

**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій
Кафедра інженерії програмного забезпечення**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»**

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ
ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ**

**DEVELOPMENT AND RESEARCH OF AN INFORMATION SYSTEM FOR
ASSESSING THE CREDITWORTHINESS OF INDIVIDUALS**

спеціальність 121 «Інженерія програмного забезпечення»
освітня програма «Інженерія програмного забезпечення»

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ПЗМ-21
Климець В. С.

Керівник:
к.е.н., доцент
Кондіус І. С.

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.

Гарант освітньої програми:
к.т.н., доцент
Суринович Олена Миколаївна

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет комп'ютерних та інформаційних технологій

Кафедра інженерії програмного забезпечення

Ступінь вищої освіти магістр

Галузь знань: 12 «Інформаційні технології»

Спеціальність: 121 «Інженерія програмного забезпечення»

Освітня програма: «Інженерія програмного забезпечення»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«__» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ДРУГОГО (МАГІСТЕРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Климця Владислава Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **Розробка та дослідження інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб**

Керівник роботи: к.е.н., доцент Кондіус І. С.

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» березня 2025 р. № 190/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «5» грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: *технічне та програмне забезпечення ЕОМ*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

Проаналізувати процес оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб банку; надати техніко-економічне обґрунтування необхідності розробки та впровадження інформаційної системи; визначити економіко-математичну модель для оцінки кредитоспроможності фізичних осіб; створити прототип на підставі моделі та визначити програмний інструментарій; здійснити оцінку економічної ефективності впровадження інформаційної системи та очікуваних ефектів від її використання.

5. Перелік графічного матеріалу: презентація по темі «Розробка та дослідження інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб»

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Аналіз проблеми за темою роботи та постановка завдань дослідження</i>	<i>Кондіус І. С.</i>		
<i>Теоретичне дослідження та практична реалізація системи для автоматизації веб-сервісу комерційного банку</i>	<i>Кондіус І. С.</i>		
<i>Розробка прототипу системи для автоматизації веб-сервісу комерційного банку</i>	<i>Кондіус І. С.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Повстяна Ю. С.</i>		
<i>Гарант ОП</i>	<i>Андрущак І. Є.</i>		
<i>Показник запозичень тексту</i>		<i>%</i>	
<i>Академічна доброчесність</i>	<i>Кондіус І. С.</i>		

7. Дата видачі завдання «2» квітня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Провести огляд літературних джерел по темі кваліфікаційної роботи	до 06.09.2025	
2	Провести аналіз загальної проблеми і вибір напрямків дослідження	до 25.09.2025	
3	Розробити функціональну схему роботи програмного продукту	до 2.11.2025	
4	Описати засоби розробки об'єкта проектування	до 20.11.2025	
5	Практична реалізація об'єкта проектування	до 27.11.2025	
6	Розробити методіку для проведення експерименту	до 06.11.2025	
7	Провести аналіз результатів експерименту	до 16.11.2025	
8	Здача чистового варіанту кваліфікаційної роботи на кафедрі	до 5.12.2025	

Здобувач вищої освіти

_____ Климець В. С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ Кондіус І. С.
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Климець В. С. Розробка та дослідження інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб. Рукопис.

Кваліфікаційна робота магістра ОП «Інженерія програмного забезпечення» спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення». Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025. 78 с.

Кваліфікаційна робота магістра складається з вступу, 3 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел.

Кваліфікаційна робота, присвячена розробці та дослідженню інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб для підвищення ефективності обслуговування клієнтів та уникнення ризиків вичерпання кредитного портфеля та банкрутства фінансової установи. Проведено комплексний аналіз сучасних методів та технологій автоматизації банківських процесів на основі досвіду провідних міжнародних фінансових установ та українських банків за період 2019-2024 років. Досліджено теоретичні основи вибору шляхів, технологій, алгоритмів і засобів вирішення проблеми.

Розроблено економіко-математичну модель оцінки кредитоспроможності на основі методу рейтингових оцінок. Спроектовано та реалізовано базу даних у середовищі Microsoft SQL Server. Розроблено архітектуру веб-додатку з використанням технологій PHP, Zend Framework, HTML, CSS та JavaScript.

Проведено аналіз економічної ефективності впровадження інформаційної системи.

Ключові слова: інформаційна система, кредитоспроможність, економіко-математичне моделювання, архітектура веб-додатку.

ABSTRACT

Klymets V. Development and Research of an Information System for Assessing the Creditworthiness of Individuals. Manuscript.

Master's qualification work of SP «Software Engineering» specialty 121 «Software Engineering». Lutsk National Technical University. Lutsk, 2025. 78 p.

The master's qualification work consists of an introduction, 3 sections, conclusions and proposals, list of used sources.

Qualification work dedicated to the development and research of an information system for assessing the creditworthiness of individuals to improve the efficiency of customer service and avoid the risks of exhaustion of the credit portfolio and bankruptcy of a financial institution. A comprehensive analysis of modern methods and technologies for automating banking processes was conducted based on the experience of leading international financial institutions and Ukrainian banks for the period 2019-2024. The theoretical foundations of choosing ways, technologies, algorithms and means of solving the problem were studied.

An economic and mathematical model for assessing creditworthiness was developed based on the rating method. A database was designed and implemented in the Microsoft SQL Server environment. The architecture of a web application was developed using PHP, Zend Framework, HTML, CSS and JavaScript technologies.

An analysis of the economic efficiency of implementing an information system was conducted.

Keywords: information system, creditworthiness, economic and mathematical modeling, web application architecture.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	13
1.1 Огляд і аналіз предметної області проблеми, результатів існуючих теоретичних та експериментальних досліджень.....	13
1.2 Огляд і аналіз методів та засобів розробки інформаційної системи для оцінки кредитоспроможності фізичних осіб.....	21
1.3 Аналіз існуючих інформаційних систем оцінки кредитоспроможності фізичних осіб та порівняльна характеристики технологічних рішень.....	26
1.4 Постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра.....	30
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ.....	32
2.1 Обґрунтування вибору шляхів, технологій, алгоритмів і засобів вирішення поставленого завдання.....	32
2.2 Практична реалізація об'єкта проектування.....	38
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ	58
3.1 Методика проведення дослідження	58
3.2 Оцінка кількісних характеристик інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб та очікуваних ефектів від її впровадження	71
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	78
ДОДАТКИ.....	86

ВСТУП

Кредитування є найбільш поширеним інструментом розміщення банківських ресурсів і одним із ключових факторів економічного розвитку країни. У сучасних умовах вітчизняні банки змушені постійно вдосконалювати стратегію та тактику своєї кредитної діяльності, оскільки від якості кредитного портфеля безпосередньо залежить фінансова стабільність банківської установи. Під категорією якості кредиту розуміють ступінь кредитного ризику, тобто ймовірність неповернення фінансових активів від позичальників. Велика кількість невиконаних зобов'язань перед банками може призвести до кризового стану економіки, що підтверджується статистичними даними: у період економічних криз частка простроченої заборгованості за кредитами у загальній сумі кредитів зростала до критичних значень.

Актуальність. Процедура отримання кредиту традиційно є доволі трудомісткою як для позичальника, так і для банківських працівників. Необхідність збору великого пакету документів, багаторазових відвідувань банківських відділень та тривале очікування рішення створюють суттєві незручності для клієнтів та збільшують операційні витрати банків. Онлайн кредитування та автоматизована оцінка кредитоспроможності залишаються слабо розвиненою галуззю банківських послуг в Україні, що обмежує можливості швидкого та ефективного обслуговування клієнтів.

Проблема достовірної оцінки кредитоспроможності позичальників може бути вирішена лише методами економіко-математичного моделювання з використанням сучасних інформаційних технологій. Наслідком систематичних помилок в оцінці кредитоспроможності може бути погіршення якості кредитного портфеля, через що банк змушений збільшувати витрати на додаткове резервування. У кращому випадку це призводить до погіршення фінансового стану банку, у гіршому – до його банкрутства. Тому розробка та впровадження автоматизованих інформаційних систем оцінки кредитоспроможності фізичних осіб є актуальною науково-практичною

задачею, яка дозволяє підвищити точність кредитних рішень, скоротити час обробки заявок та знизити операційні витрати банків.

Метою кваліфікаційної роботи полягає в розробці та дослідженні інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб на основі економіко-математичної моделі та сучасних веб-технологій для підвищення ефективності процесу банківського кредитування.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

–провести аналіз існуючих методів та моделей оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, дослідити задачу моделювання та стан її автоматизації;

–здійснити формування вимог до інформаційної системи, розробити діаграми прецедентів та взаємодії, підготувати технічне завдання до автоматизованої системи;

–розробити економіко-математичну модель оцінки кредитоспроможності фізичних осіб на основі методу рейтингових оцінок з урахуванням кількісних та якісних показників фінансового стану позичальника;

–обґрунтувати вибір архітектури та технологій для реалізації інформаційної системи, розробити алгоритми та структуру компонентів системи;

–спроектувати та реалізувати базу даних для зберігання інформації про позичальників та параметрів моделі оцінки кредитоспроможності;

–розробити прототип автоматизованої інформаційної системи з веб-інтерфейсом для позичальників та кредитних спеціалістів;

–провести тестування розробленої системи на ретроспективних даних банківської установи та оцінити адекватність моделі;

–здійснити оцінку економічної ефективності впровадження інформаційної системи та очікуваних ефектів від її використання.

Об'єкт дослідження. Відповідно до поставленої мети об'єктом дослідження є економічні відносини, що виникають між позичальником та кредитором під час отримання першим кредиту, а також процеси оцінки

кредитоспроможності фізичних осіб у банківських установах.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є методи і моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, інформаційні технології та інструментарій розробки автоматизованої інформаційної системи для оцінки кредитоспроможності позичальників банку.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс методів дослідження, зокрема: методи системного аналізу для дослідження процесу кредитування та виявлення проблемних аспектів; метод рейтингових оцінок для побудови економіко-математичної моделі оцінки кредитоспроможності; методи об'єктно-орієнтованого аналізу та проектування з використанням UML для моделювання структури та поведінки інформаційної системи; методи статистичного аналізу для перевірки адекватності моделі на ретроспективних даних; методи веб-програмування та проектування баз даних для реалізації автоматизованої системи; методи економічного аналізу для оцінки ефективності впровадження розробленої системи.

Вирішення поставлених проблем та досягнуті результати. У ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено комплексне дослідження задачі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб та розроблено автоматизовану інформаційну систему для її вирішення. Досліджено динаміку кредитування в Україні та виявлено тенденцію зростання частки простроченої заборгованості у періоди економічної нестабільності. Проаналізовано процес традиційного кредитування та визначено етапи, які можуть бути автоматизовані для підвищення ефективності роботи банку.

Розроблено економіко-математичну модель оцінки кредитоспроможності на основі методу рейтингових оцінок, яка враховує шістнадцять параметрів, об'єднаних у чотири категорії: загальні параметри, кількісні параметри, фінансові параметри та параметри характеристики кредиту. Для кожного параметра визначено показники, бальні оцінки та ваги, які відображають їх відносну важливість. Модель дозволяє класифікувати позичальників за п'ятьма класами від А до Д залежно від загальної кількості отриманих балів та приймати

обґрунтовані рішення щодо можливості надання кредиту.

Спроектовано та реалізовано базу даних у середовищі Microsoft SQL Server для зберігання інформації про користувачів, їх заявки на кредит, параметри моделі та ваги коефіцієнтів. Розроблено архітектуру веб-додатку з використанням технологій PHP, Zend Framework, HTML, CSS та JavaScript. Створено інтерфейси для двох типів користувачів: потенційних позичальників та кредитних спеціалістів банку. Позичальники мають можливість зареєструватися на веб-сайті, заповнити анкету з необхідними даними та відправити заявку на розгляд. Кредитні спеціалісти можуть переглядати заявки, аналізувати дані про позичальників, отримувати автоматично розраховану оцінку кредитоспроможності та редагувати ваги параметрів моделі відповідно до поточної кредитної політики банку.

Для забезпечення безпеки системи реалізовано шифрування паролів користувачів за алгоритмом AES перед збереженням у базі даних. Проведено тестування системи на ретроспективних даних банківської установи, включаючи аналіз закритих безнадійних справ, пролонгованих кредитів та успішно погашених кредитів. Результати тестування показали, що використання розробленої моделі дозволило б уникнути видачі кредитів у сімдесяти відсотках безнадійних випадків, що підтверджує адекватність моделі та доцільність її практичного використання.

Проведено аналіз економічної ефективності впровадження інформаційної системи. За останній звітний місяць після впровадження системи загальна кількість відвідувань банку потенційними позичальниками скоротилася, але частка позитивних рішень щодо кредитування суттєво зросла. Розраховано економію витрат на обслуговування клієнтів за рахунок скорочення часу роботи кредитних спеціалістів. Навіть за умови використання системи лише тридцятьма відсотками клієнтів економічна вигода за місяць становила понад п'ятсот гривень, а при масовому впровадженні система забезпечує значну економію ресурсів банку.

Наукова новизна роботи полягає у розробці комплексної економіко-математичної моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, яка інтегрує кількісні та якісні показники в єдину систему рейтингових оцінок з гнучкою системою ваг параметрів. На відміну від традиційних методів, запропонована модель дозволяє банківським установам оперативно адаптувати критерії оцінки до змін у економічному середовищі шляхом коригування ваг параметрів без зміни структури моделі. Розроблено методику автоматизованої класифікації позичальників за п'ятьма класами кредитоспроможності з чіткими рекомендаціями щодо прийняття кредитних рішень для кожного класу.

Запропоновано архітектурне рішення інформаційної системи оцінки кредитоспроможності, яке забезпечує можливість онлайн-подання заявок позичальниками, автоматичного розрахунку оцінки кредитоспроможності в режимі реального часу та інтеграцію з існуючими банківськими системами. Розроблено методику верифікації адекватності моделі оцінки кредитоспроможності на основі аналізу ретроспективних даних банківської установи з урахуванням різних категорій кредитних справ.

Практична цінність визначається можливістю безпосереднього використання розробленої інформаційної системи банківськими установами для підвищення ефективності процесу кредитування фізичних осіб. Впровадження системи дозволяє скоротити час обробки кредитних заявок з кількох днів до кількох годин, зменшити кількість відвідувань клієнтами банківських відділень, знизити операційні витрати на обслуговування позичальників та підвищити точність оцінки кредитних ризиків.

Розроблена система забезпечує переведення процесу первинної оцінки кредитоспроможності в електронну форму, що суттєво спрощує взаємодію між кредитним спеціалістом та позичальником. Клієнти отримують можливість дізнатися про свій рівень кредитоспроможності та ймовірність отримання кредиту ще до відвідування банку, що економить час обох сторін. Банківські установи можуть формувати базу даних потенційних позичальників та проводити попередній відбір клієнтів, концентруючи зусилля на обслуговуванні

найбільш перспективних заявок.

Гнучка система налаштування ваг параметрів моделі дозволяє банкам адаптувати критерії оцінки кредитоспроможності відповідно до власної кредитної політики та поточної ситуації на ринку. Результати тестування підтверджують, що використання системи може знизити кількість безнадійних кредитів на сімдесят відсотків, що безпосередньо впливає на якість кредитного портфеля та фінансову стабільність банку. Впровадження системи сприяє популяризації банківського онлайн-кредитування в Україні та підвищенню конкурентоспроможності банківського сектору.

Результати роботи представлені на X міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології в освіті, науці і виробництві (ІТОНВ-2025)» 23-24 травня 2025 р. (м. Луцьк) [1].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАНЬ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Огляд і аналіз предметної області проблеми, результатів існуючих теоретичних та експериментальних досліджень

Кредитування фізичних осіб є одним із найважливіших напрямків діяльності сучасних банківських установ, що безпосередньо впливає на економічний розвиток держави та добробут населення. Однак разом із зростанням обсягів кредитування зростають і кредитні ризики, пов'язані з можливістю неповернення позичених коштів. Тому оцінка кредитоспроможності позичальників залишається однією з найактуальніших проблем банківської справи, яка потребує постійного вдосконалення методологічної бази та інструментарію.

1.1.1 Теоретичні основи оцінки кредитоспроможності позичальників

Дослідженню проблем кредитоспроможності позичальників присвячені праці багатьох вітчизняних та зарубіжних науковців. Примітка Л. О. [2] розглядає сучасні підходи до аналізу фінансового стану позичальників та методи мінімізації кредитних ризиків у банківській діяльності. Автор обґрунтовує необхідність комплексного підходу до оцінки кредитоспроможності, що враховує як кількісні фінансові показники, так і якісні характеристики позичальників.

Васильченко З. М., Гаряга Л. О. у навчальному посібнику [3] систематизують сучасні знання про процеси кредитування в умовах цифровізації банківської системи. Автори підкреслюють, що трансформація банківських послуг під впливом розвитку фінансових технологій вимагає перегляду традиційних підходів до оцінки кредитоспроможності та розробки нових моделей, адаптованих до онлайн-середовища.

Кузьмінська О. Е. у статті [4] аналізує переваги та недоліки різних методів оцінки кредитоспроможності, що застосовуються українськими банками.

Дослідниця зазначає, що в умовах економічної нестабільності особливої важливості набуває здатність моделей швидко адаптуватися до змін макроекономічного середовища.

1.1.2 Нормативно-правове регулювання оцінки кредитоспроможності в Україні

Діяльність банківських установ в Україні регулюється системою нормативно-правових актів Національного банку України. Постанова Правління НБУ «Про затвердження Положення про визначення банками України розміру кредитного ризику за активними банківськими операціями» [5] встановлює сучасні вимоги до оцінки фінансового стану позичальників та класифікації кредитів за ступенем ризику.

Згідно з цим документом, банк здійснює оцінку фінансового стану фізичної особи на підставі кількісних та якісних показників. До кількісних показників належать: платоспроможність позичальника, співвідношення доходів та зобов'язань, коефіцієнт боргового навантаження. До якісних показників відносяться: кредитна історія, соціальна стабільність, забезпечення кредиту. Положення також визначає порядок класифікації кредитів за категоріями якості та встановлення показників ризику залежно від фінансового стану боржника та стану обслуговування боргу.

Закон України «Про організацію формування та обігу кредитних історій» [6] регулює діяльність бюро кредитних історій та порядок використання інформації про кредитну історію при оцінці кредитоспроможності позичальників.

1.1.3 Методи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб у сучасних дослідженнях

Вітчизняні дослідники активно працюють над удосконаленням методів оцінки кредитоспроможності. Олійник Д. М., Міщенко С. В. у статті [7] досліджують ефективність різних типів скорингових моделей в умовах українського банківського сектору. Автори порівнюють традиційні статистичні методи з новітніми підходами на основі машинного навчання та роблять

висновок, що гібридні моделі, які поєднують експертні оцінки та алгоритми штучного інтелекту, демонструють найкращі результати.

Петрашко Л. П., Кондрат І. Ю. [8] аналізують особливості оцінки кредитоспроможності при онлайн-кредитуванні. Дослідники підкреслюють, що автоматизація процесу оцінки вимагає розробки надійних алгоритмів верифікації даних, оскільки ризик шахрайства в онлайн-середовищі є вищим порівняно з традиційним кредитуванням.

Коваленко В. В., Шелудько С. А. [9] детально розглядають методи управління кредитними ризиками в сучасних умовах. Автори аналізують різні підходи до класифікації методів оцінки кредитоспроможності та пропонують комплексну систему управління кредитним портфелем, яка включає як превентивні заходи на етапі оцінки позичальника, так і стратегії роботи з проблемною заборгованістю.

1.1.4 Скорингові моделі та методи рейтингових оцінок

Метод рейтингових оцінок залишається одним із найпоширеніших підходів до оцінки кредитоспроможності в українських банках. Дорошенко Г. О., Ковальчук Н. О. [10] розглядають практичні аспекти розробки скорингових карт для різних типів роздрібних кредитних продуктів. Автори пропонують методологію визначення оптимальних вагових коефіцієнтів для різних характеристик позичальників на основі логістичної регресії.

Бойко А. О., Мельник К. М. [11] досліджують чинники, що найбільше впливають на кредитоспроможність українських позичальників. На основі аналізу даних 15 тисяч кредитних справ автори виявили, що найбільш значущими факторами є: кредитна історія, співвідношення доходів до витрат, стабільність зайнятості та наявність застави. Вік та сімейний стан мають менший вплив, ніж традиційно вважалося.

Ковтун Н. В. [12] пропонує комплексну методику оцінки кредитоспроможності, яка враховує специфіку різних категорій позичальників та дозволяє диференціювати процентні ставки залежно від рівня ризику. Дослідниця розробила систему індикаторів раннього попередження про

погіршення фінансового стану позичальника, що дозволяє банку своєчасно вживати превентивних заходів.

1.1.5 Цифрова трансформація банківських послуг та онлайн-кредитування

Пандемія COVID-19 суттєво прискорила процес цифровізації банківських послуг, включаючи кредитування. Дзюбенко О., Хуторна М. [13] аналізують тенденції розвитку онлайн-банкінгу в Україні за період 2019-2021 років. Автори відзначають значне зростання частки онлайн-заявок на кредитування – з 15% у 2019 році до 47% у 2021 році, що підтверджує актуальність розробки автоматизованих систем оцінки кредитоспроможності.

Ткаченко Н. В., Костюченко Є. В. [14] досліджують вплив фінтех-рішень на трансформацію традиційних банківських процесів. Автори підкреслюють, що автоматизація оцінки кредитоспроможності дозволяє скоротити час прийняття рішення про кредит з 3-5 днів до кількох годин, що є критично важливим для утримання клієнтів в умовах високої конкуренції.

Скрипник А. В., Жердецька Л. В. [15] аналізують ринок онлайн-кредитування в Україні та виявляють основні бар'єри його розвитку. Серед ключових проблем автори називають недостатній рівень фінансової грамотності населення, обмежену доступність даних для оцінки кредитоспроможності окремих категорій позичальників та високий рівень шахрайства.

1.1.6 Застосування технологій штучного інтелекту та машинного навчання

Сучасні дослідження все більше уваги приділяють застосуванню алгоритмів машинного навчання для оцінки кредитоспроможності. Зайцев О. В., Лисенко Ю. Г. [16] порівнюють ефективність різних алгоритмів: логістична регресія, дерева рішень, випадковий ліс, градієнтний бустинг та нейронні мережі. Дослідження показало, що ансамблеві методи (випадковий ліс, XGBoost) демонструють найкращу точність прогнозування дефолтів – 87-89% порівняно з 79-81% для традиційної логістичної регресії.

Касьянов В., Красніков О. [17] досліджують можливості використання глибокого навчання для побудови скорингових моделей. Автори розробили модель на основі рекурентних нейронних мереж (LSTM), яка враховує динаміку

фінансового стану позичальника та демонструє покращену точність прогнозування для позичальників з нестабільними доходами.

Однак Григорук П. М., Ткаченко Н. В. [18] звертають увагу на обмеження використання складних моделей машинного навчання в банківській практиці. Основні проблеми: відсутність інтерпретованості рішень (проблема «чорної скриньки»), високі вимоги до обсягу навчальних даних, складність пояснення регуляторам та клієнтам логіки прийнятих рішень. Автори рекомендують використовувати гібридні підходи, що поєднують інтерпретовані моделі з елементами машинного навчання.

1.1.7 Кібербезпека та захист даних у системах онлайн-кредитування

Розвиток онлайн-кредитування актуалізує питання кібербезпеки та захисту персональних даних. Іванченко Н. О., Коваленко Ю. М. [19] аналізують основні види кіберзагроз для банківського сектору та методи їх мітигації. Автори підкреслюють, що системи онлайн-кредитування є привабливою ціллю для кіберзлочинців через можливість швидкого отримання коштів за підробленими документами.

Євдокимов В., Мельник Л. [20] досліджують проблеми забезпечення відповідності українських банків вимогам GDPR (General Data Protection Regulation) при обробці персональних даних клієнтів. Автори рекомендують впроваджувати принципи *privacy by design* при розробці нових інформаційних систем, включаючи системи оцінки кредитоспроможності.

Семенов А. Ю., Ахмедов Р. Е. [21] розглядають сучасні криптографічні алгоритми, що використовуються для захисту даних клієнтів. Автори порівнюють різні алгоритми шифрування (AES, RSA, ECC) з точки зору безпеки та продуктивності та рекомендують використання AES-256 для шифрування даних, що зберігаються, та ECC для забезпечення безпеки передачі даних.

1.1.8 Роль фінтех-компаній у трансформації кредитування

Розвиток фінтех-компаній створює нову конкурентну динаміку на ринку кредитних послуг. Шевченко О. Ю., Казак О. О. [22] аналізують вплив фінтех-стартапів на традиційну банківську систему. Автори відзначають, що фінтех-

компанії демонструють більшу гнучкість у впровадженні інновацій, швидше адаптуються до потреб клієнтів та активніше використовують альтернативні джерела даних для оцінки кредитоспроможності.

Петрушенко Ю., Козарезенко Л. [23] досліджують конкурентні переваги фінтех-компаній у сфері онлайн-кредитування. Результати опитування показують, що 63% українців віддають перевагу швидкості обслуговування перед мінімальною процентною ставкою, що пояснює успіх фінтех-компаній, які можуть приймати рішення про кредит протягом кількох хвилин.

Однак Мороз О. В., Карачина Н. П. [24] звертають увагу на підвищені ризики, пов'язані з діяльністю деяких фінтех-кредиторів. Автори відзначають випадки надання кредитів без належної перевірки кредитоспроможності, застосування несправедливих практик стягнення боргів та встановлення надмірно високих процентних ставок, що може призводити до закредитованості населення.

1.1.9 Блокчейн-технології в кредитуванні

Перспективним напрямком інновацій у банківській сфері є застосування блокчейн-технологій. Ковальчук С. В., Форкун І. В. [25] аналізують можливості використання блокчейну для створення децентралізованої системи обміну кредитними історіями між банками. Така система могла б забезпечити більшу прозорість, безпеку та оперативність обміну інформацією порівняно з традиційними бюро кредитних історій.

Ковальчук І., Швець Н. [26] досліджують потенціал використання смарт-контрактів на базі блокчейну для автоматизації процесів кредитування. Автори пропонують концепцію повністю автоматизованого кредитування, де всі етапи від подання заявки до погашення кредиту виконуються смарт-контрактами без участі банківського персоналу.

Проте Павленко М. М. [27] звертає увагу на численні перешкоди широкого впровадження блокчейну в банківській практиці: відсутність належної нормативно-правової бази, високі витрати на впровадження, недостатня зрілість технології, проблеми масштабованості та споживання енергії.

1.1.10 Open Banking та обмін даними

Концепція Open Banking, яка передбачає відкритий доступ до банківських даних через стандартизовані API, набирає популярності у світі та поступово впроваджується в Україні. Криклій О. А., Маслій Н. Д. [28] аналізують можливості та виклики впровадження концепції відкритого банкінгу. Автори підкреслюють, що доступ до транзакційних даних клієнта з різних банків може суттєво підвищити точність оцінки його кредитоспроможності.

Васильєва Т., Леонов С. [29] досліджують міжнародний досвід впровадження Open Banking та можливості його адаптації до українських реалій. Автори відзначають, що успішна імплементація концепції вимагає створення надійної технічної інфраструктури, стандартизації API та забезпечення високого рівня захисту даних.

Мельник Л. В., Бичкова Н. В. [30] досліджують ризики безпеки, пов'язані з відкритим обміном банківськими даними. Автори пропонують багаторівневу модель захисту даних, яка включає шифрування каналів зв'язку, багатофакторну аутентифікацію, моніторинг аномальної активності та регулярний аудит безпеки API.

1.1.11 Автоматизація банківських процесів та роботизація

Автоматизація банківських процесів виходить на новий рівень завдяки технологіям роботизації бізнес-процесів (RPA). Дропа Я. Б., Кабак М. М. [31] аналізують можливості використання RPA для автоматизації рутинних операцій у процесі кредитування. Автори відзначають, що впровадження програмних робіт дозволяє скоротити час обробки кредитної заявки на 60-70% при одночасному зниженні кількості помилок.

Савченко Т., Гаркуша В. [32] досліджують досвід цифрової трансформації українських банків. Результати опитування показують, що 78% українських банків впровадили або планують впровадити автоматизовані системи оцінки кредитоспроможності для роздрібного кредитування, що підтверджує актуальність розробки таких систем.

Таким чином, аналіз сучасних наукових публікацій показує, що оцінка

кредитоспроможності фізичних осіб залишається активною сферою досліджень у банківській справі. Останні п'ять років характеризуються інтенсивним розвитком нових методів та підходів до оцінки кредитних ризиків, що обумовлено кількома ключовими тенденціями.

По-перше, відбувається масштабна цифровізація банківських послуг, прискорена пандемією COVID-19. Це створює потребу в автоматизованих системах оцінки кредитоспроможності, здатних обробляти великі обсяги заявок в режимі реального часу. Українські дослідники активно працюють над розробкою ефективних моделей онлайн-кредитування, адаптованих до специфіки вітчизняного ринку.

По-друге, зростає застосування методів машинного навчання та штучного інтелекту для підвищення точності прогнозування кредитних ризиків. Вітчизняні науковці демонструють, що ансамблеві методи (випадковий ліс, градієнтний бустинг) забезпечують значно кращу точність порівняно з традиційними статистичними підходами. Однак проблема інтерпретованості складних моделей залишається актуальною.

По-третє, розширюється спектр даних, що використовуються для оцінки кредитоспроможності. Окрім традиційних фінансових показників, дослідники пропонують враховувати альтернативні дані (історія онлайн-покупок, дані соціальних мереж, патерни використання мобільного зв'язку), поведінкові характеристики та навіть рівень фінансової грамотності позичальників.

По-четверте, посилюється увага до питань етики використання даних, захисту приватності та забезпечення справедливості алгоритмічних рішень. Українські науковці підкреслюють необхідність збалансування інтересів банків щодо мінімізації ризиків та прав споживачів на недискримінаційне обслуговування.

По-п'яте, зростає роль бюро кредитних історій та міжбанківського обміну інформацією. Дослідження показують, що розширення покриття населення кредитними історіями та впровадження концепції Open Banking можуть суттєво підвищити точність оцінки кредитоспроможності та сприяти фінансовій

інклюдії.

Разом з тим, огляд літератури виявляє й низку прогалин, що потребують подальших досліджень. Зокрема, недостатньо вивченими залишаються питання адаптації скорингових моделей до кризових умов, ефективності гібридних моделей, що поєднують експертні оцінки та машинне навчання, а також довгострокового впливу онлайн-кредитування на якість кредитних портфелів банків.

Аналіз вітчизняних та зарубіжних джерел підтверджує актуальність теми дослідження та необхідність розробки автоматизованої інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, яка б враховувала сучасні тенденції розвитку банківського сектору, забезпечувала баланс між точністю оцінки та швидкістю прийняття рішень, а також була адаптована до специфіки українського ринку кредитних послуг.

1.2 Огляд і аналіз методів та засобів розробки інформаційної системи для оцінки кредитоспроможності фізичних осіб

Оцінка кредитоспроможності фізичних осіб – це одна з ключових складових процесу прийняття рішення в роздрібному кредитуванні та мікрофінансуванні. Завдяки розвитку цифрових технологій, великих даних (Big Data), машинного навчання та штучного інтелекту (ШІ) з'явилися нові підходи до побудови інформаційних систем кредитного скорингу. Водночас для України та інших країн з подібними фінансово-технологічними умовами важливо ретельно вибирати методи та засоби, які адаптовані до місцевого законодавства, рівня цифровізації, ступеня доступу до даних та ризиків. Тому проведемо аналіз основних методів оцінки кредитоспроможності, а також огляд засобів розробки інформаційних систем саме для фізичних осіб.

1.2.1 Методи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб

Методи, що використовуються для оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, можна класифікувати за двома основними критеріями: за підходом до

моделювання ризику дефолту (традиційні статистичні методи vs. машинне навчання) та за видом даних (традиційні фінансові / кредитні історії vs. альтернативні дані).

Традиційні статистичні методи. Раніше основою скорингу були логістична регресія, лінійна регресія, дискримінантний аналіз, деревоподібні методи (CART) тощо. Ці моделі були добре зрозумілі, інтерпретовані та відповідали вимогам регулювання. Наприклад, у статті [33] зазначено, що традиційні статистичні методи, такі як логістична регресія, відігравали базову роль у моделюванні ризику персональної заборгованості.

Переваги: зрозумілість, інтерпретованість, відносно невимогливі дані. Недоліки: обмежена можливість працювати з великою кількістю та різноманітністю ознак, слабша продуктивність для нелінійних взаємозв'язків.

Методи машинного навчання та штучного інтелекту. У сучасних системах оцінки кредитоспроможності все більше застосовуються методи машинного навчання (ML) та глибокого навчання (DL). Наприклад, в огляді [34] висвітлено зростаючу роль таких підходів. У роботі [35] дослідили застосування глибоких нейронних мереж до поведінкового оцінювання кредитоспроможності.

Такий підхід має низку переваг: здатність працювати з великою кількістю ознак, враховувати складні нелінійні залежності, інтегрувати альтернативні дані. Проте він також супроводжується викликами: висока вимога до обсягу даних, необхідність регулярної калібрування модельних параметрів, вище ризику виникнення «чорних ящиків» (black-box), складність пояснення рішень.

Наприклад, в статті [36] акцентує увагу на тому, що зростає потреба в балансі між продуктивністю моделей ML/DL і їх прозорістю.

Використання альтернативних даних. Традиційні моделі скорингу базуються на кредитній історії, фінансовому стані потенційного позичальника, доходах, сукупній заборгованості. Проте в ситуації, коли таких даних небагато або вони ненадійні (наприклад, «молоді» позичальники або позичальники-фізособи з обмеженою історією), активно використовуються альтернативні дані – телеком-дані, поведінка в інтернеті, соціальні мережі, транзакційні дані,

мобільні платежі. Наприклад, у звіті [37] зазначається, що використання альтернативних даних дозволяє оцінювати ризик позичальників без традиційної кредитної історії, але водночас виникають питання прозорості, упередженості та захисту персональних даних.

В статті [38] наводиться аналіз моделей, що використовують альтернативні дані, і проблем, що з ними пов'язані.

1.2.2 Засоби розробки інформаційної системи оцінки кредитоспроможності

Розробка інформаційної системи (ІС) для оцінки кредитоспроможності фізичних осіб включає не лише математичні моделі або алгоритми скорингу, а й архітектуру системи, інтерфейси, обробку даних, інтеграцію з іншими системами банку / кредитної організації, питання безпеки та відповідності нормативним вимогам.

Архітектура системи та інтеграція. Сучасні ІС зазвичай побудовані як модульні, сервісно-орієнтовані (SOA) або мікросервісні рішення, із застосуванням REST/API-інтерфейсів для інтеграції з внутрішніми системами банку (бази даних, CRM, системи онлайн-банкінгу) та зовнішніми джерелами (кредитні бюро, телеком-оператори, платіжні агрегатори).

При проектуванні слід враховувати: масштабованість (можливість обробляти великі обсяги даних), надійність (відмовостійкість), можливість реального часу (real-time scoring), безперервне оновлення моделей (model-drift).

У огляді [39] підкреслено, що архітектура повинна підтримувати збір і обробку потокових даних, масштабованість та безпечне зберігання.

Програмні засоби та технології. Для реалізації ІС оцінки кредитоспроможності використовуються.

- СУБД (реляційні: MySQL, PostgreSQL; нереляційні: NoSQL- рішення) для зберігання транзакційних та поведінкових даних.

- Платформи для обробки великих даних (Big Data) – Apache Hadoop, Apache Spark.

- Мови програмування: Python (використання бібліотек scikit-learn, XGBoost, LightGBM, TensorFlow/Keras), R.
- Інструменти машинного навчання: Random Forest, Gradient Boosting Machines (GBM), XGBoost, LightGBM, нейронні мережі, глибоке навчання.
- Засоби розгортання моделей (MLOps): Docker, Kubernetes, CI/CD-підходи для моделювання, тестування та впровадження.

У статті [40] відзначено, що важливо інтегрувати ML-моделі з системами підтримки рішень (DSS) у банках, щоб моделі були не лише точними, але й використовуваними в операційній діяльності.

Питання безпеки, приватності та інтерпретованості моделей. З огляду на природу фінансових даних, оцінки кредитоспроможності фізичних осіб стикаються з питаннями захисту персональних даних, відповідності законам (наприклад, GDPR в ЄС), а також вимогами до пояснюваності рішень (explainable AI).

У дослідженні [41] автори підкреслили, що застосування ML-алгоритмів без достатньої прозорості може призводити до алгоритмічної дискримінації за ознаками (віком, статтю, соціальним статусом).

Отже, при виборі технологій потрібно враховувати не лише продуктивність моделі, а й її здатність бути інтерпретованою, прозорою та адаптованою до контролю з боку аудиту чи регулятора.

1.2.3 Порівняльний аналіз методів та засобів

Порівняємо ключові підходи за кількома критеріями: продуктивність моделі, інтерпретованість, вимоги до даних, технологічна складність. Результати представлені в таблиці 1.1.

Як видно з таблиці 1.1, вибір методу – це завжди компроміс між точністю моделі та її інтерпретованістю, між доступністю даних і технологічною складністю. Для українського контексту, де можуть бути обмежені історичні дані фізичних осіб, доцільно комбінувати: використання традиційних фінансових даних + альтернативні дані + сучасні ML-методи, але із збереженням режиму пояснюваності рішення.

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз методів та засобів

Метод / підхід	Продуктивність	Інтерпретованість	Вимоги до даних	Технологічна складність
Логістична регресія	середня	висока	відносно низькі	низька
Деревоподібні методи (Random Forest)	висока	середня	середні	середня
Гradientний бустинг (XGBoost/LightGBM)	дуже висока	нижча	середні–високі	висока
Глибоке навчання (нейронні мережі)	максимально	низька (black box)	дуже високі	дуже висока
Використання альтернативних даних	додаткова вигода	залежить від моделі	висока	висока

1.2.4 Актуальні виклики та перспективи

Серед викликів, які слід враховувати при розробці ІС оцінки кредитоспроможності для фізичних осіб:

- нерівномірність та неповнота даних, особливо в країнах із недостатньо розвиненими кредитними бюро або «безісторійними» клієнтами;
- баланс між продуктивністю моделі і її прозорістю: складні моделі можуть давати кращу точність, але гіршу пояснюваність та складніше контролювати;
- етичні та правові питання: ризик упередженості алгоритмів, захист персональних даних, регулювання штучного інтелекту;
- інтеграція з існуючими системами банку, масштабованість, підтримка реального часу;
- постійне оновлення моделей (model-drift), моніторинг продуктивності в умовах змін макроекономічних факторів;

Щодо перспектив, дослідження прогнозують, що:

- зростатиме використання альтернативних даних та поведінкових ознак (наприклад, операції з мобільним банком, транзакційна активність) у скорингу;
- збільшиться застосування гібридних моделей (комбінація ML + експертних систем);
- підвищиться роль explainable AI (XAI) у фінансовому секторі;

– активізується розвиток платформи MLOps для забезпечення впровадження й підтримки моделей в промисловому середовищі.

Підеумовуючи, сучасні методи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб зазначимо поєднання класичних статистичних підходів, машинного навчання та альтернативних даних. Розробка інформаційної системи для цього потребує уваги не лише до алгоритмів, а й до архітектури, технологій, безпеки, нормативного середовища та інтеграції в операційну діяльність. Для українського ринку важливо вибрати рішення, які враховують як технологічні можливості, так і локальні обмеження — доступ до даних, регуляторні вимоги, кадрові ресурси. Такий підхід дозволить створити надійну, гнучку та адаптовану систему оцінки кредитоспроможності, що відповідає сучасним викликам і трендам.

1.3 Аналіз існуючих інформаційних систем оцінки кредитоспроможності фізичних осіб та порівняльна характеристики технологічних рішень

Інформаційні системи (ІС) оцінки кредитоспроможності фізичних осіб – це програмно-апаратні комплекси, які дозволяють банкам, фінансовим установам чи фінтех-компаніям автоматизувати процес прийняття рішення про видачу кредиту чи іншої фінансової послуги. Такі системи включають збір, обробку і аналіз даних позичальника, застосування моделі скорингу чи класифікації, а також формування висновку про кредитний ризик. Сучасні рішення відрізняються як за архітектурою, так і за технологічним стеком, методами моделювання та типами даних, що використовуються. Тому перейдемо до аналізу таких систем, проведемо їхню порівняльну характеристику з акцентом на технологічних рішеннях, а також встановимо переваги й обмеження.

1.3.1 Приклади існуючих систем та підходів

Системи класичного скорингу у великих банках.

Наприклад, звіт [42] зазначає, що багато фінансових установ використовують або придбали готові скорингові моделі («bureau scores») від кредитних бюро, або розробляють власні внутрішні моделі («custom scores») на основі традиційних даних (кредитна історія, доходи, тривалість роботи, тощо). Ці системи часто мають просту архітектуру: база даних позичальників + модуль розрахунку балу + правила прийняття рішення.

Системи з використанням машинного навчання (ML) та альтернативних даних.

Дослідження Лі. Н. [43] представляє підхід, коли інформаційна система використовує обробку ознак (feature transformation) і ансамблеву модель для класифікації позичальників.

Інший оглядовий матеріал [43] підкреслює, що сучасні ІС переходять до використання поведінкових даних, великих даних (Big Data), мережових зв'язків, онлайн-поведінки клієнта тощо.

Ці системи мають складнішу архітектуру: включають модулі збору даних у реальному часі, системи обробки поточкових даних, модулі ML/DL (deep learning), а також API-інтеграцію з альтернативними джерелами даних.

Системи з акцентом на регуляторну відповідність та прозорість.

У статті [44] розглядаються системи, які адаптовані до регулювання ризиків: забезпечують аудит моделі, пояснюваність (explainability), контролюючі механізми та відповідають нормативам фінансового сектору.

1.3.2 Порівняльна характеристика технологічних рішень

В таблиці 1.2. наведено порівняльну таблицю ключових характеристик типів ІС оцінки кредитоспроможності фізичних осіб за технологічними та методичними критеріями.

За результатами порівняльного аналізу можна зробити висновки, що у класичних системах дані обмежені типовими фінансовими параметрами. Така система добре працює для клієнтів із багатою кредитною історією, але неефективна для «новачків» без історії. У системах із альтернативними даними з'являється можливість оцінювати ризик для тих, хто не має традиційної історії.

Наприклад, навчальна робота [45] показує, що традиційні моделі можуть обмежувати фінансову інклюзію.

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика типів ІС оцінки кредитоспроможності фізичних осіб

Тип системи / технологічне рішення	Використовувані дані	Моделі / методи	Архітектура та інтеграція	Переваги	Обмеження
Класичний скоринг (банки)	Кредитна історія, доходи, стаж, заборгованість	Логістична регресія, дискримінантний аналіз	Проста: база даних + модуль розрахунку	Висока інтерпретованість, відпрацьованість у регулюванні	Обмежена точність, слабка адаптація до нових даних
ML/Big Data системи	Традиційні + альтернативні дані	Random Forest, Gradient Boosting, NN	Модуль обробки даних + ML-движок + API-інтеграція	Вища точність, гнучкість, швидше реагує на зміни	Складність, «чорний ящик», вища вимога до даних/ресурсів
Регуляторно-орієнтовані системи	Традиційні + поведінкові + альтернативні	ML + контроль explainability	Модуль аудиту + інтеграція з системами контролю	Відповідність нормативам, підвищена довіра користувачів	Часто складніші в реалізації, довший цикл впровадження

Моделі. Логістична регресія є прозорою і зрозумілою, але її точність менша. У ML/Big Data системах використано модерні методи, як-от ансамблі, глибоке навчання. Наприклад, Лі Г. та ін. (2021) [43] описали систему з трансформацією ознак та ансамблевою моделлю.

Архітектура. У класичних рішеннях інтеграція з іншими системами обмежена. У сучасних – потрібні великі обсяги даних, API-інтеграції, обробка в реальному часі. Огляд [46] (2024) зазначає, що моделі мають бути динамічними, гнучкими, обробляти великі потоки даних.

Переваги та обмеження. Системи ML/Big Data дають кращу точність, можуть включати альтернативні дані, але водночас виникають питання прозорості, пояснюваності рішення та відповідності регулюванню. Стаття [44] підкреслює важливість прозорості і відповідності контролю.

1.3.3 Актуальні тенденції та технологічні рішення

Сучасні ІС кредитоспроможності впроваджують такі технологічні підходи: Обробка даних у реальному часі (Real-time scoring/monitoring). У статті [47] представлено систему, що дає можливість оцінювати ризик клієнта в реальному часі з точністю ~97,9 %.

Підключення альтернативних джерел даних: поведінка користувача, мобільні дані, транзакційні патерни, соціальні мережі. Наприклад, дослідження Оскарсдотті М. 2020) [48] доводить, що уведення даних мобільного зв'язку та соціальної мережі значно покращує продуктивність моделі.

Explainable AI (XAI) та етичність. Сучасні системи повинні враховувати рішення регуляторів щодо прозорості, упередженості та захисту даних. Стаття Гурлін С., Перігنون С. та Саукіи С. [49] аналізує, як забезпечити справедливість у ML-системах скорингу.

Масштабованість та хмарні рішення. Багато систем переходять на мікросервісні архітектури, із застосуванням контейнеризації, CI/CD, щоб швидко адаптуватися до змін.

Інтеграція з фінтех-екосистемою. Системи скорингу стають частиною цифрової екосистеми банку: інтеграція з онлайн-банкінгом, мобільними додатками, API зовнішніх провайдерів.

1.3.4 Висновки з аналізу

За результатами аналізу можна зробити такі висновки:

На ринку існує широка різноманітність інформаційних систем оцінки кредитоспроможності фізичних осіб — від класичних моделей до сучасних систем з ML/DL та альтернативними даними.

Класичні системи мають переваги у простоті, інтерпретованості, готовності до регулювання, але їхня продуктивність обмежена.

Сучасні технологічні рішення забезпечують вищу точність та гнучкість, однак потребують більших ресурсів, складніші в поясненні й контролі.

При виборі технологічного рішення для українського контексту слід враховувати: доступність історичних даних, нормативно-правове середовище,

рівень цифровізації клієнтів, масштаб системи.

Для розробки нової інформаційної системи оцінки кредитоспроможності доцільно взяти гібридний підхід: комбінувати перевірені класичні моделі з модерними компонентами ML/Big Data, забезпечивши належний рівень пояснюваності, прозорості та відповідності регулюванню.

1.4 Постановка завдання на кваліфікаційну роботу магістра

Метою кваліфікаційної роботи полягає в розробці та дослідженні інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб на основі економіко-математичної моделі та сучасних веб-технологій для підвищення ефективності процесу банківського кредитування.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

–провести аналіз існуючих методів та моделей оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, дослідити задачу моделювання та стан її автоматизації;

–здійснити формування вимог до інформаційної системи, розробити діаграми прецедентів та взаємодії, підготувати технічне завдання до автоматизованої системи;

–розробити економіко-математичну модель оцінки кредитоспроможності фізичних осіб на основі методу рейтингових оцінок з урахуванням кількісних та якісних показників фінансового стану позичальника;

–обґрунтувати вибір архітектури та технологій для реалізації інформаційної системи, розробити алгоритми та структуру компонентів системи;

–спроектувати та реалізувати базу даних для зберігання інформації про позичальників та параметрів моделі оцінки кредитоспроможності;

–розробити прототип автоматизованої інформаційної системи з веб-інтерфейсом для позичальників та кредитних спеціалістів;

- провести тестування розробленої системи на ретроспективних даних банківської установи та оцінити адекватність моделі;
- здійснити оцінку економічної ефективності впровадження інформаційної системи та очікуваних ефектів від її використання.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

2.1 Обґрунтування вибору шляхів, технологій, алгоритмів і засобів вирішення поставленого завдання

Розробка інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб вимагає комплексного підходу до вибору методів моделювання, технологій реалізації та архітектурних рішень. Тому наступним етапом дослідження є обґрунтування вибору конкретних шляхів, технологій, алгоритмів та засобів для вирішення поставленого завдання на основі аналізу сучасних наукових досліджень та практичного досвіду впровадження подібних систем.

2.1.1 Вибір методу оцінки кредитоспроможності

Аналіз літературних джерел виявив різноманітність методів оцінки кредитоспроможності позичальників, кожен з яких має свої переваги та обмеження. Коваленко В. В., Шелудько С. А. [50] класифікують методи оцінки кредитоспроможності на декілька груп: експертні методи, статистичні методи, методи скорингу та методи на основі машинного навчання.

Для вирішення поставленого завдання обрано метод рейтингових оцінок (скоринговий метод) з наступних причин.

По-перше, цей метод забезпечує прозорість та інтерпретованість рішень, що є критично важливим для банківської практики. На відміну від складних моделей машинного навчання, які є «чорними скриньками», скорингова модель дозволяє чітко пояснити позичальнику, які саме фактори вплинули на оцінку його кредитоспроможності та які кроки він може зробити для її покращення.

По-друге, метод рейтингових оцінок відповідає вимогам регуляторів. Як зазначають Корнилюк Р., Корнилюк А. [51], регуляторні органи вимагають, щоб банки могли продемонструвати логіку прийняття кредитних рішень та обґрунтувати використані критерії оцінки.

По-третє, скорингові моделі не потребують великих обсягів історичних даних для побудови, на відміну від моделей машинного навчання. Це особливо важливо для банків, що розпочинають роботу на нових сегментах ринку або впроваджують нові кредитні продукти. Дорошенко Г. О., Ковальчук Н. О. [52] підкреслюють, що для побудови ефективної моделі машинного навчання потрібно мінімум 10-15 тисяч спостережень, тоді як експертна скорингова модель може бути розроблена на основі теоретичних знань та досвіду кредитних спеціалістів.

По-четверте, скорингові моделі забезпечують гнучкість налаштування. Ваги окремих факторів можуть легко коригуватися кредитними спеціалістами відповідно до змін кредитної політики банку або макроекономічної ситуації без необхідності повного перенавчання моделі. Гриджук Д. М. [53] демонструє, що оперативне коригування вагових коефіцієнтів дозволяє швидко адаптувати модель до кризових умов без втрати історичних даних.

2.1.2 Вибір архітектури інформаційної системи

Для реалізації інформаційної системи оцінки кредитоспроможності обрано веб-орієнтовану архітектуру з наступних причин.

По-перше, веб-додатки забезпечують доступність з будь-якого пристрою з браузером без необхідності встановлення спеціалізованого програмного забезпечення. Клієнти очікують можливості подати заявку на кредит через веб-браузер або мобільний додаток, не відвідуючи відділення банку.

По-друге, веб-архітектура забезпечує централізоване зберігання даних та логіки додатку на сервері, що спрощує супровід та оновлення системи. Зміни у бізнес-логіці або параметрах моделі можуть бути внесені централізовано без необхідності оновлювати програмне забезпечення на комп'ютерах користувачів.

По-третє, веб-додатки природно підтримують багатокористувацький режим роботи, що критично важливо для банківських систем. Кредитні спеціалісти та позичальники можуть одночасно працювати з системою без конфліктів.

Обрано триланкову (three-tier) архітектуру, що включає:

- рівень представлення (Presentation tier) – веб-інтерфейс, доступний через браузер, що забезпечує взаємодію з користувачами (позичальниками та кредитними спеціалістами);
- рівень бізнес-логіки (Application tier) – серверна частина додатку, що реалізує логіку обробки даних, розрахунку оцінки кредитоспроможності, управління користувачами та доступом;
- рівень даних (Data tier) – система управління базою даних, що забезпечує збереження та ефективний доступ до даних.

Така триланкова архітектура є стандартом для банківських веб-додатків, оскільки забезпечує чітке розділення відповідальності між компонентами, що спрощує розробку, тестування та супровід системи.

2.1.3 Вибір технологій реалізації серверної частини

Для реалізації серверної частини обрано мову програмування PHP з наступних причин.

По-перше, PHP є однією з найпопулярніших мов для веб-розробки з величезною спільнотою розробників та багатим екосистемою бібліотек та фреймворків.

По-друге, PHP підтримується практично всіма хостинг-провайдерами, що спрощує розгортання додатку. По-третє, PHP добре інтегрується з різними системами управління базами даних та забезпечує високу продуктивність для веб-додатків.

Для структурування коду та забезпечення кращої підтримованості обрано фреймворк Zend Framework. Цей фреймворк реалізує архітектурний патерн Model-View-Controller (MVC), що забезпечує чітке розділення бізнес-логіки, логіки представлення та управління потоком виконання. Zend Framework також надає готові компоненти для роботи з базами даних, валідації даних, аутентифікації та авторизації користувачів, що прискорює розробку.

Альтернативою могли б бути такі фреймворки як Laravel або Symfony, однак Zend Framework було обрано через його зрілість, надійність та широке використання в корпоративному секторі. Порівнюючи популярні PHP-

фреймворки слід відзначити, що Zend Framework добре підходить для розробки бізнес-додатків, де важливі надійність та безпека.

2.1.4 Забезпечення інформаційної безпеки

Безпека є критично важливим аспектом банківських інформаційних систем. Іванченко Н. О., Коваленко Ю. М. [54] класифікують загрози безпеки банківських систем та рекомендують комплексний підхід до захисту, що включає технічні, організаційні та процедурні заходи.

У розробленій системі реалізовано наступні механізми безпеки.

Аутентифікація користувачів – процес перевірки ідентичності користувача перед наданням доступу до системи. Кожен користувач повинен зареєструватися, створивши унікальний логін та пароль. При вході в систему перевіряється відповідність введених облікових даних збереженим у базі даних.

Шифрування паролів – паролі користувачів ніколи не зберігаються у відкритому вигляді. Для шифрування паролів обрано алгоритм AES (Advanced Encryption Standard) з довжиною ключа 256 біт. Рекомендують використання AES-256 як найбільш надійного та широко визнаного стандарту шифрування, що витримав численні спроби криптоаналізу.

AES працює з блоками даних розміром 128 біт та використовує ключі довжиною 128, 192 або 256 біт. Алгоритм виконує серію раундових перетворень (10 раундів для 128-бітного ключа, 12 для 192-бітного, 14 для 256-бітного), кожен з яких включає операції SubBytes (підстановка байтів), ShiftRows (циклічний зсув рядків), MixColumns (перемішування стовпців) та AddRoundKey (додавання раундового ключа). Така структура забезпечує високу криптографічну стійкість – за сучасними оцінками, злам AES-256 методом грубої сили вимагає 2^{256} спроб, що робить його практично нездоланим.

При реєстрації користувача його пароль шифрується перед збереженням у базі даних. При автентифікації введений пароль шифрується тим самим алгоритмом, і порівнюється зашифроване значення. Це означає, що навіть адміністратори системи або зловмисники, що отримали доступ до бази даних, не зможуть дізнатися паролі користувачів.

Авторизація та контроль доступу – система розрізняє два типи користувачів з різними правами доступу: позичальники та кредитні спеціалісти. Позичальники можуть лише переглядати власні заявки та створювати нові заявки. Кредитні спеціалісти мають доступ до перегляду всіх заявок, результатів оцінки кредитоспроможності та можливості редагувати вагові коефіцієнти моделі.

Захист від SQL-ін'єкцій – один з найпоширеніших типів атак на веб-додатки. SQL-ін'єкції залишаються в топ-10 загроз веб-безпеки за класифікацією OWASP. Для захисту від цього типу атак використовується параметризовані запити (prepared statements), які забезпечують відділення даних від коду SQL-запиту.

Захист від міжсайтового скриптингу (XSS) – реалізовано через екранування всіх даних, що виводяться на веб-сторінки. Це перешкоджає виконанню зловмисного JavaScript-коду, впровадженого через поля введення.

Захист від підробки міжсайтових запитів (CSRF) – використовуються унікальні токени для кожної форми, що перешкоджає виконанню несанкціонованих дій від імені автентифікованого користувача.

HTTPS-протокол – для захисту даних під час передачі по мережі рекомендується використання протоколу HTTPS, який забезпечує шифрування трафіку між браузером клієнта та веб-сервером. Це перешкоджає перехопленню конфіденційних даних (паролів, персональної інформації) під час передачі.

Журналювання та аудит – система веде журнал всіх важливих подій: входів користувачів, створення та перегляду заявок, зміни параметрів моделі. Це дозволяє виявляти підозрілу активність та розслідувати інциденти безпеки.

2.1.5 Архітектурні патерни та принципи проектування

При проектуванні системи застосовано архітектурний патерн Model-View-Controller (MVC), який забезпечує чітке розділення відповідальності між компонентами:

– Model (Модель) – інкапсулює бізнес-логіку додатку, включаючи логіку розрахунку оцінки кредитоспроможності, взаємодію з базою даних, валідацію даних;

– View (Вигляд) – відповідає за представлення даних користувачу, генерує HTML-код веб-сторінок на основі даних, отриманих від моделі;

– Controller (Контролер) – обробляє запити користувачів, координує взаємодію між моделлю та виглядом, приймає рішення про те, який вигляд показати користувачу на основі результатів обробки запиту.

Використання патерну MVC забезпечує низку переваг.

По-перше, незалежність компонентів дозволяє змінювати один компонент без впливу на інші. Наприклад, можна змінити дизайн інтерфейсу (View) без зміни бізнес-логіки (Model).

По-друге, чітке розділення відповідальності спрощує тестування – кожен компонент може бути протестований незалежно.

По-третє, така структура полегшує командну розробку – різні розробники можуть працювати над різними компонентами паралельно.

Крім MVC, застосовано й інші принципи об'єктно-орієнтованого проектування:

– принцип єдиної відповідальності (Single Responsibility Principle) – кожен клас має одну чітко визначену відповідальність. Наприклад, клас для розрахунку оцінки кредитоспроможності відповідає лише за цей розрахунок і не містить логіки роботи з базою даних або генерації HTML;

– принцип відкритості/закритості (Open/Closed Principle) – класи відкриті для розширення, але закриті для модифікації. Це дозволяє додавати нову функціональність через наслідування та композицію без зміни існуючого коду;

– принцип інверсії залежностей (Dependency Inversion Principle) – високорівневі модулі не залежать від низькорівневих, обидва типи модулів залежать від абстракцій. Це забезпечує гнучкість та можливість заміни компонентів.

2.2 Практична реалізація об'єкта проектування

Темою кваліфікаційної роботи є моделювання оцінки кредитоспроможності позичальників банку, а саме фізичних осіб. На рисунку 2.1 наведено узагальнену схему процесу отримання кредиту.



Рисунок 2.1 – Схему процесу отримання кредиту

Для клієнта процес, що відбувається при розгляданні його заявки є невідомий і виступає у якості так званої «чорної скриньки».

Далі на рисунку 2.2 зображено процес отримання кредиту фізичною особою.

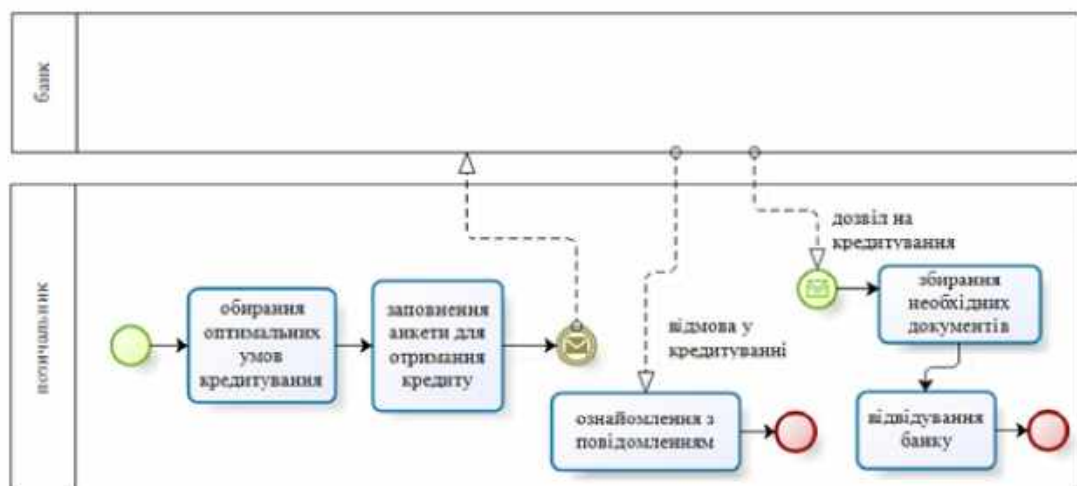


Рисунок 2.2 – Загальний процес кредитування з точки зору позичальника

Можливість отримати відповідь про оцінку кредитоспроможності онлайн дозволить не тільки позичальнику зекономити час на відвідування відділів банку та заповнення необхідної документації, але й одразу отримати дані в електронній формі про потенційних клієнтів банку.

Онлайн оформлення заявки на кредитування до сих пір є слабо розвинута банківська послуга в Україні. Актуальність роботи над подачею та розглядом кредитування онлайн полягає у наступному:

- оформлення заявки онлайн дозволяє економити робочий час банківського працівника у разі подальшої відмови від кредиту;
- можливість отримання відповіді про оцінку кредитоспроможності економить час позичальника.

На рисунку 2.3. наведено процес подання заявки на отримання кредиту через інтернет.

Потенційний позичальник заходить на веб-сайт, заповнює анкету, де детально та коректно відображає усю необхідну інформацію про себе та відправляє її кредитному спеціалісту

Після отримання анкети кредитний спеціаліст перевіряє правильність заповнення анкети, та кредитну історію позичальника у бюро кредитних історій.

Якщо потенційний позичальник має гарну кредитну історію, то його анкета передається кредитним спеціалістом у процесінговий центр, де паралельно відбувається оцінка кредитоспроможності позичальника та відправка анкети до служби банківської безпеки.

Служба безпеки перевіряє дані про позичальника та видає/не видає дозвіл на отримання кредиту.

При позитивному рішенні служби безпеки та процесінгового центру кредитний спеціаліст приймає попереднє рішення про можливість надання кредиту, та надає позичальнику перелік необхідних документів та запрошення на візит до банку для підписання необхідних паперів.

Очікуваний час на проходження цього процесу, за умови що анкета заповнюється у робочий час складає від однієї до трьох годин. Що набагато

менше, ніж процес ознайомлення позичальника з умовами кредитування особисто.

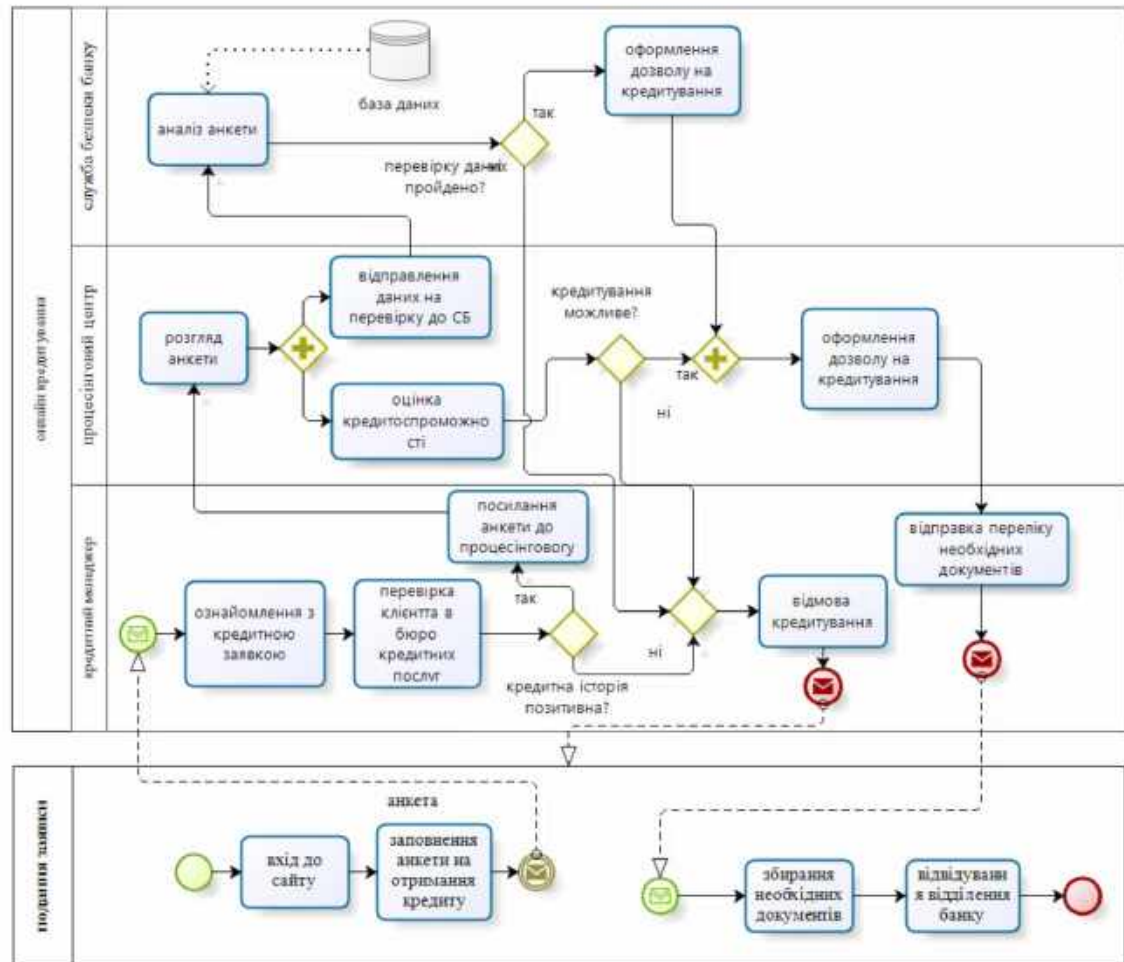


Рисунок 2.3 – Процес кредитування онлайн

2.2.1 Розробка архітектури та обґрунтування технологій

Для моделювання та автоматизації процесів онлайн-кредитування необхідно створити веб-застосунок, який забезпечуватиме можливість користувачеві вводити власні дані та отримувати інформацію щодо рівня своєї кредитоспроможності. Основними вимогами до веб-сайту є зручність у користуванні, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс і наявність максимальної функціональності для реалізації поставлених завдань.

Під структурою веб-сайту розумітимемо ієрархічну систему взаємопов'язаних елементів сторінки, що визначають її логічну організацію. Структурну схему веб-сайту подано на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 – Структура веб-сайту

У межах веб-застосунку необхідно реалізувати такі функціональні можливості для користувачів:

- реєстрація нового користувача на веб-платформі;
- авторизація в системі за допомогою облікового запису;
- введення користувачем власних персональних та фінансових даних;
- перегляд результатів оцінювання кредитоспроможності;
- можливість кредитного спеціаліста коригувати вагові коефіцієнти показників оцінювання;
- доступ кредитного спеціаліста до перегляду даних потенційних позичальників.

2.2.2 Розробка алгоритмів, опис структури математичної моделі та методи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб

Для ефективного управління кредитними ризиками банківські установи мають здійснювати оцінювання кредитоспроможності позичальника як на етапі прийняття рішення щодо доцільності надання кредиту, так і під час подальшого контролю за погашенням основної суми боргу та нарахованих відсотків.

Основною метою оцінювання кредитоспроможності є визначення рівня кредитного ризику та ідентифікація можливих джерел погашення заборгованості позичальником.

Вибір методу оцінювання залежить від низки чинників: форми власності клієнта, структури його фінансової звітності, галузевих особливостей, виду діяльності тощо. Кредитна установа може самостійно обирати метод оцінювання відповідно до власних потреб. Класифікацію основних методів наведено на рисунку 2.5.



Рисунок 2.5 – Методи оцінки кредитоспроможності позичальника

Метод порівнянь базується на співставленні динаміки та кореляції показників, що характеризують фінансовий стан позичальника. Недоліком цього підходу є висока ймовірність накопичення помилок через складність інтерпретації даних.

Метод рейтингових оцінок передбачає комплексний аналіз фінансових та якісних показників діяльності позичальника. Його сутність полягає у ранжуванні клієнтів за рівнями надійності відповідно до визначених характеристик.

Метод експертних оцінок ґрунтується на суб'єктивному судженні експертів щодо ймовірності своєчасного погашення кредиту позичальником.

Метод групування відзначається простотою, проте через ігнорування окремих факторів характеризується меншою точністю результатів.

Метод коефіцієнтів передбачає розрахунок кількісних показників фінансового стану позичальника та їх порівняння з нормативними або середньостатистичними значеннями. Цей метод потребує накопичення значного обсягу статистичних даних і є трудомістким.

З огляду на зазначене, для подальшого дослідження доцільно застосувати рейтинговий метод оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб. Структуру відповідної моделі наведено на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 – Схема опису структури моделі

У процесі визначення кредитоспроможності банк фактично оцінює рівень ризику, який він бере на себе, надаючи кредит. Водночас варто враховувати, що ризик позичальника безпосередньо впливає на загальний кредитний ризик банківської установи. Розроблення власної рейтингової системи оцінювання кредитоспроможності надає змогу банку встановлювати індивідуальні критерії та вимоги до клієнтів відповідно до внутрішньої кредитної політики.

Вхідні параметри моделі включають усі зазначені фінансові показники та якісні характеристики клієнта.

До контрольованих змінних належать вагові коефіцієнти, що визначаються експертним шляхом, а також самі показники оцінювання.

До неконтрольованих змінних відносяться макроекономічні чинники, політичні ризики, надзвичайні події тощо.

Для відображення логіки процесу використовується блок-схема, що є графічним способом представлення алгоритму у вигляді послідовності взаємопов'язаних блоків. Схему процесу оцінювання кредитоспроможності зображено на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Блок-схема опису процесу оцінки кредитоспроможності

Візуалізація процесу у вигляді блок-схеми сприяє кращому розумінню логіки та послідовності виконання дій. Алгоритм виступає ключовим елементом моделювання, а його графічне подання забезпечує наочне сприйняття процесу оцінювання кредитоспроможності.

2.2.3 Формування вимог та моделювання прецедентів

Діаграма прецедентів, або діаграма варіантів використання – в UML, діаграма, яка графічно зображує відношення між акторами та прецедентами в системі.

На рисунку 2.8 наведена діаграма прецедентів.

Велике значення діаграма прецедентів має для візуалізації та документування поведінки системи. Використовуючи її, розробнику легше розуміти систему, підсистему або класи, а також поглянути ззовні на переваги використання елементів для того чи іншого контексту.

На діаграмі прецедентів чітко відображені актори, прецеденти, а також відносини між ними:

- виконання акторами того чи іншого прецеденту;
- прецеденти, що включають інші прецеденти.

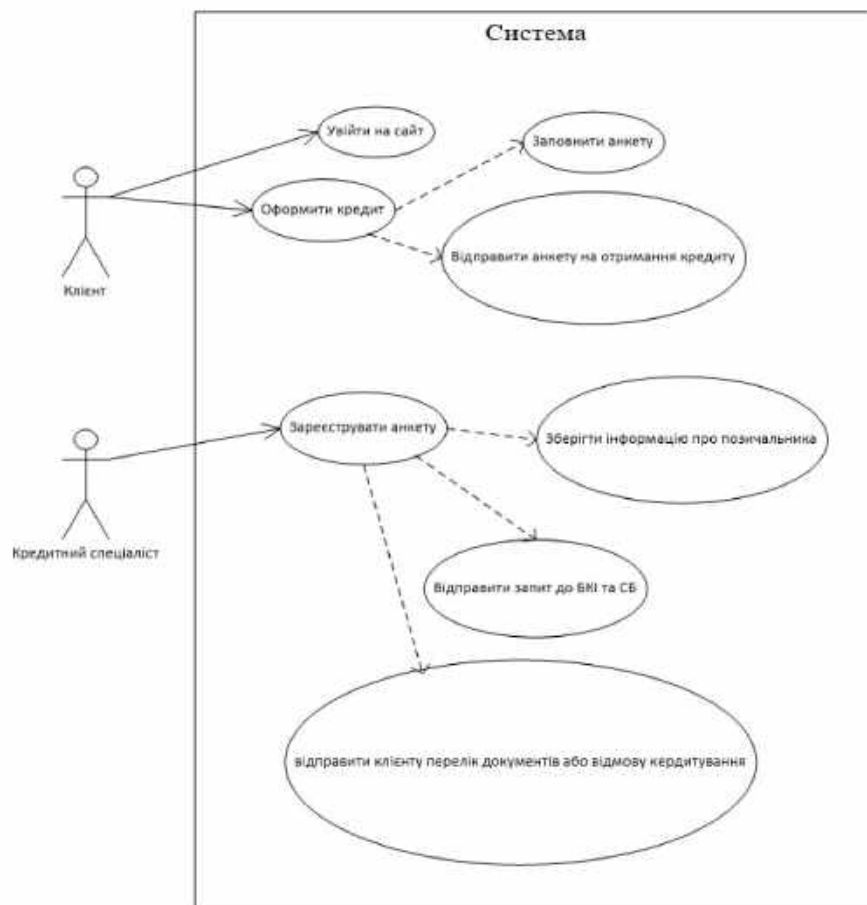


Рисунок 2.8 – Діаграма прецедентів

В таблиці 2.1. представлено опис прецедентів.

Таблиця 2.1 – Опис прецедентів

Прецедент	Стислий опис	Головний актор	Передумови
Увійти на сайт	Відбувається вхід клієнтом на сайт	Клієнт	Немає
Оформити кредит	Користувач починає процес оформлення кредиту	Клієнт	Клієнт авторизувався на сайті
Заповнити анкету	Заповнення анкети	Клієнт	Користувач почав процедуру оформлення кредиту
Відправити анкету	Відправлення анкети на розгляд	Клієнт	Користувач заповнив анкету
Зареєструвати анкету	Початок процедури реєстрації та перевірки анкети	Кредитний спеціаліст	Клієнт відправив анкету
Зберегти інформацію про позичальника	Збереження інформації про позичальника	Кредитний спеціаліст	Користувач відправив анкету
Відправити запит до БКІ та СБ	Відправлення анкетних даних позичальника у бюро кредитних історій та службу банківської безпеки	Кредитний спеціаліст	Анкета зареєстрована
Відправити клієнту перелік документів, або відмову у кредитуванні	Відправлення клієнту файлу з переліком документів, або повідомлення про неможливість отримання кредиту.	Кредитний спеціаліст	Анкета зареєстрована

Наступним етапом моделювання є розробка діаграми взаємодії. Діаграми взаємодії (interaction diagrams) – модель процесу обміну повідомленнями між об'єктами, представляється у вигляді діаграм послідовностей (sequence diagrams) або кооперативних діаграм (collaboration diagrams). На рисунку 2.9 представлено діаграму взаємодії.



Рисунок 2.9 – Діаграма взаємодії

Згідно с основною метою побудови діаграми взаємодії, можна описати алгоритм взаємодії користувача з СУБД та БД. На діаграмі видно, що користувач може авторизуватись за допомогою СУБД та виконати запит, який СУБД направить до БД, відповідно. Після отримання користувачем інформації, що до введеного заводу, користувач може вийти із системи.

2.2.4 Проектування структури класів та компонентів системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб

Для моделювання структури та поведінки системи використано уніфіковану мову моделювання UML (Unified Modeling Language). UML є стандартом для документування архітектури програмних систем та забезпечує єдину мову спілкування між аналітиками, проектувальниками, розробниками та замовниками.

Діаграма прецедентів (Use Case Diagram) визначає функціональні вимоги до системи, ідентифікуючи акторів (користувачів системи) та їх взаємодію з системою. Для розробленої системи виділено два основних актора:

– Клієнт (потенційний позичальник) – може виконувати наступні дії: зареєструватися на веб-сайті, увійти в систему, заповнити анкету на отримання кредиту, відправити заявку, переглянути власні заявки, переглянути свій рівень кредитоспроможності;

– Кредитний спеціаліст – може виконувати наступні дії: увійти в систему, переглянути список всіх заявок, переглянути детальну інформацію про заявку та оцінку кредитоспроможності позичальника, редагувати вагові коефіцієнти параметрів моделі, експортувати звіти.

Діаграма послідовності (Sequence Diagram) деталізує взаємодію між об'єктами системи в часі для основних сценаріїв використання. Наприклад, для сценарію «Подання заявки на кредит»:

1. Клієнт відкриває веб-сторінку з формою заявки;
2. Браузер надсилає HTTP-запит на сервер;
3. Контролер отримує запит та передає його відповідному методу;
4. Метод викликає вигляд для генерації HTML-форми;
5. Вигляд генерує HTML-код та повертає його контролеру;
6. Контролер надсилає HTML-код у відповідь браузеру;
7. Браузер відображає форму користувачу;
8. Клієнт заповнює форму та натискає кнопку «Відправити»;
9. Браузер надсилає POST-запит з даними форми на сервер;
10. Контролер отримує дані та передає їх моделі для валідації;
11. Модель перевіряє коректність даних;
12. Якщо дані коректні, модель зберігає заявку в базі даних;
13. Модель розраховує оцінку кредитоспроможності;
14. Модель зберігає результат оцінки в базі даних;
15. Контролер отримує повідомлення про успішне збереження;
16. Контролер викликає вигляд для генерації сторінки підтвердження;
17. Вигляд генерує HTML-код з результатом оцінки;
18. Контролер надсилає HTML-код у відповідь браузеру;
19. Браузер відображає результат користувачу.

Діаграма класів (Class Diagram) відображає статичну структуру системи, визначаючи класи, їх атрибути, методи та зв'язки між класами. Основні класи системи:

- **User** – представляє користувача системи (позичальника або кредитного спеціаліста). Атрибути: `userId`, `login`, `passwordHash`, `userType`, `fullName`, `email`, `phone`. Методи: `authenticate()`, `register()`, `updateProfile()`;

- **Application** – представляє заявку на кредит. Атрибути: `applicationId`, `userId`, `submissionDate`, `status`, `personalData` (age, education, employment, income, expenses, etc.). Методи: `submit()`, `validate()`, `calculateScore()`;

- **ScoringModel** – інкапсулює логіку розрахунку оцінки кредитоспроможності. Атрибути: `parameters`, `weights`. Методи: `calculateScore()`, `getClassification()`, `updateWeights()`;

- **Parameter** – представляє окремий параметр оцінки. Атрибути: `parameterId`, `parameterName`, `category`, `possibleValues`, `scores`. Методи: `getScore()`, `validate()`;

- **Weight** – зберігає ваговий коефіцієнт параметра. Атрибути: `parameterId`, `weightValue`, `lastModifiedDate`, `modifiedBy`. Методи: `getValue()`, `update()`.

У процесі виконання роботи було створено базу даних із використанням програмного забезпечення Microsoft SQL Server. Структурну схему бази даних подано на рисунку 2.10.



Рисунок 2.10 – Структура БД

2.2.5 Вибір системи курування базою даних

Для зберігання даних обрано реляційну систему управління базою даних Microsoft SQL Server з наступних причин.

По-перше, SQL Server забезпечує високий рівень надійності даних через підтримку транзакцій ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability), що критично важливо для банківських систем.

По-друге, SQL Server має розвинені механізми безпеки, включаючи шифрування даних, деталізований контроль доступу, аудит операцій.

По-третє, SQL Server добре масштабується та забезпечує високу продуктивність навіть при великих обсягах даних та високому навантаженні.

По-четверте, SQL Server має зручні інструменти адміністрування та моніторингу, що спрощує експлуатацію системи.

Альтернативами могли б бути MySQL/MariaDB або PostgreSQL – безкоштовні системи управління базами даних з відкритим кодом. Однак для банківських додатків часто віддають перевагу комерційним СУБД через наявність професійної технічної підтримки та більш розвинені інструменти безпеки. Порівнюючи різні СУБД з точки зору безпеки можна дійти висновку, що використання SQL Server для фінансових додатків є більш доцільним через розвинені механізми шифрування та аудиту.

База даних структурована відповідно до принципів нормалізації для забезпечення цілісності даних та ефективності запитів. Розроблено такі основні таблиці:

- Users – інформація про користувачів системи (позичальників та кредитних спеціалістів);
- Applications – заявки на кредит від позичальників;
- Parameters – довідник параметрів оцінки кредитоспроможності;
- Weights – вагові коефіцієнти параметрів, що можуть змінюватися;
- Scores – результати оцінки кредитоспроможності для кожної заявки.

Використання нормалізованої структури забезпечує мінімізацію надмірності даних, спрощує внесення змін та підтримку цілісності даних.

2.2.6 Технології реалізації клієнтської частини

Для реалізації інтерфейсу користувача використано комбінацію технологій HTML5, CSS3 та JavaScript. HTML5 забезпечує семантичну розмітку контенту, CSS3 – стилізацію та привабливий зовнішній вигляд, JavaScript – інтерактивність та валідацію даних на стороні клієнта.

Для стилізації застосовано CSS-фреймворк Bootstrap, який забезпечує:

- адаптивність (responsive design) – інтерфейс автоматично адаптується до різних розмірів екранів, від смартфонів до великих моніторів;
- кросбраузерність – коректне відображення в різних веб-браузерах;
- готові компоненти інтерфейсу (форми, кнопки, таблиці, навігаційні меню), що прискорюють розробку та забезпечують узгоджений дизайн.

Сучасні користувачі очікують можливості використовувати банківські сервіси на мобільних пристроях, тому адаптивність інтерфейсу є критично важливою.

Для підвищення зручності використання реалізовано клієнтську валідацію даних за допомогою JavaScript. Це дозволяє виявляти помилки введення ще до відправки форми на сервер та надавати користувачу миттєвий зворотний зв'язок. Однак клієнтська валідація завжди дублюється серверною валідацією для забезпечення безпеки, оскільки клієнтський код може бути обійдений зловмисниками.

Діаграма компонентів (Component Diagram) показує організацію програмного коду у компоненти та залежності між ними. Система складається з наступних компонентів:

- Presentation Layer – містить HTML/CSS/JavaScript-код для інтерфейсу користувача;
- Controller Layer – містить контролери, що обробляють HTTP-запити;
- Business Logic Layer – містить класи моделі з бізнес-логікою;
- Data Access Layer – містить класи для взаємодії з базою даних;

- Security Component – містить функції аутентифікації, авторизації, шифрування;

- Validation Component – містить логіку валідації даних.

Діаграма розгортання (Deployment Diagram) показує фізичну архітектуру системи та розміщення програмних компонентів на апаратних вузлах:

- Client Device (комп'ютер або мобільний пристрій користувача) – виконує веб-браузер;

- Web Server – виконує веб-сервер (Apache або IIS) та PHP-інтерпретатор з кодом додатку;

- Database Server – виконує SQL Server з базою даних системи.

Модуль програмного забезпечення може бути представлено в якості компоненти. Діаграма компонентів процесу роботи сайту представлена на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 – Діаграма компонентів процесу розробки сайту

Діаграма компонент – в UML, діаграма, на якій відображаються компоненти, залежності та зв'язки між ними. Діаграма компонент відображає залежності між компонентами програмного забезпечення, включаючи компоненти вихідних кодів, бінарні компоненти, та компоненти, що можуть виконуватись.

На основі побудованої економіко-математичної моделі та бази даних розробимо автоматизований додаток з оцінку кредитоспроможності фізичних осіб.

2.2.7 Розробка інтерфейсу користувача

Автоматизовану інформаційну систему представлено веб-сайтом, що використовує як потенційний позичальник, так і кредитний спеціаліст банку.

Користувач має можливість зареєструватись на веб-сайті, за умови введення унікального логіну та власного паролю, що в свою чергу проходить процедуру шифрування та зберігається в базі даних.

Після проходження етапу реєстрації, користувачу надається можливість заповнення анкети претендента на отримання кредиту. Після заповнення всіх полів, користувач надсилає заявку. Користувачу надано можливість переглядати раніше сформовані свої заявки та реєстрації декількох заявок.

Кредитний спеціаліст отримуючи заявку від потенційного позичальника має можливість ознайомлюється не лише з характеристиками позичальника, які він надав в анкеті, але й з класом до якого належить такий користувач. Інформаційна система, згідно класу економічного стану потенційного позичальника, робить висновок про можливість кредитування, або навпаки, відмові у наданні кредитних коштів. Відповідна форма містить телефон користувача, який використовується для узгодження пропозиції відвідування відділення банківської установи.

Кредитний спеціаліст має право редагувати ваги, які використовує економіко-математична модель для оцінки кредитоспроможності фізичних осіб. Така функція реалізована для проведення банком відповідної кредитної політики. У зв'язку з постійною динамікою економічного зовнішнього середовища, політики, демографії та інших показників, банківські установи змушені оперативнo корегувати вагові коефіцієнти відповідних показників оцінки кредитоспроможності фізичних осіб.

Отже, автоматизована інформаційна система виконує функцію «першого відвідування» банку.

Для реалізації інтерфейсу було обрано мову PHP, середовище розробки NetBeans, та каркас для розробки Zend Framework.

Наведемо декілька елементів інтерфейсу користувача. На рисунку 2.12 представлено вигляд вікна реєстрації користувача.

Реєстрація

Логін

Пароль

Прізвище, ім'я, по-батькові

Телефон

Рисунок 2.12 – Сторінка реєстрації користувача

Після реєстрації перейдемо до сторінки заповнення анкети на отримання кредитних коштів. Вікно анкети для заповнення представлений на рисунку 2.13.

[Заявка](#) [Мої заявки](#) [Вийти](#)

Сума кредиту

Термін кредитування (міс.)

Валюта кредиту

Вік

Час мешкання в данній місцевості

Освіта

Статус працівника

Посада

Стаж роботи на підприємстві

Рисунок 2.13 – Форма анкети для заповнення користувача

Розглянемо можливості кредитного спеціалісту. На рисунку 2.14 представлено вигляд вкладки вхідних заявок.



Рисунок 2.14 – Меню вхідних заявок користувачів

Переглянемо подану заявку, згідно представленого прикладу на рисунку 2.15.

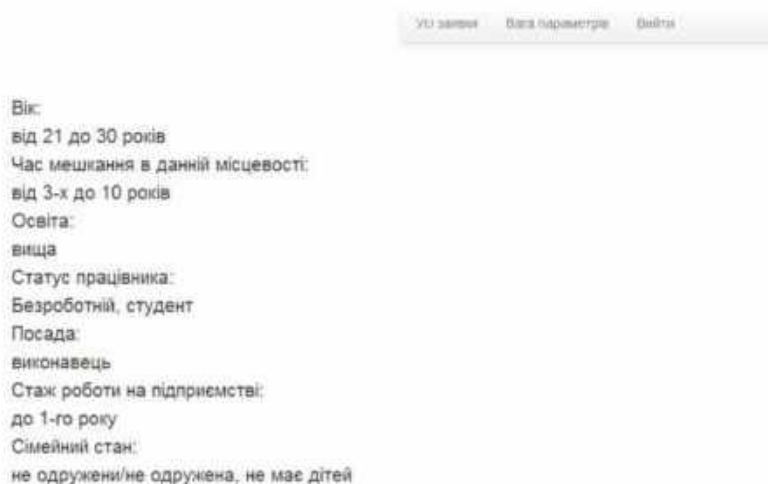


Рисунок 2.15 – Перегляд вхідної заявки користувача

Згідно заповнених даних кредитний спеціаліст отримує не тільки дані про клієнта, а і рівень його кредитоспроможності. На рисунку 2.16 наведено приклад висновку щодо кредитоспроможності позичальника.

Клас Б - фінансовий стан Позичальника добрий, видача кредиту можлива.

Рисунок 2.16 – Результат оцінки кредитоспроможності позичальника

Також реалізовано можливість кредитному спеціалісту редагувати ваги для можливості банку проводити відповідну кредитну політику.

Лістинг коду таблиць CSS наведено в додатку А.

Лістинг коду результату оцінки кредитоспроможності фізичних осіб наведено в додатку Б.

Надійність створеного додатку забезпечується використанням шифрування пароллю для користувачів. Для шифрування було обрано алгоритм AES, що представляє собою алгоритм 128-бітних блоків поданих ключами по 128, 192 та 256 біт. Алгоритм шифрування наведено на рисунку 2.17.

Для шифрування в алгоритмі AES застосовуються наступні процедури перетворення даних:

- ExpandKey – обчислення раундових ключів для усіх раундів;
- SubBytes – підстановка байтів за допомогою таблиці підстановок;
- ShiftRows – циклічний зсув рядків у формі на різні величини;
- MixColumns – зміщення даних у середині кожного із стовпчиків форми;
- AddRoundKey – додавання ключа раунду з формою.

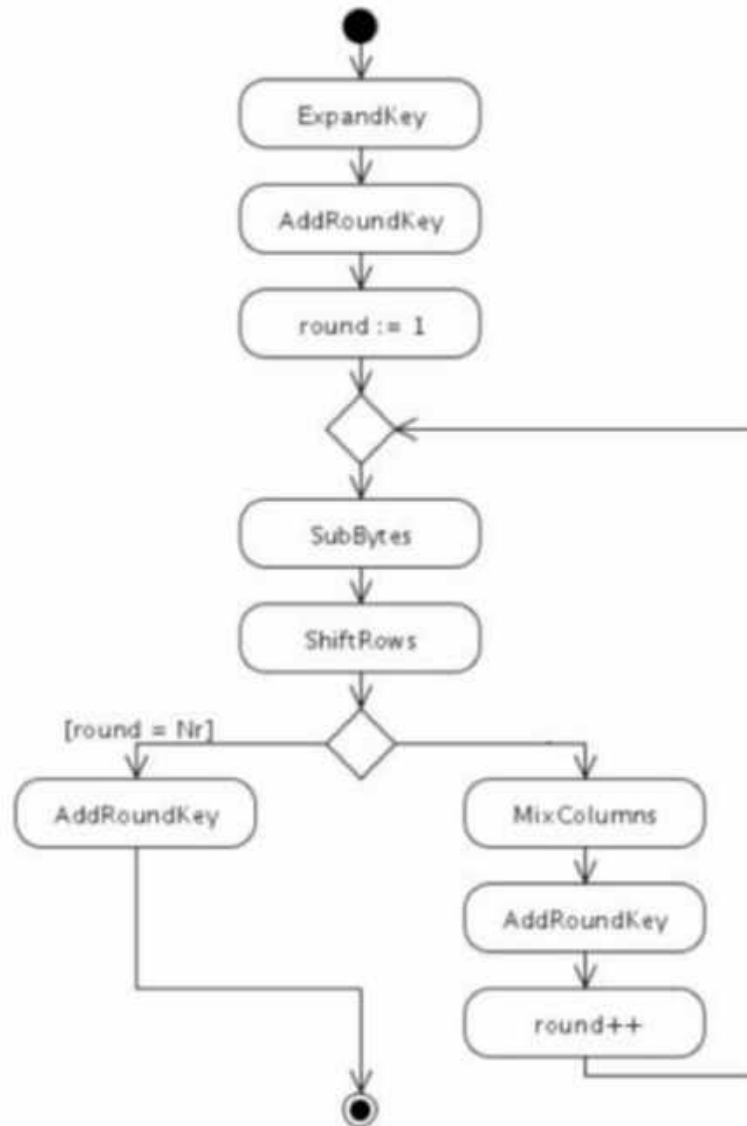


Рисунок 2.17 – Алгоритм шифрування

Отже, дана автоматизована інформаційна система надає можливості працівникам банку зробити первинний аналіз позичальників. Також за результатами роботи даної інформаційної системи можливо відмовити позичальникам у кредиті та надати їм рекомендації для покращення їх кредитного рейтингу.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

3.1 Методика проведення дослідження

3.1.1 Алгоритм розрахунку оцінки кредитоспроможності

Вибір параметрів, що використовуються для оцінки кредитоспроможності, базується на вимогах Постанови Правління НБУ від 30 червня 2016 року №351 [55] та результатах сучасних досліджень. Відповідно до нормативних вимог, оцінка повинна включати як кількісні (70%), так і якісні показники (30%).

Бойко А. О., Мельник К. М. [56] провели емпіричне дослідження на основі аналізу 15 тисяч кредитних справ та виявили найбільш значущі фактори впливу на кредитоспроможність. Результати цього дослідження були використані при формуванні переліку параметрів для розробленої моделі.

Параметри економіко-математичної моделі структуровано у чотири категорії:

Перша категорія – загальні параметри – включає демографічні та соціальні характеристики позичальника: вік, час проживання в даній місцевості, освіту, статус працівника, посаду, стаж роботи на підприємстві та сімейний стан. Автори емпірично підтвердили, що ці фактори статистично значуще впливають на ймовірність дефолту в українських умовах.

В таблицях 3.1 – 3.4 наведено параметри моделі, відповідні їм показники, бальну оцінку показника та вагу параметру.

Вік позичальника відображає його фінансові можливості, стабільність життєвої ситуації та перспективи. Час проживання в даній місцевості характеризує ступінь «осілости» позичальника та стабільність його соціальних зв'язків. Освіта визначає рівень фінансової грамотності та здатність приймати обґрунтовані фінансові рішення. Виявлено, що позичальники з вищою освітою на 35% рідше допускають прострочення платежів.

Таблиця 3.1 – Загальні параметри моделі та їх показники

Параметр, X_i		Показник	Бальна оцінка	Вага параметру, $В_{pi}$	
Вік	X_1	більше 60 років	0	1	
		менше 21 року та від 50 до 60 років	3		
		від 21 до 30 років	6		
		від 30 до 50 років	10		
Час проживання в даній місцевості	X_2	до одного року	0	1	
		від 1 до 3 років	2		
		від 3 до 10 років	6		
		більше 10 років	10		
Освіта	X_3	середня	0	1	
		технічна, спеціальна, незакінчена вища	6		
		вища	10		
Статус працівника	X_4	безробітний, студент	0	1	
		пенсіонер	3		
		працюючий	10		
Посада	X_5	немає	0	3	
		виконавець	6		
		керівник структурного підрозділу, заступник керівника	10		
Стаж роботи на підприємстві	X_6	немає	0	1	
		до одного року	2		
		від 1 до 5 років	6		
		більше 5 років	10		
Сімейний стан	X_7	не одружений / не заміжня	немає дітей	5	2
			є діти	0	
		одружений / заміжня	немає дітей	8	
			є діти	10	

Статус працівника, посада та стаж роботи в сукупності характеризують стабільність та рівень доходів позичальника. Для українського ринку праці стаж роботи на одному підприємстві є важливим індикатором стабільності зайнятості через високий рівень плинності кадрів.

Сімейний стан та наявність дітей впливають на мотивацію позичальника виконувати свої зобов'язання. Сімейні люди з дітьми демонструють більш відповідальне ставлення до фінансових зобов'язань через почуття відповідальності за добробут родини.

Друга категорія – кількісні параметри – включає показники платоспроможності позичальника. Ключовим є співвідношення чистого доходу до розрахункового платежу за кредитом, яке показує, наскільки легко

позичальник зможе обслуговувати кредит без суттєвого погіршення рівня життя. Прийнятним є співвідношення, коли щомісячний платіж не перевищує 40-50% чистого доходу позичальника. Основні параметри та кількісні показники моделі представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні кількісні параметри моделі та їх показники

Параметр, X_i		Показник	Бальна оцінка	Вага параметру, $Вп_i$
Відношення суми чистого доходу до розрахункового платежу	X_8	більше 180%	10	30
		від 150% до 180%	8	
		від 120 до 150%	3	
		від 100 до 120%	1	
		від 80 до 100 %	0	
		менше 80%	-2	
Співвідношення витрат/зобов'язань позичальника до сукупних доходів позичальника (В/Д)	X_9	від 75%	-2	30
		від 50% до 75%	0	
		від 25% до 50 %	8	
		до 25%	10	
Забезпечення	X_{10}	деPOSITNІ KOшTИ, MAЙNOVІ пPАBA з CTPAХУBAHHЯM фінансових ризиків	10	10
		жила нерухомість	8	
		новий автомобіль	7	
		нежила нерухомість	6	
		б/в автомобіль	5	
		інше майно	2	
		майнові права без страхування фінансових ризиків	1	
		бланковий	0	

Співвідношення витрат та зобов'язань позичальника до його сукупних доходів (*debt-to-income ratio*) є стандартним показником у міжнародній банківській практиці і широко використовується європейськими банками та є одним з найбільш надійних предикторів дефолту.

Важливим кількісним параметром є також забезпечення кредиту. Хоча забезпечення не є основним фактором при оцінці здатності позичальника повертати кредит, воно знижує можливі втрати банку у разі дефолту.

Класифікують види забезпечення за ступенем ліквідності, присвоюючи найвищі бали депозитам та нерухомості, нижчі – транспортним засобам та іншому майну.

Третя категорія – фінансові параметри – включає кредитну історію, наявність майна та оцінку питомої ваги суми кредиту в загальній вартості активів позичальника. Кредитна історія є одним з найважливіших факторів оцінки. Доступ до інформації з бюро кредитних історій дозволяє знизити частку дефолтів на 40-45%. В таблиці 3.3 представлені фінансові показники моделі та їх параметри.

Таблиця 3.3 – Фінансові показники моделі та їх параметри

Параметр, X_i	Показник	Бальна оцінка	Вага параметру, Wp_i	
Кредитна історія	X_{11}	позитивна кредитна історія у банку, або підтверджена бюро кредитних історій	10	5
		позитивна кредитна історія в інших банках	7	
		історія відсутня	5	
		позичальник користувався кредитом та є діюче порушення строків погашення платежу від 7-и до 60-и днів	0	
		позичальник користувався кредитом та є діюче порушення строків погашення платежу, більше 60 днів	-6	
Оцінка питомої ваги суми кредиту в загальній вартості майна Позичальника	X_{12}	від 90 %	0	2
		від 75 до 90%	3	
		від 50 до 75%	5	
		до 50 %	10	
Наявність нерухомого майна	X_{13}	відсутній	0	2
		наявне	10	
Наявність автомобіля	X_{14}	наявне	10	2

При оцінці кредитної історії враховується не лише факт наявності попередніх кредитів, але й якість їх обслуговування. Позитивна кредитна історія у тому самому банку отримує найвищу оцінку, оскільки банк має найповнішу інформацію про поведінку такого клієнта. Позитивна історія в інших банках, підтверджена бюро кредитних історій, також оцінюється високо. Відсутність

кредитної історії отримує нейтральну оцінку – це може означати як фінансову обережність клієнта, так і відсутність досвіду користування кредитами.

Наявність у власності нерухомості та автомобіля характеризує загальний матеріальний стан позичальника та його здатність накопичувати активи. Оцінка питомої ваги суми кредиту в загальній вартості майна показує, наскільки значним є кредитне навантаження відносно фінансових можливостей позичальника.

Четверта категорія – параметри характеристики кредиту (таблиця 3.4) – включає графік погашення та наявність поручительства.

Таблиця 3.4 – Параметр характеристики кредиту та його показники

Параметр, X_i		Показник	Бальні оцінка	Вага параметру, W_{pi}
Графік погашення	X_{15}	щомісячно тіло кредиту і відсотки	10	5
		щомісячно відсотки, тіло кредиту в кінці терміну	5	
		інше	0	
Наявність поручительства	X_{16}	підприємство, де працює позичальник	10	4
		Фізична особа(и) (крім чоловіка/дружини)	8	
		чоловік/дружина	6	
		відсутній	0	

Графік щомісячного погашення тіла кредиту та відсотків є найбільш прийнятним для банку, оскільки забезпечує рівномірне зниження заборгованості та ризику. Наявність поручителів додатково знижує ризик, особливо якщо поручителем виступає роботодавець позичальника або фінансово спроможна фізична особа.

3.1.2 Система балів та вагових коефіцієнтів

Для кожного параметра розроблено систему балів, що присвоюються залежно від значення показника. Діапазон балів для різних параметрів варіюється від -6 до +10, що дозволяє диференціювати вплив факторів на кредитоспроможність. Олійник Д. М., Міщенко С. В. [57] рекомендують використовувати розширений діапазон балів для підвищення дискримінаційної здатності моделі.

Кожному параметру присвоюється ваговий коефіцієнт, що відображає його відносну важливість для оцінки кредитоспроможності. Визначення вагових коефіцієнтів базується на експертній оцінці кредитних спеціалістів з урахуванням вимог Постанови НБУ №351 щодо співвідношення кількісних та якісних показників 70:30.

Найбільші ваги (30) присвоєно параметрам, що характеризують поточну платоспроможність позичальника: співвідношення доходу до платежу та співвідношення витрат до доходів. Це відповідає рекомендаціям Кузьмінської О. Е., яка підкреслює, що показники поточної платоспроможності є найбільш надійними предикторами спроможності позичальника обслуговувати кредит.

Високі ваги (10) присвоєно забезпеченню кредиту та кредитній історії. Середні ваги (3-5) отримали соціально-демографічні характеристики та параметри кредиту. Найнижчі ваги (1-2) присвоєно факторам, що мають допоміжний характер: час проживання, освіта, наявність додаткового майна.

Важливою особливістю розробленої моделі є можливість коригування вагових коефіцієнтів кредитними спеціалістами через веб-інтерфейс системи. Це забезпечує гнучкість моделі та можливість її адаптації до змін кредитної політики банку або макроекономічної ситуації, особливо в умовах економічної нестабільності.

Для кожного клієнта встановлюється клас, до якого належатиме позичальник, тобто його кредитоспроможність. Типи потенційних позичальників наведено в таблиці 3.5 і встановлюється шляхом множення отриманих балів на вагові коефіцієнти (3.1).

$$C = \sum_{i=1}^n X_i * B_{\Pi_i}, \quad (3.1)$$

де C – загальна кількість отриманих балів;

i – порядковий номер параметра оцінки;

n – максимальна кількість параметрів оцінки;

X_i – бальна оцінка i -го параметру моделі;

$Вп_i$ – вага i -го параметру моделі.

Таблиця 3.5 – Характеристика клієнта банку за відповідними показниками

Клас	Кількість балів	Характеристика
А	$C > 600$	фінансовий стан позичальника не викликає сумнівів
Б	$400 < C < 600$	фінансовий стан позичальника добрий, видача кредиту можлива
В	$300 < C < 400$	фінансовий стан задовільний, необхідний ретельний аналіз
Г	$150 < C < 300$	фінансовий стан поганий, видача кредиту недоцільна
Д	$C < 150$	видача кредиту неможлива

Для доцільного проведення операції кредитування слід визначити не тільки спроможність клієнта повернути тіло кредиту, а ще й відсотки за кредитом. При погашенні тіла кредиту рівними частками, сума виплачених відсотків визначається за формулою 3.2.

$$S = \frac{D}{p} * g * \frac{n*p+1}{2}, \quad (3.2)$$

де S – сума виплачених відсотків;

D – сума кредиту;

n – кількість років;

p – кількість платежів на рік;

g – річна ставка відсотків по кредиту.

Сума боргу, яку потрібно буде сплатити позичальнику можна визначити за формулою (3.3):

$$S = D + C, \quad (3.3)$$

де S – загальна сума боргу.

А розмір щомісячного внеску розраховують за формулою (3.4):

$$R = \frac{S}{n * p}, \quad (3.4)$$

де R – розмір щомісячного внеску.

Метод адитивної згортки є простим, прозорим та ефективним для скорингових моделей. Він дозволяє легко інтерпретувати результати та пояснювати рішення позичальникам.

Алгоритм виконується наступним чином:

1. Отримати дані заявки позичальника з бази даних.
2. Для кожного параметра моделі:
 - 1) отримати значення параметра з даних заявки;
 - 2) знайти відповідний бал за таблицею балів;
 - 3) отримати вагу параметра з таблиці ваг;
 - 4) обчислити добуток балу на вагу;
 - 5) додати результат до загальної суми.
3. Класифікувати позичальника за класом кредитоспроможності на основі загальної суми балів.
4. Зберегти результат оцінки в базі даних.
5. Повернути загальну оцінку та клас кредитоспроможності.

Алгоритм реалізовано як метод класу `ScoringModel`, що забезпечує інкапсуляцію логіки розрахунку та можливість повторного використання. Обчислювальна складність алгоритму становить $O(n)$, де n – кількість параметрів, що є дуже ефективним навіть для великої кількості заявок.

2.1.4 Класифікація позичальників за рівнем кредитоспроможності

Розроблена модель передбачає класифікацію позичальників на п'ять класів (А, Б, В, Г, Д) залежно від загальної суми балів. Така п'ятибальна шкала відповідає вимогам Постанови НБУ №351 щодо класифікації кредитів за категоріями якості та широко використовується в українській банківській практиці.

Для ідентифікації клієнтів кредитний працівник розраховує коефіцієнт кредитоспроможності фізичної особи за формулою (3.5):

$$K_{кс} = \frac{\text{сума місячного платежу}}{\text{сума місячного доходу}} \quad (3.5)$$

Класифікацію коефіцієнта кредитоспроможності наведемо в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Класифікація коефіцієнта кредитоспроможності

Клас	Значення $K_{кс}$	Характеристика
А	менше 0,1	фінансовий стан позичальника не викликає сумнівів
Б	від 0,1 до 0,2	фінансовий стан позичальника добрий, видача кредиту можлива
В	від 0,2 до 0,4	фінансовий стан задовільний, необхідний ретельний аналіз
Г	від 0,4 до 0,6	фінансовий стан поганий, видача кредиту недоцільна
Д	більше 0,6	видача кредиту неможлива

Банк визначає клас боржника – фізичної особи на підставі результатів оцінки його фінансового стану відповідно до наведених характеристик.

Клас А (більше 600 балів) – позичальники з відмінною кредитоспроможністю, фінансовий стан яких не викликає сумнівів. Таким позичальникам кредит може надаватися на преференційних умовах зі зниженою процентною ставкою.

Клас Б (400-600 балів) – позичальники з доброю кредитоспроможністю, видача кредиту яким є цілком прийнятною.

Клас В (300-400 балів) – позичальники з задовільною кредитоспроможністю, що потребують ретельного аналізу та можливо додаткового забезпечення або підвищеної процентної ставки.

Клас Г (150-300 балів) – позичальники з поганим фінансовим станом, видача кредиту яким є недоцільною через високий ризик.

Клас Д (менше 150 балів) – позичальники, видача кредиту яким є неможливою через критично високий рівень ризику.

Жаворонок А. В., Циганов С. А. [58] рекомендують не автоматично відмовляти позичальникам класів Г та Д, а надавати їм інформацію про те, які

саме фактори обмежують їх кредитоспроможність та які кроки вони можуть зробити для її покращення. Це відповідає принципам фінансової інклюзії та сприяє підвищенню фінансової грамотності населення.

Банк здійснює оцінку стану обслуговування боргу боржником – фізичною особою на підставі кількості календарних днів прострочення погашення боргу за станом на перше число місяця, наступного за звітним, згідно з таблицею 3.7.

Таблиця 3.7 – Визначення стану обслуговування боргу боржником – фізичною особою

Кількість календарних днів прострочення (включно)	Стан обслуговування боргу
від 0 до 7	«високий»
від 8 до 30	«добрий»
від 31 до 90	«задовільний»
від 91 до 180	«слабкий»
понад 180	«незадовільний»

Банк визначає стан обслуговування боргу як «високий» за умови, що сплата процентів боржником – фізичною особою відповідно до умов договору передбачена не рідше ніж один раз на три місяці.

Банк визначає стан обслуговування боргу не вищим, ніж «слабкий», якщо його сплата боржником – фізичною особою відповідно до умов договору передбачена в кінці строку дії договору, термін дії якого становить один рік або більше.

Банк класифікує кредит, наданий боржнику – фізичній особі, за категоріями якості на підставі визначеного класу боржника – фізичної особи та стану обслуговування ним боргу згідно з таблицею 3.8.

Таблиця 3.8 – Класифікація кредиту, наданого боржнику – фізичній особі за категоріями якості

Фінансовий стан боржника – фізичної особи (клас)	Стан обслуговування боргу				
	«високий»	«добрий»	«задовільний»	«слабкий»	«незадовільний»
А	1	2	3	4	5
Б	1	2	3	4	5
В	2	3	4	4	5
Г	2	3	4	5	5

Банк визначає показник ризику кредиту, наданого боржнику – фізичній особі залежно від категорії якості в межах діапазонів, зазначених у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Визначення показника ризику кредиту

Категорія якості кредиту	Значення показника ризику кредиту
1 – найвища	0,01 – 0,06
2	0,07 – 0,20
3	0,21 – 0,50
4	0,51 – 0,99
5 – найнижча	1,0

Умови оцінки кредитного ризику є передумовою підвищення ефективності банківської діяльності та конкурентоздатності банку. Система управління кредитними ризиками формується відповідно до кредитної політики банку.

Перед розрахунком оцінки кредитоспроможності дані заявки повинні бути ретельно перевірені. Реалізовано дворівневу систему валідації:

Клієнтська валідація (JavaScript в браузері) – виконується перед відправкою форми на сервер та надає користувачу миттєвий зворотний зв'язок.

Перевіряється:

- заповнення всіх обов'язкових полів;
- коректність формату даних (наприклад, email-адреса, номер телефону);
- відповідність значень допустимим діапазнам (наприклад, вік від 18 до 100 років, дохід більше 0);
- узгодженість даних (наприклад, щомісячні витрати не можуть перевищувати доходи більше ніж в 10 разів).

Серверна валідація (PHP на сервері) – виконується після отримання даних від клієнта та є обов'язковою, оскільки клієнтська валідація може бути обійдена.

Перевіряються ті самі умови, що і на клієнті, плюс додаткові перевірки:

- захист від SQL-ін'єкцій та XSS-атак через санітизацію даних;
- перевірка унікальності логіну при реєстрації;
- перевірка відповідності типів даних очікуваним;
- перевірка цілісності даних (наприклад, чи існує позичальник з вказаним userId).

Якщо валідація виявляє помилки, користувачу повертається повідомлення з детальним описом проблем та вказівками щодо їх усунення. Дані не зберігаються в базі даних до успішного проходження валідації.

3.1.3 Алгоритм управління сесіями користувачів

Для підтримки сесій користувачів після автентифікації використовуються сесійні куки. Алгоритм працює наступним чином:

1. При успішній автентифікації:

- 1) генерується унікальний ідентифікатор сесії;
- 2) ідентифікатор зберігається на сервері з прив'язкою до `userId`;
- 3) ідентифікатор відправляється клієнту у вигляді HTTP-куки;

2. При кожному наступному запиті:

- 1) браузер автоматично надсилає куку із ідентифікатором сесії;
- 2) сервер перевіряє наявність сесії з таким ідентифікатором;
- 3) якщо сесія знайдена та не прострочена – запит обробляється;

4) якщо сесія не знайдена або прострочена – користувач перенаправляється на сторінку входу;

3. При виході з системи:

- 1) сесія видаляється на сервері;
- 2) кука видаляється в браузері.

Для підвищення безпеки використовуються наступні заходи:

- час життя сесії обмежений (наприклад, 30 хвилин бездіяльності);
- куки мають прапорець `HttpOnly`, що перешкоджає доступу до них через JavaScript;
- куки мають прапорець `Secure`, що дозволяє передавати їх лише через HTTPS;
- ідентифікатор сесії регенерується після автентифікації для захисту від атак фіксації сесії.

3.1.4 Оптимізація продуктивності системи

Для забезпечення прийнятної швидкості роботи системи при великій кількості користувачів застосовано наступні методи оптимізації:

Індексування бази даних – створено індекси для полів, що часто використовуються в умовах пошуку та з'єднань таблиць (userId, applicationId, submissionDate). Індексів значно прискорюють виконання запитів, особливо на великих таблицях.

Кешування – результати часто використовуваних запитів (наприклад, списку параметрів оцінки та їх wag) кешуються в пам'яті сервера, що зменшує навантаження на базу даних.

Пагінація – при відображенні списків заявок використовується пагінація (розбиття на сторінки), що зменшує обсяг даних, що передаються клієнту, та прискорює завантаження сторінок.

Оптимізація SQL-запитів – запити до бази даних оптимізовані для мінімізації кількості з'єднань таблиць та обсягу даних, що вибираються. Використовуються тільки необхідні поля замість SELECT *.

Стиснення даних – HTTP-відповіді стискаються (gzip compression) перед відправкою клієнту, що зменшує обсяг трафіку та прискорює завантаження сторінок, особливо для користувачів з повільним інтернет-з'єднанням.

3.1.5 Тестування системи

Для забезпечення якості та надійності системи застосовується комплексна стратегія тестування, що включає:

Модульне тестування (Unit Testing) – тестування окремих методів та класів ізольовано від інших компонентів. Для критичних компонентів, таких як алгоритм розрахунку оцінки кредитоспроможності, розроблено автоматизовані тести, що перевіряють коректність роботи на різних наборах вхідних даних.

Інтеграційне тестування (Integration Testing) – тестування взаємодії між компонентами системи. Перевіряється коректність обміну даними між рівнями додатку, правильність виконання транзакцій бази даних, коректність обробки помилок.

Функціональне тестування (Functional Testing) – перевірка відповідності реалізованої функціональності вимогам. Тестуються всі сценарії використання

системи: реєстрація, вхід, подання заявки, перегляд результатів, редагування параметрів.

Тестування безпеки (Security Testing) – спроби експлуатувати відомі вразливості: SQL-ін'єкції, XSS, CSRF, підбір паролів. Використовуються спеціалізовані інструменти для сканування вразливостей.

Тестування продуктивності (Performance Testing) – вимірювання часу відгуку системи при різних рівнях навантаження. Перевіряється здатність системи обробляти велику кількість одночасних запитів без деградації продуктивності.

Тестування зручності використання (Usability Testing) – оцінка зручності інтерфейсу реальними користувачами. Виявляються проблемні місця в дизайні, незрозумілі формулювання, незручна навігація.

Тестування на ретроспективних даних – перевірка адекватності моделі оцінки кредитоспроможності на історичних даних про кредити. Порівнюються оцінки, що дала б модель, з фактичними результатами (погашення або дефолт). Як показано в дослідженні, модель дозволила б уникнути 70% безнадійних кредитів, що підтверджує її практичну цінність.

Таким чином, обрані шляхи, технології, алгоритми та засоби вирішення поставленого завдання забезпечують створення надійної, безпечної, продуктивної та зручної інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, що відповідає сучасним вимогам банківської практики та регуляторним стандартам.

3.2 Оцінка кількісних характеристик інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб та очікуваних ефектів від її впровадження

Для оцінки ефективності впровадження інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб проаналізуємо зміну структури клієнтів фінансової установи за перше півріччя 2025 року.

В таблиці 3.10 наведено динаміку відвідування потенційними кредиторами відділення банку для ознайомлення з умовами кредитування та можливістю отримати кредитні кошти в цьому банку.

Таблиця 3.10 – Динаміка відвідування відділення банку за перше півріччя 2025 року

Рік	Місяць	Загальна кількість потенційних кредиторів	Кількість осіб, що отримали кредитні кошти	ВСП осіб, що отримали кредитні кошти, %	Кількість осіб, що отримали відмову у кредитуванні	ВПС осіб, що отримали відмову у кредитуванні, %
2025	Січень	1536	958	62,37	578	37,63
2025	Лютий	1495	996	66,62	499	33,38
2025	Березень	1440	1010	70,14	430	29,86
2025	Квітень	1372	1056	76,97	316	23,03
2025	Травень	1302	1087	83,49	215	16,51
2025	Червень	1227	1112	90,63	115	9,37

Для більшого наочного дослідження сукупності кількості потенційних кредиторів розрахуємо відносний показник структури за допомогою формули 3.5:

$$\text{ВПС} = \frac{\text{Кількість осіб, що отримали кредитні кошти (відмовлено)}}{\text{Загальна кількість потенційних позичальників}} * 100\% \quad (3.5)$$

де ВПС – відносний показник структури потенційних позичальників;

На рисунку 3.1 представлена діаграма відвідування відділення банку потенційними позичальниками в розрізі прийнятого позитивного чи негативного рішення що до отримання кредитів за перше півріччя 2025 року.

Після впровадження веб-сайту з онлайн кредитуванням кількість осіб, що звернулись до відділення банку з наміром отримати кредит зменшилась. Також помітно, що структура потенційних позичальників змінилась. А саме: загальна кількість відвідувань зменшилась, але частка позитивних рішень щодо кредитування помітно збільшилась.

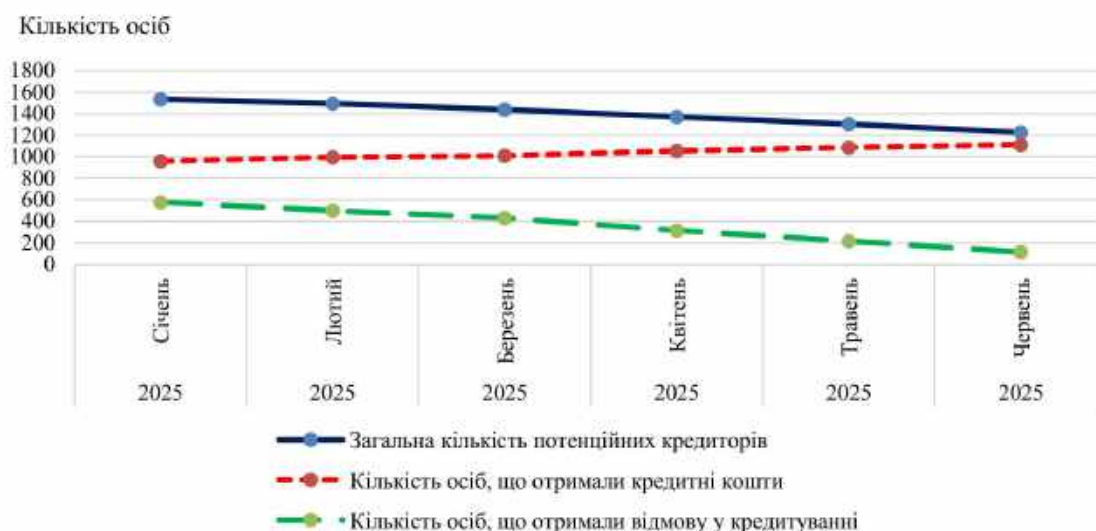


Рисунок 3.1 – Динаміка відвідування відділення банку в розрізі позитивного/негативного рішення, щодо видачі кредитних коштів фізичним особам

Розглянемо економічні аспекти впровадження автоматизованої інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб.

Фахівець кредитного відділу банку отримує щомісяця заробітну плату в розмірі 20000 гривень, за умов 8-ми годинного робочого дня та 22-х робочих днів на місяць. Таким чином, працівник отримує приблизно 114 ($20000/(22*8)$) гривні за годину роботи.

Провівши спостереження, визначили, що час обслуговування одного клієнта, що не заповнював анкету з оцінки кредитоспроможності складає 15 хвилин. Клієнт, що ознайомився з рівнем своєї кредитоспроможності та надіслав анкету банківському спеціалісту обслуговується за 11 хвилин. Можна зробити висновок, що вартість обслуговування одного клієнта, що не ознайомився із власної кредитоспроможністю складає 28,5 ($15*114/60$) гривні. Відповідно, вартість обслуговування клієнта, що володіє інформацією про можливість отримання кредитних коштів складає приблизно 20,9 ($11*114/60$) гривні.

За останній звітний місяць в структурі загальної кількості відвідувань потенційними кредиторами банку 70% осіб не були ознайомлені з існуванням

веб-сайту автоматизованої оцінки кредитоспроможності фізичних осіб, та 30% осіб пройшли процедуру заповнення анкети онлайн.

На основі останнього звітнього місяця визначимо економічну ефективність впровадження автоматизованої інформаційної системи. Розглянемо дві ситуації:

- додаток оцінки кредитоспроможності фізичних осіб відсутній;
- додаток оцінки кредитоспроможності фізичних осіб впроваджено.

За умов першої ситуації банківська установа витратить на обслуговування клієнтів 34969,5 ($28,5 \cdot 1227$) гривень. Якщо ж впровадження автоматизованого додатку відбулось, то банківська установа витратить, відповідно 32165 ($28,5 \cdot 858 + 20,9 \cdot 369$) гривень. Отже, за умов, що лише 30% загальної кількості потенційних клієнтів надіслали запит на оцінку кредитоспроможності, економічна вигода становитиме 2804,5 ($34969,5 - 32165$) гривні по звітньому місяцю.

Також можна розглядати економічну ефективність впровадження автоматизованого додатку в динаміці. У зв'язку з виключенням з переліку потенційних позичальників осіб, що не мають відповідних характеристик для отримання кредитних коштів, кількість відвідування потенційними клієнтами буде з кожним місяцем зменшуватись. Отже, зі зниженням відвідувань загальної кількості потенційних кредиторів, сукупні фінансові витрати на обслуговування та час роботи фахівця банку зменшаться.

Перевірка адекватності моделі побудована на дослідженні вже існуючих кредитних історіях банківської установи, тобто розглянуто наступні справи:

- закриті випадки, що визнано безнадійними у зв'язку з не платоспроможністю фізичної особи;
- пролонговані випадки кредитування. Випадки, термін погашення строку яких збільшено у зв'язку з тимчасовою втратою платоспроможності;
- успішно закриті випадки кредитування фізичних осіб.

З кожної із справ було виділено необхідні для дослідження показники фінансового стану позичальника та введено до розробленої економіко-математичної моделі.

Порівнюючи висновок щодо кредитоспроможності фізичних осіб, було виявлено, що 70% справ, з кількості безнадійних випадків кредитування можна було уникнути, використовуючи розроблену модель. Клас позичальників, виявлено як нижчий та по параметрам розробленої моделі клієнтам було б відмовлено у наданні кредитних коштів.

Серед випадків з пролонгованим терміном погашення заборгованості лише в 27% справ клієнтам мали відмовити у кредитуванні. Такий результат пов'язано з тим, що процес пролонгації використовується банківською установою у випадках непередбачуваних змін зовнішнього або внутрішнього економічного стану.

Серед сукупності справ, що вважаються успішно завершеними, в ході дослідження не виявлено жодного випадку з необхідністю відмови у кредитуванні фізичних осіб. Тобто кожен із клієнтів такої групи справ отримав би кредитні кошти і після впровадження нової моделі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб.

Проведений аналіз на основі ретроспективних даних демонструє можливість зменшення кількості безнадійних справ та виявлення справ, що можуть бути досить ризикованими. Розроблену економіко-математичну модель вважатимемо адекватною та гідною до використання.

Виходячи з вищенаведеного економічна ефективність впровадження автоматизованого додатку з оцінки кредитоспроможності фізичних осіб є суттєвою для банківської установи.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи проаналізовано сучасні підходи та методи оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб, виявлено їхні переваги та недоліки. Встановлено, що більшість існуючих моделей потребують подальшої автоматизації та адаптації до сучасних вимог цифрової економіки, що обумовлює доцільність створення інформаційної системи для підтримки процесу прийняття рішень у банківській сфері.

Досліджено задачу моделювання процесу оцінки кредитоспроможності та визначено, що використання економіко-математичних методів дозволяє підвищити об'єктивність і точність кредитних рішень. Проаналізовано процеси банківського кредитування та розроблено діаграми прецедентів і BPMN-діаграми, що дали змогу визначити етапи, які можуть бути автоматизовані з метою оптимізації роботи кредитних спеціалістів.

Розроблено економіко-математичну модель оцінювання кредитоспроможності фізичних осіб на основі рейтингового підходу, що враховує як кількісні, так і якісні показники фінансового стану позичальника. Доведено, що застосування рейтингового методу дозволяє підвищити точність прогнозування рівня кредитного ризику.

Обґрунтовано вибір архітектури та технологічних рішень для реалізації інформаційної системи. Зокрема, як систему управління базами даних використано Microsoft SQL Server, що забезпечує високу надійність, безпеку, масштабованість і зручність адміністрування. Для реалізації клієнтської частини використано сучасні веб-технології — HTML5, CSS3, JavaScript і фреймворк Bootstrap, що забезпечують адаптивність інтерфейсу та зручність користування системою.

Спроектовано структуру бази даних, яка відповідає принципам нормалізації та містить основні таблиці для зберігання інформації про користувачів, заявки, параметри моделі, вагові коефіцієнти та результати

оцінювання кредитоспроможності. Такий підхід мінімізує надмірність даних і забезпечує цілісність інформації.

Розроблено прототип автоматизованої інформаційної системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб із веб-інтерфейсом, який надає можливість позичальнику подавати заявку онлайн, а кредитному спеціалісту – аналізувати її результати та коригувати параметри моделі.

Проведено тестування розробленої системи на основі ретроспективних даних комерційного банку. Результати підтвердили адекватність побудованої моделі та ефективність її застосування для прогнозування рівня кредитоспроможності фізичних осіб.

Встановлено, що впровадження розробленої інформаційної системи дозволяє скоротити час оброблення кредитних заявок, зменшити навантаження на персонал, підвищити точність оцінювання кредитних ризиків і, відповідно, покращити ефективність банківського кредитування.

Доведено, що запропонована система має економічний ефект за рахунок зменшення операційних витрат, прискорення процесів кредитування та підвищення рівня задоволеності клієнтів.

Отже, мета кваліфікаційної роботи досягнута, усі поставлені завдання виконані, а розроблена інформаційна система може бути використана як практичний інструмент для підтримки процесу прийняття кредитних рішень у банківських установах.

Розробка та дослідження Результати дослідження представлено на X Міжнародній науково-практичній конференції з проблем вищої освіти і науки «Інформаційні технології в освіті, науці і виробництві (ІТОНВ-2025)» (Луцьк, 23-24 травня 2025 року), що підтверджує наукову цінність виконаної роботи та інтерес фахової спільноти до проблематики автоматизації банківських сервісів.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кондіус І. С., Климець В. С. Моделювання оцінки кредитоспроможності фізичних осіб. Інформаційні технології в освіті, науці і виробництві (ІТОНВ-2025): зб. тез доп. X міжнар. наук.-практ. конф., м. Луцьк, 23-24 квітня 2025 р. Луцьк: відділ іміджу та промоцій ЛНТУ, 2025. С 350-352.
2. Примостка Л. О. Фінансовий аналіз у банку: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2020. 490 с.
3. Васильченко З. М., Гаряга Л. О. Банківські операції: навч. посіб. Київ: Знання, 2020. 324 с.
4. Кузьмінська О. Е. Сучасні методи оцінки кредитоспроможності позичальників банку. Економіка та держава. 2021. №3. С. 67-72, URL: http://www.economy.in.ua/pdf/3_2021/14.pdf (дата звернення: 20.09.2025).
5. Постанова Правління НБУ від 30 червня 2016 року №351 «Про затвердження Положення про визначення банками України розміру кредитного ризику за активними банківськими операціями» (зі змінами та доповненнями, остання редакція 2022 року). URL: https://bank.gov.ua/ua/legislation/Resolution_30062016_351 (дата звернення: 20.09.2025).
6. Закон України «Про організацію формування та обігу кредитних історій» від 23 червня 2005 року №2704-IV (зі змінами, остання редакція 2021 року). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2704-15> (дата звернення: 20.09.2025).
7. Олійник Д. М., Міщенко С. В. Застосування скорингових моделей для оцінки кредитоспроможності позичальників. Фінанси України. 2020. №5. С. 89-103, URL: <http://finukr.org.ua> (дата звернення: 20.09.2025).
8. Петрашко Л. П., Кондрат І. Ю. Цифровізація банківських послуг: оцінка кредитоспроможності в онлайн-середовищі. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка. 2021. №2(212). С. 54-61. URL: <http://bulletin-econom.univ.kiev.ua> (дата звернення: 20.09.2025).

9. Коваленко В. В., Шелудько С. А. Ризик-менеджмент у банківській діяльності: навч. посіб. Одеса: Атлант, 2020, 298 с.
10. Дорошенко Г. О., Ковальчук Н. О. Побудова системи кредитного скорингу для роздрібних позичальників. Економіка і суспільство. 2021. №24. URL: <https://economyandsociety.in.ua>) (дата звернення: 20.09.2025).
11. Бойко А. О., Мельник К. М. Моделювання кредитного ризику фізичних осіб у банківських установах. Бізнес Інформ. 2022. №1. С. 234-241. URL: <https://www.business-inform.net> (дата звернення: 20.09.2025).
12. Ковтун Н. В. Удосконалення системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб у комерційних банках: дис. док. екон. наук: 08.03.01. Київ: ДВНЗ «Університет банківської справи». 2020. 198 с.
13. Dziubenko O., Khutorna M. Digital transformation of banking services in Ukraine. Baltic Journal of Economic Studies. 2021. Vol. 7. No. 1. PP. 45-52, URL: <https://baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/1015>) (date of application: 25.09.2025).
14. Ткаченко Н. В., Костюченко Є. В. Розвиток фінансових технологій у банківському секторі України. Економічний вісник Національного технічного університету України «КПІ». 2021. №18. URL: <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/234156> (дата звернення: 20.09.2025).
15. Скрипник А. В., Жердецька Л. В. Онлайн-кредитування в Україні: стан, проблеми та перспективи розвитку. Інфраструктура ринку. 2020. №46. С. 301-307. URL: http://www.market-infr.od.ua/journals/2020/46_2020/52.pdf (дата звернення: 20.09.2025).
16. Зайцев О. В., Лисенко Ю. Г. Застосування методів машинного навчання для прогнозування кредитного ризику. Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. 2021. Вип. 26. С. 89-107. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/177834> (дата звернення: 20.09.2025).
17. Kasianov V., Krasnikov O. Credit scoring models based on machine learning algorithms for Ukrainian banks. Economic Annals-XXI. 2020. Vol. 185. No. 9-10, PP.

91-101. URL: <http://soskin.info/en/ea/2020/185-9-10/Economic-Annals-V185-10.pdf> (date of application: 25.09.2025).

18. Григорук П. М., Ткаченко Н. В. Проблеми застосування алгоритмів машинного навчання у банківському секторі. *Фінанси, облік і аудит*. 2021. Вип. 1(37). С. 93-107. URL: <http://faa-journal.stu.cn.ua/article/view/231167> (дата звернення: 20.09.2025).

19. Іванченко Н. О., Коваленко Ю. М. Забезпечення кібербезпеки банківських інформаційних систем. *Економіка та держава*. 2021. №6. С. 56-61. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/6_2021/12.pdf (дата звернення: 20.09.2025).

20. Yevdokimov V., Melnyk L. Personal data protection in banking: Ukrainian challenges. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2022. Vol. 8. No. 1, PP. 73-81. URL: <https://baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/1345> (date of application: 25.09.2025).

21. Семенов А. Ю., Ахмедов Р. Е. Методи шифрування конфіденційної інформації в банківських системах. *Кібербезпека в Україні: правові та організаційні питання*. 2020. Вип. 5. С. 123-130.

22. Шевченко О. Ю., Казак О. О. Фінтех у банківському секторі України: виклики та можливості. *Інвестиції: практика та досвід*. 2020. №19-20. С. 67-73. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/19-20_2020/13.pdf (дата звернення: 20.09.2025).

23. Petrushenko Y., Kozarezenko L. Fintech development in Ukraine: challenges and opportunities for traditional banking. *Marketing and Management of Innovations*. 2021. Vol. 12. No. 3. PP. 49-60. URL: <https://mmi.fem.sumdu.edu.ua/en/journals/2021/3/49-60> (date of application: 25.09.2025).

24. Однак Мороз О. В., Карачина Н. П. Ризики діяльності фінтех-компаній у сфері кредитування. *Причорноморські економічні студії*. 2021. Вип. 61. С. 156-161. URL: http://bses.in.ua/journals/2021/61_2021/29.pdf (дата звернення: 20.09.2025).

25. Ковальчук С. В., Форкун І. В. Застосування технології блокчейн у банківському секторі. *Економіка і організація управління*. 2020. №3(39). С. 84-93. URL: <http://jeou.donnu.edu.ua/article/view/8142> (дата звернення: 20.09.2025).
26. Kovalchuk I., Shvets N. Blockchain in banking: opportunities for credit risk management. *Economics, Entrepreneurship, Management*. 2021. Vol. 8. No. 1. PP. 1-10. URL: <http://eemajournal.ppeu.edu.ua/index.php/eema/article/view/215> (date of application: 25.09.2025).
27. Павленко М. М. Бар'єри впровадження блокчейн-технологій у банківському секторі України. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2020. №5. С. 211-216. URL: <http://journals.khnu.km.ua/vestnik-khnu/article/view/20200548> (дата звернення: 20.09.2025).
28. Криклій О. А., Маслій Н. Д. Open Banking в Україні: перспективи впровадження. *Ефективна економіка*. 2021. №3. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8741> (дата звернення: 20.09.2025).
29. Vasilyeva T., Leonov S. Open banking: global trends and Ukrainian perspectives. *Financial Markets, Institutions and Risks*. 2020. Vol. 4. No. 4. PP. 43-53. URL: <http://fmir.fem.sumdu.edu.ua/index.php/fmir/article/view/245> (date of application: 25.09.2025).
30. Мельник Л. В., Бичкова Н. В. Безпека даних в умовах Open Banking. *Кібербезпека в Україні: правові та організаційні питання*. 2021. Вип. 7. С. 89-97.
31. Дропа Я. Б., Кабак М. М. Роботизація банківських процесів: досвід та перспективи. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2020. Том 30. №4. С. 94-99. URL: <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/2231> (дата звернення: 20.09.2025).
32. Savchenko T., Garkusha V. Digital transformation of banking operations: Ukrainian banks' experience. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2021. Vol. 7. No. 2. PP. 156-164. URL: <https://baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/1089> (date of application: 25.09.2025).

33. Інтелектуальна оцінка особистого кредитного ризику на основі машинного навчання. URL: https://www.mdpi.com/2079-8954/13/2/112?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 20.09.2025).
34. Machine Learning for Credit Risk Prediction: A Systematic Literature Review, Information. 2021. URL: <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/7nDJgEbl/> (date of application: 25.09.2025).
35. Merćep A., Mrćela L., Birov M., Kostanjćar Z., Deep Neural Networks for Behavioral Credit Rating. Entropy, Basel, Switzerland. 2021. 23(1): 27. URL: <https://doi.org/10.3390/e23010027> (date of application: 25.09.2025).
36. Credit scoring methods: Latest trends and points to consider. International Journal of Scientific Research in Computer Science. Engineering and Information Technology. 2025. URL: https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4MnWNwbl/?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).
37. Financial Stability Board. Artificial Intelligence and Machine Learning in Financial Services – Market Developments and Financial Stability Implications. Basel, Switzerland. URL: <https://www.fsb.org/uploads/P011117.pdf> (date of application: 25.09.2025).
38. Звіт Federal Deposit Insurance Corporation (FDIC). URL: <https://www.fdic.gov/financial-reports/annual-reports> (date of application: 25.09.2025).
39. Enhancing credit scoring accuracy with a comprehensive evaluation of alternative data. (2025). URL: https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/7qbAze14/?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).
40. Credit Risk Assessment System Based on Deep Learning: A Systematic Literature Review. (2020) URL: https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4OqxxJJoq/?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).

41. Machine learning and decision support system on credit scoring. (2022). URL: https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4kQ83nN9/?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).
42. Fairness in credit scoring: Assessment, implementation and profit implications. (2023) URL: https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/4LreBwW9/?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).
43. Li H., Feng A., Lin B., Su H., Liu Z., Duan X., Pu H., Wang Y. A novel method for credit scoring based on feature transformation and ensemble model. *PeerJ Computer Science*. 2021. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8189024/> (date of application: 25.09.2025).
44. Xia Y., Liao Z., Xu J., Li Y. From credit scoring to regulatory scoring: comparing credit scoring models from a regulatory perspective. *Technological and Economic Development of Economy*. Vilnius, Lithuania. 2022. 28(6):1954-1990. DOI:10.3846/tede.2022.17045. URL: <https://journals.vilniustech.lt/index.php/TEDE/article/view/17045> (date of application: 25.09.2025).
45. Austin S. How traditional credit scoring can be a barrier for many consumers (2024) URL: https://www.kansascityfed.org/ten/how-traditional-credit-scoring-can-be-a-barrier-for-many-consumers/?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).
46. Addy W. A., Ajayi-Nifise A. O., Bello B. G., Tula S. T., Odeyemi O., Falaiye T. AI in credit scoring: A comprehensive review of models and predictive analytics. URL: https://gjeta.com/sites/default/files/GJETA-2024-0029.pdf?utm_source=chatgpt.com (date of application: 25.09.2025).
47. Singireddy J. Real-Time Credit Monitoring and Scoring Systems Powered by Artificial Intelligence. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*. 2022. URL: <https://jicrcr.com/index.php/jicrcr/article/view/2993> (date of application: 25.09.2025).

48. Óskarsdóttir M., Bravo C., Sarraute C., Vanthienen J., Baesens B. The Value of Big Data for Credit Scoring: Enhancing Financial Inclusion using Mobile Phone Data and Social Network Analytics. 2020. URL: <https://arxiv.org/abs/2002.09931> (date of application: 25.09.2025).

49. Hurlin C., Pérignon C., Saurin S. The Fairness of Credit Scoring Models. 2022. URL: <https://arxiv.org/abs/2205.10200> (date of application: 25.09.2025).

50. Коваленко В. В., Шелудько С. А. Ризик-менеджмент у банківській діяльності: навч. посіб. Одеса: Атлант. 2020. 298 с.

51. Kornyliuk R., Kornyliuk A. Implementation of Basel III standards in Ukraine: credit risk assessment aspects. *Baltic Journal of Economic Studies*. 2020. Vol. 6, No. 3, PP. 81-89. URL: <https://baltijapublishing.lv/index.php/issue/article/view/841> (date of application: 25.09.2025).

52. Дорошенко Г. О., Ковальчук Н. О. Побудова системи кредитного скорингу для роздрібних позичальників. *Економіка і суспільство*. 2021. №24. URL: <https://economyandsociety.in.ua> (дата звернення: 20.09.2025).

53. Гриджук Д. М. Адаптація скорингових моделей до кризових умов. *Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики*. 2021. Том 3. №38. С. 89-97. URL: <http://fkd.org.ua/article/view/235678> (дата звернення: 20.09.2025).

54. Іванченко Н. О., Коваленко Ю. М. Забезпечення кібербезпеки банківських інформаційних систем. *Економіка та держава*. 2021. №6. С. 56-61. URL: http://www.economy.in.ua/pdf/6_2021/12.pdf (дата звернення: 20.09.2025).

55. Постанови Правління НБУ від 30 червня 2016 року №351. URL: https://bank.gov.ua/ua/legislation/Resolution_30062016_351 (дата звернення: 20.09.2025).

56. Бойко А. О., Мельник К. М. Моделювання кредитного ризику фізичних осіб у банківських установах. *Бізнес Інформ*. 2022. №1. С. 234-241. URL: <https://www.business-inform.net> (дата звернення: 20.09.2025).

57. Олійник Д. М., Міщенко С. В. Застосування скорингових моделей для оцінки кредитоспроможності позичальників. *Фінанси України*. 2020. №5. С. 89-103. URL: <http://finukr.org.ua> (дата звернення: 20.09.2025).

58. Жаворонок А. В., Циганов С. А. Соціально відповідальне кредитування: концепція та практика впровадження. *Вісник Одеського національного університету. Економіка*. 2021. Том 26. Вип. 2. С. 89-95. URL: http://visnyk-onu.od.ua/journal/2021_26_2/17.pdf (дата звернення: 20.09.2025).