

## ПІДХІД ДО ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМИ КРЕДИТНОГО СКОРИНГУ ТА МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ АКТИВАМИ ТА ПАСИВАМИ КОМЕРЦІЙНОГО БАНКУ

Д.В. ОСПЕНКО

Розглядається підхід до побудови системи керування активами та пасивами роздрібного банку на базі динамічної моделі, а також формалізація системи кредитного скорингу та постановка задачі оптимізації прибутковості кредитного портфеля. Результатом дослідження є розробка підходу до інтеграції цих ключових систем банківського ризик-менеджменту.

### ВСТУП

Ключовою метою сучасного ризик-менеджменту є побудова інтегрованої системи керування активами та пасивами (СКАП). СКАП дає можливість керування об'єктом «банк» як єдиною складною системою на відміну від керування окремими підсистемами банку, непов'язаними у єдиний комплекс об'єктами та бізнес-процесами, такими як, наприклад, кредитування клієнтів, залучення коштів, інвестування в цінні папери, розрахунково-касове обслуговування та похідними від них: формування резервів, підтримання рівня ліквідності балансу, дотримання нормативів НБУ (обмеження системи керування).

СКАП будується на двох складових елементах: сховищі даних з високим рівнем деталізації інформації по всіх транзакціях у необхідних розрізах та динамічної імітаційної моделі банку. Сховище є необхідним для побудови моделі пасивної еволюції банку — фактичного плану фінансових потоків поточних інструментів банку з корегуваннями, що розраховуються у динамічній імітаційній моделі банку. Але більш складною, важливою та цікавою для системного аналізу задачею динамічної імітаційної моделі банку є формування прогнозних потоків майбутніх фінансових інструментів.

Отже, основними задачами моделі є:

- формування прогнозного балансу;
- формування прогнозного звіту про фінансовий результат;
- прогноз грошових потоків;
- прогноз показників ризику;
- прогноз показників ефективності на основі вхідного потоку даних:
  - системи параметрів керування, як, наприклад, процентні ставки по кредитах та депозитах, витрати на маркетинг, толерантність банку до ризику;
  - впливу зовнішніх збурень: макроекономічних факторів, дій конкурентів.

Важливим елементом, особливо для роздрібного комерційного банку, є система оцінки кредитних ризиків позичальників — кредитний скоринг.

Її використання у комплексі зі СКАП, як буде показано нижче, є важливим елементом банківського менеджменту.

Банківська діяльність та, відповідно, кожний банківський бізнес-процес піддаються ризикам. Унаслідок взаємопроникнення ризиків система ефективного ризик-менеджменту має будуватися на інтегрованій платформі. Такою платформою може стати динамічна імітаційна модель банку.

## **ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ**

Об'єктом дослідження є роздрібний комерційний банк та система банківських бізнес-процесів, зокрема, процеси кредитування. Предмет дослідження — динамічні моделі комерційного банку та оптимізаційна модель керування кредитним портфелем із використанням системи кредитного скорингу.

**Мета дослідження** — інтеграція динамічної моделі банку та моделі керування кредитним портфелем, отримання функціоналу оптимізації та отримання рекомендацій щодо використання отриманої моделі під час оптимального керування банком.

## **ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ БАНКУ**

Особливу увагу в контексті запропонованої у роботі динамічної моделі банку варто приділити моделі керування грошовими потоками та моделі керування платіжним календарем, викладеним у роботах Ліндера та співавторів [1, 2], та потоковій моделі банку, викладеній у роботі Царькова [3], оскільки основні ідеї та принципи моделювання загалом схожі, але здійснювались незалежно, без посилання один на одного.

Функціонування комерційного банку розглядається у вигляді чотирьох контурів на базі потокової схеми: депозитного, кредитного, міжбанківського та внутрішніх потреб, де потік являє собою обсяг грошових коштів. Динамічна модель комерційного банку являє собою систему диференціальних рівнянь із запізненнями (якщо розкривати рівняння стану по елементах) та систему обмежень, стан якої визначається параметрами функцій попиту, запізненнями, величинами збурень та керуваннями.

Кредитний контур у моделі є сукупністю залишків та оборотів по активних операціях та доходів за ними. Депозитний контур у моделі являє собою сукупність залишків та оборотів по пасивних операціях щодо залучення коштів та витрат за ними. Контур внутрішнього споживання являє собою суми витрат на власні потреби, що виникають під час функціонування банку. Контури є замкненими, тобто залучені депозити повертаються у зовнішнє середовище із відповідними процентами за користування ними, а кредити повертаються назад із процентними доходами та певними втратами від дефолтів за кредитами клієнтам. Усі кредити та строкові депозити мають строк до погашення, причому в межах портфеля строки є різними для інструментів. Результатом діяльності банку є прибуток, який дорівнює різниці сукупних доходів та витрат. Стан системи «банк» визначимо через параметр «Грошові кошти в касі та на коррахунку», який розраховується як сума всіх грошових потоків з відповідними знаками (дебетові та кредитові обороти).

Вплив зовнішнього середовища на систему введемо через функції попиту на кредити та пропозиції депозитів. Функція попиту для адекватного

відображення процесів має бути багатозначним відображенням і мати стохастичний характер. Форма залежності та параметри функції попиту потребують додаткового дослідження, а тому мають гіпотетичний характер та можуть бути подані не в аналітичній формі.

Наведемо початкову спрощену модель комерційного банку, що складається з рівняння динаміки стану та обмежень моделі.

Опишемо динаміку стану системи як диференціальне рівняння із запізненнями:

$$\dot{X}(t) = \int_0^n (D(t) - D(t-\tau)(1 + u_D(t-\tau)\tau))d\tau + \int_0^m (L(t-\tau)(1 + u_L(t-\tau)\tau) - L(t))d\tau + \int_0^k (IB(t-\tau) \cdot (1 + r_{IB}(t-\tau)\tau) - IB(t))d\tau - C(L(t), D(t)), \quad (1)$$

де  $X$  — стан системи (сума грошових коштів на коррахунку та в касі);  $m, n, k$  — максимальні строки кредитних, депозитних та міжбанківських договорів;  $\tau$  — часовий лаг, запізнення (кванти часу, наприклад місяць), яке характеризує строк дії кредитного/депозитного договору;  $t_0$  — початковий час;  $t_1$  — час розрахунку;  $u_L$  — процентна ставка по кредитах (керування);  $u_D$  — процентна ставка по депозитах (керування);  $r_{IB}$  — ставка на міжбанківському ринку;  $D(t)$  — кредитовий оборот по депозитному контуру в час  $t$ ;  $D(t-\tau)$  — дебетовий оборот по депозитному контуру в час  $t$ ;  $L(t)$  — дебетовий оборот по кредитному контуру в час  $t$ ;  $L(t-\tau)$  — кредитовий оборот по кредитному контуру в час  $t$ .

Обороти по кредитному та депозитному контурах визначимо як функції попиту:

$$L(t) = f(t; u_L, Adv, a, \dots) \text{ та } D(t) = f(t; u_D, Adv, b, \dots).$$

Введемо функцію витрат:

$$C(L, D) = TC + aL + bD + Adv,$$

де  $Adv$  — витрати на маркетинг та рекламу (керування);  $TC$  — постійні витрати;  $a$  та  $b$  — витрати на одиницю виданих кредитів та залучених депозитів відповідно (керування).

Запишемо оборот на міжбанківському ринку:

$$IB(t) = D(t) + K(t-\tau) - D(t-\tau) - K(t) + (X(t) - X_0),$$

де  $IB(t)$  — регулятор залишку вільних коштів на коррахунку та в касі;  $X_0$  — незнижуваний залишок коштів у касі та на коррахунку для підтримання необхідного рівня миттєвої ліквідності.

Сукупний прибуток у час  $t_1$  виразимо інтегровано через різницю процентних доходів та витрат за період часу  $t_0..t_1$ :

$$R(t_1) = \int_{t_0}^{t_1} (L(t)u_L(t) - D(t)u_D(t) + IB(t)u_{IB}(t) - C(L(t), D(t)))dt. \quad (2)$$

Введемо обмеження моделі:

- вимоги щодо виконання нормативів НБУ:  $H(L_{\text{total}}(t), D_{\text{total}}(t), X(t), RC(t)) \geq H_0$ , де  $RC$  — обсяг регулятивного капіталу;  $H_0$  — вектор граничних значень нормативів;  $L_{\text{total}}(t)$ ,  $D_{\text{total}}(t)$  — сума сукупних залишків на кредитних та депозитних рахунках;

- внутрішнє обмеження — сума кредитів не має перевищувати суму депозитів (поточних та строкових) та надлишкового залишку на коррахунку:

$$L(t) \leq (1 - \alpha_1)(1 - \theta_2(t))D_{\text{str}}(t) + (1 - \alpha_2)D_{\text{pot}}(t) + (X(t) - X_{\text{min}}),$$

де  $\theta_2(t)$  — частка депозитів, що вилучаються клієнтами до строку;  $\alpha_1$  — норма резервування (частка від строкових депозитів), яку необхідно спрямовувати до резервного фонду;  $\alpha_2$  — частка коштів із поточних рахунків клієнтів, яку можна вкладати до активів.

Більш детально модель розглянута у роботі [4]. У подальшому розвитку модель набула ускладнення та більш високого ступеня формалізації.

Динаміка стану  $X$  об'єкта «Банк» визначається через динаміку функцій процесів:

$$\begin{aligned} \dot{X}(t) = & D_{Cr}(U_D, F_D; t) - \int_0^n \left( D_{Dt}(U_D, F_D; t - \tau) \left( 1 + \frac{i_D(t - \tau)}{rd_\tau} \right) \right) d\tau + \\ & + L_{Cr}(U_L, F_L; t) - L_{Dt}(U_L, F_L; t) + IB(t) - C(L_{Dt}(t), D_{Cr}(t)), \end{aligned} \quad (3)$$

де  $D_{Cr}(U_D, F_D; t)$  — кредитовий оборот по депозитному контуру в час  $t$  (приток депозитів), визначається функцією пропозиції депозитів у час  $t$ ;  $D_{Dt}(U_D, F_D; t)$  — дебетовий оборот по депозитному контуру в час  $t$ ;  $L_{Dt}(U_L, F_L; t)$  — дебетовий оборот по кредитному контуру в час  $t$ ;  $L_{Cr}(U_L, F_L; t)$  — кредитовий оборот по кредитному контуру;  $AF(U_L(t), F_L(t))$  — функція потоку заявок;  $U_D$ ,  $U_L$  — вектори керування по депозитах та кредитах відповідно (процентні ставки, витрати на маркетинг, розвиток філіальної мережі тощо);  $F_D$ ,  $F_L$  — вектори впливу зовнішніх факторів (індекс споживчих цін, коефіцієнт граничної схильності населення до заощаджень, індекс зростання ВВП, рівень розвитку банківських послуг конкурентів, середні ринкові ставки тощо);  $i_{D(t-\tau)}$  — процентна ставка по депозитах у час  $t - \tau$ ;  $i_{L(t-\tau)}$  — процентна ставка по кредитах у час  $t - \tau$ ;  $IB(t)$  — обороти по міжбанку в час  $t$  (дебетовий або кредитовий, визначається знаком) та є регулятором вільного залишку коштів надліквідності;  $C(L_{Dt}(t), D_{Cr}(t))$  — функція витрат на здійснення поточної діяльності банку.

Введемо такі функції:

$$D_{Cr}(U_D, F_D; t) = \int_0^n \left( D_{Dt}(U_D, F_D; t - \tau) \left( 1 + \frac{i_D(t - \tau)}{rd_{t-\tau}} \right) \right) d\tau$$

— дебетовий оборот по депозитному контуру в час  $t$  (сума відтоку депозитів та сплачених відсотків), визначається функцією пропозиції депозитів у час  $t - \tau$ , де  $\tau = 1..n$  та коефіцієнтом доходів;

$$L_{Dt}(U_L, F_L; t) = AF(U_L(t), F_L(t)) \quad (4)$$

— дебетовий оборот по кредитному контуру у час  $t$  (видача кредитів), визначається функцією попиту на кредити у час  $t$ ;

$$L_{Cr}(U_L, F_L; t) = \int_0^m \left( L_{Dt}(U_L, F_L; t - \tau) \left( \frac{1}{\tau} + \frac{i_L(t - \tau)}{rl_{t-\tau}} \right) (1 - BR) \right) d\tau \quad (5)$$

— кредитовий оборот по кредитному контуру (сума повернення по тілу кредитів та сплачених за відрахуванням втрати від дефолтів), визначається функцією попиту на кредити у час  $t - \tau$ , коефіцієнтом доходів та загальнопортфельним рівнем втрат від дефолтів  $BR$ .

Функціонал прибутку банку за період  $[t_0, t_1]$  має такий вигляд:

$$R(t_1) = \int_{t_0}^{t_1} \left( \int_0^m \left( L_{Cr}(U_L, F_L; t - \tau) \left( \frac{i_L(t - \tau)}{rl_{t-\tau}} \right) \right) d\tau - \int_0^n \left( D_{Dt}(U_D, F_D; t - \tau) \left( \frac{i_D(t - \tau)}{rd_{t-\tau}} \right) \right) d\tau + IB(t)r_{IB}(t) - C(L(t), D(t)) \right) dt \Rightarrow \max. \quad (6)$$

Оптимальне керування прибутком комерційного банку визначається вектором оптимального керування  $(U_L(t), U_D(t))$ .

Наведена модель має припущення, що всі заявки на кредити, подані клієнтами, задовольняються. Але такий процес у реальному житті є неприйнятним з точки зору ризик-орієнтованого керування банківською установою, оскільки під час прийняття рішення щодо надання кредиту банк керується поняттям «ризик-дохідність» та проводить оцінку кредитоспроможності позичальників.

## СИСТЕМА КРЕДИТНОГО СКОРИНГУ ТА ЗАДАЧА ОПТИМІЗАЦІЇ ПРИБУТКУ

Одним із найбільш ризикованих процесів банківської діяльності є споживче кредитування. Для ризик-орієнтованого керування кредитним портфелем споживчих кредитів використовується добре розроблений математичний інструментарій системи кредитного скорингу (СКС).

З метою оцінки кредитоспроможності позичальників у споживчому кредитуванні використовуються системи кредитного скорингу. Ядром скорингової системи є статистична модель, побудована на історичних даних параметрів кредитних договорів клієнтів банку, що дає оцінку ймовірності несприятливої події (дефолту). Наприклад, ймовірність настання в певного клієнта простроченої заборгованості за кредитом понад 60 днів (три та більше платежів). Значення оцінки є функцією від множини параметрів позичальника. Оцінки ймовірностей дефолтів трансформуються в нормовані

значення «скорингових балів», та модель найчастіше трансформується в інструмент «скорингова карта», хоча можуть використовуватися й такі інструменти як дерева рішень та нейронні мережі. Підходи до побудови систем скорингу є добре розробленими [5], але методи керування портфелем із використанням систем кредитного скорингу досі не знайшли достатнього наукового обґрунтування.

Для визначення основних показників кредитної діяльності банку за використання певної скорингової карти: Acceptance Rate (рівня прийняття заявок) та Bad Rate (рівня проблемної заборгованості) — будується розподіл кількості заявок позичальників по множині скорингових балів. Керування процесом встановлення та утримання показників на рівні граничних значень, затверджених політикою банку, здійснюється за допомогою встановлення балів відсікання, тобто таких, нижче яких по заявці клієнта проводиться відмова у видачі кредиту.

Введемо функції основних параметрів системи кредитного скорингу.

Розподіл кількості заявок за скоринговим балом для скорингової карти (системи), побудованої за допомогою методу логістичної регресії, як правило, має вигляд наближений до нормального розподілу. Таким чином, *функція щільності розподілу кількості заявок за скоринговим балом* може бути описана функцією щільності нормального розподілу:

$$ar(s) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{s-\mu}{\sigma}\right)^2\right),$$

де  $\sigma$  — стандартне середньоквадратичне відхилення розподілу кількості заявок за скоринговим балом;  $\mu$  — математичне сподівання розподілу кількості заявок за скоринговим балом.

Економічний зміст функції полягає у визначенні частки кількості від загального потоку заявок, що отримують скоринговий бал  $s$ .

Введемо поняття *бал відсікання*  $S$ . Бал відсікання — це таке нормативне мінімальне значення скорингового бала, нижче якого заявка клієнта на отримання кредиту відхиляється, або приймається в протилежному випадку. Значення під час встановлення балів відсікання визначаються на основі аналізу історичної вибірки потоку заявок за період, протягом якого не відбувалося значних коливань в популяції клієнтської бази. У випадку, коли зміна популяції носить тимчасовий характер, пов'язаний середньо- та короткостроковими коливаннями (наприклад, періоди перед святами, вихідні дні, період відпусток) виведення показників банку на заданий рівень досягається шляхом динамічного корегування балів відсікання, часто в режимі он-лайн, що потребує відповідної математичної бази та системи, що має риси Автоматизованої Системи Управління (АСУ).

Acceptance Rate визначається як кумулятивна функція щільності розподілу кількості заявок за скоринговим балом відсікання та визначає ту частку заявок, яка буде прийнятою на інтервалі значень скорингового бала  $[S; S_{\max}]$ :

$$AR(S) = \int_S^{S_{\max}} ar(s) ds. \quad (7)$$

Для функції рівня прийняття виконуються такі умови:

$$AR(S_{\min}) = 1; \quad AR(S_{\max}) = 0.$$

Для  $S_{\min} < S < S_{\max}$  виконується нерівність  $AR(S_{\min}) > AR(S) > AR(S_{\max})$ .

Економічний зміст кумулятивної функції розподілу кількості заявок полягає у визначенні величини загального рівня прийняття заявок, або частки від кількості заявок під час встановлення скорингового бала відсікання  $S$ .

*Bad Rate* — функція розподілу проблемної заборгованості за скоринговим балом може бути апроксимована у вигляді експоненційної функції:  $br(s) = b_1 \exp(-b_2 s)$ , де  $b_1, b_2$  — коефіцієнти рівняння, значення яких знаходяться шляхом апроксимації рівняння нелінійної регресії.

Економічний зміст функції полягає у визначенні частки кредитів, що отримали скоринговий бал  $s$  із ознакою проблемної заборгованості (дефолту) у загальній кількості угод, що отримали скоринговий бал  $s$ .

*Кумулятивна функція розподілу проблемної заборгованості* є похідною функцією від двох інших функцій: функції щільності розподілу кількості заявок та функції розподілу проблемної заборгованості, і має такий вигляд:

$$BR(S) = \frac{\int_s^{S_{\max}} ar(s)br(s)ds}{\int_s^{S_{\max}} ar(s)ds}. \quad (8)$$

Головною задачею комерційної банківської фірми в сучасних умовах є максимізація вартості капіталу. Основним шляхом та умовою досягнення такої мети є максимізація прибутку, оскільки нерозподілений прибуток є суттєвою складовою динаміки приросту капіталу банку.

Джерелом доходів банку в моделі є процентний дохід від наданих кредитів. Джерелом витрат є процентні витрати за залученими депозитами, витрати на здійснення діяльності та витрати на списання проблемної заборгованості.

Визначимо додаткові параметри, що використовуються в моделі максимізації прибутковості кредитного портфеля:

- $AF$  — кількість заявок (потік) за квант часу, що використовується в розрахунках (наприклад за день);
- $Exp$  — рівень витрат на 1 грошову одиницю (г.о.) кредитного портфеля (%), що є оцінкою собівартості однієї виданої г.о.;
- $APR, \%$  — річна ефективна ставка кредитного портфеля (Annual Percentage Rate).  $APR$  є еквівалентною внутрішній нормі дохідності  $y$ , що розраховується як процентна ставка, за якої приведена вартість потоку  $n$  платежів у сумі  $C_{ti}$  по фінансовому інструменту із терміном  $t$  років під час нарахування відсотків  $m$  на рік, співпадає із його ринковою ціною:

$$P = \sum_{t=1}^n C_{ti} \left(1 + \frac{y}{m}\right)^{-ti \cdot m};$$

- $AvgL$  — середньозважений розмір кредиту, г.о.;

- $AvgLBad$  — середньозважений розмір проблемного кредиту, г.о.

Критерієм максимізації прибутковості кредитного портфеля є функціонал:

$$Z(S) = AR(S)AF(APR(1 - BR(S))AvgL - BR(S)AvgLBad - Exps AvgL). \quad (9)$$

Розв'язком задачі максимізації прибутку буде таке значення бала відсікання  $S^{opt}$ , яке задовольняє умові  $Z(S^{opt}) \Rightarrow \max$  у точці глобального екстремуму за обмежень  $S_{min} \leq S^{opt}$  та  $S^{opt} \leq S_{max}$ .

Економічна інтерпретація функціонала прибутковості  $Z(S)$  полягає у визначенні частки прибутку, що буде отриманий від виданого кредитного портфеля при балі відсікання  $S$ .

Для розв'язку задачі оптимізації доцільно використовувати підхід імітаційного моделювання з евристичним алгоритмом пошуку критичних точок.

Критерій динамічної максимізації прибутковості кредитного портфеля набуває такого вигляду:

$$Z(S; t_0, t_1) = \int_{t_0}^{t_1} AR(t, S(t)) AF(t) \left( \begin{array}{l} APR(t)(1 - BR(S(t)))AvgL(t) - \\ - BadRate(S(t))AvgLBad(t) - \\ - Exp(t)AvgL(t) \end{array} \right) dt \Rightarrow \max, \quad (10)$$

де  $t_0$  та  $t_1$  — відповідно початкова та кінцева точка в часі.

Результати такого підходу викладені у роботі [6].

Розв'язок динамічної задачі знаходиться аналогічно до статичної задачі за допомогою імітаційного моделювання. Цей критерій динамічної максимізації прибутковості кредитного портфеля є оптимальною траєкторією керування кредитним портфелем банку.

Система скорингу дозволяє розв'язати задачу максимізації прибутку через оптимальне керування балом відсікання. Але розв'язок такої задачі відокремлено, без участі СКАП, може призвести до негативних наслідків (втрата ліквідності банку чи зниження маржі). Тому інтеграція системи кредитного скорингу із системою керування активами та пасивами банку є необхідною передумовою ефективного керування роздрібним комерційним банком.

## ІНТЕГРАЦІЙНА МОДЕЛЬ СКАП ТА СКС

Введемо до моделі (3) елементи системи прийняття рішень на базі кредитного скорингу.

Динаміка стану  $X$  об'єкта «Банк» матиме вигляд:

$$\begin{aligned} \dot{X}(t) = & D_{Cr}(U_D, F_D; t) - \int_0^n \left( D_{Dt}(U_D, F_D; t - \tau) \left( 1 + \frac{i_D(t - \tau)}{rd_\tau} \right) \right) d\tau + \\ & + L_{Cr}(U_L, F_L, S; t) - L_{Dt}(U_L, F_L; S; t) + IB(t) - C(L_{Dt}(t), D_{Cr}(t)). \quad (11) \end{aligned}$$

Якщо функція попиту на кредити в час  $t$  (4) є еквівалентною функції потоку заявок та залежить від керувань, що впливають на попит клієнтів (як відсоткові ставки, витрати на маркетинг тощо), то в інтеграційній моделі



дебетові обороти кредитної заборгованості визначаються також й рівнем прийняття заявок (7), що залежить від встановленого скорингового бала:

$$L_{Dt}(U_L, F_L, S; t) = AF(U_L(t), F_L(t)) \int_{S(t)}^{S^{\max}} ar(s) ds. \quad (12)$$

Функція оборотів по кредиту заборгованості (повернення кредитів) окрім рівня прийняття заявок, включеного до функції (12), також містить функцію кумулятивного рівня проблемної заборгованості (8), що визначає втрати при встановленому рівні толерантності до ризику (скоринговий бал відсікання  $S$  у час  $t$ ):

$$L_{Cr}(U_L, F_L, S; t) = \int_0^m \left( L_{Dt}(U_L, F_L, S; t - \tau) \left( \frac{1}{\tau} + \frac{i_L(t - \tau)}{rl_{t-\tau}} \right) \left( 1 - \frac{\int_{S(t)}^{S^{\max}} ar(s) br(s) ds}{\int_{S(t)}^{S^{\max}} ar(s) ds} \right) \right) d\tau. \quad (13)$$

Функціонал прибутку банку за період  $[t0, t1]$  буде визначатися такою залежністю:

$$R(t1) = \int_{t0}^{t1} \left( \int_0^m \left( L_{Cr}(U_L, S; t - \tau) \left( \frac{i_L(t - \tau)}{rl_{t-\tau}} \right) \right) d\tau - \int_0^n \left( D_{Dt}(U_D, F_D; t - \tau) \left( \frac{i_D(t - \tau)}{rd_{t-\tau}} \right) \right) d\tau + IB(t)r_{IB}(t) - C(L(t), D(t)) \right) dt \Rightarrow \max. \quad (14)$$

Критерії максимізації прибутку банку (10) та (14) хоча й мають спільні ознаки в підході, але можуть давати різні результати. Критерій максимізації прибутковості кредитного портфеля (10) фактично є задачею пошуку оптимального бала відсікання при заданих постійних інших керуваннях та, відповідно, детермінованого потоку заявок. Але такий критерій не враховує динаміку вартості депозитів, за виключенням вартості видачі однієї грошової одиниці, та зміну показника стану банку  $X$  (3), що навіть при високому рівні прибутковості може призвести до негативних значень показника, втрати ліквідності, а отже, до банкрутства банку.

## ВИСНОВКИ

Наведена модель є ілюстрацією таких ланок ризик-орієнтованого керування банком із використанням системи кредитного скорингу:

- 1) параметри керування попитом/пропозицією  $\rightarrow$  потік заявок (рівень «бізнес-продажі»);
- 2) бал відсікання  $\rightarrow$  рівень прийняття на потік заявок  $\rightarrow$  обсяг видачі  $\rightarrow$  дохід (рівень «ризик-менеджмент» – «бізнес-продажі»);

3) бал відсікання → рівень проблемної заборгованості → доходи → прибуток → ліквідність (рівень «ризик-менеджмент»).

Для ефективного керування банком із використанням системи керування активами та пасивами необхідна інтеграція з системою кредитного скорингу на етапі прийняття рішення.

Побудову прогнозу та пошук оптимального розв'язку задачі максимізації прибутку з системою обмежень, враховуючі складність об'єкта дослідження та отриманих моделей, для запобігання надлишкових припущень та спрощень, можливо проводити лише з використанням систем комп'ютерної імітації.

Рекомендацією щодо пошуку оптимального керування банком є такий підхід:

1) визначення бізнес-стратегії щодо обсягів доступних ресурсів та обсягів видач кредитів;

2) встановлення керувань функціями попиту/пропозиції;

3) встановлення оптимального бала відсікання (10) у системі кредитного скорингу;

4) розрахунок прибутку банку (14) у СКАП;

5) повторення експерименту: зміна параметрів керування (перехід до п. 2) та повторення п. 3–4, оскільки зміна параметрів функцій попиту/пропозиції змінює результати розв'язку у п. 3.

Після проведення певної кількості ітерацій імітації діяльності банку буде знайдено оптимальне керування банком за критерієм «максимізація прибутку» (10) з урахуванням параметрів як розвитку бізнесу, так і ризик-менеджменту, тобто найшвидший розвиток під час збереження стійкості фінансової установи.

Методи прогнозування діяльності та керування банківською установою, що застосовуються на практиці, є недостатніми для банків з великими обсягами однорідних кредитів у портфелі. Тому саме системний аналіз окремих процесів та інтеграція їх моделей у межах однієї комплексної моделі з подальшим використанням комп'ютерної імітації є найактуальнішим підходом до побудови сучасних систем банківської аналітики та ризик-менеджменту.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Линдер Н.* Непрерывная модель управления денежными потоками банка // Финансовые риски. — 1998. — № 3. — С. 107–111.
2. *Штиг Ф., Деркач А., Смолий Я., Малюков В., Линдер Н.* Модель управления платежным календарем // Финансовые риски. — 1997. — № 2. — С. 101–106.
3. *Царьков В.А.* План-прогноз на основе модели экономической динамики банка // Банковское дело. — 2000. — № 12. — С. 25–28.
4. *Осіпенко Д.В.* Динамічна модель комерційного банку // Фінанси України. — 2005. — № 11. — С. 87–92.
5. *Thomas L.C.* Credit Scoring and its Applications. — Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002. — 250 p.
6. *Осіпенко Д.В.* Розв'язок задачі динамічної оптимізації прибутковості комерційного банку із застосуванням системи кредитного скорингу // Науково-технічний розвиток: економіка, технології, управління: матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. студ., аспірантів і молодих вчених. — 2008. — С. 260–261.

*Надійшла 02.07.2009*