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 ІІ 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:

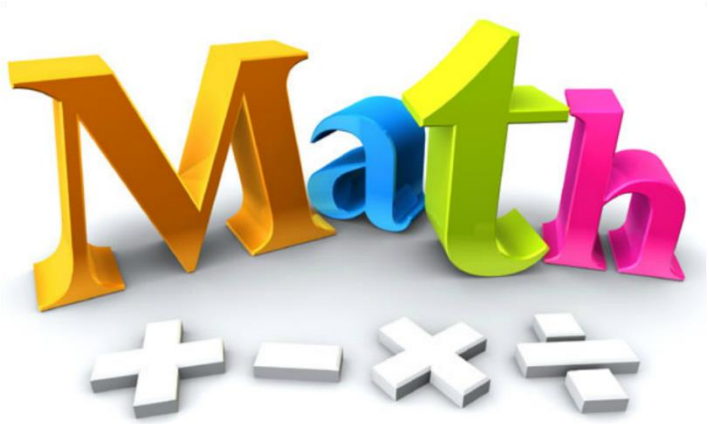
Усунути несуттєвий параметр в оцінюванні ризиків на фондовій біржі з використанням методів максимальної правдоподібності (ММП).

Актуальність дослідження:

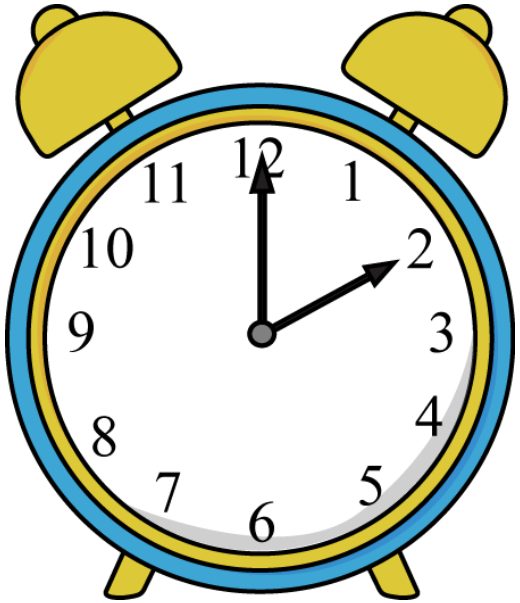
Ступінь

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

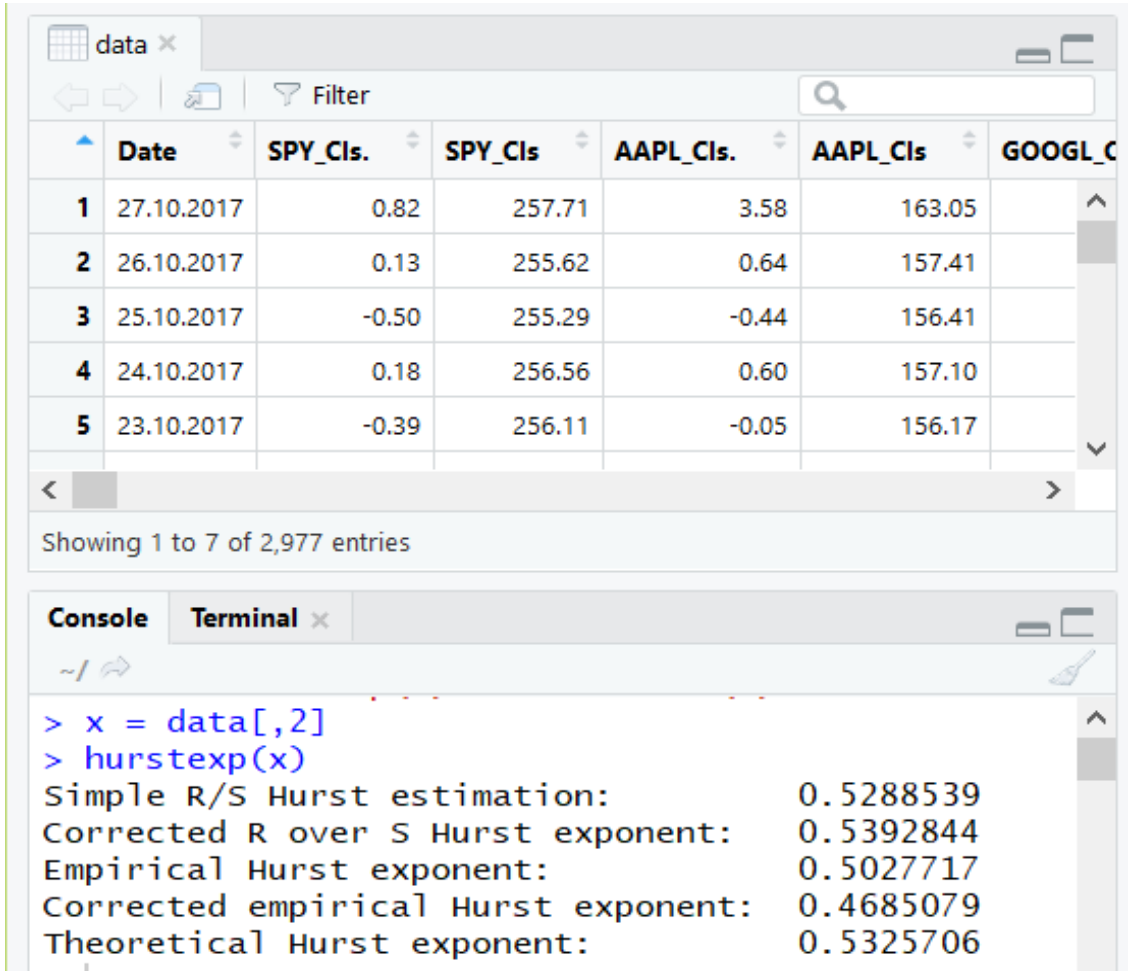
Фрактальний ринок:

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

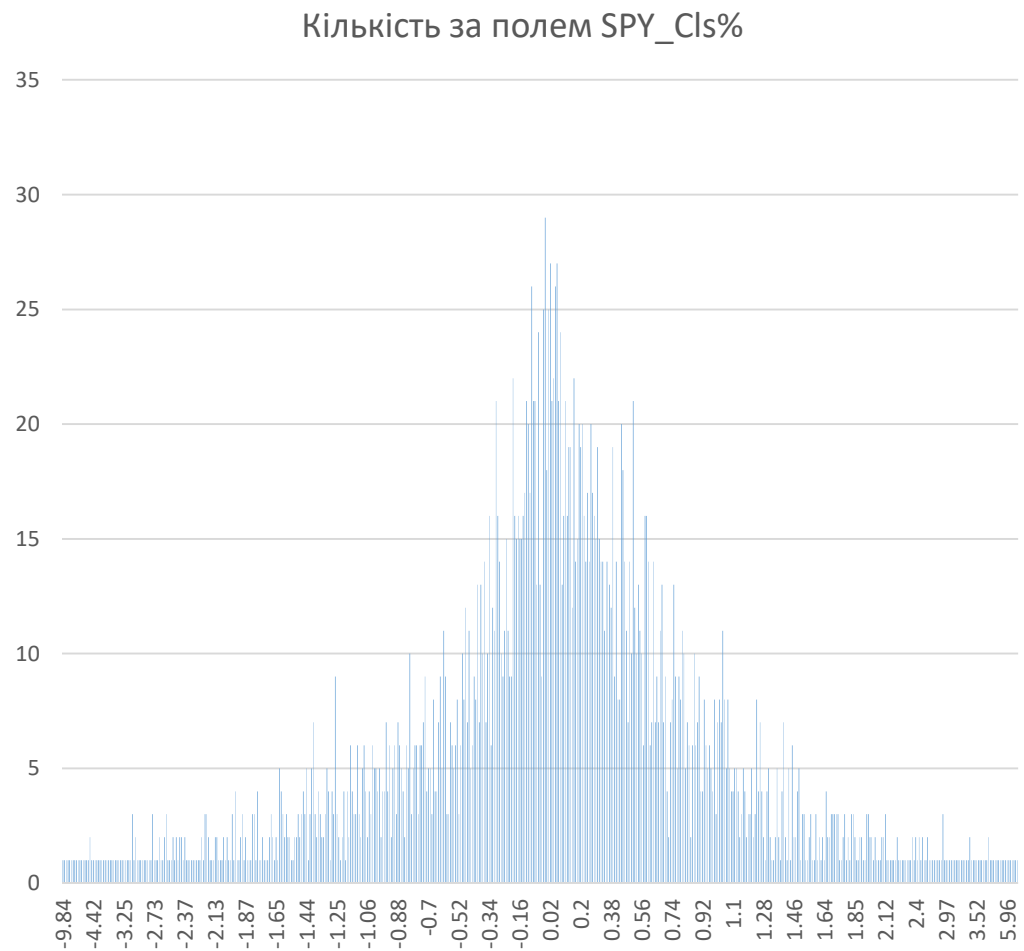
Показник Херста (R/S-аналіз)

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

H=0.5 для незалежного випадкового процесу.



Графік частот процентної зміни закриття SPY



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

Параметричний VaR-підхід

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

$$VaR_t\left(k\right) = \alpha\sigma \cdot BП \cdot \sqrt{N}$$

- α — Рівень ризику
- σ — Ступінь ризику
- $BП$ — Ресурс допустимого ризику

Класичний підхід до оцінювання волатильності

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

Точкова оцінка параметра

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

$$\theta^*_{зн} = \theta^*\left(x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0\right) \approx \theta$$

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 :

$$L\left(\vec{X}\right)=\prod_{k=1}^{n}P\left(\xi=X_k\right)$$

Для неперервних ξ :

$$L\left(\vec{X}\right)=\prod_{k=1}^{n}f_{\xi}\left(X_k\right)$$

Різноманітні функції правдоподібності (для розподілу Гаусса)

Класична

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

Інтегральна

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

Профільна

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

Однорідна

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

Джефрі

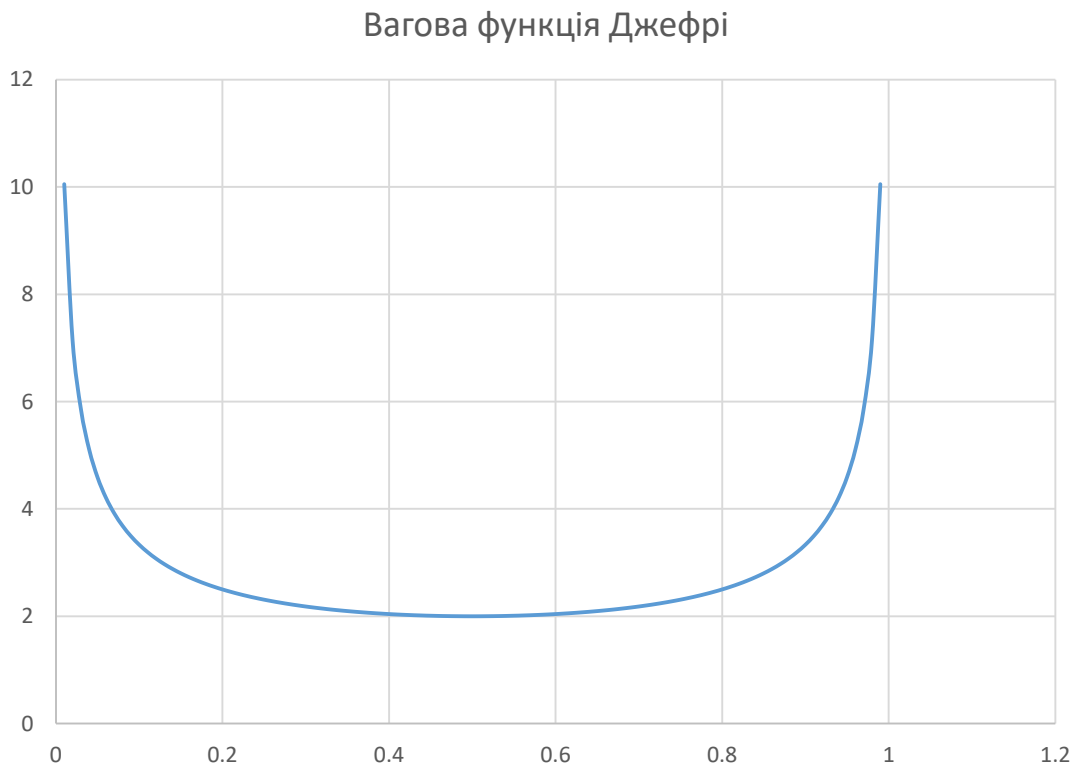
$$\pi\left(a\right)\propto\frac{1}{\sqrt{a\left(1-a\right)}}$$

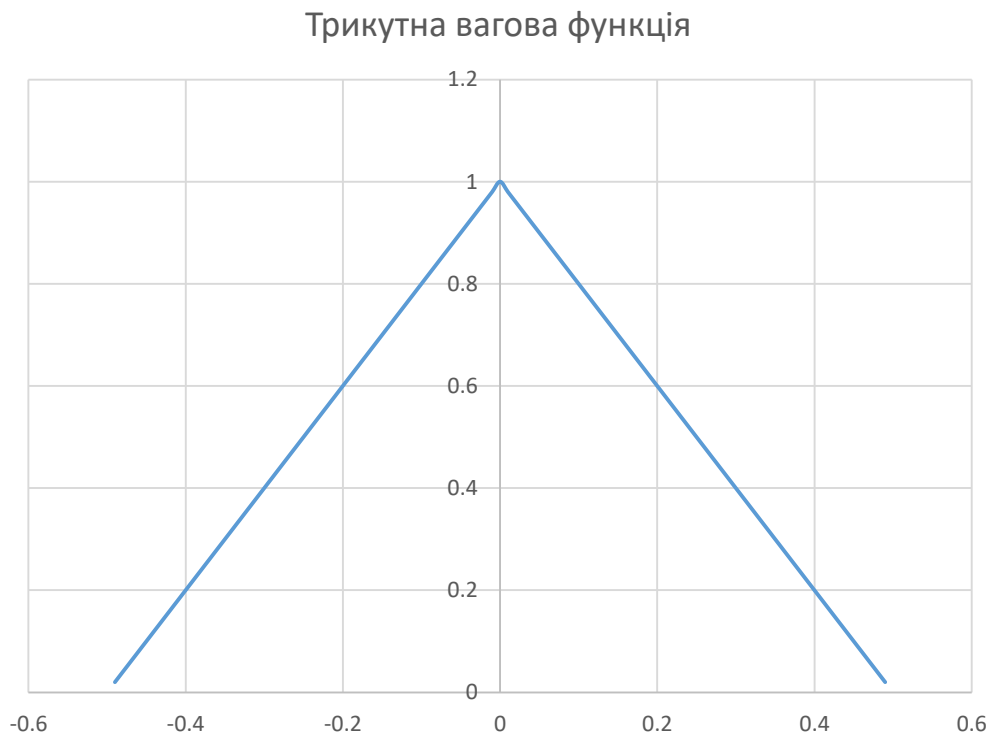
Трикутна

$$\pi\left(a\right)=2a+1,\ \text{якщо}\ a\in\left(-0.5;0\right],$$

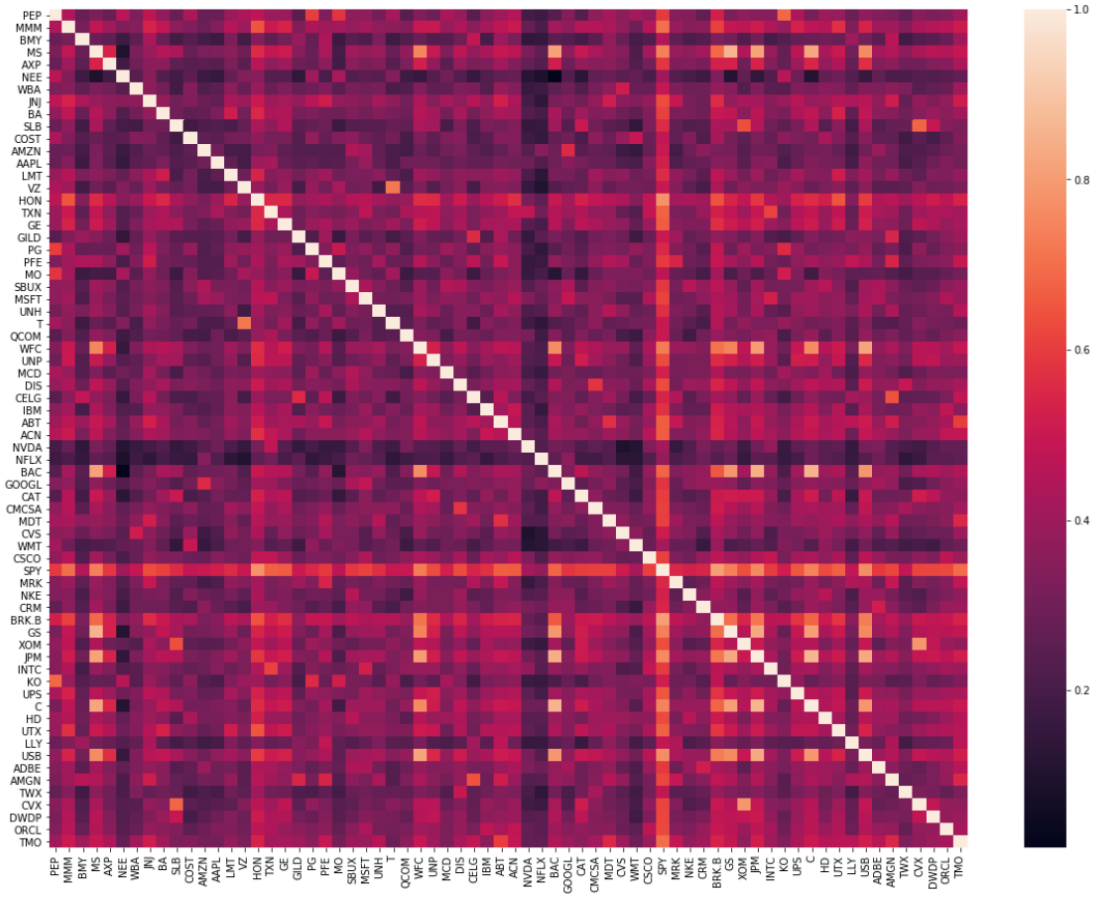
$$\pi\left(a\right)=-2a+1,\ \text{якщо}\ a\in\left(0;0.5\right)$$

Вигляд вагових функцій





Вибір портфеля для оцінювання ризиків

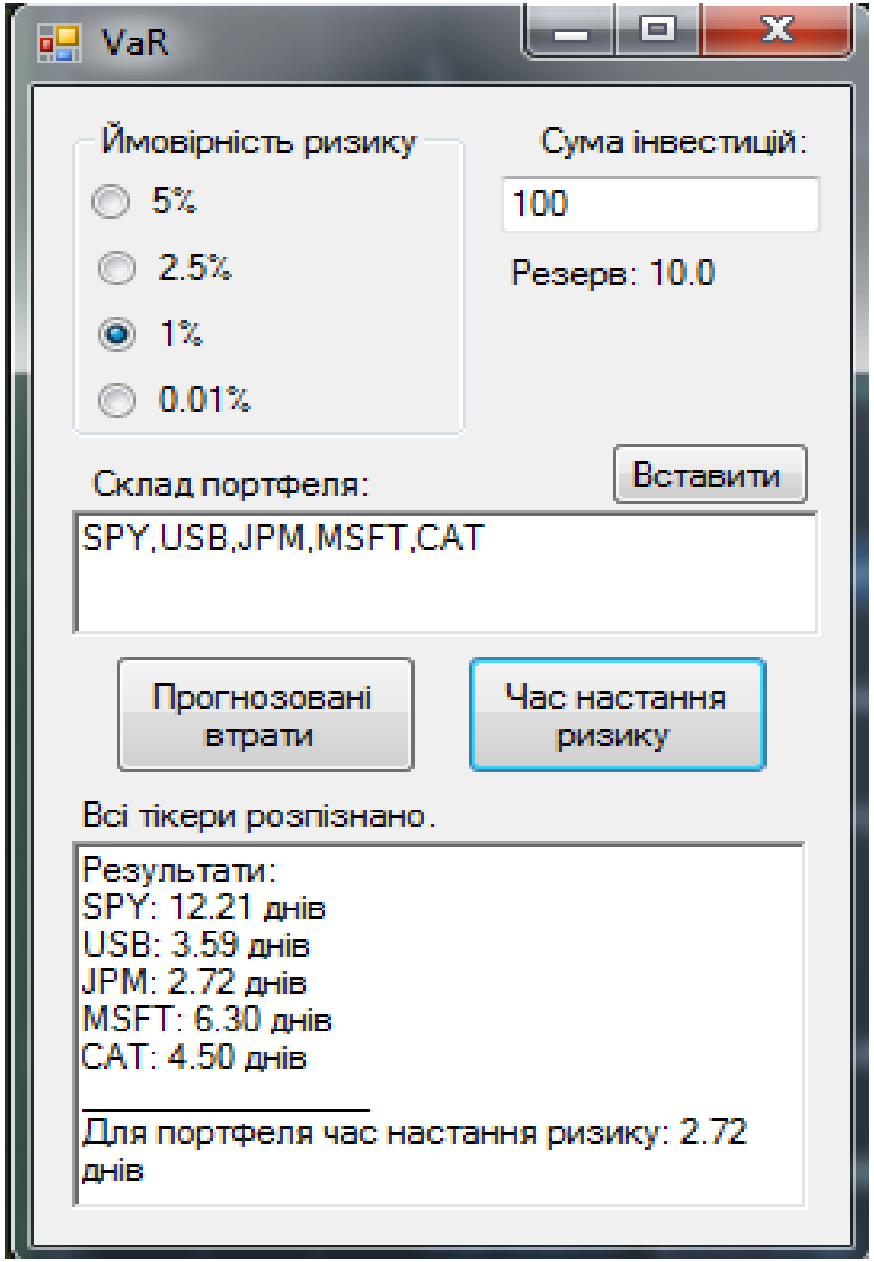


Обрано найбільші додатні кореляції

	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

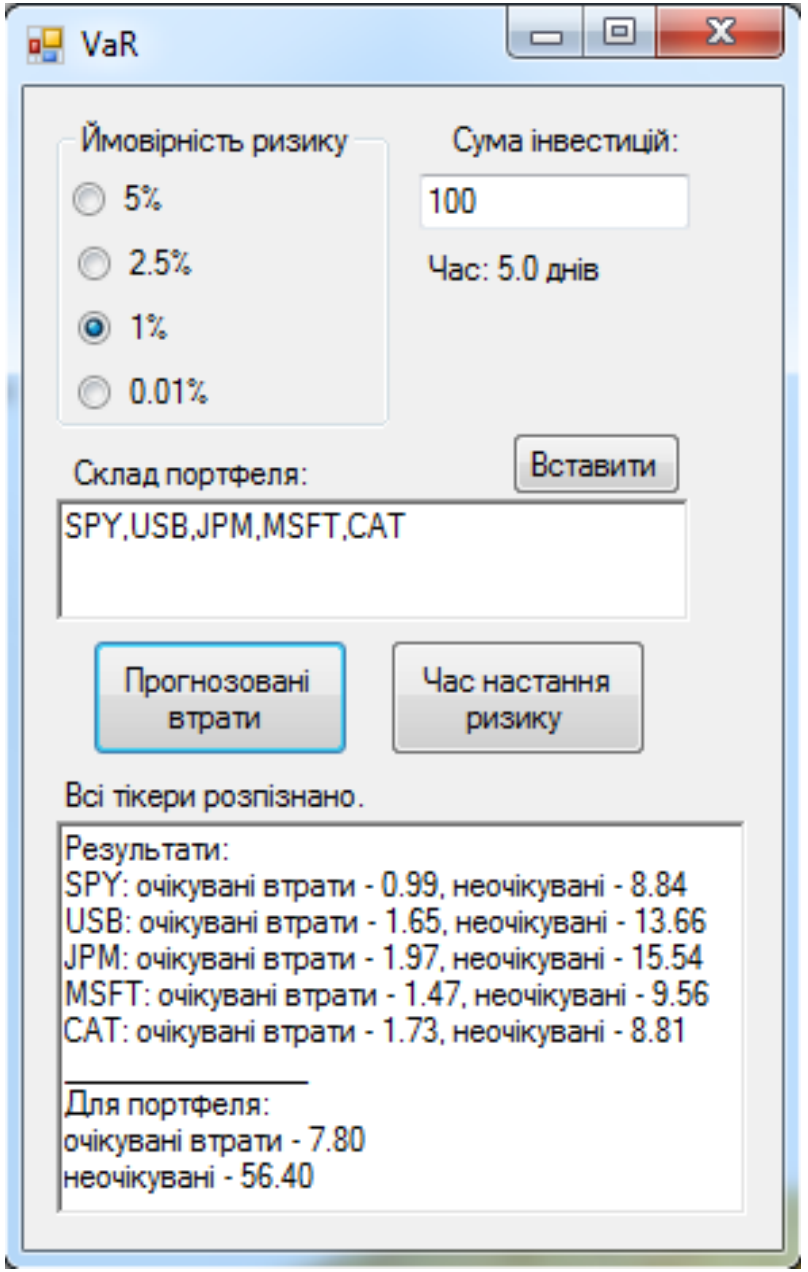
Ресурс допустимого ризику (час настання ризику)

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

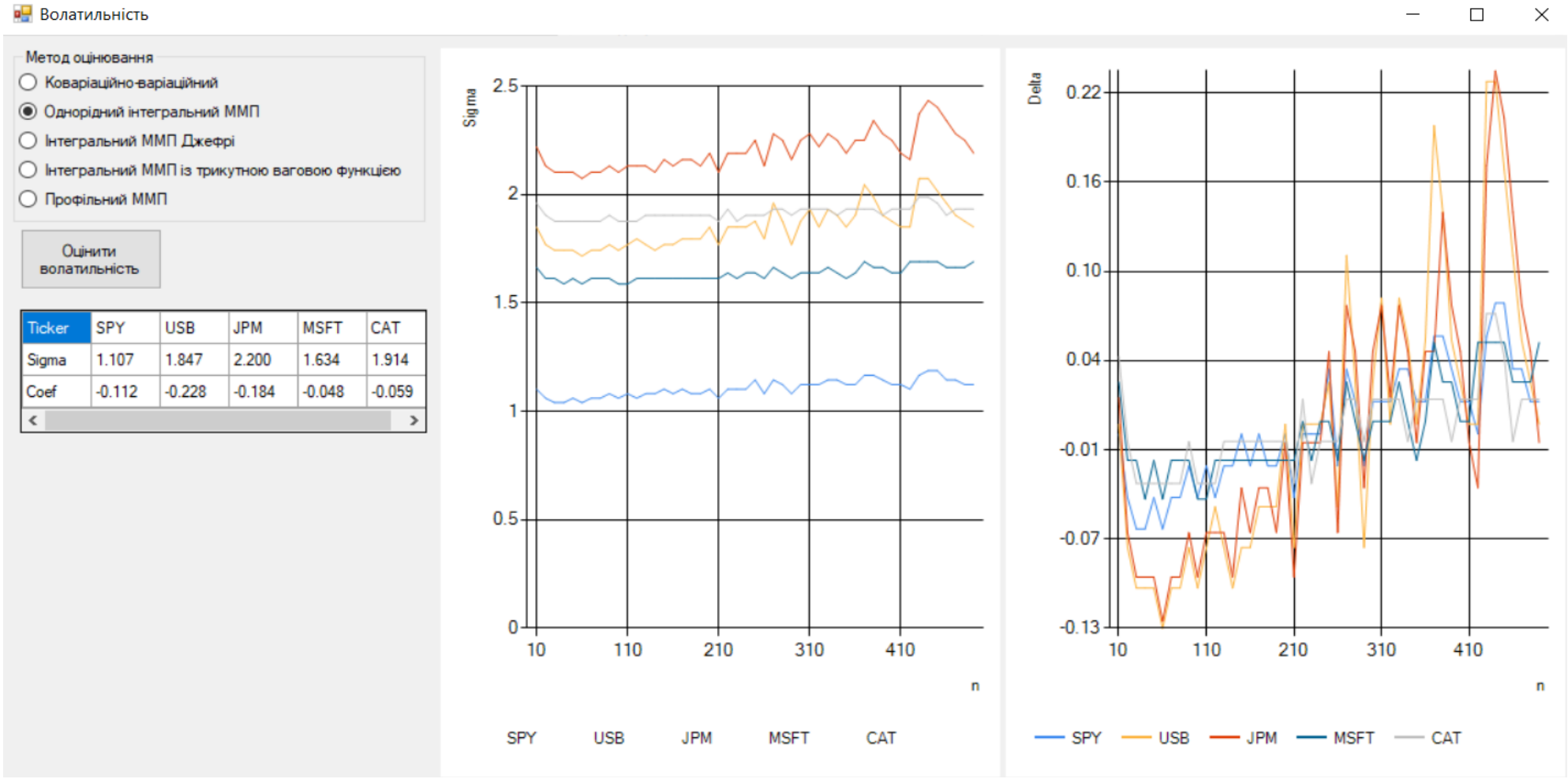


Рівень ризику (очікувані та неочікувані втрати)

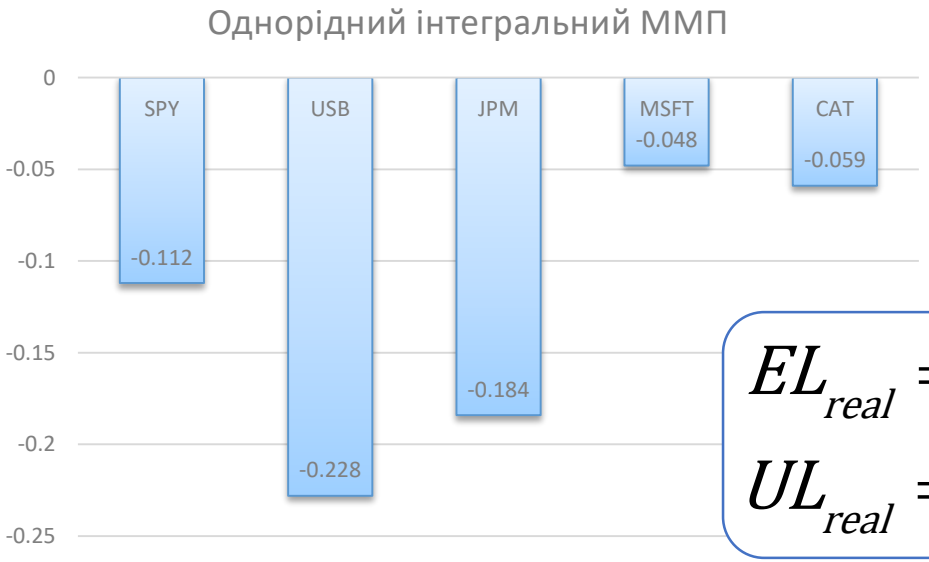
- Очікувані втрати – це середнє значення усіх VaR.
- Неочікувані втрати – різниця між максимальним значенням VaR і очікуваними втратами.



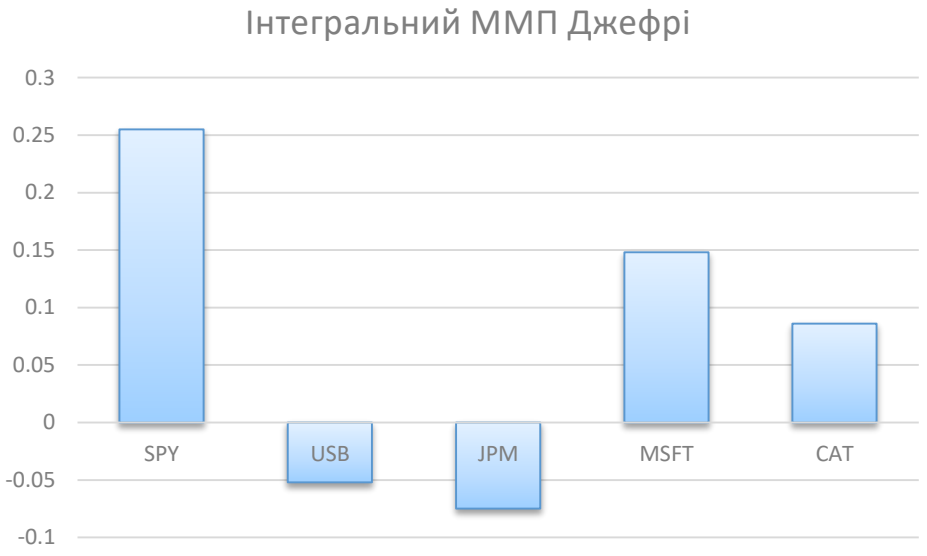
Оцінювання волатильності модифікованими ММП

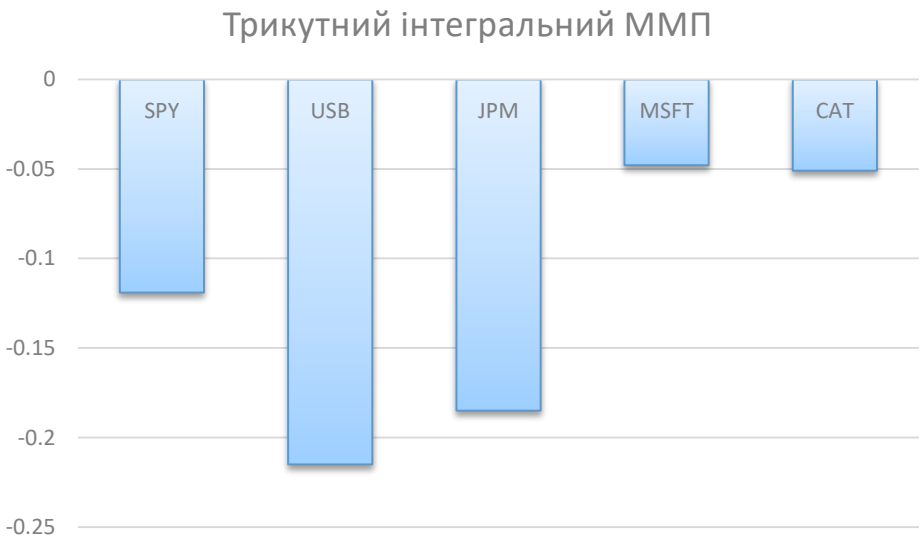


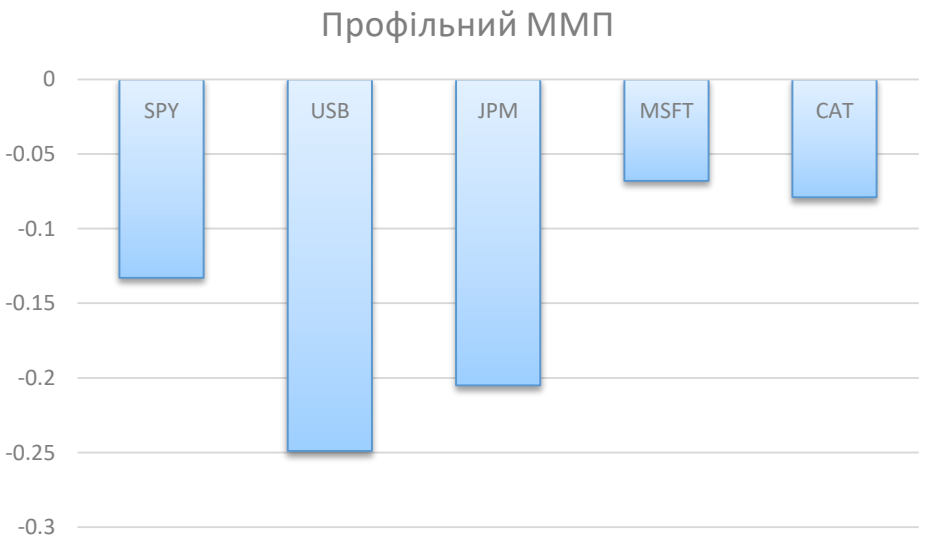
Коефіцієнти зменшення резервного капіталу



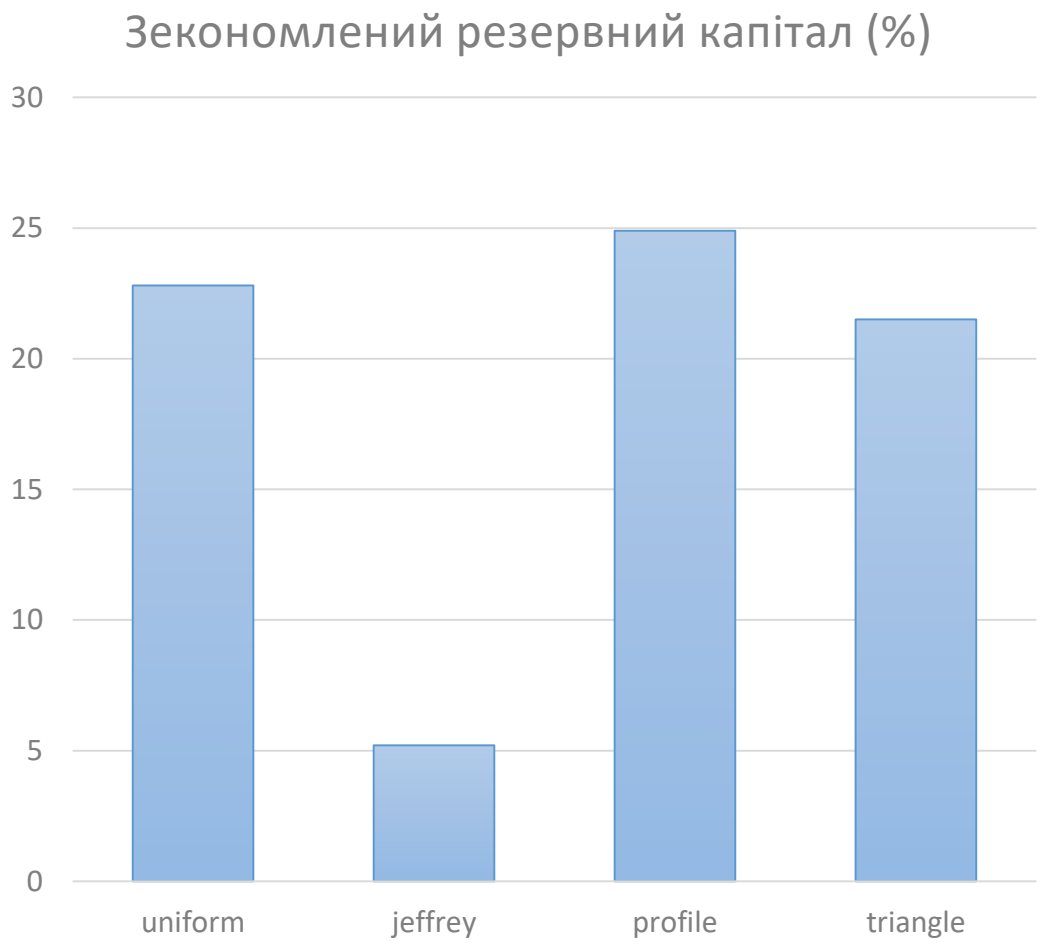
$$EL_{real} = \left(1 + Coef\right) EL^{*}$$
$$UL_{real} = \left(1 + Coef\right) UL^{*}$$







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 покривання 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: ІІІ 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!