

# МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ В СУСПІЛЬНИХ І ГУМАНІТАРНИХ НАУКАХ



DOI:

УДК 338.46

**В.У. Григоренко**<sup>1</sup>, д.т.н., професор кафедри інтелектуальної власності управління проектами  
**Т.М. Кадильникова**<sup>2</sup>, д.т.н., професор, зав. каф. вищої математики та інформаційних технологій

<sup>1</sup>Національна металургійна академія України, м. Дніпро

<sup>2</sup>Поліський державний університет, м. Пінськ, Білорусь

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ПРОЕКТІ УПРАВЛІННЯ СИСТЕМОЮ ОЦІНЮВАННЯ КРЕДИТОСПРОМОЖНОСТІ ФІЗИЧНИХ ОСІБ

*Метою даного дослідження є розробка створення комплексної методики оцінки кредитоспроможності фізичних осіб на основі аналітичних формул, із застосуванням ІТ-технологій в вигляді відповідних Web-додатків.*

*Обґрунтовано необхідність в управлінні процес івоцінювання фізичних осіб з метою зниження ризиків кредитування.*

*Процес оцінки кредитоспроможності фізичних осіб передбачає комплекс заходів з математичного моделювання бізнес-процесів, а також вибору засобів проектування і розробки архітектури бази даних.*

*Створено автоматизовану процедуру функціонування бази даних, що дозволить вирішити більшість проблем, пов'язаних зі зберіганням, структуруванням, обробкою і пошуком інформації, та дозволить прискорити роботу фінансової установи. Розроблено схему процесу підключення користувача послуг до операційної системи з метою швидкого пошуку даних в базі, що настроюється за основними параметрами оцінки кредитоспроможності фізичних осіб.*

*Методика побудови автоматизованої системи може бути застосована в різних напрямках діяльності банків всіх форм власності.*

**Ключові слова:** кредитоспроможність; ризики; фізична особа; база даних.

*The purpose of this study is to develop a comprehensive methodology for assessing the creditworthiness of individuals on the basis of analytical formulas, using IT technologies in the form of relevant Web applications.*

*The necessity to manage the processvaluation of individuals in order to reduce credit risks is substantiated.*

*The process of assessing the creditworthiness of individuals involves a set of measures for mathematical modeling of business processes, as well as the choice of design and development tools for database architecture.*

*An automated database operation procedure has been created to solve most of the problems associated with storing, structuring, processing and retrieving information and to speed up the work of a financial institution. The scheme of process of connection of the service user to the operating system with the purpose of quick search of data in the database, which is adjusted according to the basic parameters of creditworthiness of individuals, has been developed.*

*The methodology of building an automated system can be applied in different areas of activity of banks of all forms of ownership.*

**Keywords:** creditworthiness; risks; individual; database.

### Постановка проблеми

В даний час в Україні спостерігається інтенсивне зростання ринку кредитування і, зокрема, сектору кредитування фізичних осіб. Це неминуче призводить до збільшення кредитних ризиків, які приймають на себе як окремі кредитно-фінансові інститути, так і банківська система країни в цілому. Зростаюча конкуренція на ринку роздрібних банківських послуг, підвищення попиту населення на різні кредитні продукти, а також прагнення кредитних організацій до максимізації прибутку змушують фінансові інститути шукати більш ефективні шляхи залучення нових платоспроможних клієнтів, намагаючись при цьому контролювати втрати.

При видачі кредиту банк, перш за все, цікавить кредитоспроможність потенційного позичальника, тобто здатність повністю і в строк розрахуватися за своїми борговими зобов'язаннями. Саме задачі вибору кредитоспроможних позичальників в основному і служать системи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб. Таким чином, аналіз кредитоспроможності заявника, методи оцінки кредитоспроможності фізичних осіб є високо актуальною темою на сьогоднішній день.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Досить інформації на дану тему представлено в періодичних виданнях, таких як «Банківська справа», «Гроші та кредит», «Банківський журнал», а також в працях М. Бунге, Власова В.І., Лаута Ю.С., Герасимова Е.Б., Кривцова А.Н., Сазонова А.К., Баканова М.І., Шеремета А.Д., Виноградової Т.Н. і ін. [1—9]. До теперішнього часу зарубіжними комерційними банками були випробувані різні системи оцінки кредитоспроможності клієнтів. Ці системи відрізняються один від одного числом показників, що застосовуються в якості складових частин загального рейтингу позичальника, а також різними підходами до самих характеристик та пріоритетністю кожної з них.

За кордоном фундаментальними засадами для визначення математичної ймовірності дефолту служать міжнародні кредитні рейтинги. «Standard and Poor's» як міжнародне рейтингове агентство вже протягом більше 20 років накопичує статистику дефолтів позичальників різних рейтингових категорій.

У практиці американських банків застосовується "правило п'яти сі", де критерії відбору клієнтів позначені словами, що починаються на букву "С":

- character (характер, репутація позичальника);
- capacity (фінансові можливості, здатність погасити позику);
- capital (капітал, володіння активами);
- collateral (наявність забезпечення);
- conditions (економічна кон'юнктура і її перспективи).

В Англії ключовим словом, в якому зосереджені вимоги при видачі позик позичальникам, є термін «PARTS»: purpose (призначення, мета); amount (сума, розмір); repayment (оплата, повернення боргу і відсотків); term (термін); security (забезпечення, застава) [10].

### Формулювання мети дослідження

У пострадянському просторі все більшого поширення поряд з традиційними способами оцінки кредитоспроможності позичальника отримує скоринг-кредитування, а також оцінка кредитоспроможності позичальника на основі технології інтелектуального аналізу даних DataMining (з використанням дерев рішень).

В задачі оцінки кредитоспроможності фізичних осіб використовуються такі підходи, як модель Дюрана (класична скорингова система), статистичні методи, метод k-найближчих сусідів, генетичні алгоритми, нейронні мережі, дерева рішень, експертні системи [10].

Однак запропонований методика носять поверхневий характер і не розкривають повністю можливості кредитування великих верств населення. А між тим, за оцінками експертів, кредитування піддається понад 50% дорослого населення розвинених європейських країн.

Метою даного дослідження є створення комплексної методики оцінки кредитоспроможності фізичних осіб на основі аналітичних формул, із застосуванням ІТ-технологій в вигляді відповідних Web-додатків.

### Виклад основного матеріалу

Визначення кредитоспроможності заявника проводиться шляхом розрахунку максимально можливої суми кредиту у валюті кредиту за формулами [11]:

$$C_{\max} = \frac{(D-P)K}{\frac{1}{1+\frac{BC}{1200}}}; \quad (1)$$

$$C_{\max} = \frac{(D-P)-БПМ}{\frac{1}{1+\frac{BC}{1200}}}, \quad (2)$$

де  $C_{\max}$  — максимальна сума кредиту (граничний розмір одноразової заборгованості за кредитом);  $BC$  — відсоткова ставка за кредитом, в залежності від виду кредиту, валюти і терміну кредитування;  $D$  — середньомісячний дохід заявника (поручителя) за певний період часу;  $P$  — середньомісячні витрати заявника (поручителя) за певний період часу;  $БПМ$  — бюджет прожиткового мінімуму в середньому на душу населення, який діє на дату проведення розрахунку кредитоспроможності і підготовки відповідного висновку службою андеррайтингу;  $K$  — коефіцієнт, зазначений у відповідній специфікації.

У випадках, передбачених специфікацією, при недостатній кредитоспроможності заявника, при розрахунку розміру кредиту (для кредитної лінії — граничного розміру одноразової заборгованості по кредиту) можуть братися до уваги доходи і витрати інших фізичних осіб, які перебувають в близькій спорідненості, а також дружини (-а) заявника. При цьому сума кредиту розраховується як сукупність максимальних можливих сум кредиту для кожної фізичної особи, доходи і витрати яких приймаються в розрахунок кредиту. З даними особами в обов'язковому порядку укладається договір поруки.

Сума відсотків, належних до сплати за весь період користування кредитом, визначається на підставі розрахунку:

$$C\% = C \frac{BC}{1200} \text{МДП} + C \frac{BC}{1200} \frac{\text{ПМ}+1}{2}, \quad (3)$$

де  $C\%$  — сума відсотків, належних до сплати за весь період користування кредитом;  $C$  — сума кредиту (граничний розмір одноразової заборгованості за кредитом);  $\text{МДП}$  — кількість місяців користування кредитом до початку його погашення;  $\text{ПМ}$  — кількість платіжних місяців.

Погашення заборгованості за кредитним договором здійснюється кредитотримувачем в порядку і строки, встановлені в кредитному договорі. Порядок визначення розміру щомісячних платежів за кредитом і відсотками за користування кредитами і терміни їх сплати встановлюються у відповідних специфікаціях і вказуються в кредитних договорах.

Для розрахунку суми відсотків за користування кредитом застосовується така формула:

$$CB = \sum_{i=1}^{\text{ДП}} CO_i \frac{BC}{100} \text{ДР}, \quad (4)$$

де  $CB$  — сума відсотків, нарахованих за фактичний час користування кредитом;  $\sum_{i=1}^{\text{ДП}} CO_i$  — сума фактичних щоденних залишків за період нарахування  $i = 1$  (відсоткове число);  $BC$  — річна відсоткова ставка за кредитним договором (з урахуванням її зміни в період дії кредитного договору);  $\text{ДП}$  — кількість днів фактичного часу користування кредитом;  $\text{ДР}$  — кількість днів в році (відповідно до облікової політики банку і умовами кредитного договору).

Якщо це передбачено відповідною специфікацією, то в період погашення кредиту розрахунок і сплата відсотків за користування кредитом може здійснюватися шляхом внесення щомісячних за відсотками рівними частками за формулою

$$П = C\% / \text{ПМ}, \quad (5)$$

де  $П$  — щомісячний платіж за відсотками за користування кредитом;  $C\%$  — сума відсотків, належних до сплати за весь період користування кредитом;  $\text{ПМ}$  — кількість платіжних місяців, що визначаються за формулою

$$\text{ПМ} = \text{МП} - \text{МДП}, \quad (6)$$

де  $\text{МДП}$  — кількість місяців користування кредитом до початку його погашення;  $\text{МП}$  — кількість місяців користування кредитом.

При достроковому погашенні частини кредиту, сплата щомісячних платежів за відсотками за користування яким в період його погашення передбачена рівними частками, за заявою кредитотримувача можливо перерахунок щомісячних платежів за кредитом та (або) відсотків

за користування кредитом. Перерахунок розміру щомісячного платежу за відсотками здійснюється за формулою

$$\Pi = \frac{СП_1 + (СП_2 - СП_3)}{ПМ}, \quad (7)$$

де  $\Pi$  — розмір щомісячного платежу по відсотках за користування кредитом;  $СП_1$  — сума відсотків, розрахованих за весь період користування кредитом після проведення перерахунку розміру щомісячного платежу по відсотках за користування кредитом;  $СП_2$  — сума відсотків, розрахованих за фактичний час користування кредитом на момент проведення перерахунку розміру щомісячного платежу по відсотках за користування кредитом;  $СП_3$  — сума відсотків, сплачених кредитоотримувачем рівними частками на момент проведення перерахунку розміру щомісячного платежу по відсотках за користування кредитом;  $ПМ$  — кількість платіжних періодів.

Для проектування веб-додатків оцінки кредитоспроможності фізичних осіб було обрано такі інструменти проектування: IBM RationalRose і BPwin. Для створення самої бази даних, що функціонує в системі, була обрана серверна база даних — Microsoft SQL Server і середовище для її розробки — SQL Server ManagementStudio [12]. Проектування баз даних — процес створення схеми бази даних і визначення необхідних обмежень цілісності.

Основні завдання проектування бази даних:

- Забезпечення зберігання в БД всієї необхідної інформації.
- Забезпечення можливості отримання даних за всіма необхідними запитам.
- Скорочення надмірності і дублювання даних.
- Забезпечення цілісності бази даних.

База даних складається з таблиць, поданих на рис. 1—3. В таблиці «Credit» відображені види кредитів, їх відсоткові ставки, максимальні і мінімальні терміни і суми. Таблиця містить дані як числові (ідентифікатор кредиту, відсоткова ставка, терміни і суми кредитів), так і текстові (вид кредиту). Поля, в яких не вказані значення, тобто значення NULL, означають що для даного виду кредиту максимальна сума не встановлена.

| # | Имя   | Тип         | Сравнение       | Атрибуты | Null | По умолчанию | Комментарии | Дополнительно  | Действие |
|---|-------|-------------|-----------------|----------|------|--------------|-------------|----------------|----------|
| 1 | id    | int(11)     |                 |          | Нет  | Нет          |             | AUTO_INCREMENT |          |
| 2 | value | varchar(15) | utf8_general_ci |          | Нет  | Нет          |             |                |          |

Рис. 1. Структура таблиці «Врт»

| # | Имя        | Тип         | Сравнение       | Атрибуты | Null | По умолчанию | Комментарии | Дополнительно  | Действие |
|---|------------|-------------|-----------------|----------|------|--------------|-------------|----------------|----------|
| 1 | id         | int(11)     |                 |          | Нет  | Нет          |             | AUTO_INCREMENT |          |
| 2 | username   | varchar(50) | utf8_unicode_ci |          | Нет  |              |             |                |          |
| 3 | password   | varchar(50) | utf8_unicode_ci |          | Нет  |              |             |                |          |
| 4 | secret_key | varchar(50) | utf8_unicode_ci |          | Нет  |              |             |                |          |

Рис. 2. Структура таблиці «Credit»

| # | Имя         | Тип          | Сравнение       | Атрибуты | Null | По умолчанию | Комментарии | Дополнительно  | Действие |
|---|-------------|--------------|-----------------|----------|------|--------------|-------------|----------------|----------|
| 1 | id          | int(11)      |                 |          | Нет  | Нет          |             | AUTO_INCREMENT |          |
| 2 | type_credit | varchar(255) | utf8_general_ci |          | Нет  | Нет          |             |                |          |
| 3 | term        | int(11)      |                 |          | Да   | NULL         |             |                |          |
| 4 | until_rate  | varchar(11)  | utf8_general_ci |          | Нет  | Нет          |             |                |          |
| 5 | after_rate  | int(11)      |                 |          | Да   | NULL         |             |                |          |
| 6 | min_amount  | varchar(50)  | utf8_general_ci |          | Да   | NULL         |             |                |          |
| 7 | max_amount  | varchar(50)  | utf8_general_ci |          | Да   | NULL         |             |                |          |

Рис. 3. Структура таблиці «Usertbl»

Web-додатки не існують без інтерфейсу з базами даних. У зв'язку з цим, надаються надзвичайно багаті можливості взаємодії з сховищами інформації різного роду. Користувач запитує документ Web, запит здійснюється за допомогою спеціальних програм — браузерів, що працюють на клієнтських комп'ютерах. Браузер відправляє Web-вузлу запит на документ, що обробляється програмним додатком, який отримав назву Web-сервера. Браузерами і Web-серверами використовується спеціальний протокол HTTP (HyperTextTransferProtocol), який визначає, як браузер повинен формувати і відправляти запити Web-серверу. Повна специфікація документа називається адресою URL (uniformresourcelocator). Він задає протокол (HTTP), ім'я вузлового комп'ютера, при необхідності номер порту, а також ім'я (місцезнаходження) документа. Адреса URL вказується без пробілів (як одне слово). Адреса URL задає місце розташування ресурсу (об'єкту) в мережі, він є мережевим аналогом імені файлу в файлової системі. Протокол HTTP використовується для передачі Web-сторінок [12].

Таким чином, Web-сервер отримує від браузера запит за тією або іншою адресою URL, з використанням протоколу HTTP. Отримавши запит, Web-сервер знаходить в своїх каталогах файл потрібної сторінки HTML і відправляє його браузеру клієнта, у вікні якого сторінка і відображається. Термін Web означає, що система розглядається як набір вузлів з посиланнями один на одного. Посилання забезпечують можливість навігації між ресурсами системи. Користувач просто клацає на посиланні в документі, і браузер інтерпретує цю дію як запит на завантаження документа або ресурсу, на який ця посилання вказує. Крім установки мережевих з'єднань і протоколів, для обміну документами браузери також виконують функцію обробки і відображення документів. Протоколи TCP / IP і HTTP взагалі не вирішують цю проблему. Відображення змісту документа виконується браузером, при цьому на арену виступає мова розмітки гіпертексту HTML (HyperTextMarkupLanguage). Тому дана технологія не дозволяє створювати динамічні станиці, а тільки статичні Web-вузли.

Отримавши від браузера запит на відображення сторінки, Web-сервер додатків виконує попередню обробку сторінки, інтерпретує все що містяться в ній сценарії і при необхідності взаємодіє з ресурсами сервера. В результаті генерується сторінка в форматі HTML, яка і передається назад браузеру-клієнту.

### Висновки

1. В сучасних умовах при оцінюванні кредитоспроможності фізичної особи банки повинні використовувати сукупність критеріїв і показників, які повинні видозмінюватися в процесі розвитку кредитних відносин.
2. Постійне вдосконалення системи кредитування населення в умовах зростання міжбанківської конкуренції є для банку необхідною умовою формування його громадського іміджу як універсального кредитної установи, а також служить додатковим джерелом доходу від проведення кредитних операцій з фізичними особами.
3. Процес оцінки кредитоспроможності фізичних осіб передбачає комплекс заходів з математичного моделювання бізнес-процесів, а також вибору засобів проектування і розробки архітектури бази даних.
4. Створена автоматизована система зберігання даних, швидкого пошуку даних в базі, що налаштовується за основними параметрами оцінки кредитоспроможності фізичних осіб.
5. Методика побудови автоматизованої системи може бути застосована в різних напрямках діяльності банків всіх форм власності.

### Список використаної літератури

1. Афанасьєва О. Н. О современной системе краткосрочного банковского кредитования. *Бизнес и Банки*. 2007. № 34. С. 121–127.
2. Баканов М. И., Шеремет А. Д. Теория экономического анализа: учеб. М.: ФиС, 2008. 350 с.
3. Банки, финансы, кредит: учеб. / под ред. О. В. Соколовой. М.: Юристъ, 2009. 784 с.
4. Виноградова Т. Н. Банковские операции: учеб. пос. РнД.: Феникс, 2008. 314 с.

5. Власова М. И. Анализ кредитоспособности клиента коммерческого банка. М.: Банковское дело, 2007. 265 с.
6. Деньги. Кредит. Банки: учеб. / под ред. Е.Ф. Жукова. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009. 521 с.
7. Ендовицкий Д. А. Анализ и оценка кредитоспособности заемщика: учеб. пособие. М.: КНОРУС, 2008. 125 с.
8. Жарковская Е. П. Банковское дело: учеб. М.: Омега-Л, 2008. 354 с.
9. Кривцова А. Н. Оценки кредитоспособности заемщика. Формализованные процедуры оценки кредитоспособности. *Аудит и финансовый анализ*. 1997. № 3. С. 141–144.
10. Михайлов А. Г. Коммерческие банки: метод оценки надежности. М.: Банковское дело, 2008. 367 с.
11. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум. / С. В. Черемных и др. М.: Финансы и статистика, 2006. 200 с.
12. Маклаков С. В. ВРwin и ERwin. CASE-средства для разработки информационных систем. М.: Диалог-МИФИ, 1999. 256 с.

## MATHEMATICAL MODELING IN THE PROJECT OF MANAGING THE CREDIT CAPACITY FOR INDIVIDUALS

Grigorenko V., Kadilnikova T.

### Abstract

Currently, there is an intense growth in the lending market in Ukraine, and in particular in the retail lending sector. This inevitably leads to an increase in credit risks that both individual credit institutions and the banking system of the country as a whole take on. Increasing competition in the retail banking market, increasing consumer demand for various credit products, and the desire of credit institutions to maximize profits are forcing financial institutions to seek more effective ways of attracting new solvent customers while trying to control losses.

However, the proposed methods are superficial and do not fully reveal the possibility of lending to large sections of the population. Meanwhile, experts estimate that more than 50% of the adult population of developed European countries is lending.

The purpose of this study is to create a comprehensive methodology for assessing the creditworthiness of individuals on the basis of analytical formulas, using IT technologies in the form of relevant Web applications.

In modern conditions, banks must use a set of criteria and indicators that should be modified in the course of developing credit relations when assessing the creditworthiness of an individual. The process of assessing the creditworthiness of individuals involves a set of measures for mathematical modeling of business processes, as well as the choice of design and development tools for database architecture.

An automated system of data storage, quick search of data in the database, which is configured according to the basic parameters of creditworthiness of individuals, has been created. The methodology of building an automated system can be applied in different areas of activity of banks of all forms of ownership.

### References

- [1] Afanasieva, O.N. (2007). O sovremennoy sisteme kratkosrochnogo bankovskogo kreditovaniya [On the current system of short-term bank lending]. *Biznes i Banki – Business and Banks*, 34, 121–127 [in Russian].
- [2] Bakanov, M.I., & Sheremet, A.D. (2008). *Teoriya ekonomicheskogo analiza: ucheb. [Theory of Economic Analysis: textbook]*. Moscow: FIS [in Russian].

- [3] Sokolova, O.V. (2009). *Banki, finansy, kredit [Banks, Finance, Credit]*. Moscow: Yurist [in Russian].
- [4] Vinogradova, T.N. (2008). *Bankovskiyе operatsii [Bank operations]*. Rostov-on-Don: Feniks [in Russian].
- [5] Vlasova, M.I. (2007). *Analiz kreditosposobnosti klyeyntа kommercheskogo banka [Analysis of creditworthiness of a commercial bank customer]*. Moscow: Bankovskoye delo [in Russian].
- [6] Zhukov, E.F. (2009). *Den'gi. Kredit. Banki [Money. Credit. Banks]*. Moscow: UNITI-DANA [in Russian].
- [7] Endovitsky, D.A. (2008). *Analiz i otsenka kreditosposobnosti zayemshchika: ucheb. posobiye [Analysis and evaluation of the borrower's creditworthiness: textbook allowance]*. Moscow: KNORUS [in Russian].
- [8] Zharkovskaya, E.P. (2008). *Bankovskoye delo [Banking]*. Moscow: Omega-L [in Russian].
- [9] Krivtsova, A.N. (2008). Otsenki kreditosposobnosti zayemshchika. Formalizovannye protsedury otsenki kreditosposobnosti [Assessment of the creditworthiness of the borrower. Formalized credit rating procedures]. *Audit i finansovyy analiz – Audit and financial analysis*, 3, 141–144 [in Russian].
- [10] Mikhailov, A.G. (2008). *Kommercheskiye banki: metod otsenki nadezhnosti [Commercial banks: a method of assessing reliability]*. Moscow: Bankovskoye delo [in Russian].
- [11] Cheremnykh, S.V., et al. (2006). *Modelirovaniye i analiz sistem. IDEF-tekhnologii: praktikum [Modeling and analysis of systems. IDEF Technologies: workshop]*. Moscow: Finansy i statistika [in Russian].
- [12] Maklakov, S.B. (1999). *BPwin i ERwin. CASE-sredstva dlya razrabotki informatsionnykh sistem [BPwin and ERwin. CASE-tools for development of information systems]*. Moscow: Dialog-MIFI [in Russian].