

УДК 339.7

М. М. Пінчук,
студент 4 курсу, Інститут міжнародних відносин,
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка

ВІДПОВІДНІСТЬ ІСТОРИЧНОЇ ДОХОДНОСТІ АКЦІЙ НА ФОНДОВОМУ РИНКУ США НОРМАЛЬНОМУ РОЗПОДІЛУ НА ПРИКЛАДІ АКЦІЙ КОРПОРАЦІЙ, ЩО ВХОДЯТЬ ДО ФОНДОВОГО ІНДЕКСУ DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE

М. М. Pinchuk,
Undergraduate student, Institute of international relations, Kyiv National Taras Shevchenko University

CONFORMITY OF HISTORIC RETURNS ON THE US STOCK MARKET TO A NORMAL DISTRIBUTION IN TERMS OF CONSTITUENTS OF THE DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE INDEX

У статті досліджено проблему відповідності розподілу доходностей акцій на фондовому ринку США нормальному закону розподілу випадкової величини. Показано, що можливість використання економіко-математичних моделей, що передбачають існування нормального розподілу доходностей акцій (таких, як модель оцінки капітальних активів, сучасна портфельна теорія чи модель ціноутворення опціонів Блека — Шоулза) залежить від способу обчислення доходностей акцій та періоду, протягом якого такі доходності розраховуються. Показано математичні методи, що використовуються для перевірки відповідності розподілу емпіричних даних нормальному розподілу та можливість їхнього практичного застосування за допомогою сучасних програмних засобів. Встановлено, що на ступінь відповідності розподілу реальних ринкових доходностей акцій нормальному закону розподілу випадкових величин справляє значний вплив низка факторів (тип доходностей, що використовуються та період часу, за який відповідні доходності обчислюються).

In this article the author investigates a question of conformity of the stock returns on the US stock market to the normal distribution. It is shown that appliance of the mathematical economic models implying normal distribution of the stock returns (e. g. Capital asset pricing model, modern portfolio theory, Black — Sholes option pricing model) depends on the method of computing returns and the period, which is used for computing the returns. The author demonstrates mathematical models for testing empirical data on conformity to normal distribution and possibility of their practical application by means of the modern software. It is established that the variety of factors, including method of computing returns and the period, which is used for computing the returns, deeply affect the extent, to which real market data conform to normal distribution.

*Ключові слова: фондовий ринок США, доходності акцій, нормальний розподіл.
Key words: US stock market, stock returns, normal distribution.*

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На початок другої половини ХХ ст. припав бурхливий розвиток економічної науки загалом та фінансів зокрема. Все більше і більше науковців звертали свою увагу на фінансові ринки, розробляючи власні теорії, в основі яких знаходились спроби математичного моделювання тих чи інших аспектів фінансових ринків. Але не слід забувати, що такі економіко-математичні моделі є спрощеною версією дійсності, які адекватно відтворюють лише певні

сторони чи аспекти досліджуваного явища чи процесу. Будь-яку модель необхідно розглядати в контексті того часового періоду та тих умов, за яких вона виникла. В основі будь-якої моделі лежать певні припущення, і модель може бути застосована лише у тому випадку, коли ці припущення відповідають дійсності.

Припущенням для значної кількості таких моделей є відповідність розподілу історичних доходностей акцій на фондовому ринку нормальному розподілу — як пря-

Таблиця 1. Корпорації, що входять до фондового індексу Dow Jones Industrial Average

Тікер	Назва компанії	Галузь економіки
MMM	3M Co.	Промисловість (конгломерат)
AA	ALCOA Inc.	Виробництво алюмінію
AXP	American Express Co.	Фінансові послуги
T	AT&T	Телекомунікації
BAC	Bank of America Corp.	Фінансові послуги
BA	Boeing Co.	Авіакосмічна галузь та ВПК
CAT	Caterpillar, Inc.	Сільськогосподарська та будівельна техніка
CSCO	Cisco Systems	Телекомунікації
CVX	Chevron Corp.	Нафтогазова галузь
KO	Coca-Cola Co.	Виробництво напоїв
DD	E.I. du Pont de Nemours & Co.	Хімічна промисловість
XOM	Exxon Mobil Corp.	Нафтогазова галузь
GE	General Electric Co.	Промисловість (конгломерат)
HPQ	Hewlett-Packard Co.	Комп'ютерна техніка
HD	Home Depot, Inc.	Торгівля будівельним обладнанням
INTC	Intel Corp.	Виробництво напівпровідників
IBM	International Business Machines Corp.	Комп'ютерна техніка
JPM	JPMorgan Chase and Co.	Фінансові послуги
Тікер	Назва компанії	Галузь економіки
JNJ	Johnson & Johnson Inc.	Хімічна та фармацевтична галузь
MCD	McDonald's Corp.	Громадське харчування
MRK	Merck & Co., Inc.	Фармацевтична галузь
MSFT	Microsoft Corp.	Програмне забезпечення
PFE	Pfizer, Inc.	Фармацевтична галузь
PG	Procter & Gamble Co.	Побутова хімія
TRV	Travelers Cos Inc.	Страхові послуги
UNH	UnitedHealth Group Inc.	Охорона здоров'я
UTX	United Technologies Corp.	Промисловість (конгломерат)
VZ	Verizon Communications	Телекомунікації
WMT	Wal-Mart Stores, Inc.	Роздрібна торгівля
DIS	Walt Disney Co.	Індустрія розваг

Джерело: складено автором на основі [7].

мо (модель ціноутворення опціонів на акції Блека-Шоулза, в якій використовується нормальний або логнормальний розподіл) [1, с. 640], так і опосередковано — портфельна теорія Марковіца [4, с. 171] чи CAPM (Capital asset pricing model — Модель оцінки капітальних активів) [2, с. 1], [3, с. 2].

АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ІЗ ЦЬОЇ ТЕМИ

Вітчизняними вченими дана проблематика досліджувалась мало, тому в своєму дослідженні автор спирався передусім на праці іноземних науковців. Серед них слід виділити роботи Біглова А., Блека Ф., Боссіртса П., Демулена-Лебуле Ф., де Джорджи Е., Зейма У., Ігана У., Калоба Дж., Леві Х., Літнера Дж., Марковіца Г., Мертона Р., Моссіна Я., Мотта Р., Плотта Ч., Пратеса А., Ратчева С., Ролла Р., Самуельсона П., Сімаса М., Стоянова С., Трейнера Дж., Фабоцці Ф., Фама Е., Хенса Т., Шарпа У.

Дослідження істинності гіпотези про існування нормального розподілу доходностей акцій на фондовому ринку США проводилось неодноразово, але із посиленням протягом останніх років невизначеності в світовій економіці загалом та на фінансових ринках зокрема, актуальною є проблема відповідності доходностей акцій нормальному розподілу в сучасних умовах.

МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є визначення того, наскільки припущення щодо нормального розподілу доходностей акцій на американському фондовому ринку відповідає сучасним умовам.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для оцінки можливості застосування нормального розподілу для доходностей акцій на американському фондовому ринку за різні часові періоди (1, 2, 5, 10 років) було обрано 30 американських корпорацій, які входять до фондового індексу Dow Jones Industrial Average (DJIA). Цей індекс є найстарішим американським фондовим індексом, перші варіанти якого з'явилися у 1884 році. Уперше індекс був опублікований 1896 року і складався із акцій 12 компаній у промисловому секторі. Незважаючи на назву "промисловий", DJIA уже давно не є спеціалізованим індексом, а охоплює компанії, що діють у різних секторах економіки [6]. Станом на 4 січня 2013 року цей фондовий індекс складався із акцій таких корпорацій (табл. 1).

Для дослідження відповідності розподілу доходностей акцій корпорацій-складових DJIA нормальному закону розподілу випадкових величин використовувались ціни на дані акції в період з 01 січня 2003 року до 2 січня 2013 року [5].

У дослідженні застосовувались як різні доходності — добові, тижневі та місячні, так і різні часові періоди, протягом яких ці види доходностей обчислювались — 10 років (2003—2012 роки), 5 років (2008—2012 роки), 2 роки (2011—2012 роки) та 1 рік.

Доходність — одна з головних характеристик активу, яка показує відносну зміну його вартості за один період часу. Найпростіша формула для обчислення доходності виглядає так:

$$R(t_0, t_1) = \left(\frac{W_1 - W_0}{W_0} \right) * 100\% \quad (1),$$

де W_0 — вартість активу в момент часу t_0 ,

Таблиця 2. Кількість випадків, коли розподіл доходностей акцій нормальний

Тип доходностей, які використовувались	Кількість років			
	1	2	5	10
Місячні	- *	28/30	19/30	12/30
Тижневі	27/30	21/30	0/30	0/30
Денні	7/30	0/30	0/30	0/30

* Через малу кількість періодів (12) дослідження не проводилось.

Джерело: складено автором на основі [5].

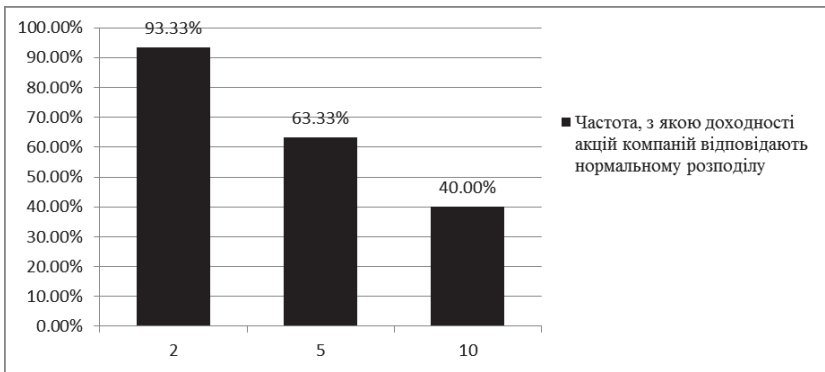


Рис. 1. Залежність відповідності місячних доходностей акцій корпорацій-складових DJIA нормальному розподілу від періоду часу, за який вони обчислюються

Джерело: складено автором на основі [5].

W_1 — вартість активу в момент часу t_1 [10, с. 10].

У випадку, коли таким активом є акція, то формула 1 називається простою доходністю акцій і має такий вигляд:

$$R_t = \left(\frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \right) * 100\% \quad (2)$$

$$R_t = \% \Delta P_t \quad (3)$$

де R_t — проста доходність акції за період від $t-1$ до t ,

P_{t-1} — ціна акції в момент часу $t-1$,

P_t — ціна акції в момент часу t [10, с. 10].

Слід додати, що для розрахунку доходності акції можуть використовуватись як звичайні біржові ціни на момент закриття (Close price), так і біржові ціни на момент закриття, скориговані на спліти (збільшення

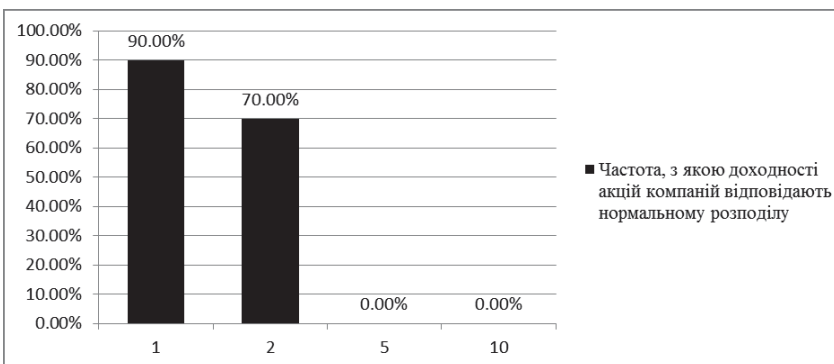


Рис. 2. Залежність відповідності тижневих доходностей акцій корпорацій-складових DJIA нормальному розподілу від періоду часу, за який вони обчислюються

Джерело: складено автором на основі [5].

кількості акцій на ринку за рахунок пропорційного подріблення існуючих без випуску нових акцій) та дивіденди (Adjusted close price). У дослідженні автор використав скориговані ціни на момент закриття [10, с. 13].

Для визначення відповідності даних нормальному закону розподілу випадкових величин (у даному випадку — доходності акцій) був використаний тест Харке-Бера [8].

Тест Харке-Бера — це статистичний тест, який перевіряє розподіл значень випадкової величини на нормальність за допомогою порівняння їхнього третього моменту (асиметрії) та четвертого моменту (ексцеса) з відповідними моментами нормального розподілу. Як відомо, у нормального розподілу коефіцієнт асиметрії $A=0$, а ексцес $E=3$ [9, с. 94]. У іноземній літературі коефіцієнт асиметрії має назву Skewness і позначається S , а ексцес — Kurtosis (K) [8, с. 255].

Нульова гіпотеза в тесті Харке-Бера $H_0: S=0, K=3$. Альтернативна гіпотеза $H_1: S \neq 0, K \neq 3$ [8, с. 256].

Перевірка гіпотез здійснюється за допомогою JB — статистики, яка має розподіл Хі-квадрат із двома ступенями свободи.

$$JB = n \left(\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right) \quad (4)$$

$$де S = \frac{\sum e_t^3}{n\hat{\sigma}^3} \quad (5)$$

$$K = \frac{\sum e_t^4}{n\hat{\sigma}^4} \quad (6) [8, с. 255],$$

де σ — середньоквадратичне відхилення випадкової величини (також відоме як стандартне відхилення), n — кількість значень випадкової величини, e^k — центральний момент випадкової величини k -ого порядку [8, с. 255].

Через те, що коефіцієнти S та K асимптотично нормальні, їхні квадрати дають статистику, що має нормальний розподіл.

Як видно з формули 4, для нормального розподілу статистика $JB = 0$. При зростанні відхилень розподілу випадкової величини від нормального статистика зростає і гіпотеза H_0 відхиляється, натомість приймається гіпотеза H_1 [8, с. 257].

Для оцінки результатів дослідження був вибраний найбільш поширений рівень значимості $\alpha = 0.05$. Критичне значення статистики Хі-квадрат з двома ступенями свободи для такого рівня значимості = 5.9915. Тобто якщо $JB > 5.9915$, то на рівні значимості 0.05 гіпотеза H_0 відхиляється, а якщо $JB < 5.9915$, то гіпотеза H_0 приймається.

Для проведення дослідження було використано програмне забезпечення R, пакет PerformanceAnalytics.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вище наведена інформація (див. табл. 2) щодо кількості випадків, коли розподіл доходностей акцій відповідав нормальному розподілу на рівні значимості 0.05.

Результати свідчать про те, що найбільш близькими до нормального розподілу є місячні доходності акцій. Це можна пояснити значно меншою волатильністю місячних доходностей, що частково дозволяє наблизити реальні дані до нормального розподілу, головним недоліком якого є недооцінка ймовірності дуже великих відхилень випадкової величини від її середнього значення. У той же час денні доходності можуть дуже сильно коливатись, і реальні ймовірності крайніх подій виявляються суттєво вищими за теоретичні (в межах нормального розподілу). Характерно, що в ході дослідження денних доходностей акцій за періоди 2, 5 та 10 років за даного рівня значимості (0.05), доходності акцій жодної з компаній, що входять до DJIA, не розподілялись за нормальним законом розподілу (табл. 2). Використання тижневих доходностей дозволяє певною мірою "згладити" ці коливання, але меншою мірою, ніж для місячних доходностей.

Щодо часового періоду, за який обчислюються доходності, то тут також дуже чітко виявляється тенденція — чим більший цей термін, тим більш далеким від нормального є розподіл доходностей. Це проілюстровано на рис. 1, 2 і 3.

Якщо для місячних доходностей збільшення періоду визначення доходностей акцій з 2 до 10 років викликало зменшення частки корпорацій, доходності акцій яких на рівні значимості 0.05 можна вважати нормально розподіленими, більш як вдвічі, то у випадку використання тижневих і місячних доходностей протягом 5 чи 10 років жодна акція не показала розподіл доходностей, близький до нормального.

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити такі висновки:

— велика кількість сучасних економіко-математичних моделей, які використовуються на фінансових ринках (сучасна портфельна теорія, CAPM, модель оцінки опціонів Блека — Шоулза), прямо чи непрямо спираються на припущення про те, що доходності акцій розподілені згідно нормального розподілу випадкової величини;

— відповідність реальних ринкових доходностей нормальному розподілу значною мірою залежить від методології обчислення історичних доходностей акцій — який тип доходностей використовується (денний, тижневий, місячний) та за який період такі доходності визначаються;

— в ході дослідження було встановлено, що найбільш точно відповідають нормальному розподілу

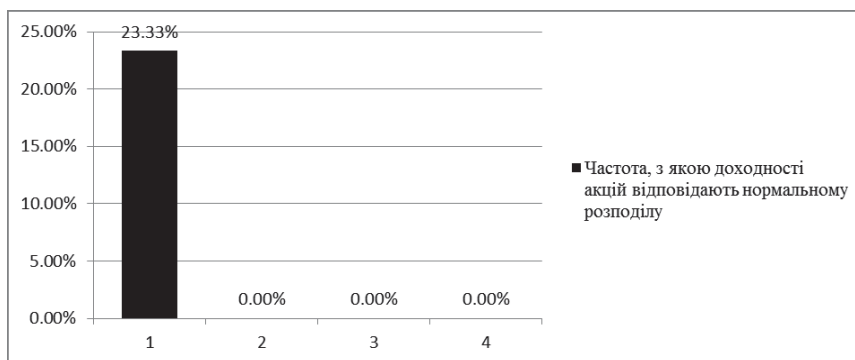


Рис. 3. Залежність відповідності добових доходностей акцій корпорацій-складових DJIA нормальному розподілу від періоду часу, за який вони обчислюються

Джерело: складено автором на основі [5].

місячні доходності, а найменш — добові. Це пояснюється більшою волатильністю останніх;

— щодо часового проміжку, за який були використані дані, то встановлена закономірність, відповідно до якої зі зменшенням цього періоду реальні доходності наближаються до нормального розподілу;

— загалом, можна сказати, що припущення про існування нормального розподілу доходностей акцій на фондовому ринку США відповідає дійсності лише за умови використання місячних доходностей протягом малого періоду часу — до 2 років або тижневих доходностей протягом 1 року.

Література:

- Black Fischer; Scholes Myron. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // The Journal of Political Economy. — Volume 81. — Issue 3 (May — June, 1973). — P. 637—654. — Режим доступу: <http://www.cs-princeton.edu/courses/archive/fall100/cs323/resources/blackscholes.pdf>.
- Haim Levy, Enrico G. De Giorgi, Thorsten Hens. Two Paradigms and Nobel Prizes in Economics: A Contradiction or Coexistence. — Режим доступу: <http://www.ef-maefm.org/Bharat/Haim%20Levy%20et%20al.pdf>.
- Francois Desmoulin-Lebeault. CAPM empirical problems and the distribution of returns. — Режим доступу: http://www.affi.asso.fr/uploads/Externe/69/CTR_FICHER_380_1226353213.pdf
- Шарп У., Александер Г., Бэйли Дж. Инвестиции: пер. с англ. — М.: ИНФРА-М, 2001. — XII, 1028 с.
- <http://finance.yahoo.com>
- <http://www.dowjones.com>
- <http://www.bloomberg.com/quote/INDU:IND/members>
- Jarque Carlos M., Bera Anil K. Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals // Economics Letters 6 (3). — 1980. — P. 255—259.
- Грисенко М.В. Теорія ймовірностей для економістів-міжнародників: навчальний посібник / М.В. Грисенко, А.Ю. Рижов. — К., 2009. — 211 с.
- Campbell J., A. Lo, and C. MacKinlay. The Econometrics of Financial Markets. — Princeton University Press, 1997.

Стаття надійшла до редакції 07.03.2013 р.