

Олена СОХАЦЬКА  
Тарас ПАТРЯК

## **МОДЕЛЮВАННЯ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ В КОНТЕКСТІ ЗДІЙСНЕННЯ ОПЕРАЦІЙ З КРЕДИТНИМИ ДЕРИВАТИВАМИ**

---

*Розглянуто основні моделі кредитного ризику в контексті операцій з кредитними деривативами. Окреслено цілі, функції та принципи моделювання кредитного ризику. Проаналізовано недоліки кожної моделі.*

---

Відсутність ліквідного ринку і брак статистичних даних для аналізу ризику дефолту не дозволяє змоделювати коректно і спрогнозувати/оцінити кредитний ризик на певний термін по кожному позичальникові. Адже сам по собі дефолт (у трактуванні його при здійсненні операцій з деривативами) не належить до категорії суспільних явищ, що часто відбуваються, і не підпадає під методологію статистичного обстеження у всіх країнах світу. І якщо деякі статистичні дані з банкрутства у розвинених країнах світу можна знайти в оглядах національних та аналітичних організацій, то щодо країн з перехідною економікою і країн, що розвиваються, ці дані практично відсутні. Яскравим доказом є ситуація з дефолтом за єврооблігаціями Таїланду, що оберталися без кредитного рейтингу, а тому ризик неможливо було адекватно оцінити [13, 5].

Метою статті є дослідження моделей кредитного ризику в операціях з кредитними деривативами, їх класифікація, визначення основних цілей та функцій кожної моделі, аналіз їх недоліків.

Кредити, що видають банки окремим підприємствам, оцінити ще складніше через конфіденційність інформації і непрозорість діяльності більшості з них. Імовірність

дефолту, що є об'єктом продажу і визначена на основі аналізу показників поточної ринкової кон'юнктури не можна вважати однозначною, достовірною і адекватною. Контрагенти операції можуть визначати імовірність дефолту або на основі великих масивів історичних даних про зміни кредитних рейтингів, їх напрямок руху, або на основі суб'єктивних оцінок. Але кореляцію між дефолтами і її характер досить складно виявити й оцінити, що робить неможливою агрегацію кредитного ризику.

Аналіз наукових праць [7, 48–72; 9, 318] свідчить, що кількісні методи оцінки кредитного ризику використовують як при системному, так і при процесному підходах до їх дослідження й управління ними.

Методи оцінки кредитного ризику за кредитним деривативом за критерієм джевел виникнення можуть бути згруповані наступним чином:

- 1) методи оцінки ризику базового активу, що передбачають визначення номінальної вартості зобов'язань; оцінка кредитного ризику з урахуванням відкаліброваної шкали активів (Базель I); оцінка кредитного ризику на основі зовнішніх кредитних рейтингів або системи внутрішнього рейтингування (Базель II);

2) методи оцінки індивідуального ризику позичальника за допомогою математичних методів та на основі економетричних методів, нейромережевих технологій, методу математичного програмування, експертних методів;

3) методи оцінки ризику позичальника із застосуванням класичних прийомів аналізу кредитоспроможності;

4) оцінка сукупного (портфельного) кредитного ризику на основі моделей міжнародних фінансових інститутів, таких як: *CreditMetrics*, *Moody's KMV Portfolio Manager*, *CreditRisk+*, *Credit Portfolio View* тощо.

На нашу думку, саме симбіоз системного і процесного підходів до оцінки управління кредитними ризиками є основою сучасного етапу вдосконалення стандартів управління кредитними ризиками при здійсненні операцій з кредитними деривативами. Такі стандарти є інституційними обмеженнями, які структурують управління кредитними ризиками і коригують поведінку учасників світового ринку кредитних деривативів (СРКД).

Аналіз наявних на офіційному сайті ISDA (International Swaps and Derivatives Association) аналітичних оглядів [5, 24–36;6] свідчить, що останні три роки для оцінки кредитного ризику учасники СРКД переважно використовують наступні моделі: *CreditRisk+*, *CreditMetrics*, *Moody's KMV Portfolio Manager*, *Credit Monitor i CreditPortfolioView (McKinsey & Co., Inc.)*. Щукін [8, 33] зазначає, що у світі ці моделі є фактично рекомендованими стандартами для визначення кредитних ризиків і основою розвитку VAR підходів.

Вони дають змогу визначити з різним ступенем точності розмір втрат від кредитного ризику й обчислити ризикову вартість кредитного деривативу (*value-at-risk*, *дали VAR*). Така вартість є відображенням максимально можливих збитків від зміни вар-

тості фінансового інструменту і/або портфеля активів компанії, що може мати місце упродовж певного часу із заданою імовірністю ризику.

Хоча перелічені вище моделі мають свої особливості, зазначає автор [12], але у них однаково призначення – визначити розподіл збитків за портфелем кредитних ризиків та на основі цього вирахувати очікуваний збиток за портфелем на будь-якому інтервалі довіри, зміну величин цих збитків і обсяг капіталу, що необхідний для підтримки портфеля.

Моделі визначення VAR дають змогу банкам оцінити різницю між капіталом, необхідним для підтримки портфеля, і розміром капіталу, що вимагається базельською угодою.

У роботі [8, 32] вказується, що при порівнянні результатів, отриманих на основі результатів сценарного моделювання VAR-моделями і на основі стандартної шкали базельської угоди, було встановлено, що обсяг капіталу перевищує реальну величину капіталу, необхідну для підтримки портфеля. При цьому у випадку з кредитним портфелем нижчої якості обсягу капіталу, розрахованого за методикою угоди Базель II, не вистачає для забезпечення підтримки належної ефективності портфеля. Саме тому нині провідні банки надають перевагу моделям VAR для оцінки кредитних ризиків при здійсненні операцій з кредитними деривативами.

Процедура аналізу кредитного ризику за допомогою VAR моделей передбачає аналіз імовірності дефолту й очікуваної залишкової вартості за кожною складовою портфеля зобов'язань і після цього – розрахунку прогнозованих збитків і сформованих резервів. Існує три основних підходи до вимірювання ринкового і кредитного ризиків показником VAR: дельта-нормальний метод, метод історичного моделювання і метод імітаційного моделювання Монте-Карло.

Специфіка кожної з моделей потребує детального розгляду.

Зокрема, модель *Moody's KMV Portfolio Manager* була розроблена співробітниками *Moody's* і *KMV Corporation* і представлена банківській спільноті у 1993 р., але повний опис її з'явився лише у 1998 р. [15, 322]. Вона передбачає встановлення імовірності дефолту за допомогою методів, що використовують при ціноутворенні опціонів на основі моделей Блейка-Шоулза і Мертона.

Специфічною рисою *KMV Portfolio Manager* є те, що вона базована на використанні показника емпіричної очікуваної частоти дефолту (EDF), яка розраховується за допомогою програмного продукту *KMV Credit Monitor*, створеного цією ж компанією.

За підходом Мертона, корпоративні акції розглядаються як опціон колл, виписаний на активи корпорації. Відповідно, акціонери передають право власності кредиторам, але мають право викупити його (здійснити опціон на покупку) при сплаті боргу, що залишився (купити за ціною виконання) [2, 167]. Якщо вартість компанії перевищує її зобов'язання на дату погашення, акціонери сплатять борг і залишок капіталу буде в компанії. Інакше акціонери дозволять компанії оголосити дефолт. Вартість компанії може бути визначена комбінуванням поточної вартості її боргових зобов'язань з купівлею опціону колл і продажем опціону пут з тією ж ціною виконання і датою закінчення [11, 24].

Щодо кредитного ризику модель Мертона дає змогу побачити як знижується вартість акцій компанії у міру наближення дати погашення боргу і як компанія оголошує дефолт при знеціненні прав акціонерів на дострокове погашення. Остання ситуація описується моделлю *Moody's KMV Portfolio Manager* як точка дефолту.

Кореляції між дефолтами різних позичальників розраховуються не прямо, а через кореляції ринкових цін їх акцій, які є

оцінками кореляції у масиві даних, що відображає вартість активів. На основі даних про імовірність і кореляцію між дефолтами, схильності ризику і рівні відновлення активів будують частотний розподіл втрат і визначають очікувані втрати і непередбачені втрати із заданим рівнем довіри. А для визначення процентної імовірності досягнення точки дефолту у моделі введено поняття "дистанція до дефолту" і її кількісний вимір. Таким чином кредитна VAR-вартість портфеля розраховується через кількість стандартних відхилень від центру розподілу втрат (очікуваних втрат).

За допомогою дистанції до дефолту і бази даних моделей отримують очікувану/сподівану частоту дефолту. З точки зору розробників моделі, взаємозв'язок між цими показниками відрізняється особливо стійким характером протягом тривалого періоду часу і в умовах змінного економічного середовища. Необхідно зауважити, що показник сподіваної частоти дефолту відіграє важливу роль – за допомогою комбінування його з показником глибини збитку можна визначити розмір очікуваних збитків при дефолті.

Отже, модель *Moody's KMV Portfolio Manager* дозволяє визначити сукупні вимоги до капіталу і здійснювати розподіл економічного капіталу за контрагентами й активами. Значною перевагою даної моделі є те, що оцінка імовірності дефолту і кореляція між дефолтами розраховуються на основі найдоступнішої інформації про компанію – цін її акцій на ринку. Фахівці корпорації *KMV* [14, 56] стверджують, що модель *EDF* прогнозує імовірність дефолту набагато точніше і завчасніше, ніж зміни кредитних рейтингів. Але і у моделі *EDF* і у моделі *Moody's KMV Portfolio Manager* є суттєвий недолік, що полягає у значній залежності результатів від даних фінансової звітності при оцінці обсягу зобов'язань компанії, оскільки неточності і спотворення в

звітності істотно відображаються на оцінці вірогідності дефолту. Про неадекватність і несиметричність вхідної інформації для оцінки ризику ми згадували вище.

До функціональних можливостей моделі *Moody's KMV Portfolio Manager* фахівці відносять ще й можливість визначення оптимальних рівнів купівлі та продажу, володіння активом; структури оптимального портфеля через зміну питомих ваг існуючих позицій, а також розрахунок справедливих цін для кредитних активів, відповідних рівнів капіталу, що необхідний для підтримки портфеля, і внесок кожного активу в загальний профіль і значення портфельного ризику. Модель *Moody's KMV Portfolio Manager* у поєднанні з методами імітаційного моделювання, зокрема Монте-Карло, дає змогу прогнозувати розподіл збитків за кредитним портфелем на будь-яку дату і розрахувати величину капіталу, що необхідна для підтримки портфелів з різним рівнем ризику [8, 22].

Російський учений В. Кавкін [1, 5; 2, 120] вважає, що найголовнішою перевагою цієї моделі над іншими є можливість отримати своєчасну інформації про дефолт чи про можливість його настання через погіршення кредитних характеристик позичальника. Він вважає, що модель "подає" сигнал про можливість дефолту приблизно за півтора роки до передбачуваної події, хоча розробники моделі стверджують, що вона дає змогу отримати сигнал ще за два роки до моменту настання кредитної події.

При цьому важливо зауважити, що оскільки кредитний ризик у цій моделі не утотожнюється тільки з дефолтом, а визначається як зміна майбутньої ринкової вартості активів, такий підхід до оцінки кредитного ризику повністю придатний і для оцінки ринкових ризиків операцій з кредитними деривативами.

Модель *CreditRisk+* була розроблена дочірньою компанією банку *Credit Suisse*

*First Boston – Credit Suisse Financial Products*, при цьому технічний опис до неї був опублікований у жовтні 1997 р. [15, 321]. Ця технічна документація з описом моделі і демонстраційні файли у форматі MS Excel з прикладами розрахунків знаходяться у відкритому доступі в Інтернеті за адресою: <http://www.csfb.com/creditrisk>.

Аналіз вищезгаданого електронного ресурсу дає змогу підтвердити заяви розробників, що модель докорінно відрізняється від *CreditMetrics*, оскільки вона базована на актуарному підході до оцінки кредитного ризику. Модель *CreditRisk+* призначена тільки для оцінки ризику дефолту і не оцінює втрати від настання інших кредитних подій. Особливість використаного методу у тому, що імовірність дефолту не є постійною, а змінюється у часі під впливом обмеженого набору чинників.

Якщо випадки дефолту у різних контрагентів вважаються незалежними, то імовірність втрат моделюється на основі дискретного розподілу Пуассона [3]. Модель дає змогу врахувати кореляції лише між однорідним сегментами портфеля (субпортфелями), до яких відносять позичальників, що підпадають під загальний системний ризик. Втрати від дефолту за моделлю *CreditRisk+* оцінюють через просту класифікацію активів за їх розміром, при цьому імовірність дефолту для кожного діапазону підпадає під гамма-розподіл, а потім значення за діапазонами агрегуються в розподіл втрат внаслідок дефолту за всіма діапазонами.

Розроблена банком *J. P. Morgan* спільно з такими крупними банками як Bank of America, BZW, Deutsche Morgan Grenfell, Swiss Bank, Union Bank of Switzerland і відомою фірмою-аналітиком кредитного ризику – *KMV Corporation* модель *CreditMetrics*, опис якої був опублікований в квітні 1997 р. [14], стала першим підходом до оцінки кредитного ризику портфеля за принципом "знизу –

вверх” на основі показника *VAR*. Чинниками ризиковості у ній є зміни кредитного рейтингу облігацій, що впливають на їх ринкову вартість.

Розрахунки за моделлю здійснюються поетапно [9, 123]:

1. На першому етапі проводиться декомпозиція клієнтського портфеля за основними чинниками ризику і оцінюється їх вплив на розподіл схильності до кредитного ризику. У моделі *CreditMetrics* можна оцінити схильність ризику за широким спектром інструментів, що включає облігації, свопи, позики, кредитні лінії і дебіторську заборгованість.

2. На другому – будують розподіл прибутків і збитків від кредитного ризику для всіх інструментів портфеля. Для кожного активу визначається кредитний рейтинг, оскільки у моделі кредитною подією визнається пониження рейтингу, його імовірність оцінюється за допомогою заданої матриці міграції кредитних рейтингів. Отже, зміна імовірності дефолту контрагента в моделі *CreditMetrics* є дискретною, а не безперервною, як в моделі *EDF*. Для кожної кредитної події (тобто очікуваного в майбутньому кредитного рейтингу) розраховується зведена вартість кожного активу. Для оцінки втрат у випадку дефолту використовуються дані за коефіцієнтами відновлення для зобов'язань з різною черговістю їх задоволення. В результаті отримують розподіл вартості активу при зміні його рейтингу та прості оцінки його параметрів – середнє значення і дисперсія.

3. Далі визначають кореляції в змінах кредитних рейтингів за активами портфеля на основі кореляцій між цінами акцій відповідних контрагентів. Для кожної акції будується факторна модель динаміки ціни, в якій чинники відображають її галузеву належність (галузевий фондовий індекс) і географічне розташування (країнний фон-

довий індекс). Кореляція між цінами акцій оцінюється через кореляції між індексами [3]. У системі *CreditMetrics* є дані про кореляції за 152 національними галузевими індексами, 28 країнними індексами і 19 світовими галузевими індексами. Оцінені таким чином кореляції в динаміці цін акцій використовують для моделювання спільних міграцій кредитних рейтингів за портфелем.

4. На основі отриманих на попередніх етапах даних будується сумісний розподіл прибутків і збитків за портфелем за допомогою методу Монте-Карло. Загальне число станів, за якими проводиться моделювання, множинну матрицю розмірністю якої є комбінація кількостей можливих кредитних подій та подій, пов'язаних зі зміною кредитного рейтингу, та кількості контрагентів. Оскільки багато цих станів малоімовірні, для отримання достовірних оцінок використовують велику кількість сценаріїв [3].

Результати моделювання дають змогу прогнозувати максимальні збитки, які можуть бути перевищені лише в 1% випадків, і визначити кредитну *VAR* за аналогією з ринковою вартістю – як різницю набутого значення і середнього значення для даного розподілу. Істотний недолік моделі *CreditMetrics* полягає у тому, що при оцінці схильності ризику за всіма інструментами збитки можуть виникати тільки при настанні кредитних подій, при цьому абсолютно ігноруються чинники ринкового ризику, зокрема випадкові зміни процентних ставок і валютних курсів. Схильність активу до ризику з часом може змінитися під впливом іншого ризику, а в *CreditMetrics* використовується тільки середнє значення схильності ризику для всіх періодів часу.

Недоліком моделі є і те, що статистична база сформована на підставі аналізу історичних даних США, а для інших країн дана статистика може не охоплювати специфічні особливості економічного середовища держави.

На нашу думку, деякі елементи моделі цілком можуть знайти своє застосування в практиці оцінки кредитного ризику операцій на СРКД і для ціноутворення на кредитні деривативи, але необхідно провести велику роботу щодо збору, систематизації й обробки статистичної інформації про зміну якості позик на межі ризику, неповернення позик тощо.

Зрозуміло, що через природу економічного обміну, яким є за своєю суттю кредитний дериватив, більшість учасників СРКД так чи інакше ціну будь-якого кредитного деривативу розглядають системно, а саме у нерозривному зв'язку її з оцінкою кредитного ризику, що є об'єктом продажу. Таким чином, контрагенти самостійно визначають обсяги платежів за передачу кредитного ризику на конвенційній основі.

Отже, всі використовувані нині моделі оцінки й управління кредитним ризиком

можна класифікувати за наступними ознаками (табл. 1).

Головною проблемою застосування цих моделей є дефіцит повноцінних, адекватних статистичних даних (інформаційного забезпечення), велика кількість теоретичних припущень і недостатній рівень відладки алгоритмів застосування цих моделей.

Таким чином, першочерговим науково-теоретичним та практичним завданням, на нашу думку, є вироблення регулюючими органами нових підходів до оцінки кредитних ризиків для задоволення потреб учасників ринку кредитних деривативів і збагачення існуючої на СРКД практики оцінки ризиків. При цьому необхідно визначити умови та загальні характеристики економічної кон'юнктури СРКД та її специфіки для кожного структурного елемента цього специфічного виду міжнародного фінансового ринку.

Таблиця 1

**Характеристика моделей оцінки кредитного ризику за розширеними ознаками\***

Ознака	Модель	<i>CreditMetrics</i>	<i>CreditRisk+</i>	<i>KMV Portfolio Manager</i>	<i>Credit Portfolio View</i>
Напрямок		Знизу – вверх	Знизу – вверх	Знизу – вверх	Зверху – вниз
Вид кредитного ризику		Зміна ринкової вартості	Втрати при дефолті	Зміна ринкової вартості	Втрати при дефолті
Чинники кредитного ризику		Вартість активів	Імовірність дефолту	Вартість активів	Макроекономічні чинники
Кредитна подія		Зміна кредитного рейтингу / дефолт	Дефолт	Безперервна імовірність дефолту ( <i>EDF</i> )	Зміна кредитного рейтингу / дефолт
Імовірність дефолту		Безумовна	Безумовна	Безумовна	Умовна
Волатильність		Постійна величина	Випадкова величина	Постійна величина	Випадкова величина
Кореляція між дефолтами		Структурна (на основі акцій)	Спрощена (процес дефолту)	Структурна (на основі акцій)	Факторна модель
Рівень відновлення заборгованості		Випадкова величина	Постійна величина в межах кожного діапазону	Випадкова величина	Випадкова величина
Математичний апарат/вид рішення		Імітаційне моделювання / аналітичне рішення	Аналітичне рішення	Аналітичне рішення	Імітаційне моделювання

\* Складено автором на основі [9; 10].

Зазначена проблематика є досить складною і актуальною, в одній статті неможливо описати всі аспекти, тому дослідження будуть продовжені.

### Література

1. Кавкин А. Возможности опционных контрактов на рынке кредитных деривативов: опционы на кредитный спрэд // Финансовый бизнес. – 2001. – № 4. – С. 2–5.
2. Кавкин А. В. Рынок кредитных деривативов. – М.: Экзамен, 2001. – 288 с.
3. Помазанов М. Количественный анализ кредитного риска // Банковские технологии. – 2004. – № 2. – Режим доступа: [http://www.creditrisk.ru/publications/files\\_attached/egarcreditrisk.pdf](http://www.creditrisk.ru/publications/files_attached/egarcreditrisk.pdf)
4. Кох Р. Менеджмент и финансы от А до Я. - СПб.: Financial Times, Питер, 1999. – 496 с.
5. Матросов С. Рынок деривативов Западной Европы// Рынок ценных бумаг, 2001. – № 19. – С. 24–36.
6. Методика CreditRisk+ в классическом варианте, разработанном аналитиками банка Кредит Свисс. – Режим доступа до документу: [http://www.creditrisk.ru/publications/files\\_attached/creditrisk.pdf](http://www.creditrisk.ru/publications/files_attached/creditrisk.pdf)
7. Хаб'юк О. Банківське регулювання та нагляд через призму рекомендацій Базельського комітету: Монографія. – Івано-Франківськ: ОІППО; Снятин: ПрутПринт, 2008. – 260 с.
8. Щукин Д. Минимизация риска портфеля при хеджировании опционами// Рынок ценных бумаг. – 1999. – № 18. – С. 18–29.
9. Энциклопедия финансового риск-менеджмента / Под ред. А. А. Лобанова, А. В. Чугунова. – М.: Альпина паблишер, 2003. – 761 с.
10. Don U. A. Galagedera An alternative perspective on the relationship between downside beta and CAPM beta //Emerging Markets Review. – 2007. – V 8, Iss.1. – P. 4–19.
11. Dufey G., Rehm F. An Introduction to Credit Derivatives / University of Michigan Business, 2004. – P. 675.
12. Gilles Zumbach (2007) The RiskMetrics 2006 Methodology, RiskMetrics Group. – Режим доступа: [www.riskmetrics.com/2334.html](http://www.riskmetrics.com/2334.html)
13. Matthew Phillips, How Credit Default Swaps Became a Timebomb // Newsweek Business. – 2008. – 27 September. – P. 2–5.
14. PROBABILITY OF LOSS ON LOAN PORTFOLIO. KMV. Oldrich Vasicek, 2/12/87. – Режим доступа: [http://www.moodyskmv.com/research/files/wp/Probability\\_of\\_Loss\\_on\\_Loan\\_Portfolio.pdf](http://www.moodyskmv.com/research/files/wp/Probability_of_Loss_on_Loan_Portfolio.pdf)
15. The Professional Risk Managers' Handbook. PRMIA, Vol. III: Risk Management Practices: 2004. – 416 p.