

УДК 330.131.7

Моделювання ризиків зміни цінової кон'юнктури світового ринку
кольорових металів (на прикладі ринку міді)

Смірнов Юрій Олексійович

Савенков Дмитро Юрійович

Актуальність. Тенденції розвитку сучасної світової економіки не додають оптимізму щодо визначеності перспектив розвитку вітчизняної кольорової металургії. Тому для її підприємств, зокрема для ВАТ «Артемівський завод по обробці кольорових металів» як найбільшого виробника, зниження рівня ризиків ведення господарської діяльності є невідкладною задачею.

Ефективне функціонування системи управління ризиком зміни цінової кон'юнктури світового ринку кольорових металів неможливо без чіткої системи прогнозування цінової динаміки і оцінки рівня ризиків. Оскільки умови розвитку світової економіки постійно змінюються, а ціни на кольорові метали формуються під впливом попиту і пропозиції, які в свою чергу залежать від багатьох факторів, вирішення вищезгаданої задачі є досить складним. Таким чином, можна лише визначити рівень вірогідності отримання тих чи інших результатів господарської діяльності, що допоможе мінімізувати збитки від небажаних цінових коливань.

Питання ціноутворення на кольорові метали в умовах розвитку ринкових відносин на тлі інтеграційних процесів глобалізації світової економіки привертають до себе увагу відомих вчених. Науковій громадськості добре відомі роботи як зарубіжних, так і вітчизняних економістів Х. Глін, К. Доуд, О.А. Кандинська, А.А. Новосолов, К. Редхед, М.В. Чеготов, М. Хьюїс, М. Чоудрі, та ін., у яких розкриті теоретичні і прикладні аспекти управління ризиками коливань цін на активи, що торгуються на біржах. Разом з тим, ряд

суттєвих сучасних проблем управління ціновими ризиками вимагають свого подальшого вирішення.

Таким чином, *метою* статті є розробка методики моделювання ризиків, яка є невід'ємною складовою і базою подальшої розробки системи управління ціновими ризиками.

Виклад основного матеріалу. Аналіз рівня ризиків сам по собі не дає відповіді щодо конкретних заходів в тій чи іншій ситуації, а лише визначає вірогідність отримання певного рівня збитків. Вирішення цієї проблеми полягає у впровадженні системи моделювання ризиків, яка дасть можливість розробки альтернативних сценаріїв, на базі яких будуть заздалегіть вироблятися конкретні управлінські рішення.

Моделювання ризиків повинно вирішувати наступні задачі:

- визначати прийнятний рівень ризику;
- встановити вірогідність отримання збитків певного розміру;
- дати змогу визначати ризики не тільки по окремих кольорових металах, а й по сплавах і виробам з них.

Задля вирішення в даній роботі вищенаведених задач використовуються методи імітаційного програмування, які є досить універсальними і мають суттєві переваги. Однак всі ці методи базуються на основі історичних даних, що були статистично оброблені відповідним чином.

Оцінка ризиків на основі методики Value at Risk може проводитися як статично, на базі історичних даних, так і моделюватися в динаміці на основі імітаційного моделювання методом Монте-Карло. Однак останній також спирається на історичні дані, тому для його впровадження необхідно провести статистичну обробку історичних даних по основних кольорових металах.

З метою забезпечення порівнянності отриманих даних досліджувались не абсолютні, а відносні зміни в котируваннях міді за даними Лондонської сировинної біржі.

Дослідження цінових змін ринку міді на основі історичних даних проводилося за допомогою статистичних методів. З цією метою всі наявні дані вибірки було згруповано по інтервалах. Їх кількість була розрахована як квадратний корінь із числа спостережень. Таким чином, кількість інтервалів склала 9 для простих цін і 8 для згладжених цін. Шаг групувань розрахований як відношення розмаху варіації до кількості інтервалів. Проведені розрахунки показали наступні результати, що наведені в табл. 1.

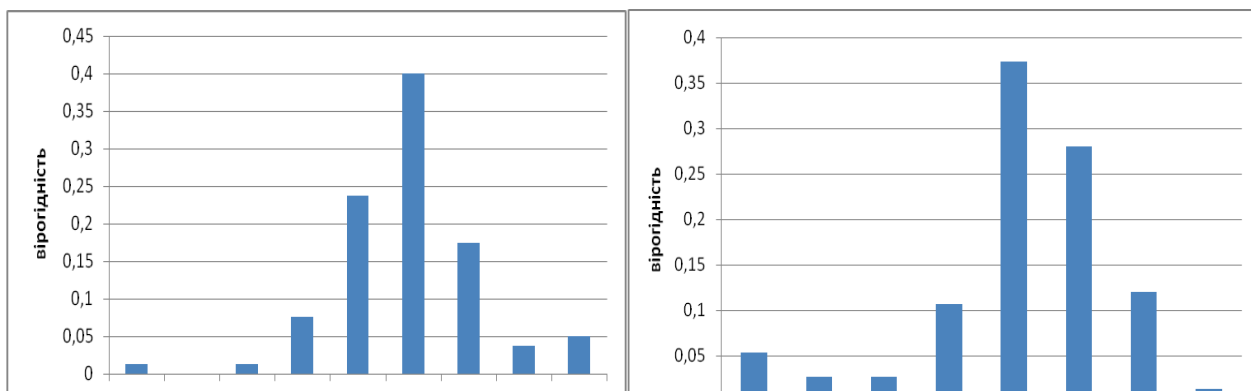
Таблиця 1. Вірогідності змін світової ціни на мідь

№ інтервалу	Не згладжені ціни			Згладжені ціни		
	Діапазон змін ціни, %	Кількість спостережень	Вірогідність	Діапазон змін ціни, %	Кількість спостережень	Вірогідність
1	від -33,6 до -26,95	1	0,0125	від -14,23 до -10,88	4	0,0533
2	від -26,95 до -20,29	0	0,0000	від -10,88 до -7,53	2	0,0267
3	від -20,29 до -13,64	1	0,0125	від -7,53 до -4,18	2	0,0267
4	від -13,64 до -6,98	6	0,0750	від -4,18 до -0,82	8	0,1067
5	від -6,98 до -0,33	19	0,2375	від -0,82 до 2,53	28	0,3733
6	від -0,33 до 6,33	32	0,4000	від 2,53 до 5,88	21	0,2800
7	від 6,33 до 12,98	14	0,1750	від 5,88 до 9,23	9	0,1200
8	від 12,98 до 19,64	3	0,0375	від 9,23 до 12,58	1	0,0133
9	від 19,64 до 26,3	4	0,0500	н/д	н/д	н/д

Проведений аналіз встановив, що із найбільшою ймовірністю 0,4 коливання незгладжених змін цін на мідь будуть знаходитись в діапазоні від -0,33 до 6,33%. При цьому найбільш вірогідний рівень збитків 0,2375 приходить на інтервал від -6,98 до -0,33%.

В цілому вірогідність отримання збитку внаслідок несприятливих цінових коливань складає 0,3573 із врахуванням щільності розподілу вірогідностей.

Отримані дані графічно відображені на рис. 1.



а)

б)

Рис. 1. Гістограма розподілення вірогідностей: а) для незгладжених цін на мідь; для згладжених цін на мідь.

Графічний аналіз гістограмми також підтвердив раніше доведену гіпотезу про підпорядкування цінових змін нормальному закону розподілення. Це надає можливість застосовувати методи імітаційного моделювання в подальшому дослідженні.

Оскільки коливання цін можуть носити як сприятливий, так і несприятливий характер, то в кожній конкретній ситуації необхідно враховувати не тільки їх напрям, але і специфіку господарських операцій. Наприклад, під час закупівлі сировини є небажаним зростання ціни, водночас воно є сприятливим при реалізації готової продукції, та навпаки. Із врахуванням вищезначеного, проведений перерахунок розподілу вірогідностей (із врахуванням щільності) по трьох довірчих рівнях 68%, 95% і 99%, що наведений в табл. 2.

Таблиця 2. Діапазон змін цін на мідь по трьох основних довірчих рівнях

Віро гідність	Не згладжені ціни, %		Згладжені ціни, %	
	«-»	«+»	«-»	«+»
0,01	від -33,6 до -22,95	від 24,97 до 26,3	від -14,23 до -13,6	від 10,06 до 12,58
0,05	від -33,6 до -11,42	від 19,64 до 26,3	від -14,23 до -11,09	від 8,2 до 12,58
0,32	від -33,6 до -6,49	від 5,37 до 26,3	від -14,23 до 0,14	від 3,65 до 12,58

Результати показали, що із вірогідністю 99% збитки внаслідок падіння цін на мідь на протязі місяця не перевищать -22,95% і -13,6% для не згладжених і згладжених цін відповідно. Для вірогідності 95% ці рівні складають -11,42% і -11,09%, а для довірчого рівня 68% становлять – 6,49% і 0,14%.

З погляду на операцію закупівлі сировини зростання цін також носять негативний характер. Тому вірогідність того, що збитки в цьому випадку не перевищать -26,3% і -10,06% для довірчого рівня 99%; -19,64% і -8,2% для рівня 95%; -5,37% і -3,65% для рівня 68%.

Встановивши відносний розмір збитків по ключових довірчих рівнях на основі історичних даних можна переходити до проведення імітаційного моделювання на основі методу Монте-Карло.

З метою розробки системи оцінки і моделювання ризиків розраховано десять вибірок по 1000 спостережень в кожній на основі сгенерованих випадкових чисел, що були отримані за допомогою генератору випадкових чисел блоку «Аналіз даних» програми Microsoft Excel. В якості вихідних даних для інтепретації випадкових чисел у відносні відхилення цін використовувались дані, які не враховували екстремальних відхилень.

Результати набору генерацій на основі не згладжених цін представлені в табл. 3.

Таблиця 3. Результати імітаційного моделювання віхилень не згладжених світових цін на мідь, %

	1	2	3	4	5	6
Математичне очікування	2,3676	2,3741	2,3842	2,3626	2,4278	2,3961
Min VaR	-13,9379	-13,9612	-14,9547	-14,5589	-14,8558	-14,7779
Max VaR	26,7014	26,5411	25,4696	26,0338	26,9457	26,6440
	7	8	9	10	Мінімальне значення	Максимальне значення
Математичне очікування	2,3449	2,4508	2,3179	2,3191	2,3179	2,4508
Min VaR	-14,9578	-15,0202	-14,8102	-14,4051	-15,0202	-13,9379
Max VaR	26,8731	25,6735	25,9842	27,0355	25,4696	27,0355

Отримані дані було проаналізовано з метою встановлення відхилень мінімальних і максимальних значень по сгенерованих вибірках від середнього значення по всіх десяти вибірках. Для цього різниця між максимальним і мінімальним певним показником співвідноситься із середнім значенням по всіх вибірках.

Таким чином, встановлено наступне:

- відносне відхилення математичного очікування від середнього значення по всім сгенерованим вибіркам становило 5,6%;

- відносне відхилення максимального падіння цін від середнього значення становило 7,4%;

- відносне відхилення максимального зростання цін від середнього склало 5,9%.

Отриманий рівень погрішності є прийнятним, оскільки не перевищує 10%, що дає змогу використовувати запропоновану методику для моделювання цінових коливань і прогнозування рівня ризиків.

Аналогічні розрахунки було проведено по відхиленнях, які було отримано на основі згладжених світових цін на мідь (табл. 4).

Таблиця 4. Результати імітаційного моделювання віхилень згладжених світових цін на мідь, %

	1	2	3	4	5	6
Математичне очікування	2,0321	2,0203	2,0967	2,0866	2,0190	2,0297
Min VaR	-8,0905	-8,2201	-8,5252	-8,2538	-8,3297	-8,3131
Max VaR	11,2746	11,5357	11,3762	11,5661	11,9830	11,5561
	7	8	9	10	Мінімальне значення	Максимальне значення
Математичне очікування	2,1174	2,0476	2,0645	2,0411	2,0190	2,1174
Min VaR	-8,5393	-8,2377	-8,1429	-8,3913	-8,5393	-8,0905
Max VaR	11,6255	11,4859	11,4238	11,9616	11,2746	11,9830

Відносний діапазон відхилень по згладжених цінах для десяти випадково згенерованих вибірок склав:

- діапазон коливань математичного очікування по всіх виборках становив 4,79%;

- діапазон коливань максимального зростання цін становив 5,4%;
- діапазон коливань максимального падіння цін складає 6,12%.

Отримані результати дозволяють зробити висновок про можливість застосування такої методики з метою моделювання ризиків, оскільки похибка на перевищує 10%.

Висновки. Впровадження системи моделювання ризиків надає можливість розробки альтернативних сценаріїв, на базі яких можна заздалегіть виробляти конкретні управлінські рішення. Задля вирішення цієї задачі в даній роботі було використано імітаційне програмування на основі методу Монте-Карло.

Проведені розрахунки по котируваннях міді показали, що імітаційне моделювання VaR на основі методу Монте-Карло дозволяє прогнозувати розмір потенційних збитків або прибутків. Однак специфіка виробництва кольорових металів полягає у тому, що окрім чистої сировини виробляється багато сплавів і готових виробів з них. В цьому випадку пропонується окремо враховувати складову видатків, що залежить від коливань світової ціни на основні кольорові метали. Такий підхід надає змогу напряму оцінити рівень ризику, не використовуючи непрямі і суб'єктивні методики його розрахунку. Стосовно сплавів пропонується окреме моделювання по кожному металу, що входить до його складу, або з урахуванням питомої ваги, або окремо у загальній потребі по кожному металу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Редхед, К., Хьюис, М. Управление финансовыми рисками. - М.: «Инфра-М», 1996. – 288 с.
2. Holton Glyn. Value-at-Risk Theory and Practice. - Academic Press Pages, 2003. – 408 p.

3. Moorad Choudhry. An Introduction to Value at Risk, 4th Edition. - New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., - 2006. - 192 p.

4. Новоселов А.А. Риск модели в оценивании VaR и других квантильных мер риска // Управление финансовыми рисками. – 2005. – №4. – Режим доступа к журн.: <http://grebennikon.ru/article-q9dt.html>.

5. Чеготов Ю.Ю. Методика прогноза стоимости портфеля ценных бумаг и определения VaR на основе процедуры регуляризации // Управление финансовыми рисками. – 2007. – №1. – Режим доступа к журн.: <http://grebennikon.ru/article-1n0f.html>.

6. Kevin Dowd Beyond Value at Risk: The New Science of Risk Management / Wiley Frontiers in Finance Series. - New York, NY: John Wiley & Sons, Inc., - 2003. - 276 p.

7. Кандинская О.А. Управление финансовыми рисками: поиск оптимальной стратегии. – М.: Издательство: Консалтбанкир, 2000. – 272 с.

8. London Metal Exchange. – Режим доступа: <http://www.lme.com/>