

О. А. Жуковська,
доцент, к. ф.-м. н.,
В. В. Ковальова,
магістрант
Національний технічний університет України "КПГ"

ІНТЕРВАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРИЙНЯТТЯ КРЕДИТНОГО РІШЕННЯ МАЛИМ ПІДПРИЄМСТВОМ В УМОВАХ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ЦІН

Запропонована інтервальна модель прийняття кредитного рішення з позиції малого підприємства в умовах неповної ап'яріорної інформації. Модель враховує реальні схеми погашення заборгованості та може бути використана малим підприємством для визначення розміру й строків повернення необхідного кредиту при інтервално заданих обсягах реалізації продукції даного підприємства. Наведено модельний приклад.

The proposed interval model of credit decision from a position of small businesses under incomplete a priori information. The model takes into account the real scheme of debt and can be used by small business to size and timing of return required by the loan interval determined sales volume of this company. There are an example of the model.

Ключові слова: кредитне рішення, ємність ринку, інтервальна модель.

ВСТУП

Однією з основних задач кожного малого підприємства є мінімізація ризику неповернення кредиту. На даний час існує багато моделей [1] прийняття кредитного рішення банком про надання чи ненадання кредиту певному клієнту. В науковій літературі також представлені моделі оцінки розвитку бізнесу, зокрема в роботах [2; 3] розглядається модель малого підприємства, яка дає можливість визначити прогнозований випуск продукції в залежності від розміру кредиту. Однак для власника фірми дуже важливим є рішення про оптимальний розмір кредиту не тільки з точки зору подальшого розвитку бізнесу, а і з точки зору його повернення, особливо з врахуванням нестабільності цін та ємності ринку, коли відома тільки їх належність до деякого інтервалу, тобто за умов інтервалної невизначеності. В роботі [4] нами була побудована інтервальна модель прийняття кредитного рішення з урахуванням умов ємності ринку та коливання цін. Але для ефективного функціонування підприємств на теренах України доцільно було б врахувати сучасні умови погашення заборгованості на українському ринку банківських послуг умови для отримання більш чітких результатів.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Метою даної статті є побудова моделі прийняття рішення підприємством про розмір кредиту, необхідного для задоволення ємності ринку при застосуванні реальних схем погашення заборгованості в умовах інтервалної невизначеності.

РЕЗУЛЬТАТИ

Для досягнення поставленої в статті мети розглянемо спочатку більш детально моделі ємності ринку [5; 6] та модель малого підприємства, що використовує інвестиційно-кредитні ресурси для свого розвитку [2; 3].

Модель динаміки розвитку малого підприємства, що використовує інвестиційно-кредитні ресурси представлена в роботі [2; 3] за допомогою нижче наведеної системи рівнянь (1) – (6).

$$P(t) = \phi A(t), A_0 = A(0) \quad (1),$$

$$M'(t) = (1 - p - c)P(t) - \bar{s}(t) \quad (2),$$

$$M(t) = M'(t) - N(t) \quad (3),$$

$$N(t) = \tau \cdot M'(t) \quad (4),$$

$$In(t) = \lambda K(t) \quad (5),$$

$$\frac{dA}{dt} = \xi(M(t) - \bar{S}(t)) + (1 + \lambda)K(t) - \mu A(t) \quad (6),$$

де

$A(t)$ — середня річна вартість основних виробничих фондів на момент часу ;

ϕ — показник фондовіддачі;

A_0 — вартість ОВФ на початку періоду $t = 0$;

$P(t)$ — величина випуску продукції у вартісному вимірюванні на момент часу t ;

ЕКОНОМІЧНА НАУКА

p — частка випущеної продукції $P(t)$, що може бути нереалізована, $0 \leq p \leq 1$;

$M^r(t)$ — величина загального прибутку підприємства до оподаткування на момент часу t ;

c — гранична собівартість продукції;

$\hat{s}(t)$ — показник процентних платежів, який враховується в собівартості продукції таким чином, що загальний розмір витрат збільшується і становить

$$\text{величину } \left(c + \frac{\hat{s}(t)}{P(t)} \right) P(t);$$

$M(t)$ — величина чистого прибутку підприємства на момент часу t ;

$N(t)$ — величина податкових відрахувань підприємства на момент часу t ;

τ — ставка оподаткування прибутку малого підприємства, для України $\tau = 25\%$;

$In(t)$ — величина державних інвестицій, отриманих підприємством на безоплатній основі на момент часу t ;

$K(t)$ — величина кредитних ресурсів підприємства на момент часу t ;

λ — коефіцієнт співвідношення державного фінансування та обсягу кредиту $K(t)$;

ξ — частка чистого прибутку, що відраховується на реінвестування $0 \leq \xi \leq 1$;

\hat{S} — розмір погашення основного боргу;

μ — коефіцієнт вибуття ОВФ, $0 \leq \mu < 1$.

Перетворивши систему (1) — (6), отримали рівняння динаміки приросту основних виробничих фондів:

$$\frac{dA}{dt} = \varphi A(t) + (1 + \lambda)K(t) - \xi(\chi \hat{s}(t) + \hat{S}(t)) \quad (7),$$

$$\text{де } \varphi = (\xi\alpha - \mu), \quad \alpha = \frac{\phi(1 - p - c)}{(1 + \tau k_\Lambda)}, \quad k_\Lambda = \frac{M^r(t)}{M(t)},$$

$$k_\Lambda = \frac{M^r(t)}{M(t)}.$$

Згідно з [2], залежність обсяг випуску $P(t)$ від кредитного потоку $K(t)$ виражається рівнянням:

$$\frac{\phi(1 + \tau k_\Lambda)}{\xi\phi(1 - p - c) - \mu(1 + \tau k_\Lambda)} \left[\frac{dA}{dt} - (1 + \lambda)K(t) + \xi \left(\frac{\hat{s}(t)}{1 + \tau k_\Lambda} + \hat{S}(t) \right) \right] = P(t) \quad (8).$$

Очевидно, що розв'язок лінійного диференціального рівняння (8) залежить від величини потоку кредитів $K(t)$, показника процентних платежів $\hat{s}(t)$ та розміру погашення основного боргу $\hat{S}(t)$, що визначаються умовами кредитування.

Розглянемо процес формування та погашення кредитної заборгованості. Будемо вважати, що підприємство отримує кредит у формі "кредитної лінії". При цьому загальний обсяг виділених кредитних ресурсів \bar{K} розподілений у періоді $[0, T]$ за деяким відомим закону $K(t)$. Відомо, що:

$$\begin{cases} \sum_{t=0}^{T-1} K(t) = \bar{K}, \\ K(T) = 0. \end{cases} \quad (9).$$

Оскільки затрати початкових етапів більшості інвестиційних проектів зви-чайно є найбільш капіталомісткими, будемо вважати $K(t)$ спадною лінійною функцією, заданою на інтервалі $[0, T]$, що описує на цьому інтервалі процес рівномірного розподілу інвестицій обсягу \bar{K} :

$$K(t) = v_1 - v_2 t \quad (10),$$

де v_1, v_2 — деякі параметри.

Таблиця 1. Формування показників кредитної заборгованості

Період t , міс	Потік кредитних коштів $K(t)$	Величина сплати поточного заборгованості $\hat{S}_1(t)$	Поточна заборгованість	Величина процентів $\hat{s}_1(t)$
0	$K(0) = v_1$	0	$K(0)$	0
1	$K(1) = v_1 - v_2$	0	$K(0) + K(1)$	$K(0)r$
2	$K(2) = v_1 - 2v_2$	0	$K(0) + K(1) + K(2)$	$(K(0) + K(1))r$
...
$T-1$	$K(T-1) = v_1 - (T-1)v_2$	0	$\sum_{i=0}^{T-1} K(i)$	$r \sum_{i=1}^{T-1} K(i-1)$
T	$K(T) = v_1 - Tv_2 = 0$	\bar{K}	0	$r \sum_{i=1}^T K(i-1)$

З умови (9) та рівності (10) знайдемо параметри v_1, v_2 . Остаточно величина потоку кредиту матиме вигляд:

$$K(t) = \frac{2\bar{K}}{T+1} \left(1 - \frac{t}{T} \right) \quad (11).$$

За умови погашення процентних платежів щомісяця (з щомісячною процентною ставкою r) за фактом накопиченої заборгованості, а тіла кредиту в кінці строку кредитування (табл. 1) маємо:

$$\hat{S}(t) = \begin{cases} 0, & t \neq T, \\ \bar{K}, & t = T. \end{cases} \quad (12).$$

Отже, щомісячні процентні платежі за кредитом:

$$\hat{s}(t) = \sum_{i=1}^T K(i-1)r = (2T+1)k_1 tr - k_1 t^2 r, \quad t \in [1, T] \quad (13),$$

$$\text{де } k_1 = \frac{\bar{K}}{T(T+1)}.$$

З урахуванням (11) — (13) з рівняння (8) маємо:

$$P(t) = \phi e^\varphi (A_0 + k_5) - \phi k_6 t^2 + \phi k_7 t - \phi k_5,$$

$$\text{де } k_1 = \frac{\bar{K}}{T(T+1)}, \quad k_2 = \frac{1}{\varphi^2} - \frac{T}{\varphi}, \quad k_3 = 2(1 + \lambda)k_1,$$

$$k_4 = \frac{\xi\chi k_1 r}{\varphi} \left(2k_2 - \frac{1}{\varphi} \right), \quad k_5 = k_4 - k_3 k_2, \quad k_6 = \frac{\xi\chi k_1 r}{\varphi},$$

$$k_7 = \frac{k_3}{\varphi} - k_4 \varphi.$$

З вищеприведеної моделі можемо визначити обсяг випуску продукції в залежності від певної суми позики, а також обернену задачу: визначення необхідного розміру кредиту для випуску певного обсягу продукції, однак не враховується той факт, що випуск продукції повинен задовільнити умову ємності ринку, а також не враховується зміни ціни товару.

Відомо [7], що для оцінки ємності ринку застосовується така імовірнісна модель:

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_i \omega_{ij} L_j \quad (14),$$

де C — опортаціонна повна ємність ринку для всієї групи товарів; L_j — кількість підприємств в j -му сегменті, що споживають i -ий товар ($j = 1, m$); S_i — вартість i -ого товару; ω_{ij} — імовірність того, що i -ий товар буде користуватися попитом на ринку в j -му сегменті, $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \omega_{ij} = 1$.

Модель (14) передбачає відомими точкові значення імовірнісних характеристик тоді, як на практиці можливо розрахувати тільки частоту придбання i -го товару в j -му сегменті:

$$\omega_{ij}^* = \frac{Q_{ij}}{b_j}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m} \quad (15),$$

де b_j — загальна кількість досліджуваних підприємств в j -му сегменті ринку, а Q_{ij} — кількість підприємств, які згодні купувати i -й товар у j -му сегменті ринку.

Тому в роботах [5; 6] нами була запропонована інтервальна модель оцінки ємності ринку, яка для практичного використання потребує тільки значення частотних характеристик та враховує нестабільність вартості продукції

$$C = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_i I_{ij} L_j \quad (16),$$

де $S_i = [S_i^-, S_i^+]$ — інтервал, в межах якого може коливатись вартість S_i i -го товару; S_i^- , S_i^+ — нижня та верхня граници інтервалу S_i відповідно;

$$I_{ij} = \left[\frac{\omega_{ij}^* + t_\beta^2 - t_\beta \sqrt{\frac{\omega_{ij}^*(1-\omega_{ij}^*)}{b_j} + \frac{t_\beta^2}{4b_j^2}}}{1 + \frac{t_\beta^2}{b_j}}, \frac{\omega_{ij}^* + t_\beta^2 + t_\beta \sqrt{\frac{\omega_{ij}^*(1-\omega_{ij}^*)}{b_j} + \frac{t_\beta^2}{4b_j^2}}}{1 + \frac{t_\beta^2}{b_j}} \right]$$

— це довірчий інтервал [8], який з довірчою імовірністю β накріє невідоме значення імовірності ω_{ij} придбання i -го

товару в j -му сегменті, $t_\beta = \arg F\left(\frac{1+\beta}{2}\right)$ — функція,

обернена гаусівській функції розподілу $F\left(\frac{1+\beta}{2}\right)$.

Далі на основі вищеведеної моделі динаміки розвитку малого підприємства, що використовує інвестиційно-кредитні ресурси [2; 3] та інтервальної моделі ємності ринку [5; 6] побудуємо формальну модель прийняття кредитного рішення з позиції клієнта в залежності від ємності ринку певного товару та з урахуванням нестабільноті вартості продукції.

Випуск продукції $P(T)$ у момент часу T повинен належати інтервалу коливанню ємності $[C^-, C^+]$ ринку, який визначається згідно з інтервальною моделлю (16), а саме:

$$P(T) \in [C^-, C^+] \quad (17).$$

Отже, необхідний розмір кредиту \bar{K} для досягнення за час T встановленого рівня випуску продукції знайдемо з рівняння:

$$\phi(e^{\varphi T}(A_0 + k_5) - k_6 T^2 + k_7 T - k_5) = C^-,$$

$$\phi(e^{\varphi T}(A_0 + k_5) - k_6 T^2 + k_7 T - k_5) = C^+.$$

Таким чином, розмір необхідного розміру кредиту \bar{K} належить інтервалу:

$$\bar{K} = [\bar{K}^-, \bar{K}^+], \bar{K} \in \bar{K},$$

де

$$\bar{K}^- = \frac{(C^- - A_0 e^{\varphi T} \phi) T (T+1) \varphi^2}{\xi \chi r \phi (2k_2 \varphi - 1)(e^{\varphi T} - T \varphi - 1) - 2(1 + \lambda) \phi \varphi (k_2 e^{\varphi T} \varphi - T - k_2 \varphi) - \xi \chi \phi T^2 \varphi} \quad (18);$$

$$\bar{K}^+ = \frac{(C^+ - A_0 e^{\varphi T} \phi) T (T+1) \varphi^2}{\xi \chi r \phi (2k_2 \varphi - 1)(e^{\varphi T} - T \varphi - 1) - 2(1 + \lambda) \phi \varphi (k_2 e^{\varphi T} \varphi - T - k_2 \varphi) - \xi \chi \phi T^2 \varphi} \quad (19).$$

На завершення наведемо алгоритм процесу прийняття кредитного рішення малим підприємством.

Крок 1. Аналіз даних підприємства, кредитної та державної політики.

Крок 2. За допомогою інтервальної моделі ємності ринку проводимо аналіз ємності ринку відповідного сектора, на який розраховує певне підприємство, та визначаємо доцільність використання кредитних ресурсів для випуску нового продукту.

Крок 3. За побудованою моделлю знаходимо необхідний розмір кредиту для підприємства у вигляді інтервалу $\bar{K} = [\bar{K}^-, \bar{K}^+], \bar{K} \in \bar{K}$.

Оскільки приклади іноді бувають більш переконливими, ніж формальні міркування, то розглянемо такий модельний приклад.

Модельний приклад. З метою оцінки запропонованої інтегрованої моделі (17)–(19) визначимо розмір кредиту, необхідного одному з малих підприємств кондитерських

виробів для випуску нової продукції.

Спочатку проведемо аналіз даних малого підприємства, кредитної та державної політики стосовно нього.

Відомо, що підприємство домовляється отримати щорічно кредит у вигляді кредитної лінії на термін $T = 12$ місяці та погашає процентні виплати щомісячно та основний борг в кінці строку кредитування. Частка реінвестованого прибутку ξ дорівнює 0,6, а місячна процентна ставка r за кредитом — 1,67%. Ставка податку на прибуток $\tau = 25\%$, коефіцієнт вибуття основних фондів $\mu = 0,04$, частка ρ можливо нереалізованої випущеної продукції складає 2%. Державна підтримка підприємства відсутня, тому $\lambda = 0$.

На основі виробничо-фінансових показників роботи малого підприємства розраховані: середньорічна вартість $A_0 = 42,23$ тис. грн. ОВФ підприємства, гранична собівартість продукції $c = 0,88$ та коефіцієнт фондівідачі $\phi = 3,01$.

Застосовуючи модель (17), визначимо ємність ринку відповідного сектора, на який розрахувано дане підприємство. Отримані значення $C \in [C^-, C^+] = [949,5; 1000,2]$ свідчать про те, що ринок здатний поглинуть даний товар, тому доцільно розробити кредитну стратегію для вдалого впровадження його на ринок.

Щоб задоволити потреби ринку в даному товарі та в той же час не запропонувати більше за умовою (14), випуск продукції не повинен виходити за межі інтервалу ємності ринка, а саме: $P(T) \in [C^-, C^+] = [949,5; 1000,2]$.

Таким чином, залишилось визначити необхідний розмір кредиту. Згідно з розробленою моделлю (17) — (19) маємо:

$$\bar{K}^- = 79,25 \text{ тис. грн.,}$$

$$\bar{K}^+ = 87,22 \text{ тис. грн.}$$

Оскільки сучасний стан економіки характеризується поjavленням активності покупців і спостерігається тенденція росту ринку, тому раціонально обрати кредитну стратегію, яка задовольнить об'єм продажів у розмірі $\bar{C}^+ = 1000,2$ тис. грн., а саме кредит у розмірі $\bar{K}^+ = 87,22$ тис. грн.

ВИСНОВКИ

Побудовано модель прийняття кредитного рішення малим підприємством в умовах інтервальної невизначеності з урахуванням існуючих банківських схем погашення заборгованості. Модель надає можливість клієнту визначити строки та розмір необхідного кредиту (17) — (19) при інтервальнозаданих обсягах реалізації і цінах продукції.

Література:

1. Примостка Л.О. Аналіз банківської діяльності: сучасні концепції, методи та моделі: монографія. — К.: КНЕУ, 2002. — 316 с.

2. Егорова Н.Е., Хачатрян С.Р., Маренний М.А. Дифференціальний аналіз розвиття малых предприятий, использующих кредитно-инвестиционный ресурс. — М.: Аудит и финансовый анализ. — 2000. — № 4.

3. Егорова Н.Е., Хачатрян С.Р. Применение дифференциальных уравнений для анализа динамики развития малых предприятий, использующих кредитно-инвестиционные ресурсы // Журнал "Экономика и математические методы". — 2006. — № 1 — С. 50—67.

4. Жуковская О.А., Ковальова В.В. Формальна модель прийняття кредитного рішення малим підприємством// Збірник наукових праць "Економіка: проблеми теорії та практики". — 2010. — № 260 — С. 421—427.

5. Жуковская О.А. Формальная модель оценки ёмкости рынка в условиях интервальной неопределенности // Журнал "Управляющие системы и машины". — 2008. — № 5 — С. 88—92.

6. Жуковська О.А., Купка О.О. Інтервальна модель оцінки ємності ринку// Наукові вісті НТУУ "КПІ". — 2007. — № 5. — С. 10—15.

7. Гільберт А. Черчиль. Маркетингові исследования: пер. с англ. Н. Амід, С. Бороніна та др. — СПб.: Іздательство "Пітер", 2000. — 732 с.

8. Вентцель Е.С. Исследование операций. — М.: Советское радио, 1972. — 552 с.

Стаття надійшла до редакції 24.01.2011 р.