obtained, which is designed to build an optimal strategy of activity in the conditions of limited resources. Structuring and formalizing knowledge are made to fill the knowledge base of this system. The optimal option for this research is recognized as a formal logical model based on the construction of first-order predicates.

Thanks to this, it is possible to implement an intelligent system to solve the problem of the distribution of bank domestic investments in an optimal way, that is, with the maximum increase in customer satisfaction. Using this system in practice should help the bank management to allocate a certain amount of domestic investment in the bank's business areas in an optimal way, guided by the wishes of customers.

Keywords: *effective bank-client relations, intelligent system, optimization of the bank's functioning, investment distribution.*