

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІНАНСОВИХ РИЗИКІВ ЗА МЕТОДАМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ

Папуч Т.Ю.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»,
Інститут прикладного системного аналізу

Метою роботи є підвищення якості прогнозування фінансових ризиків завдяки реалізації системи підтримки прийняття рішень для аналізу фінансових процесів. В роботі досліджується проблема управління фінансовими ризиками в фінансових установах України. Розглянуті методи інтелектуального аналізу даних для вимірювання фінансових ризиків. Виконано поглиблений математичний та прикладний аналіз методів Value-at-Risk (VaR) і Conditional Value-at-Risk (CVaR).

Ключові слова: ризик, валютний ризик, кредитний ризик, волатильність, прогнозування, аналіз, модель, система підтримки прийняття рішень.

Постановка проблеми. У банківській сфері ризик – це невизначеність фінансових результатів банку у майбутньому, тобто відхилення від запланованих показників прибутковості, поява додаткових непередбачуваних витрат. Оскільки після розпаду Радянського Союзу Україна отримала статус країни з перехідною економікою і вперше зустрілася з поняттям фінансового ризику, то повністю відтворити управління ризиками у країнах з розвинутою економікою неможливо. Наприклад, деякі методи боротьби з ризиками недоцільно використовувати при значній інфляції та постійних коливаннях економіки. Саме тому так гостро постає питання адаптації існуючих у розвинених країнах методів управління ризиками до нашої країни. У роботі розглянуто нові та перспективні методи, а саме VaR (Value-at-Risk) та CVaR (Conditional Value-at-Risk) для оцінки фінансових ризиків. Ці методи будуть розглянуті в контексті валютних та кредитних ризиків з використанням теорії гетероскедастичних процесів. Для порівняння цих методів у роботі пропонується система підтримки прийняття рішень для оцінки фінансових ризиків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Показник VaR вперше був використаний у банку «JP Morgan» з метою підвищення ефективності роботи з ризиками. Історично підхід до оцінки ризиків, що базується на VaR, вперше був рекомендований Групою тридцяти (The Global Derivatives Study Group, G30) в 1993 р. у дослідженні «Derivatives: Practices and Principles». У цьому ж році Європейська Рада в директиві «ЕЕС6-93» встановила резерви капіталу для покриття ринкових ризиків з використанням моделей VaR. В 1994 р. The Bank of International Settlements рекомендував банкам розкриття своїх значень VaR. В 1995 р. Базельський комітет з нагляду за банками запропонував банкам використовувати власні моделі оцінки VaR як основу для розрахунку резервів капіталу. За останні кілька років VaR став одним із самих популярних методів управління і контролю ризику в фінансових установах різного типу [1].

Виклад основного матеріалу дослідження. Існують такі основні види фінансових ризиків: ризик ліквідності, ризик окремої країни, кредитний, валютний, портфельний, відсотковий, галузевий ризики.

В умовах швидкого розвитку обчислювальної техніки та інформаційних технологій у сфері оцінки фінансових ризиків першочергового значення набувають складні статистичні та математичні моделі прогнозування ризиків, а також моделі інтелектуального аналізу даних. Одною з таких моделей є

оцінка вартості під ризиком. Вартість під ризиком (VaR) є узагальнюючим кількісним статистичним виміром ризику, що дозволяє в одному числі узагальнити вплив різних факторів ризику та врахує кореляцію між впливом факторів ризику. З економічної точки зору показник VaR характеризує величину, яку не перевищать очікувані протягом визначеного періоду втрати із заданою імовірністю.

В основі метода VaR лежить поняття волатильності. Волатильність – це показник, який характеризує норму мінливості (стандартне відхилення).

В роботі розглядаються моделі прогнозу фінансових ризиків в рамках таких методів:

• Варіаційно-коваріаційний VaR. Розраховується за показниками відкритої валютної позиції (ВВП) по кожній з валют та значенні волатильності для котирування кожної з валют. Алгоритм розрахунку наступний:

– Проведення розрахунку темпів росту значень курсів валют хіт.

– Розрахунок логарифма частки курсів по кожній валюті:

$$x'_t = \ln \left(\frac{\text{Курс}_t^i}{\text{Курс}_{t-1}^i} \right), t=1,2,3,...,T, i=1,2,...,n. \quad (1)$$

– Розрахунок матриці коваріацій для темпів росту курсів:

$$C_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \left(x'_t - \frac{\sum_{t=1}^T x'_t}{T} \right) \cdot \left(x'_t - \frac{\sum_{t=1}^T x'_t}{T} \right), i=1,2,...,n, j=1,2,...,n. \quad (2)$$

– Розрахунок волатильності валюти:

$$\sigma_i = \sqrt{C_{ii}}, i=1,2,...,n. \quad (3)$$

– Розрахунок кореляційної матриці:

$$K_{ij} = \frac{C_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}, i=1,2,...,n, j=1,2,...,n. \quad (4)$$

– Розрахунок значення прогнозованої волатильності:

$$\sigma_i^{\text{прогноз}} = a_i * \sigma_i. \quad (5)$$

– Знаходження VaR для кожної з валют:

$$V_i = \text{Позиція}_i * \text{Курс}_i. \quad (6)$$

$$VaR_i = \alpha * \sigma_i^{\text{прогноз}} * V_i, i=1,2,...,n. \quad (7)$$

– Розрахунок значення загального VaR:

$$VaR_{\text{заг}} = \sqrt{VaR^T * K * VaR}. \quad (8)$$

• Експоненційний VaR. Експоненційна волатильність на відміну від варіаційно-коваріаційної в більшій мірі враховує недавні зміни цін і не враховує застарілі різкі зміни.

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda * r_t^2 + (1-\lambda) * \sigma_{t-1}^2}. \quad (9)$$

• АРУГ/УАРУГ VaR. Проблема обліку серій випадкових великих виключень прибутковостей фінансових інструментів при розрахунку волатильності можна вирішити за допомогою використання

АРУГ/УАРУГ-моделей. АРУГ-модель моделює волатильність у вигляді суми константної базової волатильності і лінійної функції абсолютних значень декількох останніх змін цін.

$$\sigma^2(k) = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon^2(k-i), \quad (10)$$

де a_0 – базова волатильність, ε – залишки авторегресійної моделі для ряду котирувань, q – порядок моделі, а саме кількість останніх змін курсу, що впливають на поточну волатильність, a_i – параметри, що визначають ступінь впливу попередніх змін цін на поточне значення волатильності.

Розширенням АРУГ-моделі є УАРУГ-модель волатильності, де на поточну волатильність впливають як залишки авторегресійної моделі, так і попередні зміни цін.

$$\sigma^2(k) = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon^2(k-i) + \sum_{i=1}^p \beta_i r^2(k-i). \quad (11)$$

• Умовна вартість під ризиком (CVaR) – міра, що розвиває і поглиблює ідеї управління ризиками, які були окреслені в рамках оцінки вартості під ризиком (VaR). Для неперервних розподілів, CVaR визначається як середнє (математичне сподівання) з високими втратами, що знаходяться в хвості розподілу втрат a . Звідси випливає, що CVaR включає інформацію про VaR і про збитки, що перевищують VaR [2].

• Кредитний VaR. Оцінка кредитних втрат по портфелю в цілому (портфельний кредитний ризик) являє собою похідну від оцінки окремих позичальників, з яких складається даний портфель. Тобто оцінка портфеля базується на показниках оцінки окремих позичальників, а саме: ймовірності дефолту позичальника PD_i , експозиції під ризиком позичальника CE_i , покритті кредиту виданого позичальнику LGD_i та кількості позичальників у портфелі N .

$$ECL = \sum_{i=1}^N PD_i * CE_i * LGD_i, \quad (12)$$

де ECL – обсяг очікуваних втрат по портфелю.

Ймовірність дефолту пропонується визначати за допомогою моделі нечіткого логічного висновку Мамдані, оскільки ця модель показує високу ефективність і якість навіть при нечіткій інформації про позичальників. Аналіз ризику банкрутства за допомогою цієї моделі складається з таких етапів:

Етап 1. Визначення лінгвістичних змінних і нечітких підмножин: «Стан підприємства», «Ризик банкрутства», «Рівень показника X_i ».

Етап 2. Побудова набору окремих показників $X=\{X_i\}$, а саме:

- X_1 – коефіцієнт автономії.
- X_2 – коефіцієнт забезпечення оборотних активів власними коштами.
- X_3 – коефіцієнт проміжної ліквідності.
- X_4 – коефіцієнт абсолютної ліквідності.
- X_5 – оборотність всіх активів за рік.
- X_6 – рентабельність всього капіталу.

Етап 3. Формування бази правил системи нечіткого висновку.

Етап 4. Фазифікація входних параметрів.

Етап 5. Логічний висновок.

Етап 6. Композиція виходів.

Етап 7. Дефазифікація за центроїдним методом [3].

Критерій вибору оптимальної моделі VaR має задовольняти двом вимогам:

- Пруденційні вимоги.
- Внутрішня адекватність.

Пруденційні вимоги – це «принцип світлофора» Базеля. У випадку, коли довірчий інтервал дорівнює 95%, маємо наступну градацію зон:

- зелена – якщо мало місце не більш 5% виключень;
- жовта – якщо мало місце від 5% до 18% виключень;
- червона – якщо мало місце 18% і більше виключень.

Внутрішня адекватність:

– Обсяг ризик-капіталу має бути достатнім для покриття втрат.

– Обсяг ризик-капіталу не повинен значно перевищувати фактичні втрати. Для цього було використано критерій K , що враховує недорезерви та перерезерви ризик-капіталу.

$$K = BKN * \sqrt{\sum_{i=1}^n (\text{недорезерви}_i)^2} + BKP * \sqrt{\sum_{j=1}^m (\text{перерезерви}_j)^2} \quad (13)$$

Основні результати дослідження. Оцінювання фінансових ризиків виконується за алгоритмом функціонування СППР, що показаний на блок-схемі (рис. 1).

СППР, що функціонує за цим алгоритмом, призначена для розрахунку єдиного показника міри валютного та кредитного ризиків на основі методів VaR, CVaR, аналізу нечітких моделей та моделей прогнозування втрат внаслідок реалізації фінансового ризику, перевірки адекватності даних моделей, розробки критерію вибору оптимальної моделі.

Розрахунки проводилися на основі рядів динаміки щоденних курсів валют до української гривні з довжиною періоду 249 вимірів (249 робочих днів).

Також оцінювалися відкриті позиції для валют: USD (долар США) та EUR (ЄВРО).

При аналізі результатів моделей регресійного прогнозування АРУГ і УАРУГ найкращою моделлю за сумарною оцінкою формальних статистик було визнано АРУГ. Тому для прогнозування волатильності у експоненційному VaR було використано саме модель АРУГ.

Результати розрахунку методів для оцінки валютного ризик-капіталу наведені у таблиці 1.

Метод має задовольняти пруденційним та внутрішнім вимогам, а саме знаходитися в зеленому кольорі «світлофора» Базеля та мати найменше значення критерію K . За цими показниками найкращим методом є експоненційний VaR, оскільки він отримав зелений колір «світлофора Базеля», а значення критерію K є значно меншим від CVaR.

Для аналізу кредитного ризику розглянуто дані 40-а підприємств, 20 з них

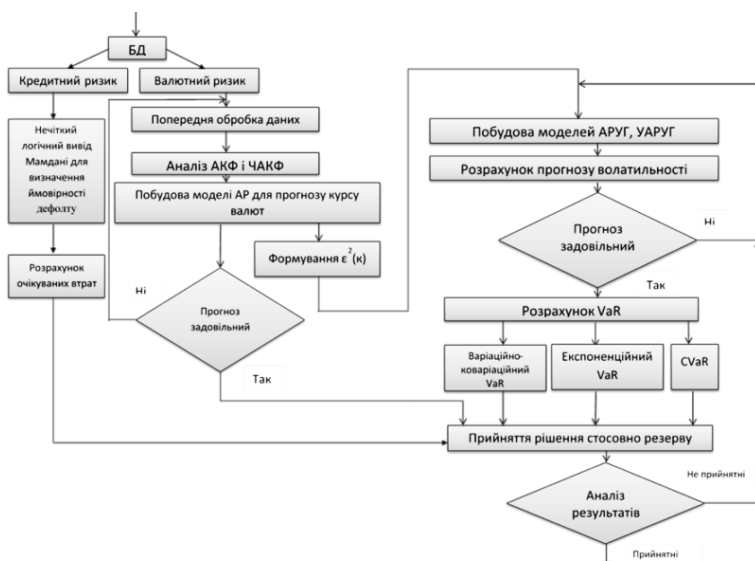


Рис. 1. Блок-схема розробленої СППР

були офіційно визнані банкрутами, а інші 20 офіційно вважаються нормально функціонуючими на сьогоднішній день. Спочатку був проведений аналіз фінансового стану (ризик банкрутства) цих двох груп підприємств за допомогою моделі нечіткого логічного висновку Мамдані. Результати використання даної моделі наведені у таблиці 2.

Таблиця 1

**Порівняння результатів
та вибір найкращого методу**

Модель	Кількість виключень	Реальний ДІ	Колір «світлофора Базеля»	Критерій К
Варіаційно-коваріаційний VaR	11	94,09	Жовтий	369620,361
Експоненційний VaR	8	95,7	Зелений	394266,2
CVaR	0	100	Зелений	471441,221

Таблиця 2

**Результати використання моделі
нечіткого логічного висновку Мамдані**

Модель	Кількість підприємств	Помилка	
		Першого роду	Другого роду
НЛВ Мамдані	40	0	0,075

Отримані результати прогнозування очікуваних втрат для двох портфелів представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Результати прогнозування кредитних ризиків

Підприємства	Сумарна кредитна заборгованість	Сумарні очікувані втрати	Очікувані втрати у% відношенні
Не банкрути	2484 000	147 450	5,9
Банкрути	2 514 000	573 250	22,8

Аналіз результатів показує, що очікувані втрати підприємств банкрутів зростають майже у 4 рази порівняно з підприємствами не банкрутами.

Висновки. В роботі розглянуто низку питань, які тісно пов'язані із дослідженням, аналізом та прогнозуванням фінансових ризиків фінансових установ. Розглянуті та покращені за допомогою моделей гетероскедастичних процесів параметричні методи VaR, а саме: варіаційно-коваріаційний, експоненційний, АРУГ, УАРУГ VaR та метод CVaR. Також розглянуто метод кредитного VaR, який враховує ймовірність дефолту позичальника. Рівень ризику банкрутства для даного методу був виконаний з використанням моделі нечіткого логічного висновку Мамдані.

За допомогою створеної СПІР виконано аналіз результатів розрахунку за даними методами та прогнозування за допомогою різних моделей. Серед моделей регресійного прогнозування найкращою за формальними статистиками було визнано модель АРУГ, тому саме її було використано при прогнозуванні волатильностей у методі експоненційного VaR. Оскільки метод прогнозування резервного капіталу має задовольняти пруденційним та внутрішнім вимогам, а саме, знаходитися в зеленому кольорі «світлофора» Базеля та мати найменше значення критерію К, то найкращим методом виявився експоненційний VaR, оскільки він отримав зелений колір «світлофора Базеля», а значення критерію К є значно меншим від CVaR.

У роботі було розглянуто процедуру розрахунку очікуваних втрат для кредитного ризику. Використання моделі нечіткого логічного висновку Мамдані для прогнозування ймовірності дефолту підприємств пояснюється високою якістю даної моделі при наявності нечіткої інформації про позичальників, що підтверджують розраховані помилки першого і другого роду. Для оцінки якості прогнозування очікуваних втрат було розраховано відношення сумарних очікуваних втрат до сумарної кредитної заборгованості для підприємств банкрутів і не банкрутів. Аналіз результатів показав, що очікувані втрати підприємств банкрутів зростають майже у 4 рази порівняно з підприємствами не банкрутами.

Список літератури:

- Білань Н.С. Оцінка ризику валютного портфеля банку на основі VaR методології // Стаття. – Формування ринкової економіки, 2003. – № 23. – С. 37.
- Krokhmal P. Numerical Comparison of CVaR and CDaR Approaches: Application to Hedge Funds / P. Krokhmal, S. Uryasev, G. Zrazhevsky. – Gainesville: University of Florida, 25 p.
- Зайченко Ю.П. Комплексный анализ риска банкротства корпораций в условиях неопределенности / Ю.П. Зайченко // Стаття. – International Journal «Information Technologies & Knowledge», Vol.6, Number 2, 2012, p. 103-125.

Папуч Т.Ю.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»,
Институт прикладного системного анализа

ИССЛЕДОВАНИЯ ФИНАНСОВЫХ РИСКОВ МЕТОДАМИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Аннотация

Целью работы является повышение качества прогнозирования финансовых рисков благодаря реализации системы поддержки принятия решений для анализа финансовых процессов. В работе исследуется проблема управления финансовыми рисками в финансовых учреждениях Украины. Рассмотрены методы интеллектуального анализа данных для измерения финансовых рисков. Произведён глубокий математический и прикладной анализ методов Value-at-Risk (VaR) и Conditional Value-at-Risk (CVaR).

Ключевые слова: риск, валютный риск, кредитный риск, волатильность, прогнозирование, анализ, модель, система поддержки принятия решений.

Papuch T.Y.

National Technical University of Ukraine

«Kiev Polytechnic Institute»,

Institute for Applied Systems Analysis

INVESTIGATION OF FINANCIAL RISKS USING INTELLECTUAL DATA ANALYSIS

Summary

The main purpose of the paper is improvement of the forecasting quality of financial risks through the implementation of decision support system for the analysis of financial processes. This project studies the problem of financial risk management in Ukrainian institutions. The intellectual data analysis methods for measuring financial risks are considered. A substantial mathematical and applied analysis of the VaR and CVaR methods is presented.

Keywords: risk, currency exchange risk, credit risk, volatility, forecasting, analysis, model, decision support system.

УДК 336.773

НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ
КРЕДИТНИМ РИЗИКОМ БАНКІВСЬКОЇ УСТАНОВИ

Піпор В.В., Мусіюк А.Б.

Хмельницький кооперативний торговельно-економічний інститут

Досліджено сутність управління кредитним ризиком банківської установи. Проаналізовано способи оптимізації кредитного ризику банку. Окреслено основні шляхи його вдосконалення в контексті посилення кризової ситуації в Україні.

Ключові слова: кредитний ризик, управління кредитним ризиком, сек'юритизація кредитів, оптимізація управління кредитним ризиком банку.

Постановка проблеми. Негативні наслідки фінансової та політичної криз, що суттєво послабили вітчизняну банківську систему, виявили неготовність більшості фінансово-кредитних установ до оперативного і адекватного коригування кредитної політики в напрямку пошуку оптимального співвідношення між потребами клієнтів у кредитних ресурсах, ризиками кредитування, вимогами до забезпечення ліквідності, вимогами до забезпечення кредитних коштів суб'єктів господарювання реальними активами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фундаментальні основи банківського ризик-менеджменту закладені Ф. Аленом, Х. Грюнінгом, Н. Мерфі, П. Роузом та ін. Ґрунтовні дослідження щодо управління кредитними ризиками банку здійснені російськими та українськими науковцями та практиками, зокрема: Т. Васильєвою, О. Васюренком, В. Вітлінським, О. Дзюблюком, А. Єпіфановим, О. Лаврушиним, О. Пернарівським, Л. Примосткою, І. Салом, І.А. Бланком, А.М. Герасимовичем, Г.Т. Карчевою, А.М. Морозом, С.В. Мочерним, І.М. Парасій-Вергуленко, О.В. Пернарівським, М.І. Савлуком та ін. Однак, розвиток економічних умов зовнішнього середовища функціонування фінансово-кредитних установ створює об'єктивну потребу у розвитку системних досліджень кредитного ризик-менеджменту.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Сьогодні кредитний ризик-менеджмент має розглядатися вже не тільки в системі координат «банк – клієнт», а стати домінуючим фактором регулювання співвідношення позичкового та промислового капіталів, значною мірою визначати результативність використання кредитних ресурсів в перерозподільних процесах і реальному секторі економіки. Це обумовлює необхідність напрямів удосконалення теоретичних підходів, організаційно-правових та інформаційно-аналітичних засад управління банківськими ризиками кредит-

них операцій для реалізації стратегічних і тактичних цілей забезпечення фінансової стійкості банківської системи.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є з'ясувати сутність управління кредитним ризиком банку та визначити основні напрями його удосконалення.

Виклад основного матеріалу. Банківська сфера пов'язана з високою ризикованістю. Оскільки кредити є найприбутковішими банківськими активами, то ризик, особливо кредитний, – це складова частина діяльності фінансово-кредитних установ. Ризикованість кредитування обумовлена природою кредитної угоди й тим, що кредитні операції займають значне місце в загальному обсязі активних операцій усіх комерційних банків.

В економічній літературі не існує єдиного підходу до поняття «кредитний ризик». Більшість авторів пов'язує кредитний ризик з можливими збитками по кредитній операції.

Деякі економісти пропонують характеризувати ризик за допомогою показників теорії ймовірності і математичної статистики. У рамках цього підходу кредитний ризик розглядається як ймовірність зменшення вартості частини активів у вигляді суми виданих кредитів або зниження прибутковості від цієї частини активів значно нижче очікуваного рівня [1, 4, 5].

Кредитний ризик є в усіх видах діяльності, де результат залежить від діяльності контрагента, емітента або позичальника. Він виникає кожного разу, коли банк надає кошти, бере зобов'язання про їх надання, інвестує кошти або іншим чином ризикує ними відповідно до реальних чи умовних угод незалежно від того, де відображається операція – на балансі чи поза балансом.

Важливо розуміти, що на відміну від інших фінансових ризиків кредитний ризик має специфічні риси, найважливішими з яких є те, що він пов'язаний з рухом кредиту, який набуває вигляд