

Висновки. Здійснений аналіз свідчить про значний поступ в забезпеченні фінансової системи України щодо її використання для відмивання доходів, одержаних злочинним шляхом та фінансування тероризму. З метою підвищення якості роботи системи фінансового моніторингу та затвердження Україною статусу надійного партнера міжнародної спільноти потрібно:

- утворення ефективних регіональних систем протидії легалізації (відмиванню) кримінальних доходів та фінансуванню тероризму шляхом координації дій державних органів, фінансових посередників на регіональному рівні;
- розширення єдиного інформаційного простору електронної взаємодії державних органів-учасників національної системи боротьби з відмиванням коштів та фінансування тероризму;
- удосконалення інформаційно-аналітичної системи та нормативної бази для повної автоматизації процесу інформаційного обміну з фінансовими посередниками.

Література

1. Закон України "Про запобігання та протидію легалізації (відмиванню) доходів, одержаних злочинним шляхом" від 28.11.2002 р., № 249-IV.
2. Звіт Державного комітету фінансового моніторингу України за 2005 р. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.sdfm.gov.ua/articles>
3. Звіт Державного комітету фінансового моніторингу України за 2007 р. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.sdfm.gov.ua/articles>
4. Боротьба з відмиванням коштів: правовий, організаційний та практичний аспекти / С.Г. Гуржій, О.Л. Копиленко, Я.В. Янушкевич та ін. – К. : Парлам. вид-во, 2005. – 216 с.
5. Прес-служба Держфінмоніторингу: Держфінмоніторинг України підбив підсумки своєї діяльності за минулий рік, 23.01.2009. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.kmu.gov.ua>

УДК 336.71:336.27

Доц. Б.Ю. Кишакевич, канд. екон. наук –
Дрогобицький ДПУ ім. Івана Франка

ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДОЛОГІЇ VAR ДЛЯ ОЦІНКИ КРЕДИТНОГО РИЗИКУ В МОДЕЛІ CREDITMETRICS

Розглянуто основні методологічні підходи до оцінки кредитного ризику з використанням методології VaR (Value at Risk) та практичну їх реалізацію у популярній моделі CreditMetrics. Обчислено основні показники кредитного ризику для портфеля з однієї облігації та проаналізовано переваги та вади моделі CreditMetrics.

Ключові слова: кредитний ризик, середньоквадратичне відхилення, оцінка ризику, CreditMetrics, VaR, Credit VaR, матриця міграцій, кредитний рейтинг.

*Assoc. prof. B. Yu. Kyshakevych – Drohobych state pedagogical
university named after Ivan Franko*

Practical aspects of Var methodology use for the credit risk estimation in creditmetrics

Main methodic approaches to credit risk estimation with the use of VaR (Value at Risk) methodology and their practical realization in the known CreditMetrics model are discussed. New credit risk indexes for the portfolio of one of the bonds are calculated and the advantages and disadvantages of CreditMetrics model are analyzed.

Keywords: credit risk, standard deviation, risk evaluation, CreditMetrics, VaR, Credit VaR, migration matrix, credit rating.

Вступ. Вперше термін VaR (Value-at-risk) використали у 50-ті роки ХХ ст., коли він вперше був згаданий у рамках теорії портфеля Марковіца. Згодом VaR набув широкого використання у 90-х роках згідно з вимогами базельського комітету та зарекомендував себе як надійний помічник ризик-менеджерів. У 1996 р. Базельський комітет визначив чіткі вимоги щодо ринкових ризиків і дозволив найстійкішим у фінансовому плані банкам використовувати власні моделі оцінки і вимірювання ризиків (Value-at-Risk models), які дають змогу оцінити рівень ризиків кредитного та інвестиційного портфелів. Згодом значний внесок у розвиток ідеї використання VaR-методики зробили такі економісти, як Пірсон, Бассак, Шапіро, Мертон, Могран, Бедер та ін. На сьогодні для оцінки і вимірювання кредитного ризику найбільші фінансові інститути світу використовують такі моделі методології VaR: CreditMetrics, CreditRisk+, Portfolio Manager, CreditPortfolioView, Jarrow-Tumbull Model. Найпопулярнішою серед усіх перерахованих моделей стала методика вимірювання банківського кредитного ризику CreditMetrics, яка розробив у 1994 р. і вдосконалив у 1997 р. провідний оператор кредитного ринку – банк J.P. Morgan та його структурні підрозділи, який згодом став самостійною компанією, – Risk Metrics Group (RMG Corporation).

Українські банки лише починають на практиці застосовувати VaR-методики для оцінки ризику, що обумовлює потребу в нових наукових розробленнях щодо адаптації згаданих вище моделей до реалій української економіки та удосконаленні наявної методології обчислення основних показників кредитного ризику в умовах світової фінансової кризи.

Постановка завдання. Поставлено завдання – дослідити переваги та вади використання методології VaR для аналізу кредитного ризику в межах моделі CreditMetrics та проаналізувати методологію обчислення основних показників кредитного ризику на прикладі портфеля з однієї облігації.

Виклад основного матеріалу. Модель CreditMetrics базується на статистичних методах дослідження, в основному на методі статистичних іспитів Монте-Карло. Розподіл збитків визначається на основі значень ймовірностей, так званої кредитної міграції, або, іншими словами, ризику зміни кредитного рейтингу активу і кореляції між змінами кредитних рейтингів (рис. 1).

Запропонована методика ґрунтується на аналізі ймовірностей переходу з однієї кредитної категорії до іншої в межах певного часового горизонту (credit migration analysis). Схематично процес обчислення Credit-VaR портфеля з використанням CreditMetrics показано на рис. 1.

Використаємо рейтингову систему S&P та відповідні матриці переходу (transition matrices) для визначення розподілу вартості однієї облігації з допомогою методики CreditMetrics. Розглянемо одну облігацію із рейтингом А та терміном погашення п'ять років. Ми будемо оцінювати ризик із горизонтом в один рік, а отже нас буде цікавити вартість такої облігації на кінець даного періоду. На кінець року може виникнути одна із таких ситуацій:

- облігація залишиться в категорії А;

- облігація підвищить свою категорію до AAA, AA або понизиться до BBB, BB, B або CCC;
- емітент облігації збанкрутує.

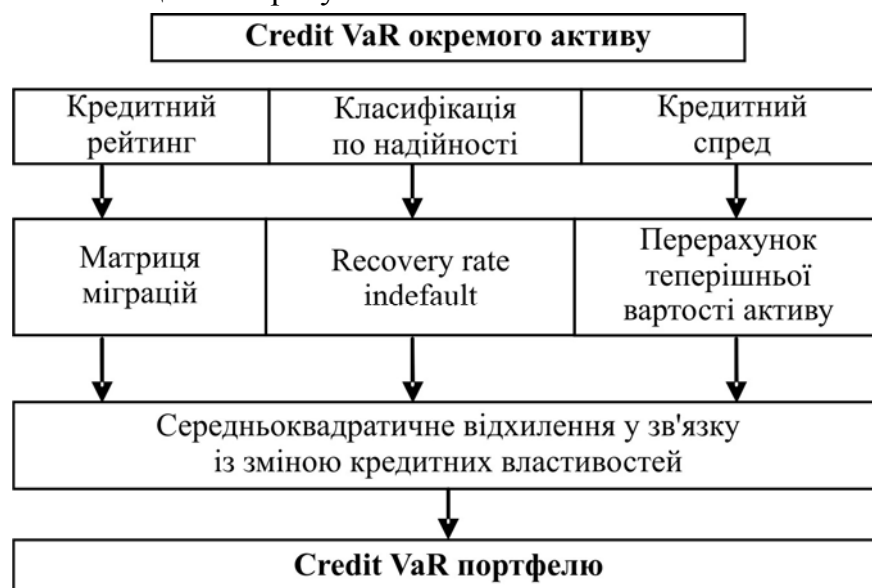


Рис. 1. Обчислення Credit VaR портфеля в CreditMetrics

Кожен із цих потенційних результатів має свою ймовірність настання, яку ми отримаємо із матриці міграцій S&P

Табл. 1. Матриця міграцій S&P

Поточний кредитний рейтинг	Кредитний рейтинг на кінець року (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	
AAA	90.73	7.89	1.10	0.17	0.10	0.01	0.00	0.00
AA	1.02	88.16	8.29	1.18	0.82	0.38	0.15	0.00
A	0.12	4.83	82.67	8.30	2.81	0.90	0.29	0.08
BBB	0.05	1.56	8.41	76.53	8.40	3.33	1.01	0.71
BB	0.02	0.57	1.97	9.12	68.69	11.97	5.60	2.06
B	0.00	0.14	1.26	2.62	11.04	61.04	15.44	8.46
CCC	0.00	0.00	0.08	1.02	6.75	12.61	59.31	20.23

Матриці міграцій обчислюють на основі статистичного аналізу змін кредитних рейтингів та дефолтів протягом значного проміжку часу. Їх публікують рейтингові агентства S&P and Moody's та обчислюють на основі KMV's-досліджень. Альтернативні розроблення матриць міграцій також можна використати в межах CreditMetrics. Проте, всі вони повинні бути розраховані для такого ж часового інтервалу, як і горизонт ризику, в якому ми є заціпленими для оцінки ризику.

Наступним кроком буде вибір моделі оцінки вартості облігації. Оцінювання облігацій згідно із CreditMetrics варто виконувати, виходячи із форвардних кривих доходності, які визначаються для кожного із рейтингів. У нашому випадку ми маємо 7 кривих майбутніх вартостей облігації:

Нехай наша облігація приносить 6 % річних своєму власнику. Очевидно, що якщо така облігація перейде до AA класу, тоді її ціна на кінець першого року становитиме:

$$V = 6 + \frac{6}{(1 + 3,65)} + \frac{6}{(1 + 4,22)^2} + \frac{6}{(1 + 4,78)^3} + \frac{106}{(1 + 5,17)^4} = 109,19$$

Табл. 2. Однорічні форвардні криві доходності (%) (one-year forward zero curves)

Кредитна якість	1 рік	2 рік	3 рік	4 рік
AAA	3,60	4,17	4,73	5,12
AA	3,65	4,22	4,78	5,17
A	3,72	4,32	4,93	5,32
BBB	4,10	4,67	5,25	5,63
BB	5,55	6,02	6,78	7,27
B	6,05	7,02	8,03	8,52
CCC	15,05	15,02	14,03	13,52

Тут ми використали форвардні криві із табл. 2 для облігації з рейтингом А. Після виконання подібних обчислень для різних рейтингових категорій ми отримаємо табл. 3.

Табл. 3. Майбутня ціна облігації через рік плюс купон

Рейтинг на кінець першого року	Ціна облігації
AAA	109.37
AA	109.19
A	108.66
BBB	107.55
BB	102.02
B	98.10
CCC	83.64
Default	51.13

Обчислимо дві міри ризику, які використовуються в CreditMetrics: середньоквадратичне відхилення (standard deviation) та перший процентиль (first percentile).

Середньоквадратичне відхилення показує рівень розсіювання відносно середнього значення вартості портфеля. Чим більшим є розсіювання, тим більшим є середньоквадратичне відхилення, а отже, – і рівень ризику. Для обчислення середньоквадратичного відхилення спочатку потрібно отримати середнє значення зважене на відповідні ймовірності настання кожного із можливих станів:

$$mean = p_{AAA}V_{AAA} + p_{AA}V_{AA} + \dots + p_{default}V_{default} \quad (1)$$

де p_i , V_i – відповідно ймовірність перебування в i -му стані та можлива ціна облігації в цьому стані. Після підстановки відповідних значень у формулу 1 отримаємо:

$$mean = 0,12\% \cdot 109,37 + 4,83\% \cdot 109,19 + 82,67\% \cdot 108,66 + 8,3\% \cdot 107,55 + 2,81\% \cdot 102,02 + 0,9\% \cdot 98,1 + 0,29\% \cdot 83,64 + 0,08\% \cdot 51,13 = 108,19 \quad (2)$$

Середньоквадратичне відхилення σ визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{p_{AAA}(V_{AAA} - mean)^2 + p_{AA}(V_{AA} - mean)^2 + \dots + p_{default}(V_{default} - mean)^2} \quad (3)$$

Для обчислення σ ми скористаємось спрощеною формулою

$$\sigma = \sqrt{p_{AAA}V_{AAA}^2 + p_{AA}V_{AA}^2 + \dots + p_{default}V_{default}^2 - mean^2} \quad (4)$$

Після підстановки відповідних даних матимемо:

$$\sigma = \sqrt{0,12\% \cdot 109,37^2 + 4,83\% \cdot 109,19^2 + 82,67\% \cdot 108,66^2 + 8,3\% \cdot 107,55^2 + 2,81\% \cdot 102,02^2 + 0,9\% \cdot 98,1^2 + 0,29\% \cdot 83,64^2 + 0,08\% \cdot 51,13^2 - 108,19^2} = 2,57 \quad (5)$$

Середнє зважене становить 108,19 і включає купон 6\$ для усіх недофолтних станів (табл. 4).

Табл. 4. Обчислення основних показників кредитного ризику

Рейтинг	Ймовірність стану (%)	Майбутня ціна облігації (\$)	Зважена ціна облігації (\$)	Різниця із середнім (\$)
AAA	0,12	109,37	0,13	1,18
AA	4,83	109,19	5,27	1,00
A	82,67	108,66	89,83	0,47
BBB	8,3	107,55	8,93	-0,64
BB	2,81	102,02	2,87	-6,17
B	0,9	98,1	0,88	-10,09
CCC	0,29	83,64	0,24	-24,55
Default	0,08	51,13	0,04	-57,06
			mean = 108,19	

Інтерпретація середньоквадратичного відхилення у нашому випадку ускладнюється, оскільки кредитний ризик фактично не є нормально розподіленим. Розподіл кредитного ризику має довгий хвіст на стороні втрат та коротший на доходній стороні (рис. 2). Довжину такого хвоста можна виразити у середньоквадратичних відхиленнях. Наприклад, довжина 99 % хвоста становить 1,7 середньоквадратичних відхилень, 99,75 % хвоста – 7,9 середньоквадратичних відхилень. Для порівняння, ці довжини для нормального розподілу становитимуть 2,31 та 2,81 середньоквадратичних відхилень відповідно.

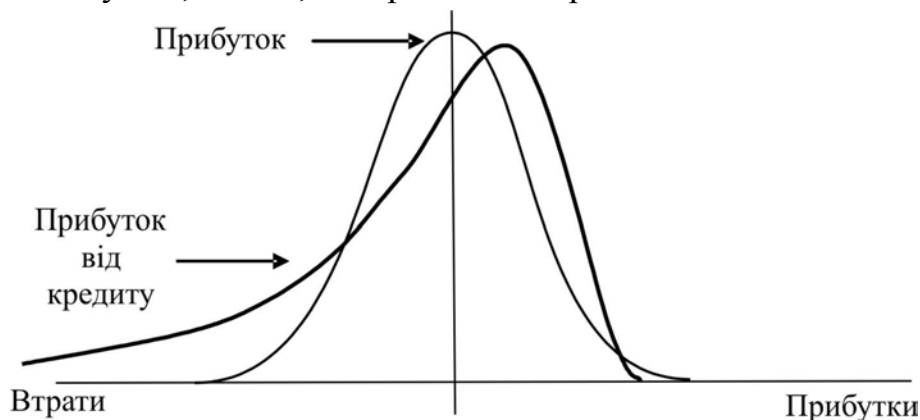


Рис. 2. Порівняння розподілу ринкового та кредитного прибутку

Обчислюючи середньоквадратичне відхилення, ми використовуємо норму повернення коштів у випадку дефолту (*recovery rate*). У разі дефолту, власники облігацій, зазвичай, не несуть 100 %-их збитків. Рейтингові агентства надають статистичну інформацію для кожної категорії облігацій про норму повернення коштів (*recovery rate*), яка у нашому випадку для облігацій з рейтингом А становить 51,13 %. Якщо згадати, що при одержанні

майбутньої ціни облігації через рік (табл. 2) для стану дефолту ми фактично без обчислень (на відміну від інших недофолтних станів) використали готові табличні дані [3] для норми повернення коштів *recovery rate*, то природно було б врахувати під час обчислення середньоквадратичного відхилення деяку міру невизначеності у виборі *recovery rate*. Як таку міру візьмемо середньоквадратичне відхилення норми повернення коштів, яке для облігацій такого рейтингу становить 25,45 [4]. Унаслідок отримаємо:

$$\sigma = \sqrt{0,12\% \cdot 109,37^2 + 4,83\% \cdot 109,19^2 + 82,67\% \cdot 108,66^2 + 8,3\% \cdot 107,55^2 + 2,81\% \cdot 102,02^2 + 0,9\% \cdot 98,1^2 + 0,29\% \cdot 83,64^2 + 0,08\% \cdot (51,13 + 25,45)^2 - 108,19^2} = 3,03 \quad (6)$$

У додатковому врахуванні міри невизначеності для *recovery rate* зросло середньоквадратичне відхилення із 2,57 до 3,03 (або на 18 %).

Визначимо тепер другу важливу міру кредитного ризику – перший процентиль (first percentile). Економічна інтерпретація процентилю значно простіша ніж *середньоквадратичного відхилення*. Іншими словами, перший процентиль – це величина збитків, яка із ймовірністю 99 % не буде перевищена. Перший процентиль (first percentile) розподілу вартості облігації відповідає Credit VaR із ступенем довіри 99 %. Отже, в 1 % випадків збитки становитимуть величину, більшу ніж Credit VaR.

Для нормального розподілу або для будь-яких інших розподілів, які повністю описуються своїм середнім та середньоквадратичним відхиленням можливим є обчислення рівнів процентилю на основі цих даних. У випадку кредитного ризику, для якого не є характерним нормальний розподіл (рис. 2), можна скористатись методом Монте-Карло для визначення Credit VaR. Оскільки ми розглядаємо лише одну облігацію, скористаємось табл. 4, в якій подано ймовірності перебування облігації в тому чи іншому кредитному рейтингу та її ціну. Ми почнемо рухатись із самого низу табл. 4, підраховуючи загальну суму ймовірностей. Різниця між ціною облігації та середнім, для якої сума ймовірностей буде меншою або рівною за 1 %, буде першим процентилем або Credit VaR. Легко бачити, що Credit VaR буде рівним 24,55.

Висновки. Основним призначенням методології VaR є те, що вона дає інвесторам змогу вимірювати величину кредитного ризику, обчислити частку кожного кредиту в загальній прибутковості капіталу а, отже, і визначити розміри резервного капіталу для забезпечення захисту від ризику кожної окремої позиції в кредитному портфелі банку.

Запропонований підхід можна застосовувати для портфелів із двома облігаціями. Модель CreditMetrics використовує симулятивний Монте Карло для генерації розподілу більших за розміром портфелів. CreditMetrics модель може також визначити внесок маргінального ризику кожного активу в загальний кредитний ризик портфеля.

До вад моделі CreditMetrics можна віднести такі аспекти. Розподіл вартості облігації не є нормальним, що ускладнює оцінку кредитного ризику особливо під час аналізу портфеля. У CreditMetrics на відміну від деяких інших моделей, наприклад KMV, вартість активів фірми замінюється вартістю

акцій, що є само по собі не доволі серйозним припущенням і може мати значний вплив на точність обчислень. Реальний досвід показує, що історичні середні норми дефолту (historical average default rate) можуть значно відрізнятися від реальних. Причому істотні розбіжності в нормах дефолту можуть бути в межах одного рейтингового класу облігацій.

Література

1. Денисенко М.П., Домрачев В.М. та ін. Кредитування та ризику : навч. посібник. – К. : Вид. дім "Професіонал", 2008. – 480 с.
2. Gupta, G.M., Finger, C.C. and Bhatia, M. (1997). *CreditMetrics – Technical Document*, Morgan Guaranty Trust Co. [Електрон. ресурс]. – Доступний з: <http://www.riskmetrics.com/research/techdoc>
3. Zumbach, G. (2006 b). The riskmetrics 2006 methodology. Technical report, RiskMetrics Group.
4. Paul Glasserman Monte Carlo Methods in Financial Engineering. Springer, 2004.
5. Haaf H., Reiss O. and Schoenmakers J. (2003). Numerically stable computation of CreditRisk+. Technical report, Weierstrass-Institut.
6. Gordy M. (2000). A Comparative Anatomy of Credit Risk Models. Journal of Banking and Finance, 24 (1-2), 119-149.

УДК 658.14:519.86

Доц. О.Г. Мельник, канд. екон. наук –
НУ "Львівська політехніка"

ФУНКЦІЇ ПОЛІКРИТЕРІАЛЬНОЇ ДІАГНОСТИКИ НА МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ*

Розглянуто та проаналізовано погляди науковців на трактування та функції діагностики діяльності підприємства. На підставі досліджень виокремлено та охарактеризовано функції системи полікритеріальної діагностики на машинобудівних підприємствах, а саме: інформаційну, аналітичну, ідентифікаційну, попереджувальну, антикризову, регульовальну, спрямовальну, симптоматичну, консультаційно-дорадчу, дослідницьку.

Assoc. prof. O.G. Melnyk – NU "L'vivs'ka Politekhnikha"

The functions of machine-building enterprisers' polycriterial diagnostic

There are in the article the positions of authors for the enterprisers activity diagnostic interpretations are considered and analyzed. By the developed research the functions of the polycriterial machine-building enterprisers diagnostic are identified and systematized, namely: informational, analytical, identification, warning, antidepression, regulation, objectives, symptomatic, consultation, research.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Глобальна фінансово-економічна криза значно ускладнила функціонування машинобудівних підприємств усього світу, та й України зокрема. Вітчизняні підприємства машинобудівної сфери функціонують в умовах катастрофічного спаду попиту, нестачі обігових активів, відсутності доступного кредитування діяльності, згортання виробництва та скорочення персоналу. Безумовно, такий стан справ зумовлений низкою об'єктив-

* Наукові дослідження виконано за рахунок бюджетних коштів МОН України, наданих як грант Президента України для підтримки наукових досліджень молодих учених.