

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедра математичних методів системного аналізу

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 124 Системний аналіз
на тему: «Оцінювання ризиків операцій на фондовому ринку з використанням
методів максимальної правдоподібності»

Виконала:
студентка II курсу, групи КА-61м
Михальчук Галина Ігорівна

Науковий керівник:
доцент кафедри ММСА,
к. ф.-м. н., доц. Каніовська І. Ю.

Київ – 2018

Об'єкт дослідження:

Процес оцінювання ризиків операцій на фондовому ринку.

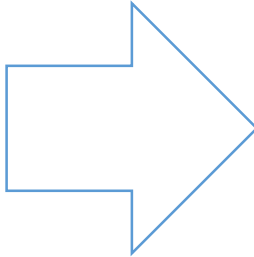
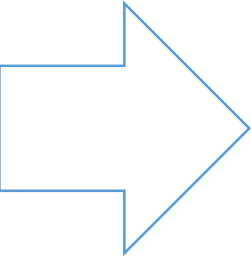
Предмет дослідження:

Різноманітні методи максимальної правдоподібності, ризики, які виникають при здійсненні операцій на фондовому ринку, та способи роботи з ними.

Мета:

Усунути несуттєвий параметр в оцінюванні ризиків на фондовій біржі з використанням методів максимальної правдоподібності (ММП).

Актуальність дослідження:



Ступінь

Рівень

Ресурс допустимого ризику



Актуальність дослідження:



Постановка задачі

- Дано: щоденні дані про ціни закриття 68 найбільш капіталізованих акцій Нью-Йоркської фондової біржі з 3 січня 2006 року по 27 жовтня 2017 року.
- Необхідно оцінити ступінь, рівень ризику та ресурс допустимого ризику для операцій з даними фінансовими активами.

Гіпотези ефективного та фрактального ринку

Ефективний ринок:

- ✓ Волатильність – міра ризику
- ✓ Прирівнювання інвестицій до біржової гри
- ✓ Ціни відображають всю поточну інформацію
- ✓ Працює математична статистика

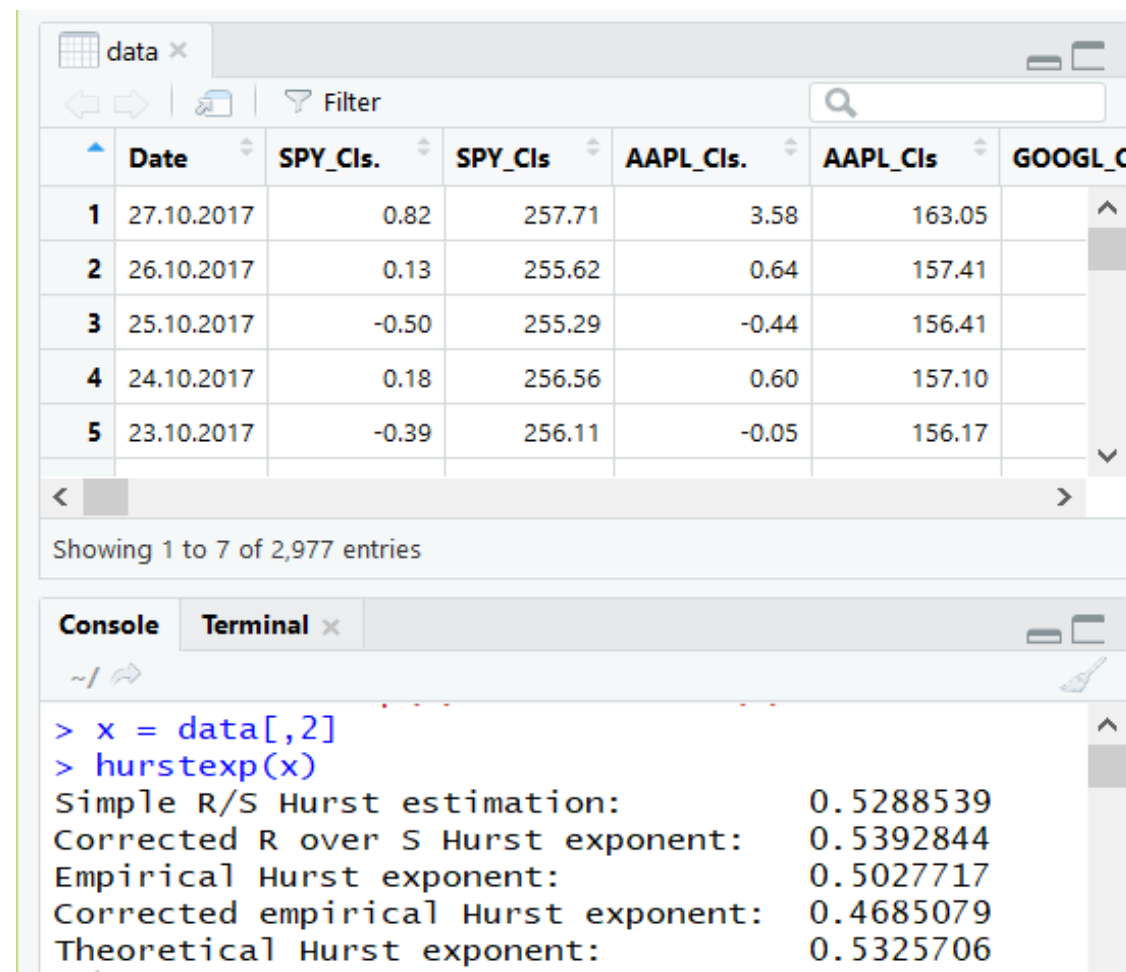
Фрактальний ринок:

- ✓ Вплив ліквідності та інвестиційних горизонтів на поведінку інвесторів
- ✓ Паніка на одному горизонті може бути поглинута іншими
- ✓ Працює фрактальна теорія

Показник Херста (R/S-аналіз)

$$E\left(\frac{R(n)}{S(n)}\right) = Cn^H, n \rightarrow \infty$$

$H=0.5$ для незалежного випадкового процесу.

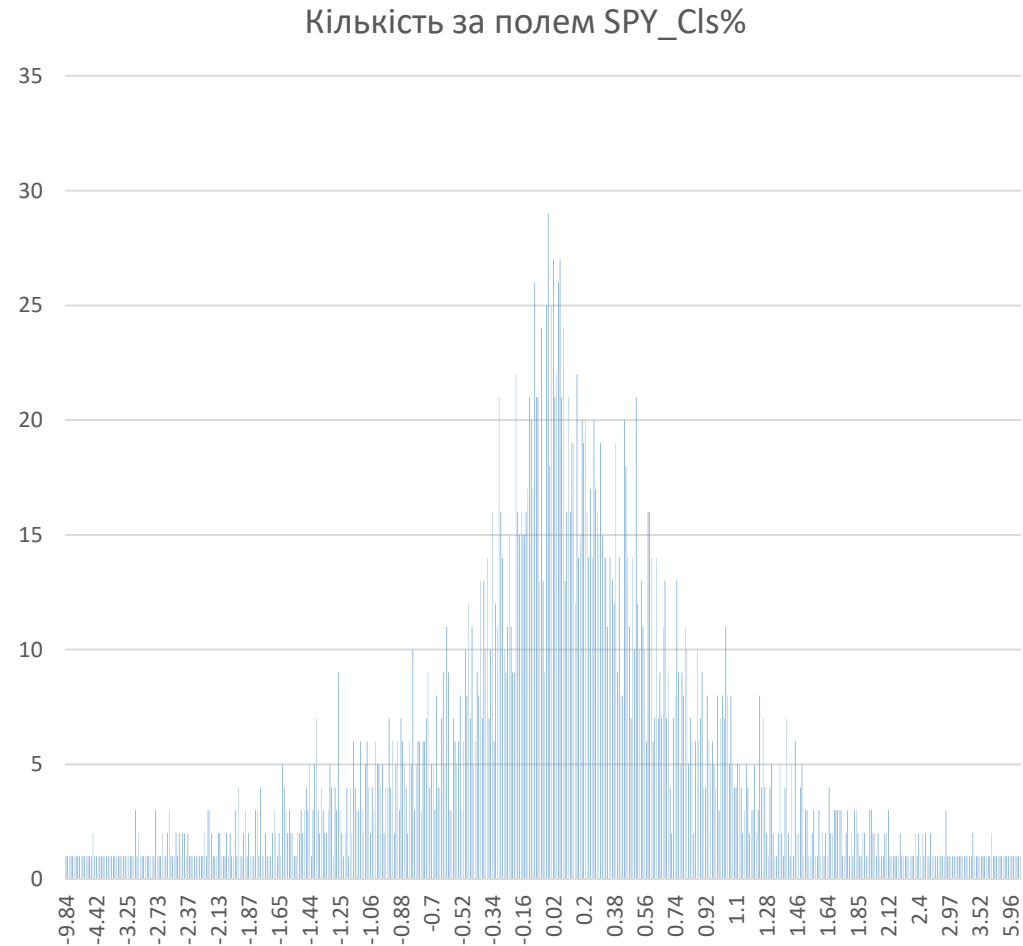


The image shows a screenshot of a data table and an R console window. The table displays financial data for SPY, AAPL, and GOOGL. The console window shows the execution of R code to calculate the Hurst exponent for the second column of the data table.

	Date	SPY_Cls.	SPY_Cls	AAPL_Cls.	AAPL_Cls	GOOGL_C
1	27.10.2017	0.82	257.71	3.58	163.05	
2	26.10.2017	0.13	255.62	0.64	157.41	
3	25.10.2017	-0.50	255.29	-0.44	156.41	
4	24.10.2017	0.18	256.56	0.60	157.10	
5	23.10.2017	-0.39	256.11	-0.05	156.17	

```
> x = data[,2]
> hurstexp(x)
Simple R/S Hurst estimation:      0.5288539
Corrected R over S Hurst exponent: 0.5392844
Empirical Hurst exponent:        0.5027717
Corrected empirical Hurst exponent: 0.4685079
Theoretical Hurst exponent:      0.5325706
```

Графік частот процентної зміни закриття SPY



На основі R/S-аналізу
та візуального
аналізу графіка частот
використовуємо
гіпотезу **ефективного**
ринку.

Параметричний VaR-підхід

$$P\{Loss_t(k) < VaR_t(k)\} = \frac{100 - \alpha}{100}$$

$$VaR_t(k) = \alpha \sigma \cdot ВП \cdot \sqrt{N}$$

Рівень
ризикy

Ступінь
ризикy

Ресурс
допустимого
ризикy

Класичний підхід до
оцінювання
волатильності

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Точкова оцінка параметра

Точковою оцінкою параметра θ є статистика $\theta^* = \theta^*(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n)$ значення якої знайдено за конкретною реалізацією вибірки і береться за наближене значення невідомого параметра:

$$\theta_{\text{зн}}^* = \theta^*(x_1^0, x_2^0, \dots, x_n^0) \approx \theta$$

Метод максимальної правдоподібності (ММП)

Отримання значення
точкової оцінки
параметра на основі
максимізації функції
правдоподібності.

Функція правдоподібності

Функція, що залежить від
конкретної реалізації вибірки.
Набуває більших значень при
більш «правдоподібних»
результатах експерименту

Для дискретних ξ :

$$L(\vec{x}) = \prod_{k=1}^n P(\xi = x_k)$$

Для неперервних ξ :

$$L(\vec{x}) = \prod_{k=1}^n f_{\xi}(x_k)$$

Різноманітні функції правдоподібності (для розподілу Гаусса)

Класична

$$L_{\text{класична}}(\vec{x}, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi)^{n/2} \sigma^n} e^{-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - a)^2}$$

Інтегральна

$$L(\vec{x}, \theta) = \int L(\vec{x}, \theta, \lambda) \pi(\lambda | \theta) d\lambda$$

Профільна

$$L(\vec{x}, \sigma^2) = \sup_a L(\vec{x}, a, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{n/2}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2\right)$$

Однорідна

$$L^U(\vec{x}, \sigma^2) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{(n-1)/2} \sqrt{n}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2\right)$$

Джефрі

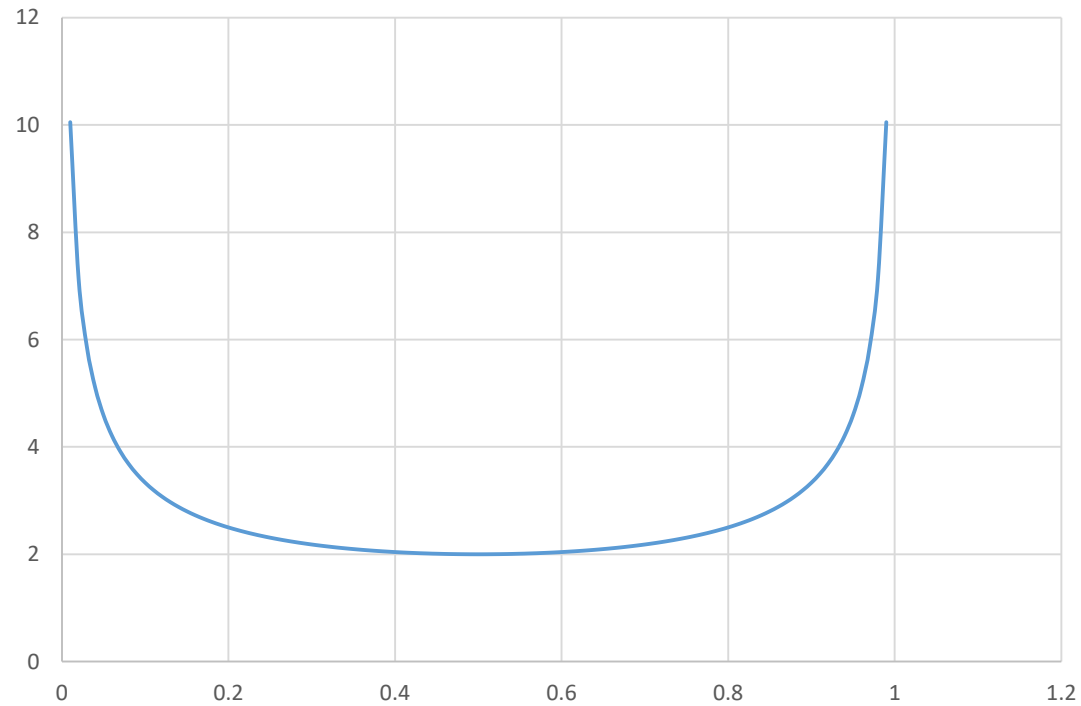
$$\pi(a) \propto \frac{1}{\sqrt{a(1-a)}}$$

Трикутна

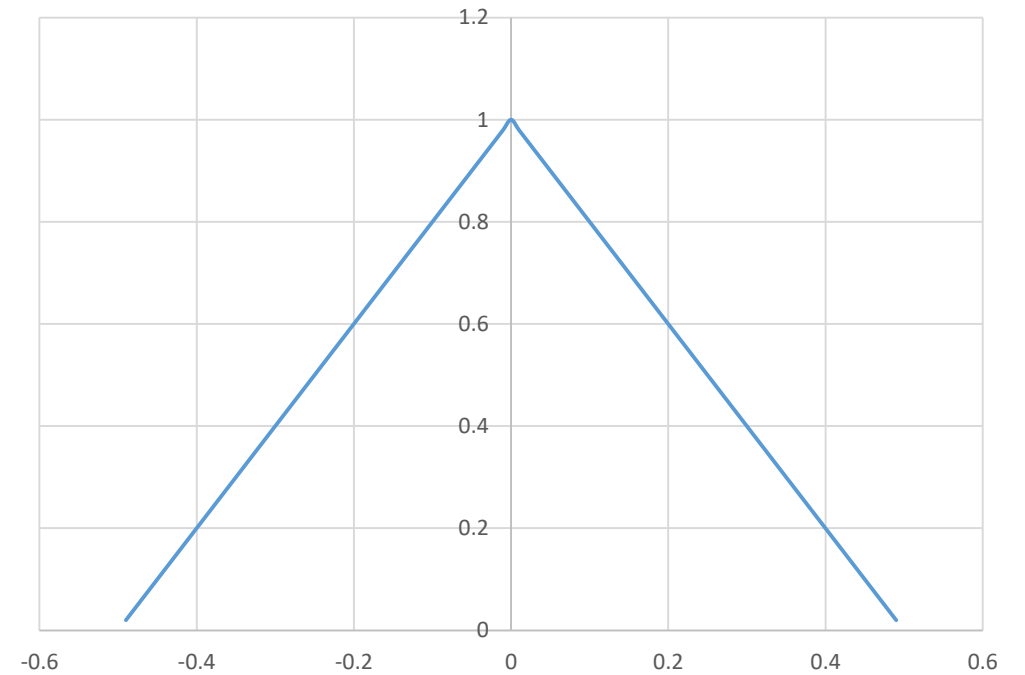
$$\begin{aligned} \pi(a) &= 2a + 1, \text{ якщо } a \in (-0.5; 0], \\ \pi(a) &= -2a + 1, \text{ якщо } a \in (0; 0.5) \end{aligned}$$

Вигляд вагових функцій

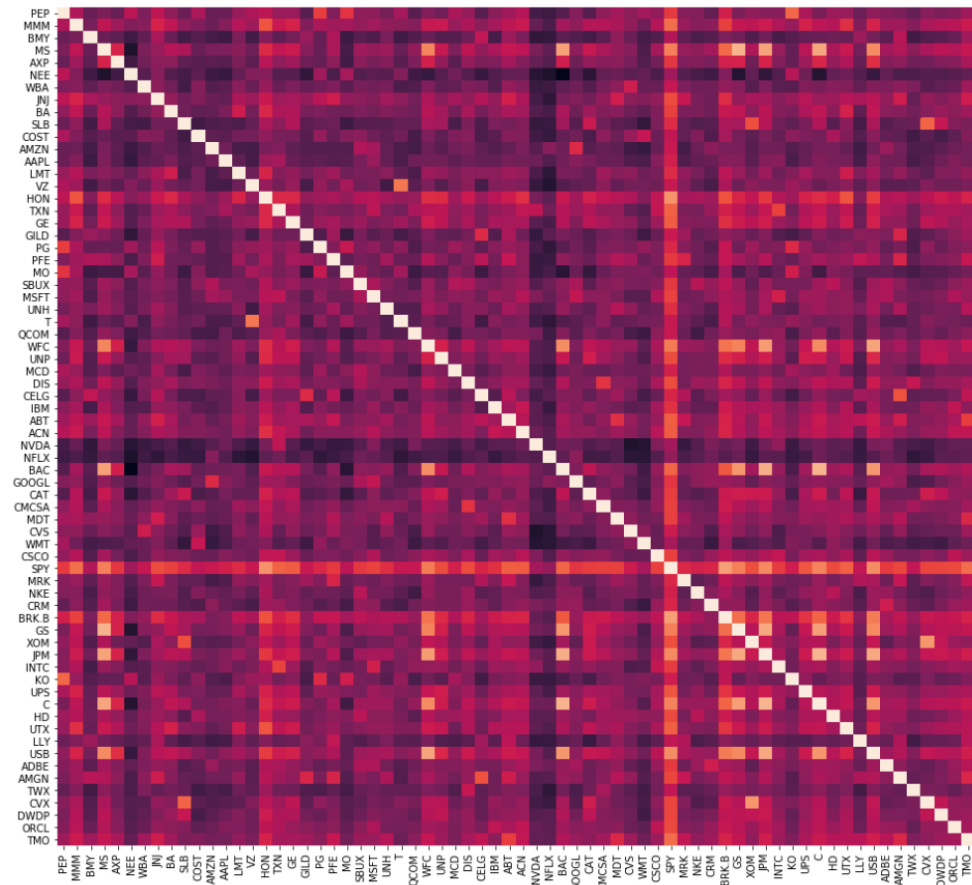
Вагова функція Джефрі



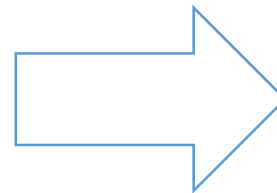
Трикутна вагова функція



Вибір портфеля для оцінювання ризиків



Обрано найбільші додатні кореляції



	SPY	USB	JPM	MSFT	CAT
SPY	1.000000	0.765861	0.759878	0.614661	0.601578
USB	0.765861	1.000000	0.829854	0.417971	0.497563
JPM	0.759878	0.829854	1.000000	0.422293	0.503763
MSFT	0.614661	0.417971	0.422293	1.000000	0.356486
CAT	0.601578	0.497563	0.503763	0.356486	1.000000

Ресурс допустимого ризику (час настання ризику)

$$N = \left(\frac{VaR}{\alpha \sigma ВП} \right)^2$$

The screenshot shows a software window titled "VaR" with the following fields and controls:

- Ймовірність ризику:** Radio buttons for 5%, 2.5%, 1% (selected), and 0.01%.
- Сума інвестицій:** Input field with value 100.
- Резерв:** Value 10.0.
- Склад портфеля:** Input field containing "SPY,USB,JPM,MSFT,CAT" and a "Вставити" button.
- Buttons:** "Прогнозовані втрати" and "Час настання ризику" (highlighted in blue).
- Results:** A text box showing "Всі тикери розпізнано." and a list of results: SPY: 12.21 днів, USB: 3.59 днів, JPM: 2.72 днів, MSFT: 6.30 днів, CAT: 4.50 днів. A summary line states: "Для портфеля час настання ризику: 2.72 днів".

Рівень ризику (очікувані та неочікувані втрати)

- Очікувані втрати – це середнє значення усіх VaR.
- Неочікувані втрати – різниця між максимальним значенням VaR і очікуваними втратами.

Ймовірність ризику

5%

2.5%

1%

0.01%

Сума інвестицій:
100

Час: 5.0 днів

Склад портфеля:

SPY,USB,JPM,MSFT,CAT

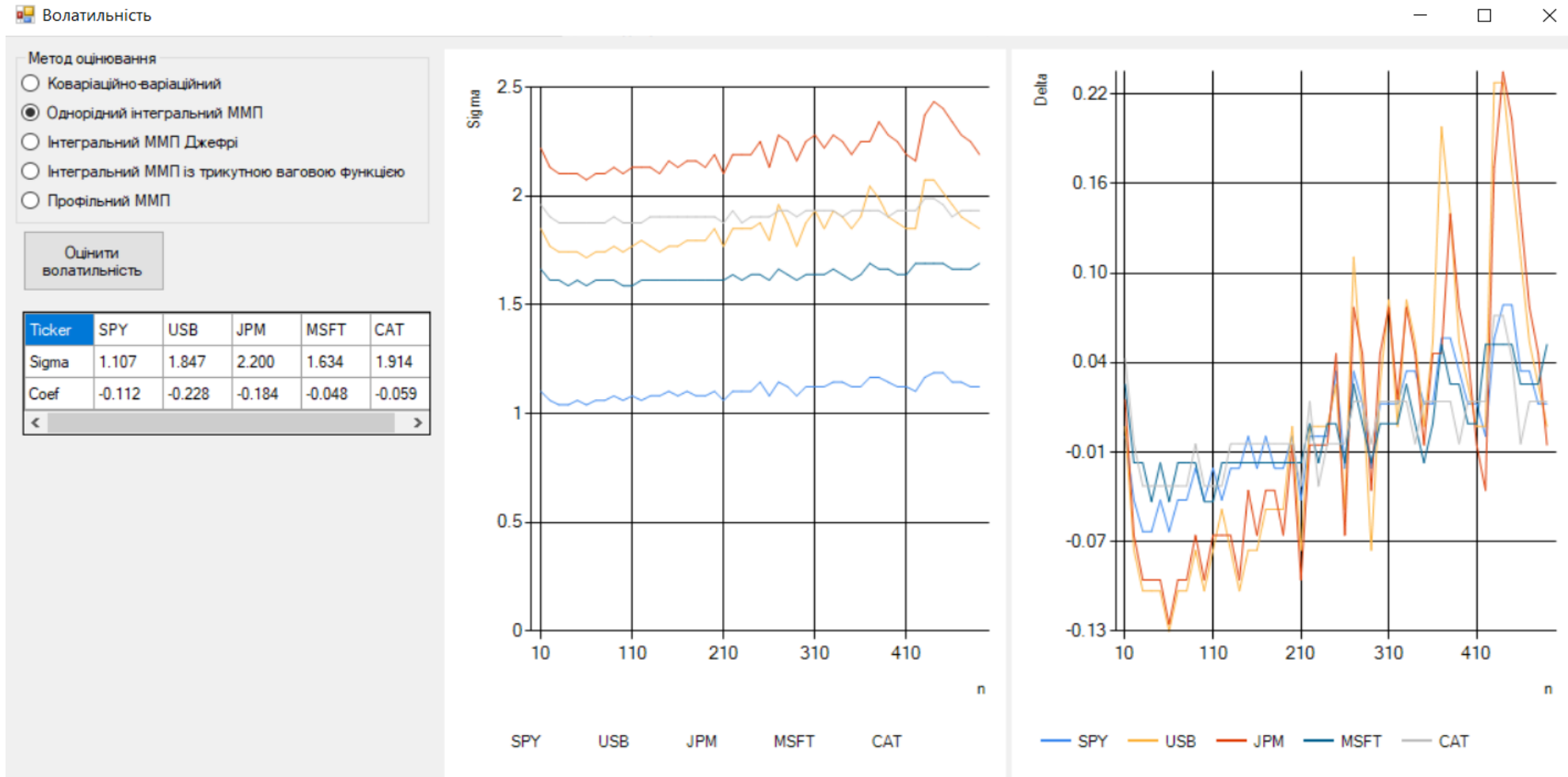
Всі тикери розпізнано.

Результати:

SPY: очікувані втрати - 0.99, неочікувані - 8.84
USB: очікувані втрати - 1.65, неочікувані - 13.66
JPM: очікувані втрати - 1.97, неочікувані - 15.54
MSFT: очікувані втрати - 1.47, неочікувані - 9.56
CAT: очікувані втрати - 1.73, неочікувані - 8.81

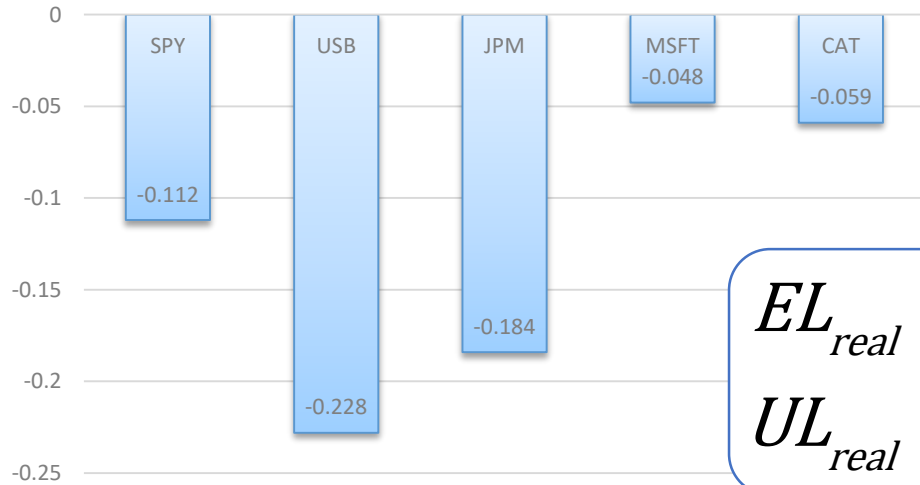
Для портфеля:
очікувані втрати - 7.80
неочікувані - 56.40

Оцінювання волатильності модифікованими ММП



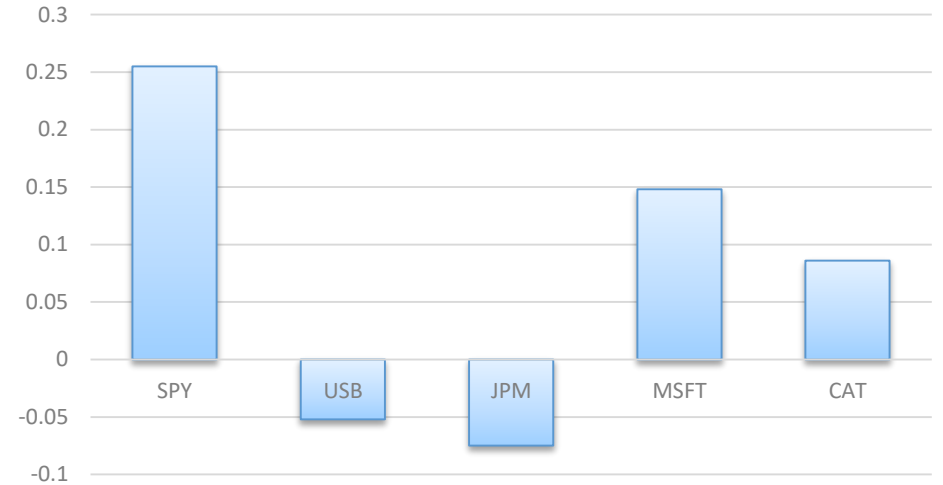
Коефіцієнти зменшення резервного капіталу

Однорідний інтегральний ММП

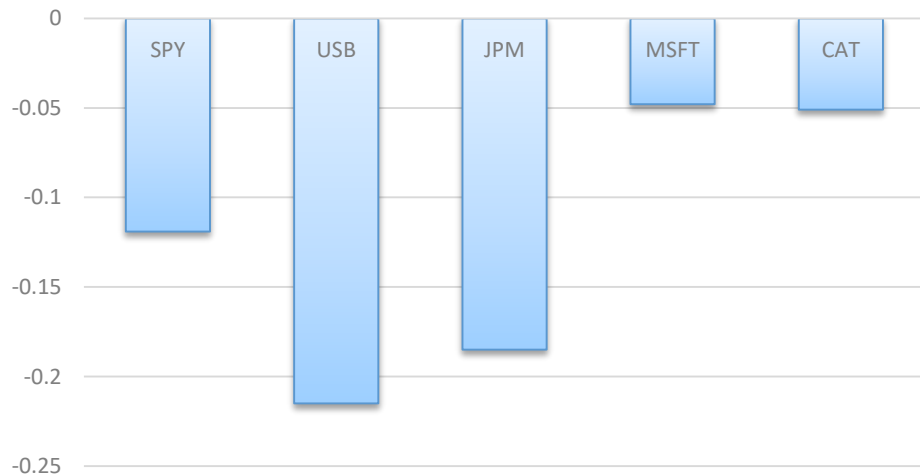


$$EL_{real} = (1 + Coef) EL^*$$
$$UL_{real} = (1 + Coef) UL^*$$

Інтегральний ММП Джефрі



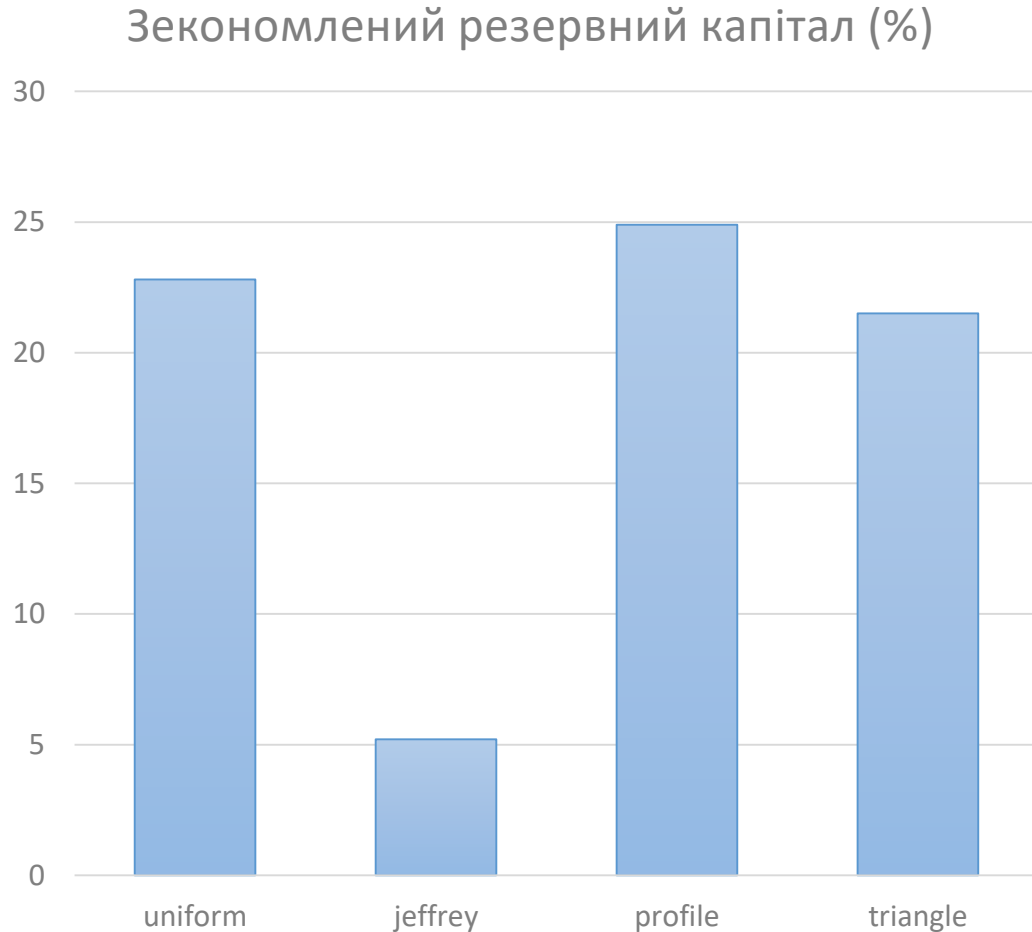
Трикутний інтегральний ММП



Профільний ММП



Зекономлений резервний капітал (для USB)



До 25% резервного капіталу (залежно від методу оцінювання та фінансового активу) може бути вивільнено

Порівняльний аналіз

№	Назва підходу	Переваги	Недоліки
1	Коваріаційно-варіаційний підхід	Швидкість, простота	Не враховано вплив неспостережуваних факторів, тому оцінки ризиків часто не відображають реального стану речей
2	Використання однорідної інтегральної або профільної ФП	Можливість застосовувати за відсутності відомих факторів впливу на математичне сподівання, більш точні оцінки через врахування несуттєвого параметра	Відсутність врахування особливостей активу, отриманих під час фундаментального аналізу
3	Використання ФП Джефрі або трикутної ФП	Врахування апріорної інформації про активи, отриманої в ході фундаментального та технічного аналізу	Іноді величина прогнозованих втрат може бути суттєво завищена. Це може призвести до резервування надто великої суми на покриття збитків

Висновки

Використання розглянутих ММП в оцінюванні ризиків операцій на фондовому ринку дозволить:

- ✓ Вивільнити частину зарезервованого капіталу для покривання збитків;
- ✓ Врахувати невизначеність несуттєвого параметра – математичного сподівання;
- ✓ Врахувати апріорну інформацію про фінансові інструменти.



Наукова новизна та практична значущість

- Впровадження результатів магістерської дисертації у компанії «Смарт Груп»
- Апробація результатів дисертації: III Міжнародна науково-практична конференція «Українська наука: проблеми сьогодення та перспективи розвитку» (29 – 30 липня 2016 р., м. Одеса).
- Публікації: «Застосування методів максимальної правдоподібності для точкового оцінювання у випадку біноміального розподілу», «Підходи до означення класичної функції правдоподібності та її модифікацій» («Нова освіта», 2016).

Дякую за увагу!

