

ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ СТАТИСТИЧНОГО ПРОГНОЗУ ВАРТОСТІ АКЦІЇ**Герасименко В.В.¹,***Студентка, Сумський державний університет**e-mail: ek81.v_herasymenko@uabs.sumdu.edu.ua**ORCID <http://orcid.org/0000-0003-1772-8017>*

Фондовий ринок виступає важливою складовою економіки світу, проте значення акцій змінюються зі значною швидкістю і знаходження ефективного методу прогнозування курсу акцій буде значною перемогою для інвесторів. Стаття присвячена використанню статистичних методів на фондовому ринку, оцінюванню їх ефективності на прикладі визначення прогнозованого курсу акцій та порівняння з реальним курсом акцій. Крім того, проведено роботу з визначення актуальності тематики дослідження методами бібліографічного аналізу за результатами пошуку вибірки публікацій у базі даних Скопус з подальшим використанням засобів програмного інструментарію VOSviewer. В якості вхідної тестової вибірки для розроблення прогнозу обрано часовий ряд, що охоплює період щоденних значень цін акцій корпорації Apple Inc. з 12 грудня 2016 року по 12 грудня 2021 року. При цьому для побудови прогнозних моделей використано медіанні значення цін щомісячних фінансових акцій корпорації Apple com, оскільки відсутня інформація, що приходилась на вихідні дні для досліджуваного часового періоду. Прогнози побудовані із застосуванням програмного забезпечення Statgraphics 19, де створено 17 прогнозних моделей: випадкове блукання, випадкове блукання з дрефтом, постійне середнє, лінійний тренд, квадратичний тренд, експоненціальний тренд, S-подібний тренд, просте ковзне середнє, просте експоненціальне згладжування з коефіцієнтом згладжування $\alpha = 0,9999$, лінійне експоненціальне згладжування Брауна з коефіцієнтом згладжування $\alpha = 0,5705$, лінійне експоненціальне згладжування Хольта з коефіцієнтами згладжування $\alpha = 0,9999$ та $\beta = 0,0359$, квадратичне експоненціальне згладжування Брауна з коефіцієнтами згладжування $\alpha = 0,3046$, ARIMA моделі. Для оцінки якості моделей використано інформаційний критерій Акаїке. В результаті аналізу найменше значення за критерієм Акаїке має ARIMA(1,0,0)-модель. На основі ARIMA(1,0,0) було побудовано прогноз значень курсу фондового ринку на 6 місяців вперед від кінцевого значення вхідного масиву даних. В процесі порівняння з реальними даними було виявлено суттєве розходження результатів прогнозування з реальним курсом акцій на прогнозованому періоді, проте отримані моделі пройшли перевірку на статистичну значущість. Проведене дослідження показало, що використовувати класичні статистичні методи для розроблення прогнозу на фондовому ринку використати можливо лише на короткостроковий період, при цьому обов'язково слід враховувати фактори-ризик, притаманні фондовому ринку (частота зміни курсу акцій протягом доби, ризики ліквідності, операційні ризики, політична ситуація у світі).

Ключові слова: акції, фондовий ринок, прогнозування, порівняння, моделювання.

DOI: 10.21272/1817-9215.2022.4-24

ВСТУП

Фондовий ринок це місце великого скупчення грошової маси. Для гри на фондовому ринку використовують різноманітні методи аналізу поведінки ціни акції від проведення технічного аналізу до перегляду новин. Кожен метод прогнозування має право на життя, проте на слід забувати, що на фондовому ринку, що є складовою фінансового ринку, виникають як універсальні ризики, так і ризики, притаманні особливостям організації діяльності фондових ринків тієї чи іншої країни.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Актуальність питань розробки прогнозу є високою, що підтверджуються кількістю статей, які індексуються всесвітньо відомими базами даних Скопус, WoS, Менделей. Так, зокрема, у базі даних Скопус на запит «forecast of price shares» (прогнозування цін акцій) пошукова система відобразила 633 результати для діапазону дат з 2019 року по грудень 2022 року. Для виявлення топ-ключових слів засобами програмного інструментарію VOSviewer за умови встановлення мінімальної кількості зв'язків в 3 одиниці, було обрано перші 15 документів (рис.1) та знайдено 12 ключових слова із загального переліку 96 ключових слів.

¹ Науковий керівник – кандидат економічних наук, доцент Койбічук В.В.

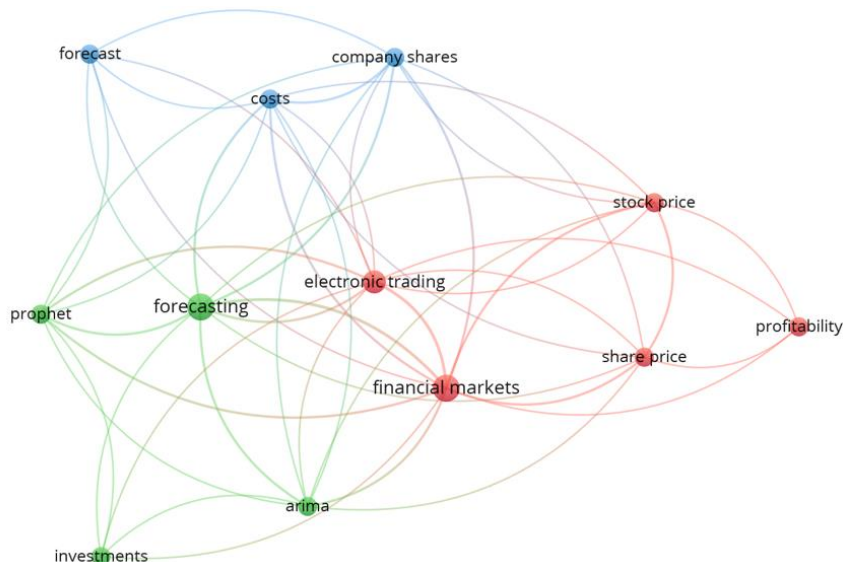


Рисунок 1 – Мапа зв'язків ключових слів за тематикою «прогнозування ціни акції»
 Джерело: побудовано автором за результатами бази даних Скопус засобами програмного інструментарію VOSviewer

На рисунку 2 відображено перелік ключових слів, частоту їх згадування та взаємозв'язки між публікаціями, що індексуються наукометричною базою даних Скопус. Перелік ключових слів, ранжованих від найбільш вживаних до найменш вживаних, такий: фінансові ринки, прогнозування, електронна торгівля, акції компанії, витрата, аріма, пророк, ціна акції, курс акцій, прогноз, інвестиція, рентабельність (рис. 2).

Selected	Keyword	Occurrences	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	financial markets	4	21
<input checked="" type="checkbox"/>	forecasting	4	17
<input checked="" type="checkbox"/>	electronic trading	3	15
<input checked="" type="checkbox"/>	company shares	2	12
<input checked="" type="checkbox"/>	costs	2	12
<input checked="" type="checkbox"/>	arima	2	11
<input checked="" type="checkbox"/>	prophet	2	11
<input checked="" type="checkbox"/>	share price	2	10
<input checked="" type="checkbox"/>	stock price	2	10
<input checked="" type="checkbox"/>	forecast	2	6
<input checked="" type="checkbox"/>	investments	2	5
<input checked="" type="checkbox"/>	profitability	2	4

Рисунок 2 – Перелік найбільш вживаних ключових слів за тематикою «прогноз «акцій компанії»»
 Джерело: побудовано автором за результатами бази даних Скопус засобами програмного інструментарію VOSviewer

Отже, питаннями прогнозування курсу акцій фондового ринку займаються велика кількість науковців. При огляді досліджень за тематикою прогнозування можемо виділити наступних вчених. Бондар О. С. виконала аналіз фондового ринку та розглянула методи прогнозування [1]. Поліщук В. С. провів дослідницьку роботу з використання підходів до прогнозування цінних паперів [2]. Овсяннікова Н. В., Желага О.В. описали у своїй доповіді різноманітні методи та інструменти аналізу фондового ринку [3].

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою даного дослідження є розроблення прогнозу цін активів фондового ринку засобами статистичних методів з використанням автопроективних моделей та подальше порівняння отриманих результатів з реальними значеннями.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході дослідження були використані методи когнітивного аналізу даних, описової статистики (для отримання медіанних значень часового ряду дослідження), бібліометричного аналізу (з використанням програмного забезпечення VOSviewer), синтезу, узагальнення, порівняння, статистичні методи прогнозування (з використанням програмного забезпечення Statgraphics).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ринок акцій це надзвичайно приваблива річ для швидкого економічного зростання, якщо знати, куди піде ціна акції на обраному проміжку та мати уявлення про те, коли і якого типу потрібно відкривати економічну угоду. Кожен тип відкритого ордеру (buy limit, sell limit, buy stop, sell stop) може приносити прибуток. Та для отримання та спільного збільшення своїх активів потрібно знати, як себе поведе курс акцій на наступному проміжку часу. Такі прогнози можливо робити декількома способами, а саме: прогнозування на основі графічних фігур (патернів поведінки), на основі інсайдерської інформації, з використанням оголошених новин про майбутній розвиток компанії, використання статичного моделювання на основі раніше отриманих даних.

Отже, для побудови прогнозних моделей використаємо медіанні значення цін щомісячних фінансових акцій корпорації Apple Inc, оскільки в щоденних значеннях часового ряду відсутня інформація, яка приходилась на вихідні дні для досліджуваного часового періоду, що є цілком логічним. Тестова вибірка являє собою часовий ряд з 1 грудня 2016 року по 1 грудня 2021 року (табл.1)

Таблиця 1 – Медіанні значення вартості акції корпорації Apple Inc.

Дата	Ціна	Дата	Ціна
01.12.2016	29,07	01.07.2019	51,11
01.01.2017	29,97	01.08.2019	51,21
01.02.2017	33,76	01.09.2019	54,70
01.03.2017	35,00	01.10.2019	58,97
01.04.2017	35,84	01.11.2019	65,61
01.05.2017	38,33	01.12.2019	69,86
01.06.2017	36,46	01.01.2020	78,17
01.07.2017	37,38	01.02.2020	79,90
01.08.2017	39,95	01.03.2020	63,64
01.09.2017	39,08	01.04.2020	69,03
01.10.2017	39,61	01.05.2020	78,07
01.11.2017	43,27	01.06.2020	87,66
01.12.2017	42,85	01.07.2020	95,62
01.01.2018	43,58	01.08.2020	115,01
01.02.2018	41,95	01.09.2020	113,49
01.03.2018	43,83	01.10.2020	116,24
01.04.2018	42,51	01.11.2020	117,69
01.05.2018	46,82	01.12.2020	127,24
01.06.2018	47,21	01.01.2021	131,01
01.07.2018	47,73	01.02.2021	133,94
01.08.2018	53,33	01.03.2021	121,39
01.09.2018	55,33	01.04.2021	133,11
01.10.2018	55,16	01.05.2021	126,85
01.11.2018	47,85	01.06.2021	130,31
01.12.2018	41,37	01.07.2021	145,64
01.01.2019	38,45	01.08.2021	147,87
01.02.2019	42,77	01.09.2021	148,12
01.03.2019	46,53	01.10.2021	144,84
01.04.2019	50,03	01.11.2021	151,28
01.05.2019	47,21	01.12.2021	165,32
01.06.2019	48,63		

Джерело: складено авторами на основі [5]

Для розроблення автопроективних прогнозних моделей використано програмний інструментарій Statgraphics та процедуру Time Series/Forecast/Automated Model Selection. Перевірка якості розроблених моделей здійснюється за допомогою 6 різних

критеріїв: інформаційного критерію Акаїке (Akaike Information Criterion, AIC, оцінює якість моделі порівняно з кожною іншою), інформаційного критерію Ханнана-Куїна (Hannan-Quinn Criterion, HQC, використовується для порівняння моделей з різним числом параметрів, є альтернативою для моделі AIC), Баєсів інформаційний критерій (Schwarz-Bayesian information Criterion, SBIC, порівнює якість моделі відносно кожної іншої, використовуючи функцію правдоподібності, є альтернативою для моделі AIC), значення середньоквадратичної похибки (Mean Squared Error, MSE), абсолютного значення середньоквадратичної похибки (Mean Absolute Error, MAE) та відсоткового абсолютного значення середньоквадратичної похибки (Mean Absolute Percentage Error, MAPE). Для оцінки якості отриманих моделей використано інформаційний критерій Акаїке (AIC), чим нижче значення AIC, тим краще модель здійснює прогноз [6]:

$$AIC = 2 \ln(RMSE) + \frac{2c}{n}, \quad (1)$$

де c – кількість коефіцієнтів встановленої моделі, n – кількість даних часового ряду, $RMSE$ – середньоквадратична помилка прогнозу на один період вперед.

Отже для розроблення прогнозу використано точку відліку «12.16», тобто грудень 2016 року, кількість точкових (медіанних значень) складає 61 (грудень 2021 року). Здійснено прогноз на 6 місяців вперед. В результаті отримано такі моделі:

- (A) Випадкове блукання
- (B) Випадкове блукання з дрефтом = 0,124434
- (C) Постійне середнє = 8,29119
- (D) Лінійний тренд = $-90,3279 + 0,118248 t$
- (E) Квадратичний тренд = $1408,16 + -3,47684 t + 0,00215533 t^2$
- (F) Експоненціальний тренд = $\exp(-9,4842 + 0,0138677 t)$
- (G) S-подібний тренд = $\exp(13,5958 + -9598,65 / t)$
- (H) Просте ковзне середнє з 2 доданків
- (I) Просте експоненціальне згладжування з $\alpha = 0,9999$
- (J) Лінійне експоненціальне згладжування Брауна з $\alpha = 0,5705$
- (K) Лінійне експоненціальне згладжування Хольта з $\alpha = 0,9999$ та $\beta = 0,0359$
- (L) Квадратичне експоненціальне згладжування Брауна з $\alpha = 0,3046$
- (M) ARIMA(1,0,0)
- (N) ARIMA(1,0,1)
- (O) ARIMA(2,0,0)
- (P) ARIMA(0,2,1)
- (Q) ARIMA(1,0,0) з константою

Результати оцінок для кожної з розроблених моделей наведено в таблиці 2

Таблиця 2 – Значення критеріїв перевірки якості прогнозних моделей

Model	RMSE	MAE	MAPE	ME	MPE	AIC	HQC	SBIC
(A)	6,20434	4,46017	6,08219	2,27083	2,59654	3,6505	3,6505	3,6505
(B)	5,75512	3,88218	5,44254	0,210884	-0,569904	3,53297	3,54653	3,56757
(C)	40,7528	33,6923	50,0676	4,92439	-20,4237	7,44783	7,4614	7,48244
(D)	13,2361	10,9782	17,4257	0,589766	-2,14848	5,23147	5,25859	5,30068
(E)	8,74574	6,82051	10,2505	0,232913	-1,07972	4,43549	4,47618	4,53931
(F)	11,236	8,86483	13,0967	1,46884	-1,22895	4,90382	4,93094	4,97303
(G)	11,8258	9,38098	13,7119	1,59814	-1,32845	5,00614	5,03326	5,07534
(H)	7,4447	5,36838	7,29428	3,35641	3,8064	4,04779	4,06135	4,0824
(I)	6,20445	4,38713	5,98261	2,23382	2,55421	3,68332	3,69688	3,71792
(J)	6,50719	4,58733	6,38281	0,226988	0,382351	3,7786	3,79217	3,81321
(K)	5,83642	3,96225	5,56382	0,186889	-0,479089	3,59381	3,62093	3,66302
(L)	7,09227	4,96917	7,0984	0,0478498	0,065583	3,9508	3,96436	3,9854
(M)	5,70071	3,85545	5,40524	0,184781	-0,269872	3,51397	3,52753	3,54857
(N)	5,74897	3,85452	5,41051	0,155307	-0,31764	3,56361	3,59074	3,63282
(O)	5,75801	3,8479	5,41733	0,259111	-0,193305	3,56676	3,59388	3,63597
(P)	5,88744	4,08639	5,70712	0,237335	-0,382663	3,57843	3,59199	3,61304
(Q)	5,80192	3,88953	5,48923	0,477718	-0,29061	3,58195	3,60907	3,65116

Найменше значення за критерієм АІС має модель (М), що являє собою ARIMA(1,0,0) – модель. Отже, за даним критерієм модель (М) є найкращою для розроблення прогнозу цін фінансових активів корпорації Apple Inc. в майбутньому півріччі. Однак для підтвердження результатів було враховано відповідність моделі іншим критеріям якості прогнозу. Одним з критеріїв якості розробленої моделі є автокореляція залишків. Залишки мають носити випадковий характер. Якщо це не так, то залишки автокореляційної функції будуть виходити за межі верхнього та нижнього довірчих інтервалів. На рисунку 3 відображено значення автокореляційної функції.

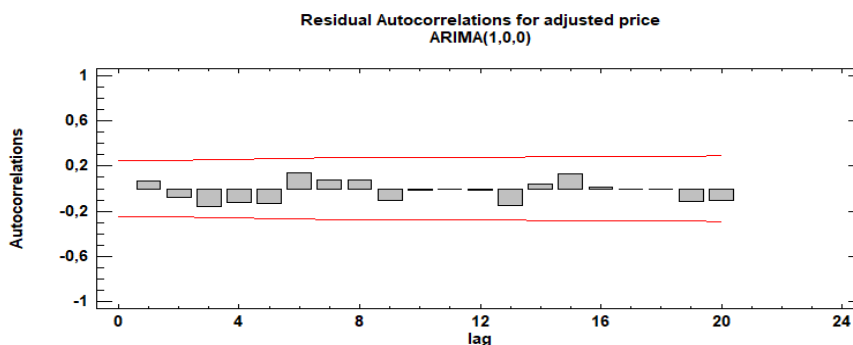


Рисунок 3 – Автокореляція залишків

Джерело: побудовано автором з використанням пакету Statgraphics 19

Червоні лінії (рис. 3) відображають межі довірчих інтервалів. Отже автокореляція залишків моделі ARIMA(1,0,0) має випадковий характер.

Крім того, вибір найкращої моделі у програмному забезпеченні Statgraphics 19 здійснюється на основі результатів проходження нею 5 тестів на статистичну значущість та значення середньоквадратичної похибки (табл. 3).

Чим менше значення середньоквадратичної похибки (RMSE), тим краще модель, «ОК» свідчить про те, що модель пройшла тест, * – модель майже пройшла тест та відповідає умовам тесту на рівні вище середнього; ** – модель відповідає умовам тесту на середньому рівні; *** – модель майже не відповідає аналітичним умовам тесту щодо статистичної якості та адекватності, тобто не пройшла тест.

Таблиця 3 – Результати проходження моделей тестів на якість розробленого прогнозу

Model	RMSE	RUNS	RUNM	AUTO	MEAN	VAR
(A)	6,20434	OK	OK	OK	OK	*
(B)	5,75512	OK	OK	OK	OK	*
(C)	40,7528	***	***	***	***	***
(D)	13,2361	*	***	***	OK	OK
(E)	8,74574	***	***	***	OK	OK
(F)	11,236	***	***	***	OK	OK
(G)	11,8258	***	***	***	OK	OK
(H)	7,4447	*	OK	OK	OK	OK
(I)	6,20445	OK	OK	OK	OK	*
(J)	6,50719	OK	OK	OK	OK	*
(K)	5,83642	OK	OK	OK	OK	**
(L)	7,09227	OK	OK	*	OK	OK
(M)	5,70071	OK	OK	OK	OK	*
(N)	5,74897	OK	OK	OK	OK	*
(O)	5,75801	OK	OK	OK	OK	*
(P)	5,88744	OK	OK	OK	OK	*
(Q)	5,80192	OK	OK	OK	*	*

Джерело: побудовано авторами з використанням пакету Statgraphics 19

За проведеними розрахунками дані таблиці 3 свідчать, що моделі (A), (B), (H), (I), (J), (L), (M), (N), (O), (P) пройшли чотири тести та один з запропонованих на рівні вище середнього. Для того, щоб обрати найкращу, потрібно використовувати найменше значення середньоквадратичної похибки. Отже, найкращою моделлю є ARIMA(1,0,0)-модель.

Результати порівняння реальних даних фінансових акцій корпорації Apple Inc та прогнозних, побудованих на медіанних значеннях часового ряду за період з грудня 2016 року по грудень 2021 року наведено в таблиці 4.

Таблиця 4 – Прогнозовані медіанні значення цін фінансових акцій

Період	Прогноз	Нижній 95% довірчий інтервал	Верхній 95% довірчий інтервал
1.22	170,029	154,351	186,466
2.22	174,873	152,449	198,835
3.22	179,854	152,012	210,037
4.22	184,977	152,342	220,778
5.22	190,247	153,176	231,33
6.22	195,666	154,383	241,835

Джерело: побудовано автором з використанням пакету Statgraphics 19

Отже, отримані результати свідчать про високу якість прогнозу за моделлю ARIMA(1,0,0) та можуть слугувати підґрунтям в прийнятті фінансового рішення щодо купівлі-продажі як фізичними особами, так і будь юридичними з метою забезпечення стійкості свого фінансового становища.

Подальший аналіз здійснено за допомогою порівняння отриманих результатів прогнозу та реальними цінами акцій. В таблиці 5 подано реальне значення ціни акцій Apple Inc. для прогнозованого періоду.

Таблиця 5 – Прогнозовані медіанні значення цін фінансових акцій

Дата	Закриття торгів	Мінімальна ціна	Максимальна ціна
1.22	174,78	154,70	182,94
2.22	165,12	152,00	176,65
3.22	174,61	150,10	179,61
4.22	157,65	155,38	178,49
5.22	148,84	132,61	166,48
6.22	136,72	129,04	151,74
7.22	162,51	135,66	163,63

Джерело: складено автором на основі [5]

Як можна побачити за даними таблиці 5 (реальні значення ціни акції) та таблиці 4 (прогнозовані значення), що отриманий прогноз був далеким від реальності та значення дуже відрізняються. Хоча обраний статистичний метод прогнозування був статично якісним, отримані значення мали спочатку незначну різницю станом на 01.22 в 4 долари, 02.22 різниця складала 9 доларів, 03.22 різниця 4 долари, станом 04.22 різниця була 27 доларів, 05.22 різниця сягала 42 долари, 06.22 різниця дорівнювала 59 доларів. Показники довірчих інтервалів також не відповідають дійсності. Така велика відмінність прогнозованих значень від реальних призвела б до значних економічних втрат. Основна причина таких відмінностей полягає у чутливості цін акцій до різних факторів, та її варіювання в зміні ціни протягом дня, адже для розроблення прогнозу використанні медіанні значення часового ряду.

ВИСНОВКИ

В роботі проведено бібліографічний аналіз по тематиці прогнозування курсу акції на фондовому ринку. В програмному пакеті Statgraphics 19 виконано побудову 17 моделей прогнозу значень курсу акцій. Оцінено якість прогнозів за допомогою 6 різних критеріїв: інформаційного критерію Акаїке, інформаційного критерію

Ханнана-Куїна, Бассів інформаційний критерій, значення середньоквадратичної похибки, абсолютного значення середньоквадратичної похибки та відсоткового абсолютного значення середньоквадратичної похибки. Та обрано головною оцінкою інформаційний критерій Акаїке, котрий рекомендував обрати модель ARIMA(1,0,0) для проведення прогнозування та демонстрував якість прогнозованих значень. Порівнюючи прогнозовані значення з реальними показниками в однакові періоди часу, чітко видно наскільки прогнозовані статистичним методом значення є нерентабельним до використання в ринкових угодах на фондовому ринку з урахуванням неможливості обрати вірний тип відкритої угоди. Оскільки курс акцій на ринку залежить від багатьох факторів таких, як новинний фон, зв'язаний з новинами та скандалами про компанію, новини про економічне становище світі. Використання прогнозованих значень для відкриття угод є високоризиковим заняттям з можливими економічними втратами. Тому доцільним є застосування поряд із статистичними методами й інших типів прогнозування таких, як використання графічних фігур для пошуку патернів поведінки графіку, показників осциляторів, побудова каналів, використання трендових індикаторів. Проведення фундаментального аналізу кожного з перелічених методів надає надзвичайно широке коло для знаходження мотивів для відкриття угод з можливим отриманням профіту.

SUMMARY

Herasyenko V. Assessment of the quality of the statistical forecast for the share price

The stock market is an important part of the world's economy, but the values of stocks change at a significant speed and finding an effective method of forecasting the price of stocks will be a significant victory for investors. The article is devoted to the use of statistical methods in the stock market, evaluating their effectiveness on the example of determining the forecast share price and comparing it with the real share price. In addition, work was carried out to determine the relevance of the research topic by means of bibliographic analysis based on the results of searching a selection of publications in the Scopus database with the subsequent use of the VOSviewer software toolkit. A time series covering the period of daily values of stock prices of Apple Inc. was chosen as the input test sample for developing the forecast. from December 12, 2016 to December 12, 2021. At the same time, the median values of the prices of the monthly financial shares of the Apple com corporation were used to build forecast models, since there is no information that fell on weekends for the studied time period. Forecasts are published using Statgraphics 19 software, which generates 17 forecast models: random walk, random walk with drift, constant mean, linear trend, quadratic trend, exponential trend, S-shaped trend, simple moving average, simple exponential smoothing with a smoothing coefficient $\alpha = 0.9999$, linear exponential Brownian smoothing with smoothing factor $\alpha = 0.5705$, linear exponential Holt smoothing with smoothing coefficients $\alpha = 0.9999$ and $\beta = 0.0359$, quadratic exponential Brownian smoothing with smoothing coefficients $\alpha = 0.3046$, ARIMA model. Akaike's information criterion was used to assess the quality of the models. As a result of the analysis, the ARIMA(1,0,0) model has the lowest value according to Akaike's criteria. On the basis of ARIMA(1,0,0), a forecast of stock market exchange rates was built 6 months ahead of the age of the final value of the input array. In the process of comparison with real data, a significant discrepancy between the forecasting results and the real share price in the forecasted period was found, however, the obtained models were tested for statistical significance. The conducted research showed that it is possible to use classical statistical methods to develop a forecast on the stock market only for a short-term period, while it is necessary to take into account the risk factors inherent in the stock market (the frequency of share price changes during the day, liquidity risks, operational risks, political situation in the world).

Keywords: shares, stock market, forecasting, comparison, modeling.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бондар О.С. Прогнозування динаміки фондового ринку методами статистичного моделювання. 2016. С. 8. URL: <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1441/1/Prohnozuvannia%20dynamiky%20fondovoho%20rynku.pdf>
2. Поліщук В.С. Прогнозування та розвиток ринку цінних паперів. *Гроші, фінанси і кредит*. 2016. С. 224-228. URL: <http://bse.in.ua/journals/2016/10-2016/48.pdf>
3. Овсяннікова Н.В., Желлага О.В. Порівняльна характеристика методів і інструментів аналізу фондового ринку. 2019. С. 97-99. URL: http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/17821/Ovsiannikova_Porivnialna_kharakterystyka_metodiv_ta_instrumentiv_fondovoho_rynku.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Apple Inc. : Вікіпедія. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Apple_Inc. (дата звернення: 03.12.2022).
5. Yahoo. Apple Inc. (AAPL) NasdaqGS - NasdaqGS Real Time Price. Currency in USD. 2022. URL: <https://finance.yahoo.com/quote/AAPL/history?period1=1513123200&period2=1670889600&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo&includeAdjustedClose=true> (дата звернення: 14.12.2022).

6. Akaike, H. "A new look at the statistical model identification", *IEEE Transactions on Automatic Control*, 1974. 19 (6). C. 716–723, doi:10.1109/TAC.1974.1100705, MR 0423716.

REFERENCES

1. Bondar O. (2016). Statistical models forecasting of stock market statistical models forecasting of dynamic of stock market, 8. Retrieved from <https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/1441/1/Prohnozuvannia%20dynamiky%20fondovoho%20rynku.pdf>
2. Polishchuk V. (2016). Prediction and development of securities market. *Money, finance and credit*. 224-228. Retrieved from <http://bses.in.ua/journals/2016/10-2016/48.pdf>
3. Ovsianikova N.V., Zhelaha O.V. (2019). Comparative characteristics of methods and tools of stock market analysis, 97-99. Retrieved from http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/17821/Ovsianikova_Porivnialna_karakterystyka_metodiv_ta_instrumentiv_fondovoho_rynku.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Apple Inc. Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/Apple_Inc.
5. Yahoo. (2022). Apple Inc. (AAPL) NasdaqGS - NasdaqGS Real Time Price. Currency in USD. Retrieved from <https://finance.yahoo.com/quote/AAPL/history?period1=1513123200&period2=1670889600&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo&includeAdjustedClose=true>
6. Akaike, H. (1974), "A new look at the statistical model identification", *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19 (6), 716–723, doi:10.1109/TAC.1974.1100705, MR 0423716.