

СТАТИСТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОКАЗНИКІВ ФІНАНСОВИХ РИНКІВ STATISTICAL PROPERTIES OF FINANCIAL MARKETS INDICATORS

Фінансові ринки генерують значні обсяги управлінської інформації щодо ключових тенденцій розвитку соціально-економічних систем різного рівня складності. Більшість сучасних підходів, що пов'язані з використанням інформації з фінансових ринків, заснована на базових припущеннях щодо статистичної значущості вибіркового даних. У роботі представлено оцінки ключових статистичних властивостей показників розвитку фінансових ринків. Розглянуто динаміку фондового ринку та ринку валют України, індикаторів світових фондових ринків, ринків криптовалют. Обґрунтовано перелік ключових фінансових активів, що можуть бути включені до класичних моделей інвестиційного портфеля. Доводяться гіпотези щодо нормального розподілу випадкових величин, пов'язаних із динамікою цін та прибутковістю ключових фінансових активів. Запропоновано напрями подальших досліджень тенденцій фінансових ринків на основі сучасних методів економіко-математичного моделювання та інформаційних технологій.

Ключові слова: фінансовий ринок, управлінська інформація, статистична властивість, фондовий ринок, ринок криптовалют, випадкова величина, нормальний закон розподілу.

Финансовые рынки генерируют значительные объемы управленческой инфор-

мации о ключевых тенденциях развития социально-экономических систем различного уровня сложности. Большинство современных подходов, связанных с использованием информации финансовых рынков, основано на базовых предположениях относительно статистической значимости выборочных данных. В работе представлены оценки ключевых статистических свойств показателей развития финансовых рынков. Рассмотрена динамика фондового рынка Украины, индикаторов мировых фондовых рынков, рынков криптовалют. Обоснован перечень ключевых финансовых активов, которые могут быть включены в классические модели инвестиционного портфеля. Подтверждаются гипотезы относительно нормального распределения случайных величин, которые связаны с динамикой цен и доходности ключевых финансовых активов. Предложены направления дальнейших исследований тенденций финансовых рынков на основе современных методов экономико-математического моделирования и информационных технологий.

Ключевые слова: финансовый рынок, управленческая информация, статистическое свойство, фондовый рынок, рынок криптовалют, случайная величина, нормальный закон распределения.

УДК 519.233:330.356

<https://doi.org/10.32843/infrastruct35-78>

Жерлицин Д.М.

д.е.н., доцент,
професор кафедри
економічної кібернетики

Національний університет біоресурсів
і природокористування України

Financial markets generate a lot of managerial information on key trends in the development of socio-economic systems of various levels of complexity. The most of modern approaches related to the use of financial market information, are based on general assumptions regarding the statistical significance of sample data. In addition, at the current stage of economic development of Ukraine, the relevant market does not perform its key functions, namely, it is not an indicator of economic development, it does not determine the real value of the key instrument. Therefore, the purpose of the paper is to substantiate the hypotheses regarding the normal distribution of random variables of different financial markets and the statistical significance of evaluating the investment properties of profitable assets. The article applies different computational tools and econometrics tests and uses the recent data sets. The paper presents the estimation of key statistical properties of the financial market development indicators. The author considers the dynamics of the Ukrainian stock market, indicators of world stock markets, and cryptocurrency markets. The paper substantiates the list of key financial assets that could be included in the classic investment portfolio models. The hypotheses regarding the normal distribution of random variable, which are associated with the dynamics of prices and profitability of key financial assets, are confirmed. The results of this study show the significant variations of the actual data on the dynamics of financial markets and the requirements of key hypotheses about their statistical significance. Key trends have been identified to determine price changes for the Ukrainian and the world financial markets. The directions of further research of financial market trends, based on modern methods of economic and mathematical modeling and information technology, are proposed. The article provides main directions for further research of the financial market trends determination, based on modern methods of economic and mathematical modeling and information technology. The study results can be implemented for improving the classical investment management models and methods.

Key words: financial market, corporate securities market, information resources, econometric analysis, correlation and regression analysis, economic and mathematical modeling.

Постановка проблеми. Модель інвестиційного портфеля Марковиця, що була сформульована ще в 1952 р. [1], ґрунтувалася на базових припущеннях щодо статистичної значущості показників фондового ринку та нормальності розподілу індикаторів прибутковості фінансових активів від зміни їх цін. Проте навіть сьогодні вказаний підхід ще не є досконалим. Зокрема, використання принципів класичної теорії портфеля у 2008–2009 рр. (під час світової фінансової кризи) призвело до значних утрат для інвесторів. Таким чином, у сучасному суспільно-економічному просторі, коли інформація щодо розвитку фінансових ринків стає більш доступною, все актуальніше стає питання оцінки

статистичної значущості ринкових показників та можливості застосування цих оцінок у межах класичних інструментів управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості проведення сучасних фінансово-економічних розрахунків на макро- і мікрорівнях широко представлені у наукових та методичних роботах. Зокрема, у працях [2–4] визначаються особливості структурування фінансових ринків, принципи оцінки та корегування макроекономічних фінансових показників, тенденції щодо застосування сучасних статистичних методів та моделей. У роботах [5–7] автори наводять принципи побудови та оцінки ефективності застосування класичних параметрич-

них критеріїв, здійснюється аналіз статистичних властивостей фондового ринку України та окремих країн ЄС. Незважаючи на значні напрацювання у визначеній сфері, залишаються проблеми статистичного обґрунтування класичних підходів до аналізу та прогнозування негативних наслідків фінансових та інвестиційних ризиків.

Постановка завдання. Метою дослідження є обґрунтування гіпотез щодо нормального розподілу випадкових величин різних фінансових ринків та статистичної значущості оцінок інвестиційних властивостей прибуткових активів. Для досягнення мети у роботі поставлено і вирішено такі завдання: структурування фінансових ринків та визначення репрезентативних показників щодо статистичного аналізу; оцінка динаміки цін та прибутковості фінансових активів різної природи та походження; доведення гіпотез щодо нормального розподілу випадкових величин фінансових ринків та визначення доцільності їх використання в інвестиційному аналізі; формулювання рекомендації щодо реалізації сучасних методів статистики та економетрики під час формування інвестиційного портфеля фінансових активів.

Джерелами первинної інформації для проведення аналітичних оцінок цього дослідження виступають публічні ресурси Першої фондової торгової системи [8], Інтернет-порталу відкритої фінансової інформації Yahoo! Finance [9], Національного банку України [10].

Виклад основного матеріалу дослідження. Фінансовий ринок світу представлений значною кількістю активів, зокрема валютними, фондovими, кредитними, похідними фінансовими інструментами тощо [2]. Ключовими складовими елементами фінансового ринку України є фондовий та валютний ринки. Таким чином, у подальшому дослідженні зосередимо увагу на показниках фондової біржі ПФТС [8] (найстаріша організована фондова площадка) та даних щодо міжбанківського валютного ринку, що узагальнені на офіційному сайті НБУ [10] та представлені у міжнародних інформаційних системах [9].

Найбільш поширеним фінансовим активом, що є об'єктом українських консервативних фінансових інвестицій, є іноземна вільноконвертована валюта (долар США або євро). Торги за вказаними активами мають значні обсяги, а результати торгів на міжбанківській валютній біржі можуть розглядатися як множина значень випадкових величин, що є об'єктом статистичного аналізу. За даними НБУ [10] та фінансової статистики Yahoo! Finance [9] здійснено такі оцінки.

1. Параметричні оцінки курсів долара США до національної валюти України за період із 2015 по 2018 р. на відповідність нормальному закону розподілу за критерієм Шапіро-Вілка (W), Колмогорова-Смирнова (D), χ -квадрат Пірсона (P).

Результати розрахунків відповідних критеріїв та p -значень, що здійснено за допомогою ППП R-project та R-Studio, такі:

– для щоденних курсів долара США до національної валюти України за весь період, що досліджується: $W = 0.85991$, $p\text{-value} < 2.2e-16$; $D = 0.17161$, $p\text{-value} < 2.2e-16$; $P = 609.41$, $p\text{-value} < 2.2e-16$. Як видно з результатів параметричних тестів, усі три критерії надають однакові оцінки p -значень, а саме: за вказаний період за щоденними значеннями курсів долара США до гривні відкидається гіпотеза про нормальність розподілу. Аналогічні висновки за розглянутими даними надають й інші параметричні критерії, тому в подальшому будемо використовувати лише критерій Шапіро-Вілка (W);

– для щоденних оцінок курсів долара США впродовж 30 днів (розглядається максимальне значення критерія та p -значення за період з 2015 по 2018 рр.): $W = 0.92085$, $p\text{-value} = 0.01043$.

2. Параметричні оцінки натурального логарифму приросту (у подальшому – прибутковості) курсів долара США до національної валюти України за період із 2015 по 2018 р. на відповідність нормальному закону:

– для щоденної прибутковості за вказаним активом за весь період, що досліджується: $W = 0.93776$, $p\text{-value} = 0.07916$;

– для щоденних оцінок прибутковості впродовж 30 днів (розглядається максимальне значення критерія та p -значення за період із 2015 по 2018 р.): $W = 0.96915$, $p\text{-value} = 0.51616$.

3. Параметрична оцінка курсів та прибутковості вкладень у долар США за період із 2015 по 2018 р. на відповідність нормальному закону в розрізі щомісячних даних:

– щомісячні дані за весь розглянутий період для курсів долара США:

$W = 0.86035$, $p\text{-value} = 4.141e-05$;

– щомісячні дані за весь розглянутий період для прибутковості:

$W = 0.49114$, $p\text{-value} = 1.531e-11$;

– щомісячні дані за 12 місяців упродовж розглянутого періоду для курсів долара США (розглядаються максимальні значення оцінок): $W = 0.90626$, $p\text{-value} = 0.19102$;

– щомісячні дані за 12 місяців упродовж розглянутого періоду для прибутковості інвестицій (розглядаються максимальні значення оцінок): $W = 0.93763$, $p\text{-value} = 0.46801$.

Проведена серія параметричних тестів дає можливість зробити такі висновки. По-перше, за останні чотири роки як для щомісячних, так і для щоденних даних щодо курсів долара США та прибутковості відповідних фінансових інвестицій гіпотеза про нормальність розподілу випадкової величини відхиляється. По-друге, під час розгляду більш коротких горизонтів планування (30 днів,

Кількість контрактів, що укладені на фондовій біржі ПФТС за період із 2009 по 2018 р., од.

Роки	Акції	Облігації державні внутрішні	Облігації підприємств	Акції КІФ**	Всього активів
2009	23571	375	625	131	24976
2010	385944	1640	1117	236	389393
2011	167298	2045	1687	359	171780
2012	18198	1989	1804	397	22748
2013	24579	2486	4007	1129	32950
2014	31563	3394	8137	1124	45057
2015	28231	2222	6593	812	38520
2016	5559	3458	424	59	9528
2017	4964	3512	208	1	8708
2018	5821	8947	260		15258
Всього за 9 років	695728	30068	24862	4248	758918

Примітка: КІФ – корпоративні інвестиційні фонди.

Джерело: сформовано за даними ПФТС [8]

12 місяців тощо) можна прийняти гіпотезу, що відповідні дані надходять із нормально розподіленої сукупності. Таким чином, для розглянутих активів класична теорія портфеля може бути застосована з певними часовими обмеженнями.

Оскільки суттєве значення для прийняття управлінських рішень щодо формування портфеля ризикових фінансових активів відіграє саме прибутковість від курсових різниць, у подальшому наведемо результати параметричних тестів лише для цього показника.

Для визначення ключових інвестиційних активів українського фондового ринку розглянемо результати торгів на фондовій біржі ПФТС (табл. 1).

Як видно з даних табл. 1, останні дев'ять років на фондовій біржі ПФТС переважали за кількістю контрактів акції та внутрішні державні облігації. При цьому до 2016 р. більшість контрактів укладалася саме з акціями підприємств як базовим активом. На жаль, у 2018 р. кількість угод неринкового характеру за контрактами за адресними заявками припадала на державні внутрішні облігації. Останнє свідчить про те, що фондовий ринок, зокрема ПФТС, усе менше виконує функції оцінки ринкової вартості бізнесу, а перерозподіл капіталів здійснюється переважно неринковими методами.

З акцій українських підприємств, що були щоденно представлені на торгах ПФТС та мають значну кількість контрактів, виокремлюються прості іменні акції ПАТ «Цетренерго» та ПАТ «Банк Аваль».

Статистичні оцінки відповідності випадкових величин за останні чотири роки, що пов'язані з об'ємом ПАТ «Цетренерго» (SEEN), такі:

- для щоденної прибутковості за період із 2015 по 2018 р.: $W = 0.83226$, $p\text{-value} < 2.2e-16$;
- для середньомісячної прибутковості за період із 2015 по 2018 р.: $W = 0.92428$, $p\text{-value} = 0.004724$;
- для щоденної прибутковості за 30-денні періоди у межах 2015–2018 рр.: $W = 0.9799$, $p\text{-value} = 0.82315$;

– для середньомісячної прибутковості за 12-місячні періоди у межах 2015–2018 рр.: $W = 0.96277$, $p\text{-value} = 0.82246$.

Як видно з результатів параметричного тесту, для акцій SEEN підтверджуються такі самі висновки, як і для прибутковості від курсових різниць для долара США.

Відповідні за послідовністю для SEEN значення критеріїв Шапіро-Вілка для простих іменних акцій ПАТ «Банк «Аваль» (BAVL) такі:

- $W = 0.3522$, $p\text{-value} < 2.2e-16$;
- $W = 0.45289$, $p\text{-value} = 1.324e-08$;
- $W = 0.731294326036657$, $p\text{-value} = 4.60e-06$;
- $W = 0.95656$, $p\text{-value} = 0.72819$.

Із результатів параметричного аналізу для акцій BAVL можна стверджувати, що лише щомісячні річні дані відповідають вимогам до статистичної значущості інвестиційних оцінок ризикових активів. Указаний результат пояснюється тим, що абсолютне значення ціни на акції BAVL обмежено двома десятковими знаками, що не відображає детальні коливання цін.

Таким чином, можна стверджувати, що у цілому, незважаючи на значне падіння обсягів продажів на фондовому ринку ПФТС, певні активи (так звані «блакитні фішки») можна включати до класичного інвестиційного аналізу ризикованих цінних паперів. На жаль, кількість акцій, що постійно присутні у лістингах і торгах, обмежена п'ятьма-шістьма провідними компаніями.

Для порівняльного аналізу проведемо параметричний аналіз прибутковості від курсових різниць за ключовими активами, що представлені на світових фінансових ринках. Так, за останній 52-тижневий період обсяги торгів акціями Micron Technology, Inc. (MU) перевищили 73 млн операцій щодо зміни ціни, а обсяги торгів першою криптовалютою BitCoin (BTC) перевищили 162 млн операцій [9; 11]. Таким чином, доцільно оцінити відповідні критерії для світових «блакитних фішок» фінансового ринку (табл. 2).

**Параметричні оцінки за критерієм Шапіро-Вілка (W) гіпотези
щодо нормального закону розподілу показника прибутковості від курсових різниць
для інвестиційних активів MU та BTC за період із 2015 по 2018 р.**

Умови тесту	MU	BTC
Щоденні дані за весь розглянутий період	W = 0.96581, p-value = 1.289e-14	W = 0.9025, p-value < 2.2e-16
Щомісячні дані за весь розглянутий період	W = 0.9322, p-value = 0.008224	W = 0.77044, p-value = 2.966e-07
Щоденні дані за 30-денний період із максимальними оцінками	W = 0.98532, p-value = 0.94244	W = 0.98354, p-value = 0.90983
Щомісячні дані за весь розглянутий період за 12-місячний період із максимальними оцінками	W = 0.95192, p-value = 0.66521	W = 0.8766, p-value = 0.0793

Джерело: складено автором за даними [9; 11]

Як видно з даних табл. 2, у цілому висновки, які сформульовано для інвестиційних активів України, відповідають оцінкам щодо нормальності розподілу прибутковості для активів світових фінансових ринків. Тому відповідні припущення щодо скорочення горизонту планування або укрупнення інтервалів спостережень можна розглядати як напрям удосконалення сучасних моделей ризик-менеджменту.

Висновки з проведеного дослідження. Проведені дослідження у цілому підтвердили твердження щодо нерозвиненості українського фондового ринку, зокрема на фондовій біржі ПФТС лише п'ять-шість активів відповідають первинним умовам статистичної значущості – кількість операцій. Результати параметричних тестів довели, що гіпотеза про нормальний розподіл прибутковості інвестиційних активів на значних часових діапазонах відхиляється як для українських, так і для світових фінансових інструментів. Щоденні значення на місячному діапазоні та щомісячні значення на річному діапазоні дають можливість із 95%-ю ймовірністю відхилити гіпотезу про невідповідальність указаних випадкових величин нормальному закону розподілу. Таким чином, інструменти інвестиційного аналізу та ризик-менеджменту щодо вітчизняних та світових фінансових активів необхідно застосовувати з певними часовими обмеженнями. У подальшому вказані часові корегування можна враховувати у вигляді вдосконалень класичних моделей, зокрема моделей теорії портфеля, VAR-оцінок ризику тощо. Останнє й виступає головним напрямом подальших досліджень у межах вибраного об'єкта.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Markowitz H.M. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*. 1952. Vol. 7. № 1. P. 77–91.
2. Фінансово-економічна грамотність : підручник : у 2-х част. Ч. 2. Банківська система України, загальні поняття про облік, аудит та економічний аналіз в умовах ринкової економіки / за ред. д-ра екон. наук, проф. О.Б. Жихор. Київ : Кондор, 2018. 440 с.

3. Zherlitsyn D.M., Kuzheliev M.O., Nechyporenko A.V. Bioresources Price Trend and GDP Growth Adjustment. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJABR)*. 2019. Vol. 10. Special Issue-1. P. 379–383. URL: <https://bipublication.com/files/ijabr2019sp154Mykhailo.pdf> (дата звернення: 20.09.2019).

4. Петренко В.Л., Жерлицын Д.М. Макроэкономическая оценка налогового бремени в Украине. *Вісник Донецького університету. Серія В. Економіка і право*. 2001. № 1. С. 187–192.

5. Iurchenko M., Remnova L., Gonta O. Analysis of the intensity of trading on the Ukrainian stock market. *Advances in Economics, Business and Management Research*. 09/2019. Vol 95. Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019). URL: <https://www.atlantis-press.com/article/125917645> (дата звернення: 20.09.2019).

6. Debski W., Feder-Sempach E., Wojcik S. Statistical Properties of Rates of Return on Shares Listed on the German, French, and Polish Markets – a Comparative Study. *Contemporary Economics*. 2018. № 12(1). P. 5–15. doi: 10.5709/ce.1897-9254.260

7. Айвазян С., Мхитарян В. Прикладная статистика. Том 1. Теория вероятностей и прикладная статистика. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 656 с.

8. Інформація про торги : офіційна Інтернет-сторінка ПФТС. URL: <http://pfts.ua/trade-info/90-xid-torgiv> (дата звернення: 20.09.2019).

9. Yahoo! Finance. URL: <https://finance.yahoo.com> (дата звернення: 20.09.2019).

10. Статистика : офіційна Інтернет-сторінка Національного банку України. URL: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=65162&cat_id=36674 (дата звернення: 20.09.2019).

11. Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization. URL: <https://coinmarketcap.com/> (дата звернення: 20.09.2019).

REFERENCES:

1. Markowitz H. M. Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 1952, vol. 7, no. 1, pp. 77–91.
2. Zhykhor O. B. (ed.) (2018) *Finansovo-ekonomichna hramotnist: pidruchnyk [Financial and economic literacy: a textbook]. Part 2 : Bankivska systema Ukrainy,*

zahalni poniattia pro oblik, audyt ta ekonomichnyi analiz v umovakh rynkovoï ekonomiky [Banking system of Ukraine, general concepts about accounting, audit and economic analysis in a market economy]. Kyiv: Condor. (in Ukrainian)

3. Zherlitsyn D. M., Kuzheliev M. O., Nechyporenko A. V. (2019) Bioresources Price Trend and GDP Growth Adjustment. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJABR)*. Volume 10. Special Issue-1, pp. 379–383. Available at: <https://bipublication.com/files/ijabr2019sp154Mykhailo.pdf> (accessed 20 September 2019).

4. Petrenko V. L., Zherlitsyn D. M. (2001) Makroekonomicheskaya otsenka nalogovogo bremeni v Ukraine [Macroeconomic Assessment of Tax Burden in Ukraine]. *Herald of the Donetsk University. V-th series. Economics and Law*. Donetsk, no 1, pp. 187–192.

5. Iurchenko M., Remnova L., Gonta O. (09/2019) Analysis of the intensity of trading on the Ukrainian stock market. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 09/2019. Vol. 95. Strategies, Models and Technologies of Economic Systems Management (SMTESM 2019). Available at: <https://www.atlantis-press.com/article/125917645> (accessed 20 September 2019).

6. Debski W., Feder-Sempach E., & Wojcik S. (2018) Statistical Properties of Rates of Return on Shares Listed on the German, French, and Polish Markets – a Comparative Study. *Contemporary Economics*, no. 12(1), pp. 5–15. doi:10.5709/ce.1897-9254.260.

7. Ajvazyan S., Mhitaryan V. (2001) *Prikladnaya statistika. Tom 1. Teoriya veroyatnostej i prikladnaya statistika* [Applied statistics. Volume 1. Theory of probability and applied statistics]. Moscow: YUNITI-DANA. (in Russian)

8. Trade results (2019, September 20) Official internet page of PFTS. Available at: <http://pfts.ua/en/1-market-data/1-pfts-index/1-index-data> (accessed 20 September 2019).

9. Markets results Yahoo! Finance. Available at: <https://finance.yahoo.com> (accessed 20 September 2019).

10. Statistics (2019, September 20) Official internet page of NBU. Available at: https://bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=65162&cat_id=36674 (accessed 20 September 2019).

11. Top 100 Cryptocurrencies by Market Capitalization. Available at: <https://coinmarketcap.com/> (accessed 20 September 2019).

STATISTICAL PROPERTIES OF FINANCIAL MARKETS INDICATORS

The purpose of the article. Financial markets generate a lot of managerial information on key trends in the development of socio-economic systems of various levels of complexity. The most of modern approaches related to the use of financial market information, are based on general assumptions regarding the statistical significance of sample data. In addition, at the current stage of economic development of Ukraine, the relevant market does not perform its key functions, namely, it is not an indicator of economic development, it does not determine the real value of the key instrument. Therefore, the purpose of the paper is to substantiate the hypotheses regarding the normal distribution of random variables of different financial markets and the statistical significance of evaluating the investment properties of profitable assets.

Methodology. This article is based on the theoretical principles and methods of statistics and econometrics analysis; the system approach methods for defining the key representative assets and related indicators. The study presents a statistical criteria and indicators. The functions of R-programming are the main tools of quality estimation and results interpretation used in the paper. The article applies different computational tools and econometrics tests and uses the recent data sets.

Results. The paper presents the estimation of key statistical properties of the financial market development indicators. The author considers the dynamics of the Ukrainian stock market, indicators of world stock markets, and cryptocurrency markets. The paper substantiates the list of key financial assets that could be included in the classic investment portfolio models. The hypotheses regarding the normal distribution of random variable, which are associated with the dynamics of prices and profitability of key financial assets, are confirmed. The results of this study show the significant variations of the actual data on the dynamics of financial markets and the requirements of key hypotheses about their statistical significance. Key trends have been identified to determine price changes for the Ukrainian and the world financial markets. The directions of further research of financial market trends, based on modern methods of economic and mathematical modeling and information technology, are proposed.

Practical implications. The managerial conclusions in financial and investment information space are proposed. The article provides main directions for further research of the financial market trends determination, based on modern methods of economic and mathematical modeling and information technology. The study results can be implemented for improving the classical models and methods. These models are used in the governmental and managerial analysis of the investing, banking, budgeting and other effects, which are related to the financial market development.

Value/originality. Implementation of the proposed measures will increase the adequacy of the financial and investment management instruments application for the sample data of the Ukrainian and the world financial markets dynamics. As a result, classical portfolio theory can be adapted to the assets of Ukrainian financial market or the cryptocurrency market.