

УДК 519.16:336.71

Ірина БУРДЕНЮК; Людмила ВОЛОНТИР

## МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ РИЗИК-МЕНЕДЖМЕНТУ БАНКІВСЬКИХ УСТАНОВ

*Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна*

**Резюме.** Український фінансовий ринок характеризується високим рівнем політичних, законодавчих, правових ризиків, значними коливаннями цін, кризовими явищами, тому він потребує оптимальної системи управління ризиками. Збільшується значущість ризик-менеджменту для банківської сфери. Кожна банківська установа, що претендує на стійкий розвиток, повинна мати у своєму арсеналі систему управління ризиками. Управління ризиками потребує їх класифікації та правильної оцінки. Система ризик-менеджменту повинна забезпечити вирішення основних завдань: оптимізувати співвідношення потенційних можливостей, ризиків, розміру капіталу і темпів зростання банку; реалізовувати системний підхід до оцінювання й управління ризиками; співвідносити ризики і потенційні можливості для досягнення якнайкращих результатів; скласти найважливішу частину процесу ухвалення управлінських рішень; покращувати керованість банку за допомогою створення адекватної структури контролінгу. Розроблено рекомендації щодо використання оптимізаційних моделей в банківському ризик-менеджменті.

**Ключові слова:** ризик-менеджмент, оцінка ризиків, методи, моделі, функціональні ризики, економічні ризики, кредитний ризик, валютний ризик, фінансова стійкість, контролінг, моніторинг.

Iryna BURDEYNYUK; Lyudmyla VOLONTYR

## METHODS AND MODELS OF RISK MANAGEMENT OF BANKING INSTITUTIONS

*Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine*

**Summary.** Ukrainian financial market is characterized by high level of political, legislative, legal risks, significant price fluctuations, crisis events that is why it requires optimal system of risk management. The importance of risk management for the banking sector is increasing. Each banking institution that claims to be sturdily developing should have the risk management system in its arsenal. Risk management requires classification and correct assessment. The risk management system should provide solutions to the main objectives: optimize the ratio of potential opportunities, risks, capital adequacy and growth rate of the bank; implement a systematic approach to the assessment and risk management; correlate risks and the potential opportunities in order to achieve the best results; be the important part of decision making; improve control of the bank by creating adequate controlling structures. The process of risk management is a set of specific actions aimed at creating a risk management philosophy, developing regulations on management, risk analysis, using financial mechanisms to compensate losses in the event of adverse circumstances. Recommendations were developed concerning the use of optimization models in banking risk management analysis.

**Key words:** risk management, risk assessment, methods, models, functional risks, economic risks, credit risks, currency risks, financial stability, controlling, monitoring.

**Постановка проблеми.** Важливе завдання діяльності банку – це підтримання постійного балансу між потребами в ресурсах і можливостями їх придбання в умовах, що забезпечують фінансову стійкість і задоволення інтересів партнерів та клієнтів. При цьому необхідним принципом є дотримання банком вимоги достатності ресурсів: обсяг мобілізованих на грошово-кредитному ринку засобів повинен бути не меншим, але й не більшим, ніж це потрібно для розміщення коштів у найприбутковіших операціях. Тому для кожного комерційного банку актуальною є розроблення програми регулювання і розміщення ресурсів, визначення сфери найдоходніших вкладень коштів у кредити й інвестиційні проекти на певний період, аналіз виконання програм. При оцінюванні

банківських операцій доцільно застосувати комплексний підхід, що враховує всю сукупність питань, які пов'язані з конкретною угодою і водночас відображають загальний стан ресурсного забезпечення банку.

В умовах сучасної ринкової економіки посилюється значення правильного оцінювання ризику, що має банківська установа при здійсненні своїх операцій. Масштаби ризиків на світових фінансових ринках постійно зростають. Український фінансовий ринок характеризується високим рівнем політичних, законодавчих, правових ризиків, значними коливаннями цін, кризовими явищами, тому він потребує оптимальної системи управління ризиками. Збільшується значущість ризик-менеджменту для банківської сфери [1].

Кожна банківська установа, що претендує на стійкий розвиток, повинна мати у своєму арсеналі систему управління ризиками.

Управління ризиками потребує їх класифікації та правильного оцінювання. Існує багато класифікаційних ознак оцінювання ризику та засобів його вираження.

За сферою виникнення банківські ризики поділяють на фінансові та функціональні. Функціональні ризики виникають унаслідок неможливості здійснення своєчасного та повного контролю за фінансово-господарською діяльністю банку. Їх досить складно виявити й ідентифікувати, а також виміряти кількісно й виразити в грошових одиницях. Функціональні ризики можна знизити, удосконалюючи системи контролінгу: розробляючи внутрішні методики та техніко-економічне забезпечення проведення фінансових операцій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Упродовж останніх років в економічній літературі проблемам ризикології в Україні приділяють значну увагу, при цьому автори досліджують оцінку ступеня ризику, прийняття багатокритеріальних управлінських рішень, удосконалення банківських операцій, запобігання ризикам тощо. Цю проблему досліджують такі вчені, як В. Бобиль, В. Вітлінський, І. Дяконов, І. Івченко, С. Козьменко, І. Лукановська та інші.

В економічній літературі існують різні класифікації економічних ризиків. Зокрема, Б. Мілнер і Ф. Лііс поділяють ризики на зовнішні та внутрішні. До зовнішніх вони відносять політичні, законодавчі, природні, регіональні, галузеві і макроекономічні ризики, до внутрішніх – виробничі, інвестиційні та комерційні ризики.

Досліджуючи питання ризик-менеджменту в банківських установах, деякі автори пропонують банківські ризики поділяти на зовнішні та внутрішні. Вони пояснюють такий поділ різною сферою виникнення та впливом цих ризиків на діяльність банку [2]. Таким чином, до зовнішніх належать ризики, які безпосередньо не пов'язані з діяльністю банку чи його конкретного клієнта – політичні, соціальні, економічні, демографічні, які впливають на рівень ризику банку та його оточення. Сюди належать ризик щодо країни, валютний ризик, відсотковий, системний тощо. Щодо внутрішніх ризиків, то вони зумовлені особливостями діяльності, розміром та іншими чинниками, що властиві внутрішньому середовищу банку. Такі ризики можуть бути пов'язані з особливостями клієнтури, видом банку, ризиками банківських операцій.

Стосовно типової класифікації ризиків, то їх прийнято поділяти на чотири категорії: фінансові, операційні, ділові та надзвичайні. Фінансові ризики – це чисті та спекулятивні. Чисті ризики – це кредитні ризики, ризик ліквідності та платоспроможності, вони можуть за неналежного управління призвести до збитку банку. Спекулятивні ризики, засновані на фінансовому арбітражі, можуть мати подвійний результат: або прибуток (якщо арбітраж здійснюється правильно), або збиток (за умови неправильного здійснення арбітражу). Основні види спекулятивного ризику – відсотковий, валютний і ринковий.

Засадою класифікації банківських ризиків вважають стандарти Базельського

комітету з банківського нагляду (Базель II). Базельський комітет виділяє фінансовий, операційний і бізнес-ризик. Зауважимо, що така класифікація банківських ризиків є універсальною, хоча не завжди враховує специфічні види ризиків, які є характерні для банківських установ за певних ринкових умов.

**Мета статті.** Система ризик-менеджменту повинна забезпечити вирішення основних завдань: оптимізувати співвідношення потенційних можливостей, ризиків, розміру капіталу і темпів зростання банку; реалізовувати системний підхід до оцінювання й управління ризиками; співвідносити ризики і потенційні можливості для досягнення якнайкращих результатів; скласти найважливішу частину процесу ухвалення управлінських рішень; покращувати керуваність банку за допомогою створення адекватної структури контролінгу.

Метою статті є розроблення рекомендацій щодо використання оптимізаційних моделей в банківському ризик-менеджменті.

**Виклад основного матеріалу.** Процес управління ризиками банку – це сукупність окремих дій, спрямованих на створення філософії керування ризиками, розроблення положення про управління ними, аналіз ризиків банку, регулювання їх рівня, застосування фінансових механізмів компенсації втрат у разі виникнення несприятливих обставин. Банки можуть самі регулювати свої ризики в ході оперативного аналізу через прийняття негайних рішень, спрямованих на зменшення негативного впливу будь-яких явищ і процесів, які сприяють досягненню певного рівня прибутку.

На діяльність комерційного банку значний вплив має валютний ризик. Валютний ризик – це ризик втрат у зв'язку з несприятливою зміною вартості іноземної валюти відносно валюти держави, де розміщений банк. Валютний ризик виникає передусім з того, що зміна курсів іноземних валют призводить до збитків унаслідок зміни ринкової вартості активів та пасивів.

Не менш важливо для комерційного банку врахувати відсотковий ризик, який проявляється у зміні відсоткової ставки, яка впливає на фінансовий результат діяльності малого банку, його прибутковість, вартість активів, зобов'язань та позабалансових інструментів. Відсотковий ризик або ризик зміни відсоткової ставки враховує зниження відсоткової маржі банку та ринкової вартості його капіталу. Ефективне управління таким ризиком має охоплювати розподіл активів та пасивів на чутливі та нечутливі до ринкових відсоткових ставок і термінів погашення й переоцінювання. Крім цього, для зниження цього ризику можна використовувати такі інструменти, які можуть включати надання кредитів і залучення депозитів на умовах змінної відсоткової ставки, пролонгацію кредитів, зміни графіків погашення кредитів, встановлення мінімальних ставок за кредитами та максимальними за депозитами.

Метою управління ризиками комерційного банку є сприяння підвищенню вартості власного капіталу банку, одночасно забезпечення досягнення цілей багатьох зацікавлених сторін: клієнтів та ділових партнерів, керівництва, працівників, спостережної ради й акціонерів (власників), органів банківського нагляду, рейтингових агентств, інвесторів, кредиторів та інших сторін.

Процес ризик-менеджменту в банках України варто організувати таким чином, щоб були охоплені всі структурні шаблі та рівні – від вищого керівництва банківської установи (спостережної ради та правління банку) до рівня, на якому безпосередньо приймається та генерується ризик [4].

Оцінювання ризиків в більшості банків України здійснює Департамент ризик-менеджменту – це незалежна служба, підрозділ ризик-менеджменту, операційний (тобто не функціональний) підрозділ банку, в якому зосереджені функції управління ризиками. Достатньо важливою вимогою до цього підрозділу є його «цілковита незалежність (структурна та фінансова) від підрозділів банку, які приймають ризик (фронт-офісів) та

підрозділів, які реєструють факт прийняття ризику та контролюють його величину (бек-офісів). Крім цього, керівнику підрозділу з ризик-менеджменту надається достатньо високий статус в банку задля забезпечення його незалежності від керівників інших операційних чи функціональних підрозділів» [5].

Система ризик-менеджменту в комерційному банку містить такі елементи, як: точки контролю (відповідним чином згрупованих банківських операцій, які генерують ризик), набір засобів і методів оцінювання цих ризиків, їх прогнозування, інструментарій з обмеження і зниження даних ризиків, форми моніторингу та прогнозування ризиків, інформаційні потоки і організаційну структуру, побудовану за функціональною ознакою, яка забезпечує роботу цієї системи.

Економіко-математичні методи та моделі, що використовуються при прийнятті рішень у банківському ризик-менеджменті, наведено на рисунку 1.

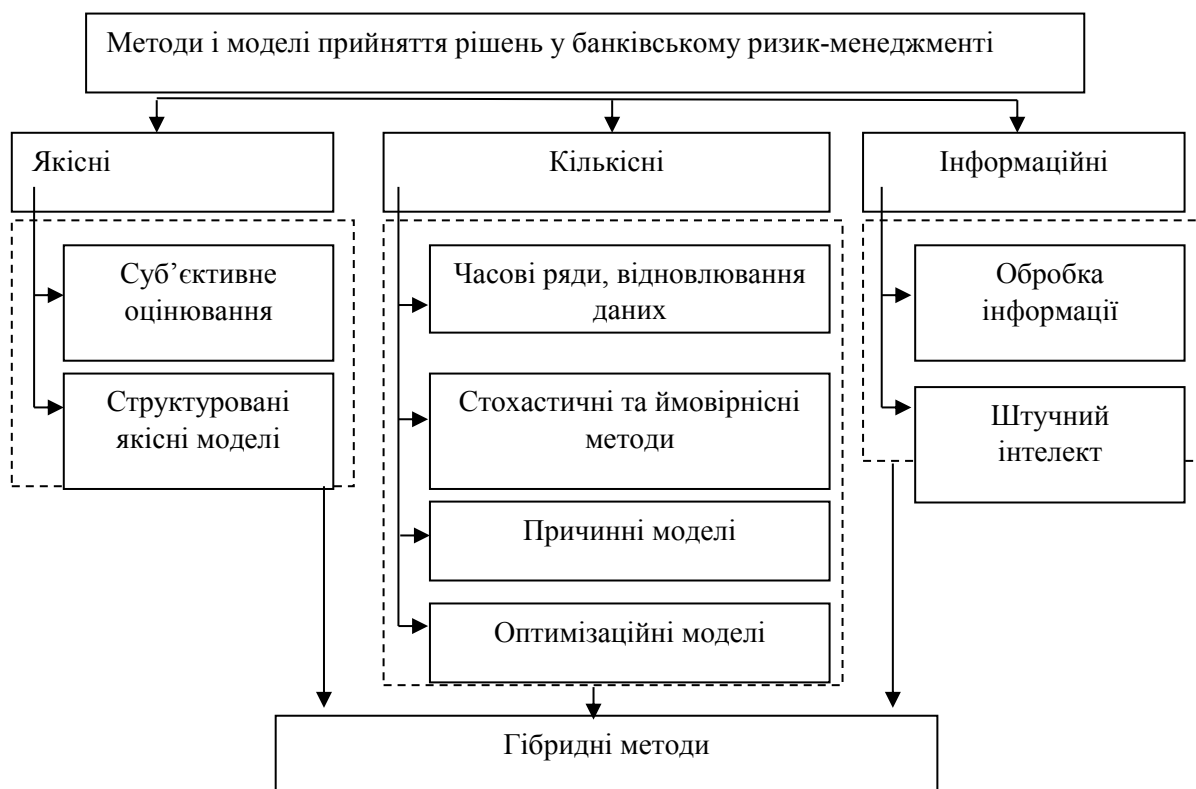


Рисунок 1. Економіко-математичні методи та моделі ризик-менеджменту

Figure 1. Economic-mathematical methods and models of risk management

Розглянемо економіко-математичні моделі кредитування бізнесу. Важливим чинником ефективної інвестиційної діяльності є належне формування портфеля та календарного плану виконання проектів реального інвестування. Такий план у кожен період часу повинен бути збалансованим щодо необхідних та наявних інвестиційних ресурсів. Це дозволить здійснювати безперервну реалізацію кожного з обраних до портфеля інвестиційних проектів. Оптимізаційна спрямованість забезпечуватиме визначення такого з допустимих планів, який характеризується найкращими економічними показниками, очікуваними від реалізації обраного комплексу інвестиційних проектів в цілому. До того ж, методика планування обов'язково повинна враховувати ризик щодо очікуваних показників реалізації кожного з інвестиційних проектів та особливості індивідуального ставлення інвесторів відносно цього ризику.

Кредитний ризик за конкретною угодою – це ймовірність ( $p$ ) отримання банком

збитків від невиконання позичальником конкретної кредитної угоди ( $0 < p < 1$ ).

Зважений кредитний ризик – добуток суми позики ( $S_i$ ), зафіксованої у кредитній угоді, та ймовірності невиконання позичальником конкретної кредитної угоди ( $p$ ).

Кредитний ризик за всім портфелем ( $D$ ), який складається з  $n$  угод – це середньозважена величина ризиків за всіма угодами кредитного портфеля. Його можна виразити за допомогою формули таким чином:

$$D = \sum_{i=1}^n p_i \frac{S}{S_i}, \quad (1)$$

де  $p_i$  – ймовірність невиконання позичальником конкретної кредитної угоди,  $S_i$  – сума  $i$ -ї позички:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i. \quad (2)$$

Прийнявши ймовірність невиконання позичальником кредитної угоди –  $p$ , ймовірність виконання можна визначити як  $(1 - p)$ . Якщо абстрагуватися від таких цілком реальних витрат банку як заробітна платня робітників кредитного відділу банку, витрати на збір та обробку інформації то відсоток за кредитами ( $R$ ) повинен компенсувати часову вартість грошей (вільна від ризику ставка  $r$ ) та ризик неповернення позики ( $p$ ). Це можна записати у вигляді формули

$$R = \frac{1+r}{1-p} - 1, \quad (3)$$

Рівняння (3) виражає фундаментальний зв'язок ризику і доходу: відсоткова ставка за позикою збільшується, якщо є підстави вважати, що клієнт не погасить кредит.

Для банку винагородою за ризик є премія за ризик непогашення ( $\Pi$ ), з рівняння (3) отримуємо

$$\Pi = R - r = (1+r) \frac{p}{1-p},$$

Проблема полягає в тому, що дуже важко точно оцінити рівні складових ризиків, тому для цього, як правило, використовуються вищезгадані експертні методи.

Треба також зазначити, що існує пряма залежність між ризикованістю кредитного портфеля банку та кореляцією окремих кредитних угод. Наприклад, якщо банк додає до вже існуючих кредитів у галузі електроенергетики ще один аналогічний, то він тим самим значно підвищує ризикованість усього портфеля. Виходячи з вищесказаного, необхідно врахувати дану компенсацію за портфельний ризик. Математично це має такий вигляд:

$$R_d = r + (1+d)(R - r) = r + \frac{(1+d) \times p \times (1+r)}{1-p},$$

де  $R_d$  – відсоток за позикою,  $d$  – показник зміни середньозваженого ризику портфеля

$$d = D_1 - D_0,$$

де  $D_0$  – середньозважений ризик кредитного портфеля без урахування даної позики,  $D_1$  – середньозважений ризик кредитного портфеля з урахуванням даної позики.

З наведених формул очевидно, що якщо нова позика збільшує (зменшує) середньозважений ризик кредитного портфеля ( $D$ ), то премія за кредитний ризик ( $R - r$ ) за даною угодою має бути збільшена (зменшена) у співвідношенні  $(1 + d)$ .

Розглянемо методику планування комплексу інвестиційних проектів для детермінованого випадку та за умов ризику.

Показники окремого інвестиційного проекту у детермінованому випадку. Некеровані параметри:  $T$  – тривалість виконання (життєвого циклу) інвестиційного проекту,  $\tau$  – номер окремого часового проміжку з життєвого циклу проекту ( $\tau = 1, T$ );  $I_\tau$  – інвестиційні ресурси, необхідні для виконання проекту в  $\tau$ -му часовому проміжку його життєвого циклу;  $V_\tau$  – вартісна оцінка поточних (неінвестиційних) витрат, пов'язаних з реалізацією проекту, у  $\tau$ -му часовому проміжку;  $R_\tau$  – вартісна оцінка поточних результатів, пов'язаних із функціонуванням проекту, у  $\tau$ -му часовому проміжку;  $N$  – чистий, зведений до початку життєвого циклу, дохід за проектом

$$N = \sum_{\tau=1}^T \frac{R_\tau - V_\tau - I_\tau}{(1 + e)^\tau},$$

де  $e$  – нормативний коефіцієнт економічної ефективності інвестицій (ставка дисконту).

Керовані змінні:  $x_t$  – логічна змінна, яка відображає факт вибору проекту та початку його реалізації у  $t$ -му часовому проміжку планового періоду

$$x_t = \begin{cases} 1, & \text{якщо інвестиційний проект} \\ & \text{буде обрано у } t\text{-му проміжку,} \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

де  $N_0$  – чистий, зведений до початку планового періоду, дохід за проектом

$$N_0 = N \sum_{t=1}^{T_0-T+1} \frac{x_t}{(1 + e)^{t-1}},$$

де  $T_0$  – тривалість горизонту планування ( $T_0 > T$ ),  $t$  – номер окремого проміжку часу з планового горизонту ( $t = 1, T_0$ ).

Далі представимо формування інвестиційного портфеля та календарного плану у детермінованому випадку.

Нехай є  $n$  потенційних інвестиційних проектів, кожний з яких характеризується наступними показниками ( $j$  – номер окремого проекту,  $j = 1, n$ );  $T_j$  – тривалість життєвого циклу;  $I_{j\tau}$  – необхідні інвестиційні витрати у  $\tau$ -му часовому проміжку життєвого циклу;  $V_{j\tau}$  та  $R_{j\tau}$  – відповідно, поточні витрати та результати у  $\tau$ -му часовому проміжку життєвого циклу;  $N_j$  – чистий, зведений до початку життєвого циклу, дохід.

Невідомими виступають логічні змінні

$$x_{jt} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } j\text{-й інвестиційний проект} \\ & \text{буде обрано у } t\text{-му проміжку} \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}.$$

Значення індексу  $t$  для змінної  $x_{jt}$  перебуває в межах від 1 до  $T_0 - T_j + 1$ , де  $T_0$  –

тривалість планового горизонту. Інвестиційний портфель і календарний план потрібно сформулювати з урахуванням лімітів інвестиційних ресурсів банку:  $K_t$  – ліміт інвестицій на  $t$ -й часовий проміжок планового горизонту ( $t = 1, T_0$ , де  $T_0 > \max_{j=1,n} T_j$ ),  $M_j$  – тривалість  $j$ -го проекту. Причому загальний зведений чистий дохід  $N_\Sigma$  за усіма обраними проектами має бути якнайбільшим.

Економіко-математична модель задачі формування інвестиційного портфеля та календарного плану його виконання у детермінованому випадку набуває такого вигляду:

$$\begin{aligned}
 N_\Sigma &= \sum_{j=1}^n N_j \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} \frac{x_{jt}}{(1+e)^{t-1}} \rightarrow \max \\
 \sum_{j=1}^n \sum_{\tau=1}^{\min(t, T_j)} I_{j\tau} x_{j, i+1-\tau} &\leq K_t + D_t, \quad t = 1, T_0 \\
 \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} x_{jt} &\leq M_j, \quad x_{jt} \in \{0,1\}, \quad t = 1, T_0 - T_j + 1, \quad j = 1, n \\
 D_t &= \sum_{j=1}^n N_j x_{jt}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

У даному випадку маємо задачу цілочислового лінійного програмування з логічними змінними. Для її розв'язування використовуються відповідні програмні засоби.

У випадку ризику показники інвестиційного портфеля будуть виглядати інакше.

Нехай, як і раніше,  $T_0$  – тривалість горизонту планування,  $t$  – номер окремого часового проміжку ( $t = 1, T_0$ );  $n$  – кількість потенційних проектів реального інвестування,  $j$  – номер окремого проекту ( $j = 1, n$ ),  $K_t$  – ліміт інвестиційних ресурсів на  $t$ -й часовий проміжок ( $t = 1, T_0$ );  $e$  – нормативний коефіцієнт ефективності інвестицій.

Для кожного  $j$ -го інвестиційного проекту ( $j = 1, n$ ) відомими вважаються:  $T_j$  – максимальна тривалість життєвого циклу ( $T_j < T_0$ );  $\bar{I}_{j\tau}$  – очікувані інвестиційні витрати у  $\tau$ -му часовому проміжку життєвого циклу,  $\sigma(\bar{I}_{j\tau})$  їх стандартні відхилення;  $\bar{N}_j$  – очікуваний чистий, зведений до початку життєвого циклу, дохід;  $\sigma(\bar{N}_j)$  – його стандартне відхилення.

Детермінованими керованими параметрами є логічні змінні  $X_{jt}$ , які значеннями 1 або 0 відображають факт вибору та початку виконання  $j$ -го проекту у  $t$ -му часовому проміжку планового періоду.

У випадку ризику за оптимізаційний критерій можна обрати детермінований еквівалент  $N_\Sigma$  випадкового загального зведеного чистого доходу

$$N_\Sigma = \bar{N}_\Sigma + \xi \sigma(N_\Sigma),$$

де ваговий коефіцієнт  $\xi$  обирається залежно від особливостей ставлення інвестора до ризику: нейтральне –  $\xi = 0$ ; відрізняється від нейтрального: помірно –  $\xi = 0,21$ , середньо –  $\xi = 0,61$ , сильно –  $\xi = 1,73$ .

Таким чином, складовими критеріального показника інвестиційного портфеля виступають:

$\bar{N}_\Sigma$  – очікуваний загальний, зведений до початку планового періоду, чистий дохід за усіма проектами які буде обрано,

$$\bar{N}_{\Sigma} = \sum_{j=1}^n \bar{N}_j \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} \frac{x_{jt}}{(1+e)^{t-1}},$$

та  $\sigma(N_{\Sigma})$  – його стандартне відхилення

$$\sigma(N_{\Sigma}) = \sqrt{\sum_{j=1}^n \sigma^2(N_j) \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} \frac{x_{jt}}{(1+e)^{2t-2}}}.$$

Висувається припущення про незалежність ризиків, пов'язаних з виконанням окремих проектів. У разі необхідності від цього припущення можна позбуватися. Окрім цього, враховано обмеження, які буде накладено на логічні змінні  $x_{jt}$ , де

$$\sigma^2(N_j) = \sum_{\tau=1}^{T_j} \frac{\sigma^2(I_{j\tau}) + \sigma^2(V_{j\tau}) + \sigma^2(R_{j\tau})}{(1+e)^{2\tau}}.$$

Нехай, далі,  $I_{\Sigma t}$  – щорічна потреба портфеля в інвестиційних ресурсах

$$I_{\Sigma t} = \sum_{j=1}^n \sum_{\tau=1}^{\min(t, T_j)} I_{j\tau} x_{j,i+1-\tau}, \quad t = 1, T_0.$$

Це є випадкова величина. Визначимо її статистичні характеристики: очікуване значення:

$$\bar{I}_{\Sigma t} = \sum_{j=1}^n \sum_{\tau=1}^{\min(t, T_j)} \bar{I}_{j\tau} x_{j,i+1-\tau},$$

дисперсія:

$$\sigma^2(I_{\Sigma t}) = \sum_{j=1}^n \sum_{\tau=1}^{\min(t, T_j)} \sigma^2(I_{j\tau}) x_{j,i+1-\tau}.$$

Обмеження за лімітом інвестиційних ресурсів у кожен період часу  $t$  у випадку ризику зручно подати як вимогу дотримання ліміту із певною ймовірністю. У припущенні про нормальний закон розподілу обсягу необхідних ресурсів цю вимогу можна записати так:

$$\bar{I}_{\Sigma t} + k\sigma(I_{\Sigma t}) \leq K_t,$$

в якій для ймовірності 0,95 за значення  $k$ , згідно з таблицями нормального розподілу, слід взяти 1,645. У разі необхідності зменшити ймовірність порушення лімітів параметр  $k$  треба збільшити; навпаки, коли ймовірність порушення лімітів можна збільшити, рівень параметра  $k$  можна зменшити. Ця властивість дозволяє уникнути припущення про нормальний закон розподілу обсягу необхідних інвестиційних ресурсів. Крім того, можна врахувати і випадки, коли ліміти інвестицій теж вважаються випадковими – у такому разі останнє обмеження слід замінити таким:

$$\bar{I}_{\Sigma t} + k\sqrt{\sigma^2(I_{\Sigma t}) + \sigma^2(K_t)} \leq \bar{K}_t,$$



де  $\bar{K}_t$  і  $\sigma(\bar{K}_t)$ , відповідно, очікуване значення і стандартне відхилення випадкової величини інвестиційного ресурсу  $K_t$ .

Економіко-математична модель задачі формування інвестиційного портфеля та календарного плану його виконання у випадку ризику набуває вигляду

$$\begin{aligned}
 N_{\Sigma} &= \sum_{j=1}^n \bar{N}_j \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} \frac{x_{jt}}{(1+e)^{t-1}} + \xi \sigma(N_{\Sigma}) \rightarrow \max \\
 \sigma^2(N_{\Sigma}) &= \sum_{j=1}^n \sigma^2(N_j) \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} \frac{x_{jt}}{(1+e)^{2t-2}} \rightarrow \min \\
 \sum_{j=1}^n \sum_{\tau=1}^{\min(t, T_j)} \bar{I}_{j\tau} x_{j,i+1-\tau} + k \sigma(I_{\Sigma_t}) &\leq K_t, \quad t = 1, T_0 \\
 \sigma^2(I_{\Sigma_t}) &= \sum_{j=1}^n \sum_{\tau=1}^{\min(t, T_j)} \sigma(I_{j\tau}) x_{j,i+1-\tau}, \quad t = 1, T \\
 \sum_{t=1}^{T_0-T_j+1} x_{jt} &\leq 1, \quad x_{jt} \in \{0,1\}, \quad t = 1, T_0 - T_j + 1, \quad j = 1, n.
 \end{aligned} \tag{5}$$

Для розрахунків було вибрано п'ять потенційних інвестиційних проектів у комерційному банку АО «ОТП Банк».

Вважатимемо, що горизонт планування дорівнює 10 років. Щорічний ліміт інвестицій складає 150млн. грн. кожні перші два роки та 180 млн. грн. у кожен з наступних років. Нормативний коефіцієнт ефективності інвестицій – 20%.

Складемо математичну модель задачі за наведеними даними у детермінованому випадку згідно з моделлю (4)

$$\begin{aligned}
 N_{\Sigma} &= 486.613 \sum_{t=1}^6 \frac{x_{1t}}{1.2^{t-1}} + 547.311 \sum_{t=1}^7 \frac{x_{2t}}{1.2^{t-1}} + 284.192 \sum_{t=1}^5 \frac{x_{3t}}{1.2^{t-1}} + \\
 &+ 315.640 \sum_{t=1}^6 \frac{x_{4t}}{1.2^{t-1}} + 459.811 \sum_{t=1}^4 \frac{x_{5t}}{1.2^{t-1}} \rightarrow \max \\
 50x_{11} + 100x_{21} + 40x_{31} + 60x_{41} + 70x_{51} &\leq 150 \\
 50x_{12} + 40x_{11} + 100x_{22} + 150x_{21} + 40x_{32} + 70x_{31} + 60x_{42} + 120x_{41} + 70x_{52} + 80x_{51} &\leq 150 \\
 50x_{1,t} + 40x_{1,t-1} + 30x_{1,t-2} + 100x_{2,t} + 150x_{2,t-1} + 50x_{2,t-2} + 40x_{3,t} + 70x_{3,t-1} + \\
 + 100x_{3,t-2} + 60x_{4,t} + 120x_{4,t-1} + 70x_{5,t} + 80x_{5,t-1} + 50x_{5,t-2} &\leq 180 + D_t, \quad t = 3,10 \\
 x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16} + x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{1,10} &\leq 5 \\
 x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25} + x_{26} + x_{27} + x_{28} + x_{29} + x_{2,10} &\leq 4 \\
 x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35} + x_{36} + x_{37} + x_{38} + x_{39} + x_{3,10} &\leq 6 \\
 x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45} + x_{46} + x_{47} + x_{48} + x_{49} + x_{4,10} &\leq 5 \\
 x_{51} + x_{52} + x_{53} + x_{54} + x_{55} + x_{56} + x_{57} + x_{58} + x_{59} + x_{5,10} &\leq 7 \\
 x_{it} &\in \{0,1\} \quad t = 1, T - T_0 \quad i = 1,5 \\
 D_t &= \sum_{j=1}^n N_j x_{jt}.
 \end{aligned} \tag{6}$$

Наведена модель є однокритеріальною, лінійною з булевими змінними. Після розрахунків були отримані наступні результати.

Обмеженість інвестиційних ресурсів на початку планового періоду призвела до того, що доцільно розпочати два проекти: перший та п'ятий. З третього періоду до інвестиційного портфеля можна підключити четвертий проект. Це є останнім роком для першого і п'ятого проектів. У четвертому році розпочинається третій проект та закінчується четвертий, в сьомому, восьмому та дев'ятому роках втілюється другий проект. Такий план забезпечить безперервне виконання кожного з проектів та отримання максимально можливого зведеного чистого доходу.

Для формування оптимального портфеля та календарного плану виконання комплексу інвестиційних проектів у випадку ризику пропонується модель двокритеріальна, нелінійна оптимізаційна з булевими змінними. Вона враховує ставлення інвестора до ризику. В результаті розрахунків було отримано: до портфеля включено перший, третій та п'ятий проекти. Перший проект здійснюється з першого по четвертий роки, третій – з п'ятого по восьмий рік, п'ятий – з третього по шостий рік.

За даною моделлю можливо оцінити оптимальний кредитний портфель. Тому в роботі було розглянуто модель оптимізації кредитного портфеля за детермінованих умов та умов ризику.

**Висновки.** Важливою складовою банківської діяльності є оптимізація ризиків на основі управління ними, що є необхідною частиною економічної роботи банку. В рамках цієї роботи виявляються передумови для прийняття управлінських рішень, що сприяє підвищенню ефективності роботи банку.

Крім того, особливу увагу в аспекті мінімізації кредитного ризику, слід приділяти розвитку та удосконаленню співробітництва банків зі страховими компаніями. Ігнорування цього шляху мінімізації кредитного ризику призвело до значних втрат у фінансово-кредитній системі України. Найперспективнішими формами співробітництва цих установ, як показав зарубіжний досвід, є кептивні страхові компанії та фінансові групи.

На державному рівні проблема мінімізації кредитного ризику вирішується за допомогою впровадження обов'язкового створення банками резервів на покриття можливих втрат від кредитної діяльності, а також введення економічних нормативів, спрямованих на послаблення ризику. Але вплив таких методів є досить опосередкованим і більше спрямований на уникнення системного ризику.

Мінімізація кредитного ризику на рівні банку, на відміну від компенсації за рахунок резервів, передбачає активний вплив на ймовірність настання негативних явищ. Тому на практиці акценти мають бути зміщені від погашення отриманих збитків до попередньої їх мінімізації. В першу чергу, мінімізація кредитного ризику має здійснюватися силами самих банків шляхом застосування активних методів впливу на ймовірність неповернення позик та процентів за ними в бік зменшення. Завданням банків є вдосконалення внутрішнього кредитного ризик-менеджменту. Мотивацією слугує підвищення конкуренції, але для цього на державному рівні повинні бути вирішені інформаційні, законодавчі, загальноекономічні неузгодженні питання.

**Conclusions.** Thus, an important component of bank activities is to optimize risk-based management that is a necessary part of the economic work of the bank, since within its framework it reveals the conditions for making managerial decisions that will enhance the effectiveness of its work.

Of particular note in terms of minimizing credit, risk should be given to the development and improvement of cooperation between banks and insurance companies. Ignoring this way minimizing credit risk led to significant losses in the financial and credit system of Ukraine. The most promising forms of cooperation of these institutions, as shown by international experience, is captive insurance companies and financial groups.

The state level, the problem of minimizing credit risk is solved by introducing a

mandatory creation of bank reserves to cover possible losses from lending activities as well as the introduction of economic regulations aimed at risk mitigation. However, the impact of such methods is rather indirect and more focused on avoiding systemic risk.

Minimizing credit risk at the bank, unlike compensation from reserves, involves an active influence on the likelihood of adverse events. Therefore, in practice, the emphasis should be shifted from the repayment of losses to previous minimize them. Primarily minimizing credit risk is to be effected by the banks themselves with active methods of influence on the probability of default of loans and interest on them downward. The objective is to improve banks' internal credit risk management. Increased competition serves as a motivation, but that at the state level should be addressing information, legal, general economic mismatch issues.

#### Використана література

1. Марковський, О.В. Моделювання структури та управління ризиками в діяльності комерційного банку: дис. ... канд. екон. наук: [Текст] / О.В. Марковський. – Запоріжжя, 2010. – 206 с.
2. Соскін, О. Фінансово-економічні ризики розвитку України в умовах сучасної кризи [Текст] / О. Соскін // Економіка і управління. – 2009. – № 4. – С.56 – 62.
3. Смолева, Т.М. Сучасні методи оцінки кредитоспроможності позичальників банками України [Текст] / Т.М. Смолева // Финансы, учет, банки. – 2014. – №1(20). – С.241 – 245.
4. Матвійчук, А.В. Аналіз і управління економічними ризиками: навч. посіб. [Текст] / А.В. Матвійчук. – К.: Центр навч. літ-ри, 2007. – 375с.
5. Васюренко, О.В. Банківські операції: навч. посіб. [Текст] / О.В. Васюренко. – К.: Знання, 2008. – 318 с.
6. Карчева, Г. Використання методів непараметричної статистики для оцінки ризику ліквідності банків [Текст] / Г. Карчева // Вісн. Нац. банку України. – 2007. – № 7.
7. Запорожець, З. Управління банківськими ризиками в контексті інформаційних технологій [Текст] / З. Запорожець // Вісник Національного банку України. – 2004. – № 10.

#### References

1. Markovskiy O.V. Modeliuvannia struktury ta upravlinnia ryzykamy v diial'nosti komertsijnoho banku: dys. kand. ekon. nauk. O.V. Markovskiy. Zaporizhzhia, 2010. 206 p.
2. Soskin O. Finansovo-ekonomichni ryzyky rozvytku Ukrainy v umovakh suchasnoi kryzy, O. Soskin. Ekonomika i upravlinnia, 2009, no. 4, pp. 56 – 62.
3. Smoleva T.M. Suchasni metody otsinky kredytopromozhnosti pozychal'nykiv bankamy Ukrainy, T.M. Smoleva. Fynansy, uchet, banky, 2014, no. 1(20), pp. 241 – 245.
4. Matvijchuk A.V. Analiz i upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy: navch. posib. A.V. Matvijchuk. K.: Tsentrv navch. lit-ry. 2007. 375 p.
5. Vasiurenko O.V. Bankivs'ki operatsii: navch. posib. O.V. Vasiurenko. K.: Znannia, 2008. 318 p.
6. Karcheva H. Vykorystannia metodiv neparametrychnoi statystyky dlia otsinky ryzyku likvidnosti bankiv. H. Karcheva, Visn. Nats. banku Ukrainy, 2007, no. 7.
7. Zaporozhets' Z. Upravlinnia bankivs'kymy ryzykamy v konteksti informatsijnykh tekhnolohij. Z. Zaporozhets'. Visnyk Natsional'noho banku Ukrainy, 2004, no. 10.

Отримано 06.12.2016

## УДК 658.012

**Дмитро ДМИТРИВ; Олена РОГАТИНСЬКА; Юрій КАПАЦІЛА**

### **ЙМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ ЧЕРЕЗ МИТНИЙ КОРДОН**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
Тернопіль, Україна*

*Резюме. На підставі проведеного аналізу робіт присвячених здійсненню міжнародних вантажних перевезень, зокрема механізму перетину міжнародного кордону, в статті розроблено математичну*