

А. В. Матвійчук, І. О. Чех

**ВІДБІР ЗНАЧИМИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДЛЯ ПОБУДОВИ МОДЕЛІ АПЛІКАЦІЙНОГО СКОРИНГУ
ПРИ СПОЖИВЧОМУ КРЕДИТУВАННІ***

Стаття присвячена розв'язанню завдання аналізу та відбору факторів до скорингової моделі, які найбільше впливають на визначення рівня кредитоспроможності позичальника. Досліджено наявні підходи до побудови моделей аплікаційного скорингу при споживчому кредитуванні. Розглянуто сутність і особливості процесу відбору характеристик, котрі варто враховувати при побудові моделі. У сегменті споживчого кредитування фактори кредитного ризику обумовлені як особистими характеристиками позичальника, так і параметрами кредиту. Запропоновано новий підхід до відбору значимих характеристик на основі статистичного методу визначення їх прогностичної сили. Сутність цього підходу полягає у створенні штучних показників, котрі враховують одразу декілька характеристик потенційних позичальників, що підвищує адекватність економіко-математичної моделі. Застосування такого підходу на реальних статистичних даних дало змогу відібрати до скорингової моделі низку окремих і комплексних показників, що допомагають якнайефективніше оцінити ризик невиконання позичальником кредитних зобов'язань.

Ключові слова: аплікаційний скоринг, кредитоспроможність, прогностична сила, інформаційна значимість, характеристики позичальника, комплексний показник.

Форм. 2. Табл. 3. Літ. 25.

А. В. Матвийчук, И. А. Чех

**ОТБОР ЗНАЧИМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ АППЛИКАЦИОННОГО СКОРИНГА
ПРИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОМ КРЕДИТОВАНИИ**

Статья посвящена решению задачи анализа и отбора факторов для скоринговой модели, наиболее влияющих на определение уровня кредитоспособности заемщика. Исследованы существующие подходы к построению моделей аппликационного скоринга при потребительском кредитовании. Рассмотрены сущность и особенности процесса отбора характеристик, которые стоит учитывать при построении модели. В сегменте потребительского кредитования факторы кредитного риска обусловлены как личными характеристиками заемщика, так и параметрами кредита. Предложен новый подход к отбору значимых характеристик на основе статистического метода определения их прогностической силы. Суть этого подхода заключается в создании искусственных показателей, учитывающих сразу несколько характеристик потенциальных заемщиков, что повышает адекватность экономико-математической модели. Применение такого подхода на реальных статистических данных позволило отобрать в скоринговую модель ряд отдельных и комплексных показателей, предоставляющих возможность наиболее эффективно оценить риск невыполнения заемщиком кредитных обязательств.

Ключевые слова: аппликационный скоринг, кредитоспособность, прогностическая сила, информационная значимость, характеристики заемщика, комплексный показатель.

* Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом GP/F56/161 "Адаптивні технології інтелектуального аналізу кредитоспроможності українських підприємств".

Andrii Matviichuk, Ilona Chekh

SELECTION OF SIGNIFICANT CHARACTERISTICS TO BUILD THE APPLICATION SCORING MODEL FOR CONSUMER LENDING

The article is devoted to solving problems of the analysis and selection of factors for a scoring model that have the strongest impact on determining the level of a borrower's creditworthiness. The existing approaches to building the application scoring models for consumer lending are examined. The article reveals the essence and distinctive features of the process of selecting characteristics that are worth considering in constructing the model. In the consumer lending segment, credit risk factors depend on both the personal characteristics of a borrower and the loan parameters. The article proposes a new approach to the selection of significant characteristics, based on the statistical method of determining their predictive power. The essence of this approach consists in building artificial indicators that take into account multiple characteristics of potential borrowers simultaneously, which increases the adequacy of the economic and mathematical model. The application of this approach to real statistical data makes it possible to select for scoring models a number of both simple and composite indicators that will help conduct a most effective assessment of the risk of credit default by a borrower.

Keywords: application scoring, creditworthiness, predictive power, information value, characteristics of the borrower, composite indicator.

JEL classification: E50, E51, E52, G32.

На сьогоднішній день кредитні відносини між комерційними банками й позичальниками розвиваються в напрямі становлення стійких взаємозв'язків, що виникають через зміни ринкової економіки. Проведення кредитних операцій комерційними банками має відповідати певним вимогам і умовам. Правове забезпечення кредитних відносин у країні регулюється низкою законів. В Україні прийнято ряд нормативно-правових актів, у яких окреслені правові й методичні параметри, що регулюють кредитні відносини між кредитором і позичальником при застосуванні різних видів кредиту.

Банківські кредитні відносини виникають із юридичними особами, фізичними особами, банками, небанківськими фінансовими установами та державними органами влади. У цій статті буде розглянуто процес організації кредитних відносин лише з фізичними особами, насамперед у рамках споживчого кредитування.

Згідно з національним законодавством, споживчий кредит — це кошти, що надаються кредитором (банком або іншою фінансовою установою) фізичним особам на придбання споживчих товарів чи послуг у тимчасове користування, під процент, на умовах строковості та платності [1]. Активна видача споживчих кредитів в Україні почалася з 2006 р. Так, за даними фінансової звітності вітчизняних банків, у період 2006—2008 рр. обсяг виданих споживчих кредитів щокварталу збільшувався на 60—120 % [1]. Проте водночас спостерігалось швидке зростання простроченої заборгованості за позиками. Це вкрай негативно вплинуло на стан банківської системи та стало однією з причин фінансово-економічної кризи 2008—2009 рр. За статистичними даними Національного банку України, протягом 2009 р. прострочена заборгованість у банках зросла в 3,9 раза та на кінець року сягнула 9,36 % загальної суми виданих кредитів.

Недооцінка ризиків була зумовлена головним чином недостатньою підготовленістю ризик-менеджменту та недосконалістю інструментарію визначення надійності позичальників, адже для оформлення кредитів від клієнта вимагали лише мінімальний пакет документів — паспорт, ідентифікаційний код і, в окремих випадках, довідку про доходи. Відсутність належної інформації про позичальника унеможлиблювала якісну й повноцінну ідентифікацію фізичних осіб, які отримують позики, проведення адекватної оцінки їхнього фінансового стану, джерел погашення заборгованості за кредитами та процентами.

Наприкінці 2010 р. частка прострочених кредитів стабілізувалася й навіть дещо зменшилася — з 11,95 % у листопаді 2010 р. до 11,24 % станом на 1 січня 2011 р. [2]. Починаючи з 2013 р. споживче кредитування в країні помітно активізувалося — його частка становила понад 10 % усіх кредитів у грошовому вимірі. Однак політична й економічна дестабілізація 2014—2015 рр. негативно вплинула на споживчий сектор банківської системи. Зростання безробіття, втрата майна внаслідок військового конфлікту на Сході України та девальвація гривні різко знизили платоспроможність фізичних осіб. Станом на 1 квітня 2015 р. прострочена заборгованість домашніх господарств сягнула 58,1 млрд грн. На межі дефолту опинилося 14 % кредитів у національній валюті та майже 32 % в іноземній [3].

Політичні й економічні фактори призвели банківську систему загалом до глибокої кризи. За офіційними даними, в результаті фінансової діяльності за I кв. 2015 р. банки України зазнали значних збитків (80,9 млрд грн), 80 % із яких через неплатоспроможні банки, де діють введені Фондом гарантування вкладів фізичних осіб тимчасові адміністрації [4]. Як повідомляє прес-служба НБУ, станом на 5 жовтня 2015 р. у категорії неплатоспроможних перебуває 8 банків, у стадії ліквідації — 58 [5].

Важливою умовою поліпшення кредитного портфеля комерційних банків є розвиток кредитного скорингу як основного інструменту оцінки позичальників. Він почав застосовуватися в 1940-х роках у США у формі скорингових карт. Сутність скорингу полягала в тому, що кожній характеристиці позичальника надавалася реальна оцінка в балах: чим більше балів, тим меншим є кредитний ризик. Скорингові бали тоді виставлялись експертно на підставі досвіду працівників банку. За допомогою скорингу на основі кредитної історії попередніх клієнтів банк міг визначити ймовірність вчасного повернення кредиту конкретним потенційним позичальником [6].

Розвиток ринку банківських послуг, зокрема у сфері кредитування, наприкінці ХХ ст. обумовив активізацію розроблення інформаційних систем кредитного скорингу з використанням нових моделей і методів оцінки кредитоспроможності позичальників. Наразі він виконує функції інструментарію управління кредитними ризиками на всіх етапах кредитних відносин починаючи ще до підписання кредитного договору.

На сьогодні створено велику кількість скорингових моделей, котрі базуються на регресійних моделях, множинному дискримінантному аналізі, нечіткій логіці, нейронних мережах тощо. Також розроблено низку систем експертного оцінювання можливості надання кредиту, зокрема в споживчому сегменті. Однак методики оцінки ризиків споживчого кредитування, що добре зарекомендували себе на розвинутих кредитних ринках, не завжди відповідають реаліям української економіки. До проблем ризик-менеджменту варто також віднести недосконалість систем протидії шахрайству з кредитними ресурсами, що призводить до збільшення в кредитному портфелі банку частки прострочених заборгованостей. Зазначене зумовлює актуальність дослідження проблеми оцінки рівня кредитоспроможності позичальника саме на стадії розгляду аплікаційної заяви, адже цей аспект вкрай важливий для прийняття адекватного рішення про надання кредиту.

Проблеми кредитного ризику, зокрема у сфері моделювання скорингових систем, широко висвітлені в наукових працях багатьох вітчизняних і зарубіжних учених. Серед вітчизняних науковців вагомий теоретико-методологічний внесок у вивчення цих проблем зробили Г. Великоіваненко, А. Камінський, Б. Кишакевич, М. Ковальов, О. Криклій, О. Пернарівський, К. Писанець, О. Черняк [2; 7—18] та багато інших. Найвідомішими зарубіжними вченими, що займалися дослідженнями у сфері ризик-менеджменту, є: Л. Аллен, Р. Андерсон, Б. Баесенс, Д. Елдман, Н. Костюченко, Н. Сіддікі [19—24].

Підходи до моделювання кредитних ризиків позичальників є досить різноманітними. Так, А. Камінський запропонував оцінювати кредитний ризик за допомогою експертної моделі [10]. Однак системи експертних оцінок мають певні недоліки, передусім це суб'єктивізм і обмеженість застосування. Пізніше вчений досліджував питання оцінки кредитоспроможності позичальників на основі скорингових технологій, що ґрунтувалися на використанні технології штучних нейронних мереж [2; 11].

Серед багатьох наукових підходів до розв'язання проблеми оцінювання кредитних ризиків треба виокремити побудову скорингових моделей із використанням інструментарію нейро-нечіткого моделювання. Г. Великоіваненко і Л. Трокоз запропонували економіко-математичну модель колекторського скорингу, яка ґрунтується на поєднанні інструментарію теорії нечіткої логіки та штучних нейронних мереж, що самоорганізуються [9].

В авторській науковій праці [25] описано методологічний підхід до оцінки кредитоспроможності позичальника на аплікаційному етапі кредитного циклу на засадах нечіткого моделювання. Така модель уможливає поєднання сценарних розрахунків із якісними й кількісними характеристиками та експертними знаннями в предметній області.

Побудова ефективної скорингової системи пов'язана з проблемою відбору значимих характеристик, котрі адекватно визначають рівень кредито-

спроможності позичальників. Проте в більшості досліджень на цю тему значимість характеристик встановлювалася вже після їх включення в модель та її оцінки. Крім того, попередньому процесу відбору значимих характеристик приділялася недостатня увага.

Один із підходів до попереднього відбору пояснюючих змінних запропонований у дослідженнях М. Ковальова [13] і К. Писанця [16], сутність якого полягає у визначенні прогностичної сили кожної характеристики позичальника на підставі показника інформаційної значимості (*IV*). Цей показник досить часто використовується для побудови моделей логістичної регресії в кредитно-банківській системі та розраховується як відсотковий розподіл позичальників із певними характеристиками серед тих, що мають позитивну історію кредитування, й тих, котрі не виконали вчасно своїх зобов'язань перед банком.

Однак такий підхід малоефективний у випадках, коли прогностична сила найважливіших для визначення кредитного ризику характеристик виявляється недостатньою або коефіцієнти інформаційної значимості всіх характеристик доволі невисокі. Це істотно знижує ефективність відбору найбільш значимих характеристик, які варто включати в модель, що помітно ускладнює процес формування адекватної скорингової системи. Тому метою статті є вдосконалення процесу відбору значимих характеристик шляхом створення нових штучно отриманих ознак потенційних позичальників, котрі підвищуватимуть адекватність економіко-математичної моделі оцінки кредитного ризику на етапі розгляду аплікаційних заявок.

Концептуальний підхід до відбору значимих характеристик кредитоспроможності позичальників

Одним із основних етапів побудови моделі скорингових систем є відбір і аналіз чинників кредитних ризиків. У сегменті споживчого кредитування вони обумовлені як особистими характеристиками позичальника, так і параметрами кредиту, на котрий претендує фізична особа. Особисті характеристики можна поділити за такими напрямками [9]:

- соціально-демографічні (вік, освіта, сімейний стан, належність до певної соціальної групи, регіон проживання та ін.);
- професійно-кваліфікаційні (стаж на останньому місці роботи, посада, загальний досвід роботи тощо);
- добробут (величина та структура доходів, наявність рухомого й нерухомого майна та ін.);
- поведінкові та інші (повернення кредитів у минулому, історія наявності й типу прострочення тощо).

До параметрів кредиту належать: його величина, процентна ставка, валюта кредитування, періодичність і термін погашення кредиту.

З метою побудови адекватної моделі аплікаційного скорингу в першу чергу потрібно вибрати найбільш значущі особисті характеристики позичальника та параметри кредиту (*дали* — характеристики) з наведеного переліку. Аналіз останніх досліджень показав, що ця проблема вивчена недостатньо, а наявні підходи не завжди ефективні та обмежені статистичними розрахунками значимості окремих параметрів.

Статистичний метод відбору доволі поширений у галузі кредитного менеджменту та ефективний у випадках, коли можна напевне визначити вплив характеристики на результат виконання кредитних зобов'язань. Утім, досить часто трапляється, що вагомі для прийняття рішення щодо видачі кредиту характеристики мають замалу прогностичну силу, але не враховувати їх значимість буде неправильно. Тому в межах статті запропоновано інший підхід до відбору значимих характеристик із метою підвищення адекватності скорингової моделі шляхом створення й використання нових штучно отриманих комплексних ознак потенційних позичальників. Розкриємо його сутність детальніше.

Цей підхід складається з таких етапів:

1. Збір інформації та формування єдиної бази даних.
2. Перевірка параметрів на достовірність та усунення помилок.
3. Оцінка значимості характеристик.
4. Групування значень кожної характеристики за класами або присвоєння атрибуту за рівнем ризику дефолту.
5. Створення штучних інтегральних показників, що характеризують позичальника за декількома критеріями одразу.

Збір інформації передбачає отримання якомога більшого обсягу даних із внутрішніх і зовнішніх джерел, створення їх бази та аналіз якості. До внутрішніх джерел належать накопичені власні бази даних та інформація, отримана експертним шляхом. До зовнішніх джерел відносять відомості, одержані з мережі Інтернет, наукових і аналітичних ресурсів, від партнерів, рейтингових агенцій чи бюро кредитних історій [20, с. 38—48]. Окрім того, згідно зі ст. 6 Закону України “Про Національний банк України”, задля підвищення надійності банків та зменшення ризиків, що виникають при обслуговуванні клієнтів, НБУ за участі комерційних банків створено єдину інформаційну систему обліку позичальників (боржників), які мають прострочену заборгованість за кредитами, наданими банками. Після укладання договору з НБУ “Про надання інформаційно-довідкових послуг” через цю систему банки регулярно надають інформацію про своїх ненадійних клієнтів [3].

Залежно від джерела походження інформація відрізнятиметься за якістю й достовірністю. Помилки та порожні значення в даних можуть утворитися внаслідок впливу технічних факторів та/або людських помилок. Відповідно, етап перевірки параметрів на достовірність передбачає коригування всіх

помилкових відомостей. Записи з пропущеними важливими даними залишаються в загальній базі, але для подальшого аналізу використовуватися не будуть, адже заздалегідь неправдива інформація перешкоджає визначенню ступеня впливу характеристики на загальну оцінку кредитоспроможності позичальника.

Для з'ясування значимості кожної характеристики обрано статистичний метод виміру прогностичної сили на основі показника інформаційної значимості IV (information value). Цей метод передбачає розбиття значень показника всередині характеристики на однорідні групи чи класи, для котрих визначається взаємозв'язок із класами вихідної змінної. Групування може здійснюватися і для кількісних, і для якісних показників. Наприклад, для кількісної характеристики "вік" розбиття на групи може бути проведене за віковими категоріями: 18—25 років, 26—32 роки, 33—50 років, старше 50 років. Згідно з кожною віковою категорією за цим підходом присвоюється атрибут, що характеризує певну групу значень за рівнем дефолту.

Крім визначення статистичної значимості кожного класу характеристики, групування якісних характеристик передбачає логічність об'єднання. Приміром, якісний параметр "освіта" може бути поділений на класи таким чином: 1) неповна вища й середня освіта; 2) початкова та середня спеціальна освіта; 3) вища, дві та більше вищих освіти, а також учений ступінь у позичальника. Атрибути якісних характеристик, так само як і кількісних, відображають відповідний ступінь впливу класу характеристики на кредитоспроможність позичальника.

Відповідно до описаного методу виміру прогностичної сили вхідних факторів, їх інформаційна значимість розраховується за формулою [13]:

$$IV = \sum_i (G_i - B_i) \ln(G_i/B_i), \quad (1)$$

де G_i — відсоток осіб за i -ю категорією цієї характеристики з позитивною кредитною історією;

B_i — відсоток осіб у i -й групі аналізованої характеристики, котрі не виконали зобов'язання перед банком;

i — номер групи всередині характеристики, за якою обчислюється IV .

Коефіцієнти IV , отримані в результаті розрахунку (1), інтерпретуються таким чином [13]:

- $IV < 0,02$ — характеристика не має прогностичної сили;
- $0,02 \leq IV < 0,1$ — слабка прогностична сила;
- $0,1 \leq IV < 0,3$ — середня прогностична сила;
- $0,3 \leq IV$ — статистично висока прогностична сила.

У відомих підходах розрахунок інформаційної значимості є останнім у процесі відбору найвпливовіших характеристик для побудови скорингової моделі. В окремих випадках цього справді достатньо. Однак при розгляді

аплікаційних заявок, якщо прогностична сила вирішальних характеристик доволі слабка або всі характеристики мають низький коефіцієнт інформаційної значимості, прийняти адекватне рішення неможливо.

Із метою розв'язання окресленої проблеми пропонуємо власний підхід до відбору значимих характеристик, сутність якого полягає у створенні штучних показників, що характеризують позичальника одразу за декількома критеріями. Штучний показник складається з двох окремих характеристик із урахуванням логічності об'єднання (наприклад, стать — сімейний стан, вік — досвід роботи, освіта — посада тощо). За попередніми розрахунками визначаються характеристики, котрі не увійшли до списку значимих, але досить чітко характеризують фізичну особу як потенційного позичальника та є вкрай важливими для побудови адекватної моделі аплікаційного скорингу. Для обраної пари характеристик формується сукупність усіх можливих комбінацій класів, на котрі вони були поділені. Таким чином створюється новий штучний показник, значення якого складаються вже з двох критеріїв. Коефіцієнт інформаційної значимості новоствореного штучного показника також обчислюватиметься з урахуванням двох критеріїв.

Інформаційна значимість комплексного показника буде розраховуватися за формулою:

$$IV = \sum_i \sum_j (G_{ij} - B_{ij}) \ln(G_{ij}/B_{ij}), \quad (2)$$

де G_{ij} — відсоток осіб із позитивною кредитною історією, що відповідають одночасно i -й групі першої та j -й групі другої характеристики, які утворюють комплексний показник, для котрого обчислюється IV ;

B_{ij} — відсоток осіб у перетині i -ї групи першої характеристики та j -ї групи другої характеристики, що мають негативну кредитну історію;

i, j — номери груп у кожній із двох характеристик, пара яких утворює штучний показник, для котрого розраховується IV .

Варто зауважити, що в розрахунку штучного показника можна використовувати більше двох характеристик.

Практична реалізація запропонованого підходу

У рамках статті було зібрано інформацію про позичальників — фізичних осіб одного з українських банків, який надає послуги в секторі споживчого кредитування. Загальна кількість позичальників у базі даних становить 100048 осіб, із них 48547 за історією кредитування повернули кредит у встановлений термін, 1342 особи не виконали кредитних зобов'язань, для інших позичальників ще не завершився термін дії кредитного договору.

Крім записів із невизначеною історією кредитування база даних містить багато недостовірних відомостей. Наприклад, загальний стаж роботи позичальника більший або дорівнює його віку; стаж роботи на останньому місці

перевищує загальний стаж роботи; кількість працюючих членів родини більша від одного, при цьому її сукупний дохід дорівнює нулю. Ці та подібні невідповідності в даних перешкоджають правильному відбору значимих характеристик.

Тому, з метою з'ясування ступеня впливу характеристик на визначення кредитоспроможності майбутніх позичальників, для подальшого аналізу й встановлення значимості параметрів будемо використовувати "очищені" дані про фізичних осіб, для яких існує логічно-правдива інформація та відомий результат виконання ними зобов'язань перед банком. Відповідно, після проведення другого етапу концептуального підходу загальна кількість позичальників у базі даних, за котрою проводиться аналіз, була скорочена до 49 009 клієнтів (серед котрих 47 695 є надійними позичальниками, а 1 314 не виконали зобов'язань перед банком). У кожному випадку дані охоплювали всі регіони України.

За інформативно-змістовою ознакою було встановлено 15 якісних ("кредитний продукт", "сфера діяльності", "освіта", "сімейний стан", "вид зайнятості", "організаційно-правова форма компанії", "регіон реєстрації", "фактичний регіон проживання", "відділення", "наявність кредитів у минулому", "посада", "стать", "умови проживання", "наявність електронної адреси", "наявність мобільного або домашнього телефону") та 11 кількісних ("досвід на останньому місці роботи", "вік клієнта", "щомісячний основний дохід", "щомісячний дохід родини", "термін проживання за останньою адресою", "розмір родини", "кількість працюючих членів родини", "кількість відкритих депозитів", "кількість дітей у родині віком до 16 років", "чисельність працівників компанії роботодавця", "загальний досвід роботи") характеристик оцінки кредитоспроможності позичальників — фізичних осіб. Окремі характеристики, що мали великий діапазон значень, були розбиті на групи з урахуванням вищевказаних критеріїв.

При визначенні значимості (1) з'ясувалося, що вісім характеристик із їх загального числа, внесеного до бази даних, є не значимими — коефіцієнт прогностичної сили цих характеристик не досяг позначки 0,02. До таких належать: "кількість працюючих членів родини", "кількість відкритих депозитів", "кількість дітей у родині віком до 16 років", "умови проживання", "наявність електронної адреси", "наявність мобільного або домашнього телефону", "чисельність працівників компанії роботодавця", "загальний досвід роботи". Виявлено 15 характеристик, коефіцієнт прогностичної сили яких коливається від 0,02 до 0,10 та котрі, відповідно, мають малозначимий вплив на оцінку кредитоспроможності позичальника. І лише три показники досягли рівня інформаційної значимості 0,1 та вище.

Попередній результат розрахунку прогностичної сили найбільш значимих характеристик наведений у табл. 1.

Слід зауважити, що не варто нехтувати інформацією, яка не увійшла до переліку значимих критеріїв, але в повному обсязі характеризує позичальника

Таблиця 1. Попередній перелік значимих характеристик позичальників за результатом розрахунку їхньої прогностичної сили

Характеристика	Коефіцієнт прогностичної сили (<i>IV</i>)	Результат
Кредитний продукт	0,2923	значима
Досвід на останньому місці роботи	0,1349	значима
Вік клієнта (на дату видачі)	0,1090	значима

Джерело: складено авторами.

за освіченістю й професійними рисами. Також дуже важливо враховувати його соціальне та матеріальне становище. Тому пропонуємо “підвищити” значимість певних характеристик шляхом створення нових штучних показників, котрі характеризують позичальника одночасно за різними критеріями. Приміром, прогностична сила якісних характеристик “освіта” й “посада” позичальника становить 0,0810 і 0,0246 відповідно. За шкалою, наведеною в праці М. Ковальова [13], це малозначимі характеристики. Але якщо їх поєднати та обчислити інформаційну значимість нового комплексного показника “посада клієнта за рівнем освіти”, який відображає стан позичальника одночасно за двома характеристиками, то коефіцієнт прогностичної сили зростає до 0,1086.

Також потрібно звернути увагу на соціальні показники. Окремо *IV* характеристики “стать” дорівнює 0,0215, а “сімейний стан” — 0,0805. Розрахунок значимості узагальненої характеристики за співвідношенням (2) дає змогу оцінити ймовірність повернення кредиту позичальником на основі нового штучного показника “сімейний стан із урахуванням статі клієнта”, котрий має прогностичну силу з коефіцієнтом 0,1269. Поточні розрахунки для цього комплексного показника наведені в табл. 2.

Остаточний результат оцінки значимості характеристик, включно зі штучними показниками, коефіцієнт прогностичної сили яких (*IV*) перевищив 0,1, наведено в табл. 3.

Розглянемо детально кожну з характеристик, що увійшли до остаточного переліку факторів для побудови моделі оцінки кредитоспроможності позичальника — фізичної особи. Першою за значимістю характеристикою в нашому переліку є кредитний продукт. Узагалі, продуктові лінії в банках дуже різноманітні, й кожен продукт має власний профіль позичальників, котрі характеризуються притаманними їм ризиками невиконання кредитних зобов’язань. Відповідно, ця характеристика важлива для побудови скорингової моделі в кожній кредитній установі без винятку.

Зокрема, аналізований у дослідженні банк надає послуги в секторі споживчого кредитування, такі як готівковий кредит, кредитні картки та цільовий кредит під заставу. Аналіз кредитних історій показав, що найвищий кредитний ризик мають позичальники, котрі брали кредит готівкою. Така послуга надається фізичним особам для придбання споживчих товарів або послуг. Утім,

Таблиця 2. Розрахунок значимості штучного показника “сімейний стан із урахуванням статі клієнта”

Характеристики, для яких розраховується коефіцієнт IV		Загальна кількість осіб за категорією	Число осіб за категорією з негативною кредитною історією	Відсоток осіб за категорією з негативною кредитною історією, B_{ij}	Кількість осіб за категорією з позитивною кредитною історією	Відсоток осіб за категорією з позитивною кредитною історією, G_{ij}	IV
Стать, i	Сімейний стан, j						
Жінка	Незаміжня	5 118	132	10,05	4 986	10,45	0,02
Чоловік	Одружений	14 655	342	26,03	14 313	30,01	0,57
Жінка	Заміжня	13 947	251	19,10	13 696	28,72	3,92
Чоловік	Розлучений	1 245	69	5,25	1 176	2,47	2,10
Жінка	Розлучена	3 049	75	5,71	2 974	6,24	0,05
Жінка	Цивільний шлюб	2 594	112	8,52	2 482	5,20	1,64
Чоловік	Неодружений	4 373	190	14,46	4 183	8,77	2,85
Чоловік	Цивільний шлюб	2 003	82	6,24	1 921	4,03	0,97
Жінка	Удова	1 831	48	3,65	1 783	3,74	0,00
Чоловік	Удівець	194	13	0,99	181	0,38	0,58
Результат							12,69

Джерело: складено авторами.

Таблиця 3. Значимі характеристики позичальників із урахуванням штучних показників

Характеристика	Коефіцієнт прогностичної сили (IV)	Результат
Кредитний продукт	0,2923	Значима
Досвід на останньому місці роботи	0,1349	Значима
Сімейний стан із урахуванням статі клієнта	0,1269	Значима
Вік клієнта (на дату видачі)	0,1090	Значима
Посада клієнта за рівнем освіти	0,1086	Значима

Джерело: складено авторами.

переоцінка власних можливостей, втрата роботи самим позичальником або членами його сім'ї, наслідки дестабілізації економіки тощо можуть завадити клієнту своєчасно повернути кошти банку, особливо якщо вони були надані не під заставу. Також кредити готівкою й кредитні картки привабливі для шахраїв. Лише цільовий кредит під заставу є практично безризиковим кредитним продуктом, адже в такому разі позичальник не отримує гроші готівкою. За умовами договору банк самостійно перераховує вартість товару чи послуги безпосередньо продавцю, а позичальник одержує товар під майнову заставу. Таким чином, невиконання зобов'язань перед банком тягне за собою майнові втрати для позичальника, що додатково стимулює його дотримуватися умов договору.

Другою за значимістю є характеристика “досвід на останньому місці роботи”. Вона найкраще відображає поточну стабільність роботи й досвідченість

позичальника на момент одержання кредиту. Постійні зміни роботи призводять також до фінансової нестабільності. Найвищий ризик дефолту мають позичальники з досвідом на останньому місці роботи до п'яти років. Чим більший досвід роботи, тим вища ймовірність того, що клієнт поверне борг вчасно.

Третьою за значимістю є комплексна характеристика “сімейний стан із урахуванням статі клієнта”. Ступінь відповідальності у чоловіків і жінок різна, а якщо цей факт підсилений соціальними чинниками, наприклад сімейним станом, то вказана характеристика клієнта набуває великого значення при прийнятті рішення про надання кредиту. Найвищий рівень дефолту мають неодружені й розлучені чоловіки. Трохи більші шанси на повернення кредиту, але також із високою ймовірністю заборгованості, в разі надання кредитів чоловікам і жінкам, які перебувають у цивільному шлюбі. Найнижчий рівень дефолту мають одружені особи, оскільки вони краще планують витрати, а також отримують заробітну плату переважно на кожного члена сім'ї.

Четвертою за значимістю є характеристика “вік позичальника”. За ступенем кредитного ризику вікові категорії розподілені таким чином: критичний ризик мають клієнти віком до 25 років, що зумовлено малим досвідом роботи та фінансовою нестабільністю; наступною є вікова група 26—32 роки; трохи вища довіра до позичальників віком від 33 до 50 років і найвища — до осіб, старших 50 років, що пояснюється високою відповідальністю людей передпенсійного й пенсійного віку.

Остання характеристика — “посада клієнта за рівнем освіти”. Вона визначає позичальника за його освіченістю й професійними якостями. За цим параметром найбільш ризиковою є категорія клієнтів, котрі належать до обслуговуючого персоналу та мають неповну вищу або середню освіту. У спеціалістів із тією самою освітою трохи нижчий рівень дефолту. Більша довіра до керівників середнього рангу, обслуговуючого персоналу й спеціалістів із початковою та середньою спеціальною освітою. Керівники вищого рангу за всіма освітніми рівнями мають середній кредитний ризик, а спеціалісти з вищою чи кількома вищими освітами — найменший ризик невиконання кредитних зобов'язань.

Отже, освітній рівень позичальника та посада, яку він обіймає, є важливими характеристиками для прийняття рішення банком про надання кредиту. Чим вищий рівень освіти та професійніша діяльність або престижніша посада клієнта, тим більша ймовірність вчасного повернення ним боргу.

Підсумовуючи викладене, слід зазначити таке. У статті розроблено новий методологічний підхід до відбору значимих характеристик для побудови моделі аплікаційного скорингу. Наукова новизна розробки полягає у створенні нових штучних показників, що враховують одразу декілька характеристик потенційних позичальників. Для побудови моделі цей аспект дуже важливий, адже пропонується підхід дає змогу врахувати якомога більшу кількість важливих характеристик, при цьому сама модель не буде перевантажена даними.

Оскільки запропонований підхід передбачає розбиття значень показника всередині характеристики на однорідні групи, котрі мають найтісніший взаємозв'язок із класами вихідної змінної, результат такого розбиття вхідних факторів на підмножини може слугувати обґрунтованим методом формування нечітких множин лінгвістичної змінної для моделей на нечіткій логіці. Це є суттєвим результатом, адже наразі відбір вхідних змінних до нечітких моделей і початкове встановлення функцій належності їхніх нечітких множин не впорядковані та залежать здебільшого від експертних суджень. Відповідно, надалі це дослідження буде продовжене в напрямі імплементації запропонованого підходу до алгоритмів побудови моделей на нечіткій логіці.

Список використаних джерел

1. Дані фінансової звітності банків України / Нац. банк України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=74208.
2. Камінський А. Б. Нейромережеві технології в управлінні портфелем простроченої заборгованості / А. Б. Камінський, В. О. Сікач // Моделювання та інформаційні системи в економіці. — 2011. — Вип. 84. — С. 5—19.
3. Бюлетень Національного банку України : електр. вид. — 2015. — Берез. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=57446>.
4. Фінансовий результат діяльності банків за підсумками I кварталу 2015 року / Нац. банк України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=16693818&cat_id=55838.
5. Національний банк прийняв рішення відкликати банківську ліцензію та ліквідувати ПАТ “Дельта Банк” / Нац. банк України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=22285248&cat_id=55838.
6. Волик Н. Г. Скоринг як експертний метод оцінювання кредитного ризику комерційного банку при споживчому кредитуванні / Н. Г. Волик // Вісник Запорізького національного університету. Серія : економічні науки. — 2008. — № 1. — С. 40—44.
7. Великоіваненко Г. І. Моделювання внутрішніх кредитних рейтингів позичальників комерційного банку / Г. І. Великоіваненко, Л. О. Трокоз // Економічний аналіз. — 2012. — Вип. 11. — Ч. 1. — С. 313—319.
8. Великоіваненко Г. І. Моделювання кредитоспроможності позичальників комерційного банку / Г. І. Великоіваненко, Л. О. Трокоз // Наукові записки. Серія : економіка. — 2013. — Вип. 22. — С. 137—141.
9. Великоіваненко Г. І. Нейро-нечітка модель оцінювання прострочених позик комерційного банку / Г. І. Великоіваненко, Л. О. Трокоз // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. — 2014. — № 3. — С. 23—66.
10. Камінський А. Б. Експертна модель кредитного скорингу позичальника банку / А. Б. Камінський // Банківська справа. — 2006. — № 1. — С. 75—81.
11. Камінський А. Б. Скорингові технології в кредитному ризик-менеджменті / А. Б. Камінський, К. К. Писанець // Бізнес Інформ. — 2012. — № 4. — С. 197—201.
12. Кишакевич Б. Ю. Моделювання та оптимізація кредитних ризиків банку : монографія / Б. Ю. Кишакевич. — Дрогобич : Коло, 2011. — 411 с.
13. Ковалев М. Методика построения банковской скоринговой модели для оценки кредитоспособности физических лиц / М. Ковалев, В. Корженевская // Вестник Ассоциации белорусских банков. — 2007. — № 46. — С. 16—20.
14. Криклій О. А. Управління кредитним ризиком банку : монографія / О. А. Криклій, Н. Г. Маслак ; ДВНЗ “УАБС НБУ”. — Суми, 2008. — 86 с.
15. Пернарівський О. В. Аналіз, оцінка та способи зниження банківських ризиків / О. В. Пернарівський // Вісник НБУ. — 2004. — № 4. — С. 44—48.

16. Писанець К. К. Економіко-математичне моделювання скорингових систем оцінки позичальників : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.11 / Писанець Костянтин Костянтинович. — К., 2013. — 193 с.

17. Писанець К. К. Проблема вибору моделі кредитного скорингу для оцінки кредитного ризику позичальника у споживчому сегменті / К. К. Писанець // Ефективна економіка. — 2013 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2416>.

18. Черняк О. І. Комплексний підхід до вибіркових досліджень у банківській системі України / О. І. Черняк, А. Б. Камінський // Банківська справа. — 2006. — № 4. — С. 79—84.

19. Allen L. N. Financial survival analysis of defaulted debtors / L. N. Allen, L. C. Rose // Journal of the Operational Research Society. — 2006. — Vol. 57. — P. 630—636.

20. Anderson R. The credit scoring toolkit: theory and practice for retail credit risk management / R. Anderson. — UK : Oxford University Press, 2007. — 731 p.

21. Neural Network Survival Analysis for Personal Loan Data / B. Baensens, T. van Gestel, M. Stepanova and others // Journal of the Operational Research Society. — 2005. — Vol. 59. — P. 1089—1098.

22. Crook J. N. Recent developments in consumer credit risk assessment / J. N. Crook, D. B. Edelman, L. C. Thomas // European Journal of Operational Research. — 2007. — Vol. 183. — P. 1447—1465.

23. Костюченко Н. С. Анализ кредитных рисков / Н. С. Костюченко. — СПб. : ИТД “Скифия”, 2010. — 440 с.

24. Siddiqi N. Credit risk scorecards: developing and implementing intelligent credit scoring / N. Siddiqi. — Hoboken : John Wiley & Sons, 2006. — 196 p.

25. Матвійчук А. В. Аналіз та класифікація кредитних заявок на засадах нечіткого моделювання / А. В. Матвійчук, Г. О. Бесчастна // Моделирование и информационные технологии в исследовании социально-экономических систем: теория и практика : монография / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой. — Бердянск : ФЛП Ткачук А. В., 2014. — С. 383—392.

References

1. National Bank of Ukraine. (n. d.). *Dani finansovoyi zvitnosti bankiv Ukrainy* [Financial statements of banks of Ukraine]. Retrieved from http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/category?cat_id=74208 [in Ukrainian].

2. Kamins'kyj, A. B., & Sikach, V. O. (2011). Nejromerezhevi tekhnolohiyi v upravlinni portfelem prostrochenoyi zaborhovanosti [Neural network technology to manage a portfolio of arrears]. *Modelyuvannya ta informacijni systemy v ekonomici* [Modeling and information systems in the economy], 84, 5-19 [in Ukrainian].

3. Berezen' 2015 roku [March 2015]. (2015, May 8). *Byuleten' Nacional'noho banku Ukrainy (elektronne vydannya)* [Bulletin of the National Bank of Ukraine (electronic edition)]. Retrieved from <http://www.bank.gov.ua/doccatalog/document?id=57446> [in Ukrainian].

4. National Bank of Ukraine. (2015, April 23). *Finansovyy rezul'tat diyal'nosti bankiv za pidsumkamy I kvartalu 2015 roku* [Financial results of banks for the first quarter of 2015]. Retrieved from http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=16693818&cat_id=55838 [in Ukrainian].

5. National Bank of Ukraine. (2015, October 5). *Nacional'nyj bank pryjnyav rishennya vidklykaty bankivsku licenziyu ta likviduvaty PAT “Del'ta Bank”* [National Bank has decided to revoke the banking license and eliminate the JSC “Delta Bank”]. Retrieved from http://www.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=22285248&cat_id=55838 [in Ukrainian].

6. Volyk, N. H. (2008). Skorynh yak ekspertnyj metod ocinyuvannya kredytnoho ryzyku komercijnoho banku pry spozhyvchomu kredytuvanni [Skoring as expert method of valuation of credit risk of commercial by consumption crediting]. *Visnyk Zaporiz'koho nacional'noho universytetu. Ekonomichni nauky* [Journal of Zaporizhzhya National University. Economic Science], 1, 40-44 [in Ukrainian].

7. Velykoivanenko, H. I., & Trokoz, L. O. (2012). Modelyuvannya vnutrishnikh kredytnykh rejtynhivpozychal'nykiv komercijnoho banku [Simulation of internal credit ratings of commercial bank's borrowers]. *Ekonomichnyj analiz* [Economic analysis], 11, 1, 313-319 [in Ukrainian].

8. Velykoivanenko, H. I., & Trokoz, L. O. (2013). Modelyuvannya kredytopromozhnosti pozychal'nykiv komercijnogo banku [Commercial bank's borrowers' creditworthiness modeling]. *Naukovi zapysky Nacional'nogo universytetu "Ostroz'ka akademiya"* [Scientific Proceedings of the National University "Ostroh Academy"], 22, 137-141 [in Ukrainian].
9. Velykoivanenko, H. I., & Trokoz, L. O. (2014). Nejro-nechitka model' ocinyuvannya prostrochenykh pozyk komercijnogo banku [Neuro-Fuzzy Evaluation Model of Overdue Loans of Commercial Banks]. *Nejro-nechitki tekhnolohiyi modelyuvannya v ekonomici* [Neuro-Fuzzy simulation technology in the economy], 3, 23-66 [in Ukrainian].
10. Kamins'kyj, A. B. (2006). Ekspertna model' kredytnoho skorynhu pozychal'nyka banku [Experts credit scoring model for borrowers]. *Bankivs'ka sprava* [Banking], 1, 75-81 [in Ukrainian].
11. Kamins'kyj, A. B., & Pysanecz', K. K. (2012). Skorynhovi tekhnolohiyi v kredytnomu ryzyk-menedzhmenti [Scoring technology in credit risk management]. *Biznes Inform* [Business Inform], 4, 197-201 [in Ukrainian].
12. Kyshakevych, B. Yu. (2011). *Modelyuvannya ta optymizaciya kredytnykh ryzykiv banku* [Modeling and optimization of the bank's credit risk]. Drohobych: Kolo [in Ukrainian].
13. Kovalyov, M., & Korzhenevskaya, V. (2007). Metodika postroeniya bankovskoj skoringovoj modeli dlya ocenki kredytoposobnosti fizicheskikh licz [A method for constructing bank scoring model to assess the creditworthiness of individuals]. *Vestnik Asociacii belorusskikh bankov* [Bulletin of the Association of Belarusian Banks], 46, 16-20 [in Russian].
14. Kryklij, O. A., & Maslak, N. H. (2008). *Upravlinnya kredytnym ryzykom banku* [Bank credit risk management]. Sumy: UABS NBU [in Ukrainian].
15. Pernarivs'kyj, O. V. (2004). Analiz, ocinka ta sposoby znyzhennya bankivskykh ryzykiv [Analysis, assessment and ways to reduce banking risks]. *Visnyk NBU* [Herald of National Bank of Ukraine], 4, 44-48 [in Ukrainian].
16. Pysanecz', K. K. (2013). *Ekonomiko-matematychne modelyuvannya skorynhovykh system ocinky pozychal'nykiv* [Economic-mathematical modeling of borrowers' estimate scoring systems] (Unpublished master's dissertation). Kyiv [in Ukrainian].
17. Pysanecz', K. K. (2013). Problema vyboru modeli kredytnoho skorynhu dlya ocinky kredytnoho ryzyku pozychal'nyka u spozhyvchomu sehmenti [Credit scoring model selection problem for credit risk assessment of borrower in consumer segment]. *Efektivna ekonomika* [Efficient economy], 10. Retrieved from <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2416> [in Ukrainian].
18. Chernyak, O. I., & Kamins'kyj, A. B. (2006). Kompleksnyj pidkhid do vybirkovykh doslidzen' u bankivskij systemi Ukrayiny [An integrated approach to research carried out in the banking system of Ukraine]. *Bankivs'ka sprava* [Banking], 4, 79-84 [in Ukrainian].
19. Allen, L. N., & Rose, L. C. (2006). Financial survival analysis of defaulted debtors. *Journal of the Operational Research Society*, 57, 630-636.
20. Anderson, R. (2007). *The credit scoring toolkit: theory and practice for retail credit risk management*. UK : Oxford University Press.
21. Baensens, B., Van Gestel, T., Stepanova, M., Vanthienen, J., & Van Den Poel, D. (2005). Neural Network Survival Analysis for Personal Loan Data. *Journal of the Operational Research Society*, 56, 1089-1098.
22. Crook, J. N., Edelman, D. B., & Thomas, L. C. (2007). Recent developments in consumer credit risk assessment. *European Journal of the Operational Research*, 183, 1447-1465.
23. Kostyuchenko, N. S. (2010). *Analiz kreditnyh rizikov* [An analysis of credit risks]. St. Petersburg: Skifiya [in Russian].
24. Siddiqi, N. (2006). *Credit risk scorecards: developing and implementing intelligent credit scoring*. Hoboken: John Wiley & Sons.
25. Matvijchuk, A. V., & Beschasna, H. O. (2014). Analiz ta klasyfikaciya kredytnykh zayavok na zasadakh nechitkoho modelyuvannya [Analysis and classification of loan applications based on fuzzy modeling]. In V. S. Pomarenko, & T. S. Klebanova (Eds.). *Modelirovanie i informacionnye tekhnologii v issledovanii social'no-ekonomicheskikh sistem: teoriya i praktika* [Modelling and information technologies in the study of socio-economic systems: theory and practice]. Berdyansk: FLP Tkachuk A. V. [in Ukrainian].