

*А.Ю.Литинська, Науково-навчальний комплекс "Інститут прикладного системного аналізу" Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРТФЕЛІВ ХЕДЖ-ФОНДІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Литинська А.Ю.

Дослідження статистичних властивостей портфелів хедж-фондів із використанням інформаційних технологій

У статті розглянуто використання інформаційних технологій при дослідженні статистичних властивостей портфелів хедж-фондів. Визначені інформаційні технології, які дозволяють розраховувати індекси ризиків, оцінювати відхилення обчислювальних значень мір ризику від реальних показників.

*Ключові слова:* хедж-фонди, портфель, статистичні властивості, індекси ризику, прибутковість.

Литинская А.Ю.

Исследование статистических свойств портфелей хедж-фондов с использованием информационных технологий

В статье рассмотрено использование информационных технологий при исследовании статистических особенностей портфелей хедж-фондов. Определены информационные технологии, которые позволяют вычислять индексы рисков, оценивать отклонение вычислительных значений мер риска от реальных показателей.

*Ключевые слова:* хедж-фонды, портфель, статистические свойства, индексы риска, прибыльность.

Хедж-фонди – це об'єднані за вибраним принципом інвестиційні інструменти, якими керуються професійні ризик-менеджери. Завдяки приватному характеру хедж-фонди мають менше обмежень на використання кредитного плеча, коротких продаж і деривативів ніж більш регульовані інструменти, наприклад такі, як взаємні фонди. Більшість інституціональних

інвесторів використовують методи, які засновані на стандартних методиках оцінки VaR (Value-at-Risk – прогнозована величина можливих втрат, яку використовують за міру ризику), в якій за представлення динаміки прибутковості хедж-фондів використовуються їхні індекси. Треба також зауважити, що особливості статистичних розподілів і характеристик прибутковостей хедж-фондів часто не задовольняють гіпотезі щодо їх нормального розподілу, що тягне за собою обмеження у використанні стандартних методик і неадекватну оцінку ризику. Для первинного обґрунтування такого рішення був виконано аналіз статистичних характеристик вибірок, у процесі якого визначені основні особливості розподілів розглянутих індексів (табл. 1.).

У процесі дослідження використовувались дані компанії CSFB/TREMONT. Розрахунки індексів ґрунтуються на базі даних TASS, що охоплює близько 2 600 різних хедж-фондов. Використовуючи підмножину з приблизно 650 фондів, CSFB/TREMONT надає інвесторам інформацію з 10-и основних типів індексів[2]: *конвертований арбітраж (Convertible Arbitrage)* – стратегія, заснована на формуванні портфеля конвертованих цінних паперів, облігацій; *ринки, що розвиваються (Emerging markets)* – стратегії, які фокусуються на не зовсім зрілих ринках Латинської Америки, Східної Європи, Африки й Азії; *доходи від подій (Event driven)* – клас стратегій, заснованих на одержанні прибутку від потенційно неправильно оцінених цінних паперів; *арбітраж фіксованого доходу (Fixed Income Arbitrage)* – стратегії, засновані на одержанні доходу від взаємозв'язків різних цінних паперів з фіксованою прибутковістю; *глобальні ринки (Global Macro)* – стратегія, що ґрунтується на одночасному інвестуванні в довгі й короткі позиції всіх основних світових ринків капіталу (фіксованого доходу, валютних, фондових, товарних); *довгі/короткі позиції (Long/Short Equity)* – дана стратегія аналогічна Market Neutral Equity і відрізняється лише можливістю ненульового ринкового ризику; *керування Ф'ючерсами (Managed Futures)* – стратегія одержання прибутку від вкладень в облігації, що котуються на глобальних ринках,

валюту, товари й товарні ф'ючерси. У роботі використані дані за період з 2000 по 2006 роки.

Таблиця 1

Статистичні характеристики індексів прибутковості хедж-фондів

Вид стратегії (2006-2000 рр.)	Математичне сподівання	Дисперсія	Куртозис	Асиметрія
Distressed securities	0,99	1,64	6,77	-1,17
Emerging markets	0,96	7,56	3,58	-0,81
Event Driven	0,889	1,246	5,161	-0,95
Fixed Income Arbitrage	0,5	0,51	4,88	-1,02
Global markets	1,05	2,12	6,82	-0,76
Long/Short Equity	0,58	5,59	7,52	0,55
Managed Futures	0,61	12,34	2,65	0,03
Risk Arbitrage	0,49	0,97	5,24	-0,35
Multi Strategy	0,86551	1,5018	4,848	-0,4
Convertible Arbitrage	0,79	1,52	4,33	-0,57

Результати даного експерименту підтверджують припущення про те, що фінансовим рядам властиві більш високі значення куртозису ніж у випадкових величин, розподілених за нормальним законом, куртозис якого дорівнює 3. Особливо явно демонструють ефект «товстого хвоста» ті індекси, стратегії яких мають потенційно високий рівень ризику для інвестора. При цьому треба враховувати два принципових факти. По-перше, практично, всі стратегії, які використовуються менеджерами хедж-фондів, мають вищу ризикованість у порівнянні із традиційними фінансовими інструментами фондових ринків. По-

друге, індекси є інтегральними середньозваженими показниками, які значно згладжують екстремальні ситуації в динаміці прибутковості окремих хедж-фондів і зберігають лише загальну тенденцію.

Можлива альтернатива вирішенню даної проблеми полягає у прийнятті гіпотези про еліптичний розподіл факторів ризику. Фактично даний підхід представляє собою узагальнення нормального закону на клас еліптичних. Отже логічно використати закони розподілу, які мають більш високі значення куртозису, ніж у випадку нормального закону, такі як у закону Стюдента та  $\alpha$ -стійкого закону.

1)  $\alpha$ -стійкий закон –  $\psi(u) = \exp(-r(u)^{s/2})$ ,  $0 < s \leq 2$ ,  $r > 0$ ,  $\alpha \in (0; 2)$ ;

2) закон Стюдента зі ступенем свободи  $t > 0$ ;

$$g_n(u) = \left(1 + \frac{u}{m}\right)^{-(n+m)/2}, \quad m > 0, \quad m \in Z,$$

де  $g_n(u)$  – генератор щільності;  $\psi(u)$  – характеристичний генератор.

Таблиця 2

Перевірка гіпотез про розподіл часового ряду ( $\rho$  - значення функції відхилення

(4),  $P$  – відповідне значення критерію Пирсона  $\chi^2_{15}$ ,  $\alpha$  – параметр стійкого закону,  $t$  – ступінь свободи з-ну Стюдента)

Вид стратегії (2006-2000 рр.)	Нормальний закон		Стійкий закон			Закон Ст'юдента		
	$\rho$	$P$	$\rho$	$P$	$\alpha$	$\rho$	$P$	$t$
Distressed securities	23,46	0,1	9,071	0,85	0,75	8,862	0,87	5
Emerging markets	36,13	0,001	15,314	0,45	0,82	35,89	0,001	9
Event	29,72	0,01	8,365	0,87	0,84	12,857	0,5	7

Driven								
Fixed Income Arbitrage	24,51	0,05	7,78	0,9	0,78	34,44	0,001	6,6
Global markets	21,228	0,1	18,87	0,2	0,75	17,637	0,4	4,8
Long/Short Equity	12,83	0,55	17,143	0,4	0,74	26,823	0,05	5
Managed Futures	15,76	0,45	9,022	0,8	0,85	32,747	0,001	13
Risk Arbitrage	27	0,02	17,198	0,4	0,78	17,681	0,4	7
Multi Strategy	32,36	0,001	14,87	0,5	0,78	17,737	0,4	5,2
Convertible Arbitrage	29,78	0,01	23,97	0,1	0,79	17,958	0,35	7

У першому випадку (табл. 2) досліджувались безпосередньо необроблені значення індексів прибутковості хедж-фондів. При цьому для стійкого закону і закону Стюдента створена процедура підбору значень параметрів відповідно до статистичних показників, які були розраховані за емпіричними даними (математичне сподівання, дисперсія, куртозис). Результати наведені в таблиці 2 показують, що гіпотеза про нормальний розподіл досліджуваних часових рядів не може бути прийнята у 8-ти випадках з 10-ти. Тоді як вірогідність розподілу вибірок за стійким законом є значно більшою та може бути задовільною для 6-и індексів з 10-и. Для закону Стюдента були отримані результати аналогічні до нормального розподілу, хоча значення функції відхилення зменшились. Незважаючи на індивідуальний підбір ступеня свободи відповідно до значень куртозису, гіпотеза відхиляється у 8-и випадках з 10-и.

На заключному етапі роботи також досліджувалась залежність

недооціненого або переоціненого ризику інвестором від вибору того або іншого виду розподілу в процесі аналізу реальних даних. У якості міри ризику обрано VaR. Позначимо через  $\mathbf{x}$  вектор, що описує портфель фінансових інструментів, де  $x_i$  характеризує позицію по інструменту  $i$ . Нехай випадковий вектор  $\mathbf{y}$  визначається імовірнісною мірою  $P$  на  $Y$  (борелівська міра), що не залежить від  $\mathbf{x}$ , та визначає прибутковість кожного інструмента у портфелі. Позначимо через  $\psi(\mathbf{x}, \cdot)$  на  $R$  результуючу функцію розподілу втрат  $z = f(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ , тобто,

$$\psi(\mathbf{x}, \xi) = P\{\mathbf{y} \mid f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \leq \xi\}.$$

Тепер VaR можна визначити так:

**Означення VaR.**  $\alpha$ -VaR – втрати, які відповідають розв'язку  $\mathbf{x}$ , – це величина, що дорівнює

$$\xi_\alpha(\mathbf{x}) = \min\{\xi \mid \psi(\mathbf{x}, \xi) \geq \alpha\}.$$

Таблиця 3

Порівняння показника VaR для різних видів розподілу

Вид стратегії (2006-2000 рр.)	P-нь значущості	Реальна вибірка	Стійкий закон	Закон Стюдента	Нормальний закон	$\Delta$ для стійкого з-ну	$\Delta$ для з-ну Стюдента	$\Delta$ для нормального з- ну
Distressed securities	0,02	-2,866	-1,407	-1,727	-1,648	0,5090	0,39741	0,424982
	0,05	-0,549	-0,721	-1,003	-1,122	0,3132	0,82695	1,043715
	0,07	-0,501	-0,621	-0,745	-0,904	0,2395	0,48702	0,804391
	0,1	-0,434	-0,492	-0,472	-0,654	0,1336	0,08755	0,506912
	0,15	-0,234	-0,263	-0,155	-0,339	0,1239	0,33760	0,448717
Emerging markets	0,02	-6,716	-4,147	-1,732	-4,662	0,3825	0,74210	0,305836
	0,05	-3,964	-3,169	-1,008	-3,537	0,2005	0,74571	0,107719
	0,07	-3,413	-2,68	-0,75	-3,072	0,2147	0,78025	0,099912
	0,1	-2,863	-2,19	-0,477	-2,537	0,2350	0,83339	0,113866

	0,15	-1,762	-1,701	-0,161	-1,862	0,0346	0,90862	0,056753
Event Driven	0,02	-2,473	-1,201	-1,828	-1,411	0,5143	0,26081	0,429437
	0,05	-0,767	-0,802	-1,104	-0,952	0,0456	0,43937	0,241199
	0,07	-0,677	-0,602	-0,846	-0,762	0,1107	0,24963	0,125553
	0,1	-0,275	-0,403	-0,573	-0,544	0,4654	1,08363	0,978181
	0,15	-0,112	-0,203	-0,256	-0,269	0,8125	1,28571	1,401785
Fixed Income Arbitrage	0,02	-1,202	-0,822	-2,214	-0,955	0,3161	0,84193	0,205490
	0,05	-0,774	-0,568	-1,49	-0,664	0,2661	0,92506	0,142118
	0,07	-0,489	-0,442	-1,232	-0,543	0,0961	1,51942	0,110429
	0,1	-0,409	-0,315	-0,959	-0,405	0,2298	1,34474	0,009779
	0,15	-0,162	-0,188	-0,642	-0,23	0,1604	2,96296	0,419753
Global markets	0,02	-2,307	-1,553	-1,636	-1,817	0,3268	0,29085	0,212397
	0,05	-0,654	-0,719	-0,912	-1,239	0,0993	0,39449	0,894495
	0,07	-0,61	-0,799	-0,654	-1	0,3098	0,07213	0,639344
	0,1	-0,327	-0,547	-0,381	-0,725	0,6727	0,16513	1,217125
	0,15	-0,045	-0,048	-0,064	-0,379	0,0666	0,42222	7,422222
Long/Short Equity	0,02	-3,7	-3,858	-2,139	-4,303	0,0427	0,42189	0,162972
	0,05	-2,478	-2,359	-1,415	-3,331	0,0480	0,42897	0,344229
	0,07	-2,748	-2,589	-1,158	-2,928	0,0578	0,57860	0,065502
	0,1	-2,272	-2,166	-0,884	-2,466	0,0466	0,61091	0,085387
	0,15	-1,32	-1,35	-0,568	-1,883	0,0227	0,56969	0,426515
Managed Futures	0,02	-6,453	-5,982	-2,109	-6,643	0,0729	0,67317	0,029443
	0,05	-5,04	-4,298	-1,385	-5,198	0,1472	0,72519	0,031349
	0,07	-4,333	-4,098	-1,127	-4,601	0,0542	0,73990	0,061850
	0,1	-2,92	-3,47	-0,854	-3,915	0,1883	0,70753	0,340753

	0,15	-2,213	-2,26	-0,538	-3,049	0,0212	0,75689	0,377767
Risk Arbitrage	0,02	-2,477	-1,356	-2,231	-1,541	0,4525	0,09931	0,377876
	0,05	-1,092	-1,004	-1,507	-1,136	0,0805	0,38003	0,040293
	0,07	-0,992	-0,828	-1,25	-0,969	0,1653	0,26008	0,023185
	0,1	-0,498	-0,652	-0,977	-0,777	0,3092	0,96184	0,560240
	0,15	-0,301	-0,476	-0,66	-0,534	0,5813	1,19269	0,774086
Convertible Arbitrage	0,02	-2,911	-1,522	-1,955	-1,751	0,4771	0,32840	0,398488
	0,05	-1,44	-1,086	-1,231	-1,25	0,2458	0,14513	0,131944
	0,07	-1,195	-0,868	-0,974	-1,042	0,2736	0,18493	0,128033
	0,1	-0,704	-0,65	-0,701	-0,804	0,0767	0,00426	0,142045
	0,15	-0,224	-0,432	-0,384	-0,504	0,9285	0,71428	1,25
<b>Середнє абсолютне відхилення</b>						0,259	0,610	0,536

Зрозуміло, що ймовірнісне моделювання взагалі виконується для отримання можливості адекватної оцінки величини ризику, з яким має працювати інвестор. Саме тому найважливішим є останній експеримент, що мав за мету оцінити відхилення обчислюваних значень мір ризику, із використанням законів з класу еліптичних, від реальних показників. Отримані результати аналогічні попереднім, але вони також дозволяють оцінити вплив досліджуваних розподілів на відхилення.

### Література

1. **McFall R.L., Jr.** Asymmetric Returns and Optimal Hedge Fund Portfolios // The journal of alternative investments, 2003, pp. 1-5.
2. **Brooks C., Harry M.K.** The Statistical Properties of Hedge Fund Return Index Returns and Their Implications for Investors // The Journal of Alternative Investments, 2002, v. 5, pp. 26-44.



3. **Anson M.J.** Symmetric Performance Measures and Asymmetric Trading Strategies. The Journal of Alternative Investments, 2002, № 1, pp. 81-85.

4. **Krokhmal P., Uryasev S., Zrazhevsky G.** Risk Management for Hedge Fund Portfolios // The Journal of Alternative Investments, 2002, № 1, pp. 10-30.

5. **Rockafellar R.T., Uryasev, S.** 2002 // Conditional value-at-risk for general loss distributions // Journal of Risk, v. 2, pp. 21–41, [www.ise.ufl.edu/uryasev/cvar2.pdf](http://www.ise.ufl.edu/uryasev/cvar2.pdf).

6. **Бідюк П.І., Літинська А.В., Кравчук Ю.С.** Оцінювання VaR та CVaR для квадратичного портфеля цінних паперів з факторами ризику, що розподілені за еліптичним законом // Наукові вісті Миколаївського національного університету, 2007, № 8, С. 10 - 15.

7. **Cambanis S., Huang S., Simons G.** On the Theory of Elliptically Contoured Distributions // Journal of Multivariate Analysis, 1981, v. 11, pp. 68-385.

8. **Schmidt R.** Tail dependence for elliptically contoured distributions // Math. Methods Oper. Research, 2002, v. 55, pp. 301- 327.

9. **Borak S., Härdle W., Weron R.** Stable Distributions / SFB 649, Humboldt-Universität, Berlin, Spandauer Straße 1, D-10178 Berlin. – 28 p.

Lytynska A.Y.

Research of statistical properties with usage of information technologies

Usage of information technologies in research of statistical peculiarities of hedge funds portfolios are considered in the article. The information technologies that allow to calculate risk indexes, to evaluate the difference between calculating values of risk and real showings.

*Keywords:* hedge funds, portfolio, statistical properties, indexes of risk, profitability.