

## РОЗРАХУНОК КРЕДИТНОГО ЛІМІТУ ДЛЯ ФІЗИЧНОЇ ОСОБИ-ПОЗИЧАЛЬНИКА НА ПІДСТАВІ ЛОГІТ-МОДЕЛІ

КОВПАК Е. О., ТУМАНОВА Ю. Г.

УДК 330.43

**Ковпак Е. О., Туманова Ю. Г. Розрахунок кредитного ліміту для фізичної особи-позичальника на підставі логіт-моделі**

Метою статті є розробка алгоритму оцінки кредитною установою величини кредитного ліміту для фізичної особи-позичальника із урахуванням її соціально-демографічних характеристик за допомогою інструментарію логістичної регресії. Удосконалення процедури оцінки платоспроможності фізичної особи-позичальника полягає в інтеграції емпіричного підходу до визначення платоспроможності (на основі співвідношення офіційних доходів та витрат фізичної особи) з економіко-математичними методами, що дозволяють враховувати наявні ретроспективні дані фінансової установи про позичальників та виявляти статистично значущі закономірності. Ключову роль в алгоритмі оцінки кредитного ліміту займає розробка логіт-моделі для класифікації позичальників на класи «надійних» і «ненадійних», від класифікаційної сили якої буде значною мірою залежати прогнозна якість визначення суми кредитного ліміту. У роботі показано приклад застосування для кредитного скорингу логіт-моделі, що включає кількісні та якісні змінні, за допомогою яких описано соціально-демографічні характеристики позичальників. Проілюстровано порядок використання запропонованого алгоритму на підставі такої логіт-моделі.

**Ключові слова:** кредитний ліміт, логістична регресія, кредитний скоринг, оцінка платоспроможності, фіктивні змінні.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 3. **Формул:** 9. **Бібл.:** 8.

**Ковпак Ельвіра Олександрівна** – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

**E-mail:** elvira.kovpak@karazin.ua

**Туманова Юлія Геннадіївна** – студентка, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна (пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна)

**E-mail:** tumanovagen@gail.com

УДК 330.43

**Ковпак Э. А., Туманова Ю. Г. Расчет кредитного лимита для физического лица-заемщика на основании логит-модели**

Целью исследования является разработка алгоритма оценки кредитным учреждением величины кредитного лимита для физического лица-заемщика с учетом его социально-демографических характеристик с помощью инструментария логистической регрессии. Совершенствование процедуры оценки платежеспособности физического лица-заемщика состоит в интеграции эмпирического подхода к определению платежеспособности (на основе соотношения официальных доходов и расходов физического лица) с экономико-математическими методами, позволяющими учитывать имеющиеся ретроспективные данные финансового учреждения о заемщиках и выявлять статистически значимые закономерности. Ключевую роль в алгоритме оценки кредитного лимита занимает разработка логит-модели для классификации заемщиков на классы «надежных» и «ненадежных», от классификационной силы которой будет в значительной степени зависеть прогнозное качество определения суммы кредитного лимита. В работе показан пример применения для кредитного скоринга логит-модели, включающей количественные и качественные переменные, с помощью которых описаны социально-демографические характеристики заемщиков. Проиллюстрирован порядок использования предложенного алгоритма на основании такой логит-модели.

**Ключевые слова:** кредитный лимит, логистическая регрессия, кредитный скоринг, оценка платежеспособности, фиктивные переменные.

**Рис.:** 1. **Табл.:** 3. **Формул:** 9. **Библ.:** 8.

**Ковпак Эльвира Александровна** – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономической кибернетики и прикладной экономики, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина (пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина)

**E-mail:** elvira.kovpak@karazin.ua

**Туманова Юлия Геннадьевна** – студентка, Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина (пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина)

**E-mail:** tumanovagen@gail.com

UDC 330.43

**Kovpak E. O., Tumanova Yu. H. Calculating the Credit Limit for Individual Borrower on the Basis of Logit-Model**

The research is aimed at developing an algorithm for valuation by credit institution of the credit limit for a natural person-borrower, with regard to his socio-demographic characteristics, using the logistic regression tools. The improvement of the procedure for valuation of the solvency of an individual borrower is to integrate an empirical approach to the definition of solvency (based on the ratio of official income and expenditure of an individual) with the economic and mathematical methods, allowing to consider the available retrospective data of the financial institution about borrowers and to identify statistically significant regularities. The key role in the algorithm of estimation of credit limit is occupied by development of the logit-model for classification of borrowers for classes of «reliable» and «unreliable», the classification force of which will be to a large extent determinative as to the predictive quality of defining the amount of the credit limit. The publication presents an example of application of the logit-model for credit scoring, including quantitative and qualitative variables, with the help of which the socio-demographic characteristics of borrowers are described. The procedure of using the proposed algorithm is illustrated on the basis of such logit-model.

**Keywords:** credit limit, logistic regression, credit scoring, solvency estimation, fictitious variables.

**Fig.:** 1. **Tbl.:** 3. **Formulae:** 9. **Bibl.:** 8.

**Kovpak Elvira O.** – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and Applied Economics, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

**E-mail:** elvira.kovpak@karazin.ua

**Tumanova Yuliia H.** – Student, V. N. Karazin Kharkiv National University (4 Svobody Square, Kharkiv, 61022, Ukraine)

**E-mail:** tumanovagen@gail.com

Визначення максимальної суми кредиту є одним з головних питань кредитного процесу. Кожна фінансова установа прагне визначати не лише платоспроможність майбутнього позичальника, а й максимально можливу «безпечну» суму кредиту, яка

буде відповідати індивідуальним можливостям потенційного клієнта.

Загальноприйнятий підхід до вирішення цього завдання на поточний момент не вироблено. Фінансові установи розраховують максимальну суму кре-

диту на підставі фінансових даних позичальника та його кредитної історії – чим краще фінансовий стан і платіжна дисципліна будь-якого позичальника, тим більшу суму кредиту він може отримати [1]. Суттєвий мінус такого підходу – ігнорування соціально-демографічних характеристик клієнта, однобічність розрахунку кредитного ліміту.

Основні емпіричні підходи до визначення кредитного ліміту для фізичної особи-позичальника такі:

Кредитний ліміт розраховують виходячи з того, що сума погашення за період має становити не більше, ніж встановлена частка (найчастіше, це 1/2, 1/3 або 1/5) від величини доходу позичальника за цей період. Максимальний щомісячний платіж розраховується як добуток максимального щомісячного доходу та коефіцієнта платоспроможності [3].

Кредитний ліміт розраховують виходячи з того, що чисті щомісячні доходи клієнта (доходи, скориговані на суму постійних витрат) повинні перевищувати платіж за кредитом більше, ніж у 2 рази [2].

**О**гляд останніх досліджень [4–6] ілюструє популярність методу визначення максимальної суми кредиту на основі розрахунку платоспроможності позичальника. У [6] платоспроможність позичальника визначається як добуток щомісячного доходу та максимально допустимого банком відношення платежу по кредиту до доходу клієнта. У роботі [5] запропоновано алгоритм визначення максимальної суми кредиту з урахуванням вартості зміни грошей у часі, а також розглянуто проблему «платіжного шоку» – нерівномірного розподілу платіжного тягаря на позичальника, методи його «пом'якшення» та розрахунок максимальної суми кредиту з урахуванням даних обмежень. У роботі [7] кредитний ліміт складає мінімум із показників фінансового стану клієнта, суми ліквідного забезпечення за кредитом, можливості обслуговування кредиту та ліміту по кредиту в рамках конкретного кредитного продукту.

Метою статті є розробка алгоритму оцінки кредитною установою величини кредитного ліміту для фізичної особи-позичальника із урахуванням її соціально-демографічних характеристик за допомогою інструментарію логістичної регресії.

Бінарна логістична регресія використовується для кредитного скорингу, щоб комерційний банк мав можливість відносити клієнта банку до одного з двох класів:

- 1) клієнт не допускає прострочування при виплаті кредиту (клас «надійних» клієнтів);
- 2) клієнт допускає прострочування при виплаті кредиту (клас «ненадійних» клієнтів).

Логіт-модель описує імовірність появи прострочення  $i$ -го клієнта  $P_i$ :

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-y_i}}, \quad (1)$$

$$де \quad y_i = a + a_1x_{i1} + a_2x_{i2} + \dots + a_nx_{in}; \quad (2)$$

$x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}$  – незалежні змінні, тобто кількісні та якісні соціально-демографічні характеристики  $i$ -го клієнта банку;

$a_1, a_2, \dots, a_n$  – параметри логіт-моделі, що можуть бути оцінені методом максимальної правдоподібності.

**А**ля практичного використання логістичної регресії необхідно визначити поріг відсічення (*cut-off value*) – порогове значення вірогідності  $P$ , за яким вся множина потенційних позичальників ділиться на два класи: «надійних» і «ненадійних» клієнтів банку. Визначення порогу відсічення залежить від кредитної політики банку.[8]

Пропонуємо такий алгоритм розрахунку величини кредитного ліміту для конкретного позичальника:

*1 крок.* Вибрати специфікацію та оцінку параметрів моделі логістичної регресії, яку комерційний банк може використовувати для кредитного скорингу, в якій одним із факторних змінних має бути змінна «сума кредиту».

*2 крок.* Отримати рівняння, де прирівняти до обраного порогу відсічення  $M$  оцінену логіт-модель. Для кожного позичальника в цьому рівнянні залишити факторну змінну  $x_n$  «сума кредиту» невідомою змінною, а всі інші факторні змінні – відомими, що відповідають його індивідуальним соціально-демографічним характеристикам:

$$\frac{1}{1 + e^{-(K_i + x_{in} \cdot a_n)}} = M, \quad (3)$$

де  $x_{in}$  – максимально «безпечна» сума кредитного ліміту для  $i$ -го позичальника;

$K_i = Y_i - x_{in} \cdot a_n$  – це різниця між рівнянням регресії  $Y_p$  параметри якого оцінено в рамках логіт-моделі, та добутку фактора «сума кредиту» з оціненим параметром  $a_n$  у рівнянні  $Y_p$ ;

$M$  – числове значення порогу відсічення в логіт-моделі (1).

*3 крок.* Максимально «безпечна» сума кредиту для  $i$ -го клієнта банку буде визначатися за формулою:

$$x_{in} = \frac{\ln \left( \frac{1}{\frac{1}{M} - 1} \right) - K_i}{a_n}. \quad (4)$$

Найдена за формулою (4) величина  $x_{in}$  покаже максимально можливу суму кредиту, при збільшенні якої  $i$ -й позичальник перейде з класу благонадійних клієнтів банку до класу «ненадійних» (відбудеться перетин знайденого оптимального порогу відсічення).

Рішення задачі (4) може мати негативне значення для  $i$ -го позичальника, що має розцінюватись як відмова від кредитування  $i$ -го позичальника, тобто

максимальна «безпечна» сума кредиту для нього дорівнює 0 грн.

4 крок. Розрахувати очікуваний щомісячний платіж  $i$ -го позичальника для розрахункової величини кредитного ліміту ( $u_i$ ) відповідно до умов кредитування, що розглядаються для позичальника.

5 крок. Розрахувати максимальну суму щомісячного платежу ( $u_{i\max}$ )  $i$ -го позичальника залежно від його щомісячного доходу ( $revenue_i$ ):

$$u_{i\max} = revenue_i \cdot k, \quad (5)$$

де  $k$  – коефіцієнт платоспроможності, який визначається як максимальна частка доходів, яку клієнт може витратити на погашення зобов'язань перед банком. Розмір коефіцієнта платоспроможності визначає банк на основі власної статистики та накопиченого досвіду.

6 крок. Зіставити розрахункові величини платежів за період і скоригувати умови кредитування. Якщо  $u_i < u_{i\max}$ , то як максимальну суму кредиту банк може обирати суму, розраховану за формулою (4), бо в розглянутого позичальника буде достатньо вільних коштів, щоб погасити заборгованість перед банком. В іншому випадку, коли  $u_{i\max} < u_i$ , банк може обирати декілька стратегій мінімізації ризиків невиконання зобов'язань позичальником:

- ✦ збільшити строк кредиту до значення

$$n_{\max} = \frac{x_n}{u_{\max}}. \quad (6)$$

У результаті даних дій щомісячне платіжне навантаження на позичальника послабиться;

$$x_{\text{тип прод}_i} (2) = \begin{cases} 1, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 2} \\ 0, \text{ якщо Тип продукту} \neq \text{Споживчий кредит, тип 2} \end{cases};$$

$$x_{\text{тип прод}_i} (3) = \begin{cases} 1, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 3} \\ 0, \text{ якщо Тип продукту} \neq \text{Споживчий кредит, тип 3} \end{cases};$$

$$x_{\text{тип прод}_i} (4) = \begin{cases} 1, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 4} \\ 0, \text{ якщо Тип продукту} \neq \text{Споживчий кредит, тип 4} \end{cases};$$

$$x_{\text{тип прод}_i} (5) = \begin{cases} 1, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 5} \\ 0, \text{ якщо Тип продукту} \neq \text{Споживчий кредит, тип 5} \end{cases};$$

$$x_{\text{тип прод}_i} (6) = \begin{cases} 1, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 6} \\ 0, \text{ якщо Тип продукту} \neq \text{Споживчий кредит, тип 6} \end{cases};$$

За тим самим принципом було визначено фіктивні змінні, які дають можливість описати: регіон проживання клієнта –  $x_{\text{регіон}_i} (2), \dots, x_{\text{регіон}_i} (19)$ ; стать клієнта –  $x_{\text{стать}_i}$ ; сімейний стан –  $x_{\text{сімейний стан}_i} (2), \dots, x_{\text{сімейний стан}_i} (6)$ ; місце реєстрації –  $x_{\text{місце реєстрації}_i} (2)$ ; наявність автомобіля –  $x_{\text{автомобіль}_i}$ ; приналежність особи до клієнтів банку –  $x_{\text{існуючий, клієнт банку}_i}$ ; наявність прострочень у кредитній історії –  $x_{\text{прострочень у минулому}_i}$ ; коректність вказаних доходів –

- ✦ обмежити суму кредиту до значення

$$x_{\max} = u_{\max} \cdot n; \quad (7)$$

- ✦ поєднати обидва методи – одночасно збільшити строк кредиту і обмежити ліміт кредиту.

Розглянемо застосування описаного алгоритму для оцінки максимально можливої суми кредиту для позичальників комерційного банку на підставі побудованої авторами конкретної логіт-моделі для кредитного скорингу. Відбір незалежних змінних, визначення специфікації моделі та оцінка її параметрів реалізовувалися в статистичному середовищі R. На підставі бази даних клієнтів банку розміром 4176 спостережень для шести різних типів банківських кредитних продуктів було побудовано логіт-модель.

Якісні (категоріальні) фактори в моделі було описано за допомогою інструментарію фіктивних змінних: тип продукту, регіон проживання, стать, сімейний стан, місце реєстрації, наявність автомобіля у власності, приналежність особи до числа клієнтів банку, наявність картки, наявність прострочень у кредитній історії, коректність вказаних доходів, наявність негативної інформації зі служби безпеки. Кожну із якісних змінних  $x_p$ , що приймає  $k$  варіантів значень, можна описати за допомогою  $(k-1)$  фіктивної змінної. Тобто, якщо клієнт банку обрав певний тип кредитного продукту, то для опису приналежності кредитного продукту до одного з шести типів треба ввести п'ять фіктивних змінних за схемою:

$x_{\text{коректність вказаних доходів}_i}$ ; наявність карткового рахунку –  $x_{\text{наявність картки}_i}$ ; наявність негативної інформації зі служби безпеки –  $x_{\text{негативна інформація із СБ}_i}$

Отримана логіт-модель, за допомогою якої можна прогнозувати імовірність  $P_i$  появи прострочення для  $i$ -го клієнта:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{-Y_i}}, \quad (8)$$

де  $Y_i = -1,0214 + a_1 x_{\text{тип прод. } i} (2) + a_1 x_{\text{тип прод. } i} (3) + a_1 x_{\text{тип прод. } i} (4) + a_1 x_{\text{тип прод. } i} (5) + a_1 x_{\text{тип прод. } i} (6) + a_2 x_{\text{регіон } i} (2) + \dots + a_2 x_{\text{регіон } i} (19) + a_3 x_{\text{стать } i} + a_4 x_{\text{сімейний стан } i} (2) + a_4 x_{\text{сімейний стан } i} (3) + a_4 x_{\text{сімейний стан } i} (4) + a_4 x_{\text{сімейний стан } i} (5) + a_4 x_{\text{сімейний стан } i} (6) + a_5 x_{\text{місце реєстрації } i} (2) + a_5 x_{\text{місце реєстрації } i} (3) + a_6 x_{\text{автомобіль } i} + a_7 x_{\text{існуючий клієнт банку } i} + a_8 x_{\text{наявність картки } i} + a_9 x_{\text{прострочення в минулому } i} + a_{10} x_{\text{коректність вказаних доходів } i} + a_{11} x_{\text{негативна інформація із СБ } i} + a_{12} x_{\text{тел. рідних у анкеті } i} + 0,00003 \cdot x_{\text{сума кредиту } i} + 0,00047 \cdot x_{\text{строк кредиту, днів } i} - 0,0419 \cdot x_{\text{стаж на ост.місці, роки } i} - 0,0297 \cdot x_{\text{загальний стаж, роки } i} + 0,13438 \cdot x_{\text{кількість пот.кредитів } i} - 0,000009 \cdot x_{\text{дохід, грн } i}$

Оцінки коефіцієнтів  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9, a_{10}$  та  $a_{11}$  в логіт-моделі (8) приймають такі значення:

$$a_1 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 1} \\ -11,2904, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 2} \\ -0,8464, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 3} \\ -1,5384, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 4} \\ 0,0044, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 5} \\ -0,7509, \text{ якщо Тип продукту} = \text{Споживчий кредит, тип 6;} \end{cases}$$

$$a_2 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо регіон} = \text{м. Харків} \\ -0,22638, \text{ якщо регіон} = \text{Полтавська область} \\ -0,8228, \text{ якщо регіон} = \text{Донецька область} \\ 0,4835, \text{ якщо регіон} = \text{Житомирська область} \\ 0,3725, \text{ якщо регіон} = \text{Львівська область} \\ -0,8269, \text{ якщо регіон} = \text{Сумська область} \\ -0,8599, \text{ якщо регіон} = \text{Черкаська область} \\ -0,3620, \text{ якщо регіон} = \text{Чернігівська область} \\ -0,1162, \text{ якщо регіон} = \text{Запорізька область} \\ 0,6858, \text{ якщо регіон} = \text{м. Київ} \\ 0,4966, \text{ якщо регіон} = \text{Дніпропетровська область} \\ -1,2392, \text{ якщо регіон} = \text{Кіровоградська область} \\ -0,6338, \text{ якщо регіон} = \text{Вінницька область} \\ -1,6735, \text{ якщо регіон} = \text{Харківська область} \\ 1,5209, \text{ якщо регіон} = \text{Миколаївська область} \\ -1,4267, \text{ якщо регіон} = \text{Івано-Франківська область} \\ -0,8298, \text{ якщо регіон} = \text{Тернопільська область} \\ -0,5578, \text{ якщо регіон} = \text{Хмельницька область} \\ -0,9389, \text{ якщо регіон} = \text{Херсонська область;} \end{cases}$$

$$a_3 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо сімейний стан} = \text{в громадянському шлюбі} \\ -0,1845, \text{ якщо сімейний стан} = \text{неодружений(-на)} \\ -0,3698, \text{ якщо сімейний стан} = \text{розлучений(-на)} \\ -0,5223, \text{ якщо сімейний стан} = \text{одружений(-на)} \\ -0,4961, \text{ якщо сімейний стан} = \text{вдова(-ець)} \\ -1,3376, \text{ якщо сімейний стан} = \text{не визначено;} \end{cases}$$

$$a_4 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо стать} = \text{Жінка} \\ 0,4972, \text{ якщо стать} = \text{Чоловік;} \end{cases}$$

$$a_5 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо місце проживання} = \text{сmt} \\ -0,2647, \text{ якщо місце проживання} = \text{місто} \\ -0,0405, \text{ якщо місце проживання} = \text{село;} \end{cases}$$

$$a_6 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо в позичальника немає у власності авто} \\ -0,8887, \text{ якщо у позичальника є у власності авто;} \end{cases}$$

$$a_7 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо на дату надання кредиту позичальник не був клієнтом} \\ -0,2813, \text{ якщо на дату надання кредиту позичальник був клієнтом;} \end{cases}$$

$$a_8 = \begin{cases} 0,0000, \text{ якщо в позичальника є картковий рахунок} \\ 0,5092, \text{ якщо в позичальника немає карткового рахунку;} \end{cases}$$

$$a_9 = \begin{cases} 0,0000, & \text{якщо в позичальника відсутнє прострочення} \\ 0,5634, & \text{якщо в позичальника було прострочення;} \end{cases}$$

$$a_{10} = \begin{cases} 0,0000, & \text{якщо доходи не відповідають отриманій інформації} \\ -0,5181, & \text{якщо доходи відповідають отриманій інформації;} \end{cases}$$

$$a_{11} = \begin{cases} 0,0000, & \text{якщо відсутня негативна інформація зі служби безпеки} \\ -0,2836, & \text{якщо наявна негативна інформація зі служби безпеки;} \end{cases}$$

$$a_{12} = \begin{cases} 0,0000, & \text{якщо в анкеті не вказано телефон рідних} \\ -0,1802, & \text{якщо в анкеті вказано телефон рідних.} \end{cases}$$

**А**наліз основних статистичних критеріїв якості свідчить про високу класифікаційну здатність моделі логістичної регресії розпізнати потенційних благонадійних і дефолтних позичальників (табл. 1):  $AUC > 0,8$  свідчить про дуже гарну якість класифікації моделі; 65,2% благонадійних позичальників були виявлені моделлю; 86,6% дефолтних позичальників були виявлені моделлю; загальна імовірність моделі давати правильні результати дорівнює 70,27%.

Таблиця 1

Аналіз якості логіт-моделі (8)

Показник	Значення
AUC – площа під ROC-кривою	0,831
Чутливість ( <i>sensitivity</i> )	0,652
Специфічність ( <i>specificity</i> )	0,868
Точність ( <i>accuracy</i> ) АС	0,7027

Джерело: авторська розробка.

Для розрахунку кредитного ліміту, окрім побудови логіт-моделі, необхідно визначити оптимальне значення порогу відсічення  $M$ . Для його знаходження для моделі (8) було побудовано ROC-криву (на рис. 1 показано оптимальне значення порогу відсічення 0,186, показники чутливості  $SE = 0,652$  та специфічності  $SP = 0,868$ ).

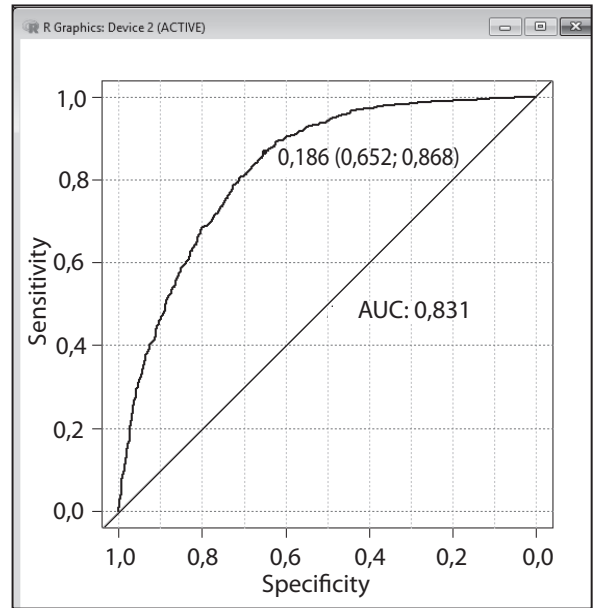


Рис. 1. ROC-крива та оптимальний поріг відсічення для моделі (8)

Джерело: авторська розробка.

На підставі алгоритму, що пропонується в дослідженні, рівняння для визначення кредитного ліміту для  $i$ -ї фізичної особи-позичальника матиме вигляд:

$$x_{in} = \left( \ln \left( \frac{1}{\frac{1}{0,186} - 1} \right) - 1,0214 + a_1 x_{тип\ прод._i} (2) + a_1 x_{тип\ прод._i} (3) + a_1 x_{тип\ прод._i} (4) + \right. \\ \left. + a_1 x_{тип\ прод._i} (5) + a_1 x_{тип\ прод._i} (6) + a_2 x_{регіон_i} (2) + \dots + a_2 x_{регіон_i} (19) + \right. \\ \left. + a_3 x_{стат_и} (2) + a_4 x_{сімейний\ стан_и} (3) + a_4 x_{сімейний\ стан_и} (4) + a_4 x_{сімейний\ стан_и} (5) + \right. \\ \left. + a_4 x_{сімейний\ стан_и} (6) + a_5 x_{місце\ реєстрації_i} (2) + a_5 x_{місце\ реєстрації_i} (3) + \right. \\ \left. + a_6 x_{автомобіль_и} + a_7 x_{існуючий\ клієнт\ банку_и} + a_8 x_{наявність\ картки_и} + \right. \\ \left. + a_9 x_{прострочення\ в\ минулому_и} + a_{10} x_{коректність\ вказаних\ доходів_и} + \right. \\ \left. + a_{11} x_{негативна\ інформація\ зі\ СБ_и} + a_{12} x_{телефон\ рідних\ у\ анкеті_и} + 0,00003 \times \right. \\ \left. \times x_{сума\ кредиту_и} + 0,00047 \cdot x_{строк\ кредиту, днів_и} - 0,0419 \times \right. \\ \left. \times x_{кількість\ попередніх\ кредитів_и} - 0,000009 \cdot x_{дохід, грн_и} \right) / 0,00003. \quad (9)$$

За рівнянням (9) можна визначити кредитні ліміти для позичальників банку, соціально-демографічні характеристики яких представлено в *табл. 2*.

За формулою (9) максимально безпечна сума кредиту для кожного з двох розглянутих позичальників матиме значення, що наведено в *табл. 3*.

Для Позичальника 1 максимально «безпечна» сума кредиту складатиме 67991,40 грн при строку кредиту 12 місяців. На дану суму вплинули «позитивні» соціально-демографічні характеристики – жіноча стать, загальний стаж роботи 20 років, позичальник зареєстрований у місті, у клієнта відсутні поточні кредити та прострочення в минулому. Але аналіз платоспроможності позичальника ілюструє нестачу коштів для вчасного погашення зобов'язання перед банком у разі отримання максимальної суми. Тому робота з даним клієнтом має два шляхи – обмежен-

ня максимальної суми кредиту до 38400,00 або збільшення строку кредитування до 22 місяців.

При роботі з Позичальником 2 система проаналізувала деякі негативні фактори, що вплинули на визначення максимально «безпечної» суми кредиту в розмірі 10861,40 грн – у позичальника є 4 поточні кредити, прострочені в минулому, доходи позичальника не відповідають отриманій інформації. Одночасно аналіз платоспроможності позичальника ілюструє достатність коштів для вчасного погашення зобов'язання перед банком, тому максимально «безпечна» сума не коригується і встановлюється в сумі 10861,40 грн.

## ВИСНОВКИ

Переваги запропонованого методу розрахунку величини кредитного ліміту такі:

Таблиця 2

Характеристики фізичних осіб-позичальників

Змінна	Позичальник 1		Позичальник 2	
	Коефіцієнт при змінній	Значення змінної	Коефіцієнт при змінній	Значення змінної
$X_{\text{тип прод.}}$	0,00	Позичальник прагне оформити кредит без довідки про доходи	0,00	Позичальник прагне оформити кредит без довідки про доходи
$X_{\text{регіон}}$	-0,23	Область проживання – Полтавська	-11,662	Область проживання – Запорізька
$X_{\text{стать}}$	0,00	Жіноча стать	0,00	Жіноча стать
$X_{\text{сімейний стан}}$	-0,37	Розлучена	-0,496	Вдова
$X_{\text{тел. рідних у анкеті}}$	0,00	У анкеті не вказано контактний телефон рідних	0,00	У анкеті не вказано контактний телефон рідних
$X_{\text{місце реєстрації}}$	-0,26	Клієнт зареєстрований у місті	-0,26	Клієнт зареєстрований у місті
$X_{\text{автомобіль}}$	0,00	Немає власного автомобіля	0,00	Немає власного автомобіля
$X_{\text{існуючий клієнт банку}}$	0,00	На дату звернення позичальник не був клієнтом банку	-0,2813	На дату звернення позичальник був клієнтом банку
$X_{\text{наявність картки}}$	0,51	Не має карткового рахунку	0,00	Має картковий рахунок
$X_{\text{наявність прострочення в минулому}}$	0,00	Прострочення в минулому відсутнє	0,5634	Прострочення в минулому присутнє
$X_{\text{коректність вказаних даних}}$	0,00	Доходи позичальника не відповідають отриманій інформації	0,00	Доходи позичальника не відповідають отриманій інформації
$X_{\text{негативна інформація зі СБ}}$	0,00	Негативна інформація зі служби безпеки відсутня	0,00	Негативна інформація зі служби безпеки відсутня
$X_{\text{строк кредиту, днів}}$		364		1095
$X_{\text{стаж на ост. місяці, років}}$		12		6
$X_{\text{загальний стаж, років}}$		20		25
$X_{\text{кількість пот. кредитів}}$		0		4
$X_{\text{дохід, грн}}$		8000		7000

Джерело: авторська розробка.

Приклад розрахунку максимальної суми кредиту

	Позичальник 1	Позичальник 2
Максимально «безпечна» сума кредиту, грн (4), (9)	67991,4	10861,40
Строк кредитування, міс.	12	36
Дохід щомісячний, грн	8000	7000
Відсоткова ставка, міс.	3,75%	3,75%
Очікуваний щомісячний платіж, грн	7139,93	554,00
Максимально можливий щомісячний платіж, грн (5), при $k = 0,4$	3 200	2 800
Висновок про платоспроможність позичальника	Недостатньо коштів для вчасного погашення зобов'язання (максимально можливий щомісячний платіж (з урахуванням доходів) менше очікуваного платежу по кредиту з «безпечною» сумою)	Позичальник платоспроможний (максимально можливий щомісячний платіж (з урахуванням доходів) перевищує очікуваний платіж по кредиту з «безпечною» сумою)
Максимально можлива сума кредиту з урахуванням платоспроможності позичальника, грн (7)	38400,00	–
Максимальний строк кредиту, міс. (6)	22	–

**Джерело:** авторська розробка.

1. Банк враховує не лише фінансові, а й соціально-демографічні характеристики позичальника, його кредитну історію.

2. Метод дає можливість інтеграції емпіричних та економіко-математичних методів при розрахунку кредитного ліміту.

3. Оцінка величини кредитного ліміту за запропонованим алгоритмом може бути повністю автоматизована, що виключає можливість впливу людського фактора на процес.

Використання запропонованого алгоритму на практиці для визначення ліміту кредитування фізичних осіб комерційними банками можна розглядати як один з інструментів управління їх кредитним портфелем. ■

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Моделі визначення ліміту кредитування. URL: <https://www.cfin.ru/finanalysis/banks/limit.shtml>

2. Як банки оцінюють платоспроможність потенційного позичальника. URL: [http://www.prostobank.ua/blog/osobisti/banki/yak\\_banki\\_otsinyuyut\\_platospromozhnist\\_potentsiyного\\_pozichalnika](http://www.prostobank.ua/blog/osobisti/banki/yak_banki_otsinyuyut_platospromozhnist_potentsiyного_pozichalnika)

3. Як банки розраховують максимальну суму кредиту. URL: <http://mir-procentov.ru/potrebitelskie-kredity/poryadok-polucheniya-kredita-v-banke/kreditosposobnost-zaemshchika/kak-banki-rasschityvayut-maksimalnuyu-summu-kredit.html>

4. Быкова Н. Н. Основные методы анализа кредитоспособности заемщика. *Гуманитарные научные исследования*. 2017. № 2. С. 392–396. URL: <http://human.snauka.ru/2017/02/21757>

5. Плешкун А. Процентная ставка в условиях инфляции: разрешение противоречий. *Банкаўскі веснік*. 2013. № 23. С. 22–30. URL: [www.nbrb.by/bv/articles/9916.pdf](http://www.nbrb.by/bv/articles/9916.pdf)

6. Черников К. С., Липатова С. В. Поддержка принятия решения на основе интеграционного подхода в системе банковского кредитования. *Современные проблемы науки и образования*. 2012. № 1. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5322>

7. Ефимова Ю. В. Модели определения лимита кредитования. *Банковское кредитование*. 2012. № 5. URL: <https://www.cfin.ru/finanalysis/banks/limit.shtml>

8. Григорьев С. Г., Лобзин Ю. В., Скрипченко Н. В. Роль и место логистической регрессии и ROC-анализа в решении медицинских диагностических задач. *Журнал инфектологии*. 2016. Т. 8. № 4. С. 36–45. URL: <https://journal.niidi.ru/jofin/article/view/525/493>

#### REFERENCES

Bykova, N. N. "Osnovnyye metody analiza kreditosposobnosti zaemshchika" [The main methods of analyzing the creditworthiness of the borrower]. *Gumanitarnyye nauchnyye issledovaniya*. 2017. <http://human.snauka.ru/2017/02/21757>

Chernikov, K. S., and Lipatova, S. V. "Podderzhka prinyatiya resheniya na osnove integratsionnogo podkhoda v sisteme bankovskogo kreditovaniya" [Decision support based on an integration approach in a bank lending system]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012. <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=5322>

Grigorev, C. G., Lobzin, Yu. V., and Skripchenko, N. V. "Rol i mesto logisticheskoy regressii i ROC-analiza v reshenii meditsinskikh diagnosticheskikh zadach" [The role and place of logistic regression and ROC analysis in solving medical diagnostic problems]. *Zhurnal infektologii*. 2016. <https://journal.niidi.ru/jofin/article/view/525/493>

"Modeli vyznachennia limitu kredyuvannia" [Models for determining the lending limit]. <https://www.cfn.ru/finanalysis/banks/limit.shtml>

Pleshkun, A. "Protsentnaya stavka v usloviyakh inflyatsii: razresheniye protivorechiy" [Interest rate in terms of inflation: resolving contradictions]. Bankauski vesnik. 2013. <http://www.nbrb.by/bv/articles/9916.pdf>

"Yak banky otsiniuyut platospromozhnist potentsiynoho pozychalnyka" [How banks assess the solvency of a potential borrower]. <http://www.prostobank.ua/blog/osobisti/banki/>

yak\_banki\_otsinyuyut\_platospromozhnist\_potentsiynogo\_pozichalnika

"Yak banky rozrakhovuiut maksimalnu sumu kredytu" [How banks calculate the maximum loan amount]. <http://mir-procentov.ru/potrebitelskie-kredity/poryadok-polucheniya-kredita-v-banke/kreditosposobnost-zaemshchika/kak-banki-rasschityvayut-maksimalnuyu-summu-kredit.html>

Yefimova, Yu. V. "Modeli opredeleniya limita kreditovaniya" [Models determine the credit limit]. Bankovskoye kreditovaniye. 2012. <https://www.cfn.ru/finanalysis/banks/limit.shtml>

УДК 332.132

## ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ПРОМИСЛОВИХ КОМПЛЕКСІВ РЕГІОНІВ (НА ПРИКЛАДІ СЛОБОЖАНСЬКОГО РЕГІОНУ)

©2018 ОБОЛЕНЦЕВА Л. В.

УДК 332.132

### Оболентцева Л. В. Імітаційна модель управління конкурентоспроможністю промислових комплексів регіонів (на прикладі Слобожанського регіону)

У статті побудовано економіко-математичну імітаційну модель управління конкурентоспроможністю промислових комплексів регіонів. Порівняння двох достовірних регресійних моделей Слобожанського регіону довело, що при врахуванні показників балансу всі змінні дають сумірний позитивний вклад у результуючий показник; в іншому випадку лише капітальні інвестиції позитивно впливають на остаточний результат, а інноваційну активність промислових підприємств та фінансові результати до оподаткування можна вважати край незадовільними. Було з'ясовано функціональну залежність між обсягом реалізованої продукції, товарів та послуг та фінансовими результатами до оподаткування. Зроблено висновок, що чим більша функціональна залежність між обсягом реалізованої промислової продукції та фінансовими результатами до оподаткування, тим кращими є результати економічної діяльності регіонального промислового комплексу. Тому при побудові стратегії управління конкурентоспроможністю промислового комплексу регіону необхідно враховувати ці важелі впливу.

**Ключові слова:** модель, конкурентоспроможність, промисловий комплекс, управління, регіон.

**Рис.:** 3. **Табл.:** 2. **Формул.:** 6. **Бібл.:** 11.

**Оболентцева Лариса Володимирівна** – кандидат економічних наук, доцент, завідувачка кафедри туризму і готельного господарства, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова (вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002, Україна)

**E-mail:** larysa.obolentseva@gmail.com

УДК 332.132

UDC 332.132

### Оболентцева Л. В. Имитационная модель управления конкурентоспособностью промышленных комплексов регионов (на примере Слобожанского региона)

В статье построена экономико-математическая имитационная модель управления конкурентоспособностью промышленных комплексов регионов. Сравнение двух достоверных регрессионных моделей Слобожанского региона показало, что при учете показателей баланса все переменные дают соизмеримый положительный вклад в результирующий показатель; в противном случае только капитальные инвестиции положительно влияют на окончательный результат, а инновационную активность промышленных предприятий и финансовые результаты до налогообложения можно считать крайне неудовлетворительными. Было выяснена функциональная зависимость между объемом реализованной продукции, товаров и услуг и финансовыми результатами до налогообложения. Сделан вывод, что чем больше функциональная зависимость между объемом реализованной промышленной продукции и финансовыми результатами до налогообложения, тем лучше результаты экономической деятельности регионального промышленного комплекса. Поэтому при построении стратегии управления конкурентоспособностью промышленного комплекса региона необходимо учитывать эти рычаги влияния.

**Ключевые слова:** модель, конкурентоспособность, промышленный комплекс, управление, регион.

**Рис.:** 3. **Табл.:** 2. **Формул.:** 6. **Библ.:** 11.

**Оболентцева Лариса Владимировна** – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой туризма и гостиничного хозяйства, Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова (ул. Маршала Бажанова, 17, Харьков, 61002, Украина)

**E-mail:** larysa.obolentseva@gmail.com

### Obolentseva L. V. The Simulation Model of Management of Competitiveness of the Industrial Complexes of Regions (on the Example of Slobozhanshchina)

In the publication, the author builds an economic-mathematical simulation model of management of competitiveness of industrial complexes of regions. Comparison of two reliable regression models of Slobozhanshchina has showed that, with consideration of the balance indicators, all variables provide a commensurate positive contribution to the resulting indicator; otherwise, only capital investments have a positive effect on the final result, and the innovation activity of industrial enterprises and financial results before taxation can be considered extremely unsatisfactory. The functional relationship between the volume of sold products, goods and services and the financial results before taxation is clarified. It is concluded that the more is the functional dependence between the volume of realized industrial products and the financial results before taxation, the better are the results of economic activity of the regional industrial complex. Therefore, when building a strategy of management of competitiveness of the industrial complex of region, one should consider these levers of influence.

**Keywords:** model, competitiveness, industrial complex, management, region.

**Fig.:** 3. **Tbl.:** 2. **Formulae:** 6. **Bibl.:** 11.

**Obolentseva Larysa V.** – PhD (Economics), Associate Professor, Head of the Department, Department of Tourism and Hospitality, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv (17 Marshala Bazhanova Str., Kharkiv, 61002, Ukraine)

**E-mail:** larysa.obolentseva@gmail.com