

МОДЕЛІ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ ПОЗИЧАЛЬНИКІВ З ЧАСОВИМ ПАРАМЕТРОМ ДЛЯ СИСТЕМ АПЛІКАЦІЙНОГО КРЕДИТНОГО СКОРИНГУ

ПИСАНЕЦЬ К. К.

УДК 336.77: (336.717-061)

Писанець К. К. Моделі оцінки кредитного ризику позичальників з часовим параметром для систем аплікаційного кредитного скорингу

У статті розглянуто концепцію включення фактора часу до систем аплікаційного кредитного скорингу як ключової характеристики рівня дефолту. На прикладі даних споживчого сегмента кредитного ринку України представлено результати моделювання кредитного ризику потенційних позичальників (аплікантів), використовуючи підходи Каплана – Мейера та Кокса.

Ключові слова: кредитний ризик, скорингова система, ризик-менеджмент, модель, аналіз виживання.

Рис.: 2. **Табл.:** 2. **Формул.:** 5. **Бібл.:** 16.

Писанець Костянтин Костянтинович – аспірант, кафедра економічної кібернетики, Київський національний університет ім. Т. Шевченка (вул. Володимирська, 60, Київ, 01601, Україна)
E-mail: kpyanets@i.ua

УДК 336.77: (336.717-061)

Писанець К. К. Модели оценки кредитного риска заемщиков с временным параметром для систем аппликационного кредитного скоринга

В статье рассмотрена концепция введения фактора времени в модели аппликационного кредитного скоринга как ключевой характеристики уровня дефолта. На примере данных потребительского сегмента кредитного рынка Украины представлены результаты моделирования кредитного риска потенциальных заемщиков (аппlicants), используя подходы Каплана – Мейера и Кокса.

Ключевые слова: кредитный риск, скоринговая система, риск-менеджмент, модель, анализ выживания

Рис.: 2. **Табл.:** 2. **Формул.:** 5. **Библ.:** 16.

Писанец Константин Константинович – аспірант, кафедра економічної кібернетики, Київський національний університет ім. Т. Шевченка (вул. Владимирская, 60, Киев, 01601, Украина)
E-mail: kpyanets@i.ua

UDC 336.77: (336.717-061)

Pisanets K. K. Models of assessment of the credit risk of borrowers with a time parameter for the systems of application credit scoring

The article considers a concept of introduction of the time factor into the models of application credit scoring as a key characteristic of a default level. Using example of data of the consumption segment of the credit market of Ukraine, the article presents results of modelling the credit risk of potential borrowers (applicants), using approaches of Kaplan-Meier and Cox.

Key words: credit risk, scoring system, risk management, model, analysis of survival.

Pic.: 2. **Tabl.:** 2. **Formulae:** 5. **Bibl.:** 16.

Pisanets Konstantin K. – Postgraduate Student, Department of Economic Cybernetics, Kyiv National University named after T. Shevchenko (vul. Volodymyrska, 60, Kyiv, 01601, Ukraine)
E-mail: kpyanets@i.ua

Сьогодні банки в Україні та світі активно впроваджують та розвивають системи кредитного скорингу. Це зумовлено кількома факторами.

Першим фактором є необхідність отримання обґрунтованої оцінки кредитного ризику позичальників. Така оцінка досягається шляхом створення економіко-математичних моделей і переважно використовується у сегменті споживчого кредитування, що зумовлено масовим характером і відносно невисокими сумами кредитів. Головними перевагами таких моделей є висока ефективність та об'єктивність в умовах швидкого прийняття рішень.

На початку XXI ст. спостерігався бум кредитування. У 2007 – 2008 рр. у Польщі, Угорщині, Росії щоквартальне зростання обсягів кредитування домогосподарств становило 20 – 80%. В Україні у вказаний період спостерігався щоквартальний 60 – 120% зростання обсягів споживчих кредитів [13 – 16]. При цьому видача кредитів 2007 – 2008 рр. часто проводилася миттєво, без якісної оцінки ризику неповернення коштів позичальниками, і стала однією з причин фінансової кризи 2008 – 2009 рр.

Другим фактором є конкуренція. Фінансові установи, що займаються кредитуванням, постійно вдоско-

налюють структури кредитного ризик-менеджменту, до складу яких входять скорингові системи. Приклади таких структур розглядалися у роботі А. Камінського, К. Писанця [5]. Основними напрямками розвитку скорингових систем є пошук нових факторів впливу, розробка та використання новітніх моделей оцінки кредитного ризику позичальників, методів їх реалізації. Оскільки конкуренція на ринку споживчого кредитування жорстка, то установа з кращою системою кредитного ризик-менеджменту отримує значні конкурентні переваги.

Питання розвитку кредитного скорингу добре представлені у науковій літературі. Існує велика кількість праць вітчизняних і зарубіжних вчених, присвячених оцінці кредитних ризиків, зокрема системам кредитного скорингу. В Україні – це А. Б. Камінський [3], В. В. Вітлінський [1], О. А. Криклій [6], Н. Г. Волик [2]. Із закордонних робіт варто виділити В. Малюгіна [7], Л. Томаса [12], Р. Андерсона [8], Баесенса, Ван Гестеля та М. Степанову [9].

У наведених роботах досліджуються найрізноманітніші аспекти проблеми оцінки кредитного ризику позичальників: рівень суб'єктивності моделей оцінки (від експертних до повністю автоматизованих), підходи до моделювання (параметричні та непараметричні), ви-

користання сучасних методів оцінки (нейронних мереж, генетичних алгоритмів), використання часового параметра у скорингових моделях (аналіз виживання) тощо.

На нашу думку, проблема включення часового параметра до моделей кредитного скорингу є недостатньо вивченою. Це зумовлює необхідність дослідження підходів до моделювання кредитного ризику позичальників у динаміці. Таким чином, метою даної статті є побудова моделей оцінки кредитного ризику позичальників з часовим параметром для систем аплікаційного скорингу. Завданнями роботи є визначення факторів впливу на рівень кредитного ризику, реалізація моделей Каплана – Мейера та Кокса для українського ринку, аналіз і порівняння результатів.

Серед відомих методів реалізації скорингових систем виділяють наївний байесівський метод, множинну лінійну регресію, лінійний ймовірнісний метод, логістичну регресію, методи кластерного аналізу, дерева рішень, нейронні мережі, *k*-найближчих сусідів, генетичні алгоритми, методи лінійної оптимізації. Залежною змінною у моделях переважно є «рівень дефолту», представлений бінарною змінною (рівна 1 або 0), або скорингове значення, де залежна змінна визначається за визначений проміжок часу, наприклад 2 роки.

Проте, такий підхід не повною мірою відображає процес повернення коштів за виданими кредитами, оскільки не враховує факт ануїтетних платежів.

Одним із перших авторів, хто обґрунтував необхідність введення часового параметра до моделей кредитного скорингу, був Нарейн [11]. Він проаналізував вибірку з 1242 заявників, що отримали 24-місячний кредит між 1986 – 1988 рр., використавши аналіз виживання. Аналіз проведено за допомогою методу Каплана – Мейера, використовуючи експоненційну регресійну модель.

Банасік, Крук і Томас [10] побудували кілька моделей для прогнозування часу, коли позичальники отримають статус «дефолт» або коли виплатять позику достроково: непараметричну модель пропорційного ризику з експоненційно розподіленою та з розподілом Вейбула базовою функцією ризику, а також модель простої лінійної регресії. Для дослідження було використано 50 000 позик у Великобританії, що були видані між 1994 і 1997 рр.

Міжнародна група вчених (Баесенс, Ван Гестель, М. Степанова, Ван Ден Поель та Вансієнен) у праці [9] запропонувала підхід до реалізації аналізу виживання, використовуючи нейронні мережі. На основі 15 000 спостережень позичальників з Великої Британії вони створили нейромережеву модель оцінки часу «дефолту» позичальників, а також часу дострокового погашення позики, і порівняли її з моделлю пропорційного ризику.

М. Степанова та Л. Томас у роботі [12] демонструють модель пропорційного ризику на основі 50 000 спостережень (споживчих кредитів) з історією платежів до 36 місяців, порівнюючи її з моделлю лінійної регресії.

У роботі А. Камінського та К. Писанця доведено значимість впливу часового параметра на рівень повернення простроченої заборгованості [4] і запропоновано модель оцінки із залежними від часу коефіцієнтами.

Таким чином, на сьогодні двома найбільш поширеними підходами до моделювання часу настання кредитної події є моделі, засновані на формулах Каплана – Мейера та моделі пропорційного ризику, засновані на підході Кокса.

Спочатку розглянемо модель кредитного скорингу на основі формул Каплана – Мейера. Сутність даної моделі полягає в тому, щоб розрахувати множину функцій ризику, кожна з яких характеризує ризик настання кредитної події для спостережень окремого сегмента. Сегменти визначаються за допомогою оцінки показника інформаційної значущості. Таким чином, ризик для окремо взятого позичальника є статистично розрахованою кривою, що відповідає його сегменту, визначеному на основі характеристик позичальника. Модель має вигляд:

$$h_i(t) = h(t, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), \quad (1)$$

де $h_i(t)$ – ризик настання кредитної події для апліканта i ;
 t – час, $t = 0, s$;

x_{ij} – значення j -тої характеристики (атрибута) для апліканта i , $j = 1, n$;

$h(t, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ – апіорна функція ризику, де $i_1\{k_1\}, i_2\{k_2\}, \dots, i_n\{k_n\}$, що розраховується для усієї множини атрибутів характеристик позичальників $\{i_1\{k_1\}, i_2\{k_2\}, \dots, i_n\{k_n\}\}$ за методом Каплана – Мейера:

$$h(t, x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn}) = 1 - S(t, x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn}) = \prod_{m=1}^s \left(1 - \frac{d_m(x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn})}{r_m(x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn})} \right), \quad (2)$$

$$t_{(s)} \leq t < t_{(s+1)},$$

де $d_m(x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn})$ – кількість подій, що сталися у кожен з моментів часу t_j для кожної множини значень $(x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn})$,

$l_m(x_{k_11}, x_{k_22}, \dots, x_{k_nn})$ – кількість цензурованих спостережень до часу $t_{(j)}$;

$$r_j = n - (d_1(x_{k_11}, \dots, x_{k_nn}) + \dots + d_{j-1}(x_{k_11}, \dots, x_{k_nn})) - (l_1(x_{k_11}, \dots, x_{k_nn}) + \dots + l_j(x_{k_11}, \dots, x_{k_nn})), \quad j \geq 2$$

для $j \geq 2$.

Основним недоліком даного підходу є вимога до значимої кількості даних для кожної підмножини множини $\{i_1\{k_1\}, i_2\{k_2\}, \dots, i_n\{k_n\}\}$, а основною перевагою – швидкість розрахунків та простота інтерпретації.

Розглянемо модель Кокса у загальному вигляді, що є найбільш поширеним методом реалізації кредитного скорингу з часовим параметром.

Нехай незалежні змінні мають мультиплікативний ефект на ризик у рамках моделі пропорційного ризику. Модель пропорційного ризику – це модель виду:

$$\lambda(t, x_i) = \lambda_0(t) \exp(\beta^T x_i), \quad (3)$$

де β^T – вектор невідомих параметрів;

x_i – множина значень залежних змінних заявника $i = 1, n$;

$\lambda_0(t)$ – початкова функція ризику;

t – час.

Початкова функція ризику може бути інтерпретована як оцінка ризику за умови, що усі незалежні харак-

теристики приймають значення 0. Її часто моделюють за допомогою статистичного розподілу, зокрема експоненційного, Вейбула тощо. Особливістю моделі Кокса є те, що відношення ризику двох клієнтів не залежить від початкового рівня ризику. Розглянемо відношення функцій ризику двох позичальника з характеристиками x_1 та x_2 :

$$\frac{\lambda(t, x_1)}{\lambda(t, x_2)} = \frac{\exp(\beta^T x_1)}{\exp(\beta^T x_2)}. \quad (4)$$

Воно не залежить від часового параметра t , тому модель (3) має назву модель пропорційного ризику Кокса.

Якщо в моделі на основі формул Каплана – Мейєра оцінка параметрів реалізується за допомогою прямих математичних розрахунків апріорних показників, то модель Кокса є більш складною для реалізації і вимагає наявності спеціалізованих програм, наприклад, Statistica або SPSS.

Побудуємо обидві моделі: першу модель оцінки ризику дефолту на основі формул Каплана – Мейєра (2), а другу – на основі пропорційної моделі Кокса (3) для українського ринку споживчого кредитування та проаналізуємо результати. Для проведення оцінки нами було використано 16 000 кредитів споживчого сегмента українського кредитного ринку, виданих у 2010 р. з дворічною історією платежів.

Для початку визначимо фактори, що впливають на рівень кредитного ризику на основі показника «інформаційної значущості». Після виключення корельованих і подібних за економічною сутністю факторів

(наприклад, вибір або регіону або області реєстрації позичальника за вищим інформаційним значенням), ми отримали 19 факторів, серед яких 3 фактори мають по 2 атрибути, 12 факторів мають по 3 атрибути та 4 фактори мають по 4 атрибути. Таким чином, множина усіх можливих комбінацій атрибутів становить $2^3 \cdot 3^{12} \cdot 4^4 = 1\,088\,391\,168$. Фактори та їх атрибути наведено в *табл. 1*.

У *табл. 1* атрибут з нижчим значенням має нижчий рівень кредитного ризику, а з більшим – відповідно вищий. Навіть, якщо технічно можливо написати програму, що побудує велику кількість кривих виживання методом Каплана – Мейєра та згрупує їх за подібністю функцій виживання, то необхідну кількість спостережень для реалізації моделі зібрати можливості немає.

Для вирішення даної проблеми впорядкуємо множину комбінацій атрибутів за рівнем ризику та виділимо «граничні елементи». Наприклад, якщо значення усіх атрибутів рівні 1, то ми відносимо їх до 1 групи. Якщо хоча б один атрибут має значення 2, то відноситься до 2 групи. Таким чином, ми присвоюємо кожному позичальнику скоринговий бал, що визначає рівень його ризику, представлений відповідним сегментом. Критичні значення атрибутів за сегментами наведені в *табл. 2*.

Таким чином, загальна модель оцінки ризику події дефолт:

$$h(t, a_1, a_2, \dots, a_n) = (g_i(t) | \sum a_1, a_2, \dots, a_n \leq b_i). \quad (5)$$

Криві функції $g_i(t)$, розраховані для заданих комбінацій граничних факторів, зображено на *рис. 1*.

Таблиця 1

Фактори для побудови моделі оцінки кредитного ризику

Змінна	Фактор	Інформаційна значущість	Атрибут № 1	Атрибут № 2	Атрибут № 3	Атрибут № 4
x1	Вік клієнта на дату видачі	0,140	1	2	3	4
x2	Відділення	0,137	1	2	3	На
x3	Робочий стаж	0,104	1	2	На	
x4	Строк кредиту	0,096	1	2	3	
x5	Кількість запитів до БКІ	0,085	1	2	3	
x6	Сімейний стан	0,073	1	2	3	
x7	Область проживання	0,069	1	2	3	
x8	Професія позичальника	0,053	1	2	На	
x9	Заявка агента?	0,051	1	2		
x10	Посада	0,042	1	2	На	
x11	Строк реєстрації	0,041	1	2	3	4
x12	Контактна особа	0,036	1	2	3	
x13	Кількість працівників у компанії роботодавця	0,035	1	2	На	
x14	Ціль кредиту	0,033	1	2	На	
x15	Кількість кредитів	0,031	1	2	3	
x16	Умови проживання	0,027	1	2	3	
x17	Стать	0,025	1	2		
x18	Продукт	0,022	1	2	3	На
x19	Контактний телефон	0,020	1	2		

Критичні значення атрибутів для факторів динамічної скорингової моделі методом Каплана – Мейєра

Група	Комбінація граничних факторів	Кількість спостережень
Сегмент 1	11111111111111111111	779
Сегмент 2	222222222222222222	5 230
Сегмент 3	Знана3333на2на3Знана332на2	3 714
Сегмент 4	332333222332233232	4 797
Сегмент 5	432333222432233232	1 480

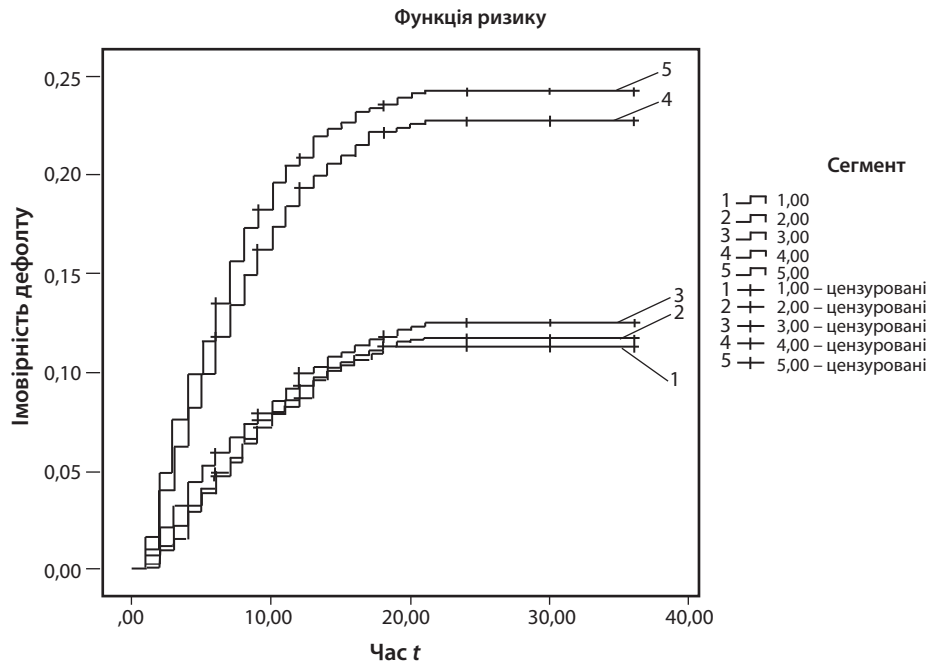


Рис. 1. Функція ризику за методом Каплана – Мейєра

Створення динамічної моделі кредитного скорингу методом Каплана – Мейєра дозволяє отримати оцінку ризику настання дефолту залежно від характеристик позичальників. Її перевагою є простота розрахунків і моделювання, можливість швидкого оновлення. Головним недоліком є неможливість врахування впливу окремої характеристики якщо таких характеристик велика кількість.

Побудуємо модель оцінки кредитного ризику, використовуючи модель Кокса. Для оцінки було використано програмний пакет SPSS. Оцінена модель має вигляд:

$$\lambda(t, x_i) = \lambda_0(t) \cdot \exp(0,177x_1 + 0,29x_2 + 0,29x_3 + 0,3x_4 + 0,25x_5 + 0,19x_6 + 0,12x_7 + 0,21x_{10} + 0,07x_{11} + 0,17x_{12} + 0,22x_{13} + 0,22x_{14} + 0,1x_{14} + 0,29x_{17} + 0,32x_{19}).$$

Базова функція ризику $\lambda_0(t)$ представлена на рис. 2. Перевагою моделі Кокса є можливість включення значної кількості параметрів, недоліком – припущення про однаковість розподілу ризику настання дефолту у часі.



Рис. 2. Базова функція ризику у моделі Кокса

Включення часового параметра зумовлює ряд переваг у системах кредитного скорингу та системах кредитного ризик-менеджменту, а саме:

- 1) підвищення точності оцінки ризику позичальників;
- 2) врахування фактора дисконтування при оцінці грошового потоку;
- 3) можливість включення додаткових факторів, що залежать від часу, наприклад, поведінкових або макроекономічних;

4) гнучкість системи ризик-менеджменту (можливість варіювати термін та суму кредитування);

Таким чином, на сьогодні проблема вдосконалення моделей оцінки позичальників є надзвичайно актуальною, що зумовлено двома факторами: необхідністю якісної оцінки ризику та конкуренцією. Одним із головних питань у кредитному скорингу є включення часового параметра, для чого найчастіше використовують підходи Каплана – Мейера та Кокса. У роботі було визначено фактори, що впливають на рівень кредитного ризику в сегменті споживчого кредитування українського кредитного ринку, запропоновано підхід до зменшення параметрів у моделі Каплана – Мейера та реалізовано дві моделі на основі підходів Каплана – Мейера та Кокса. Перша має такі переваги, як простота реалізації, прозорість, зрозумілість. Модель Кокса дозволяє врахувати велику кількість факторів, проте містить припущення про однаковий розподіл кредитного ризику в часі для усіх позичальників.

Отримані результати зумовляють доцільність подальшого дослідження, зокрема розробку моделі кредитного ризик-медежменту, використовуючи скорингові системи з часовим параметром. ■

ЛІТЕРАТУРА

1. **Вітлінський В. В.** Кредитний ризик комерційного банку [Текст] : навч. посіб. / В. В. Вітлінський, О. В. Пернарівський, Я. С. Наконечний, Г. І. Великоіваненко. – К. : Т-во «Знання», КОО, 2000. – 251 с.
2. **Волик Н. Г.** Скоринг як експертний метод оцінювання кредитного ризику комерційного банку при споживчому кредитуванні / Н. Г. Волик // Вісник Запорізького національного університету. – Сер. : Економічні науки. – Запоріжжя : Вид-во ЗНУ, 2008. – № 1. – С. 40 – 44.
3. **Камінський А. Б.** Скорингові технології в кредитному ризик-менеджменті / А. Б. Камінський, К. К. Писанець // Бізнес Інформ. – 2012. – № 4. – С. 197 – 201.
4. **Камінський А. Б.** Модель кредитного скорингу, заснована на концепції виживання / А. Б. Камінський, К. К. Писанець // Формування ринкової економіки в Україні. – 2012. Вип. 27. – С. 136 – 142.
5. **Камінський А. Б.** Структура та інструментарій ризик-менеджменту у споживчому кредитуванні / А. Б. Камінський, К. К. Писанець // Теоретичні та прикладні питання економіки : збірник наукових праць. Випуск 27, том 2 (за заг. ред. проф. Єханурова Ю. І., Шегди А. В.) – К. : Виданвничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2012. – С. 169 – 175.
6. **Криклій О. А.** Управління кредитним ризиком банку: монографія / О. А. Криклій, Н. Г. Маслак. – Суми : ДВНЗ «УАБС НБУ», 2008. – 86 с.
7. **Малюгин В. И.** Об эффективности статистических алгоритмов кредитного скоринга / В.И. Малюгин, Н. В. Гринь // Банковский Вестник. – 2010. – № 4. – С. 39 – 46.
8. **Anderson, R. A.,** 2007. *The Credit Scoring Toolkit: Theory and Practice for Retail Credit Risk Management*, Oxford University Press: UK.
9. **Baesens B., Van Gestel T., Stepanova M., Van den Poel D., Vanthienen J.** (2005). *Neural network survival analysis for personal loan data*. Journal of the Operational Research Society 56, 1089-1098.

10. **Banasik J., Crook JN and Thomas LC** (1999). *Not if but when will borrowers default*. J Opl Res Soc 50: 1185 – 1190.
11. **Narain B.** (1992). *Survival analysis and the credit granting decision*. In: Thomas LC, Crook JN, and Edelman DB (eds). *Credit Scoring and Credit Control*. Oxford University Press: pp. 109 – 121.
12. **Stepanova M., Thomas L.** (2002). *Survival Analysis Methods for Personal Loan Data*. J Opl Res Soc. vol. 50, no. 2, pp. 277 – 289.
13. <http://www.bank.gov.ua/Statist/sfs.htm>
14. http://english.mnb.hu/engine.aspx?page=mnben_statisztikai_idosorok
15. <http://www.cbr.ru/statistics/?Prtid=pdko>
16. http://www.stat.gov.pl/gus/5840_2919_eng_html.htm

REFERENCES

- http://www.stat.gov.pl/gus/5840_2919_eng_html.htm
- Anderson, R. A. *The Credit Scoring Toolkit: Theory and Practice for Retail Credit Risk Management*. UK: Oxford University Press, 2007.
- Baesens B., Van Gestel T., Stepanova M., Van den Poel D., Vanthienen J. (2005). *Neural network survival analysis for personal loan data*. Journal of the Operational Research Society 56, 1089-1098.
- Banasik J, Crook JN and Thomas LC (1999). *Not if but when will borrowers default*. J Opl Res Soc 50: 1185-1190.
- Kaminskyi, A. B., and Pysanets, K. K. "Struktura ta instrumentarii ryzyk-menedzhmentu u spozhyvchomu kredyтуванні" [Structure and tools of risk management in consumer lending]. *Teoretychni ta prykladni pytannia ekonomiky*, vol. 2, no. 27 (2012): 169-175.
- Kryklii, O. A., and Maslak, N. H. *Upravlinnia kredytnym ryzikom banku* [The credit risk of the bank]. Sumy: UABS NBU, 2008.
- Kaminskyi, A. B., and Pysanets, K. K. "Ckorynhovi tekhnolohii v kredytnomu ryzyk-menedzhmentі" [Ckorynhovi technology in credit risk management]. *Biznes Inform*, no. 4 (2012): 197-201.
- Kaminskyi, A. B., and Pysanets, K. K. "Model kredytnoho skorynhu zasnovana na kontseptsii vyzhyvannia" [Credit scoring model based on the concept of survival]. *Formuvannia rynkovoї ekonomiky v Ukraini*, no. 27 (2012): 136-142.
- Maliugin, V. I., and Grin, N. V. "Ob effektivnosti statisticheskikh algoritmov kreditnogo skoringa" [On the efficiency of statistical algorithms for credit scoring]. *Bankovskiy Vestnik*, no. 4 (2010): 39-46.
- Narain B. (1992). *Survival analysis and the credit granting decision*. In: Thomas LC, Crook JN, and Edelman DB (eds). *Credit Scoring and Credit Control*. Oxford University Press: 109-121.
- <http://www.cbr.ru/statistics/?Prtid=pdko>
- Stepanova M., Thomas L. (2002). *Survival Analysis Methods for Personal Loan Data*. J Opl Res Soc. vol. 50, no. 2, 277-289.
- <http://www.bank.gov.ua/Statist/sfs.htm>
- Volyk, N. H. "Skorynh iak ekspertnyi metod otsiniuvannia kredytnoho ryziku komertsiihoho banku pry spozhyvchomu kredyтуванні" [Scoring as expert evaluation method of credit risk of commercial banks in consumer lending]. *Visnyk ZNU*, no. 1 (2008): 40-44.
- Vitlinskyi, V. V., Pernarivskiyi, O. V., and Nakonechnyi, Ya. S. *Kredytnyi ryzik komertsiihoho banku* [The credit risk of commercial banks]. Kyiv: Znannia; KOO, 2000.
- http://english.mnb.hu/engine.aspx?page=mnben_statisztikai_idosorok