DOI: https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-25-72

УДК 339.7

ПЕРСПЕКТИВИ РИНКУ РОБОТИЗОВАНИХ СИСТЕМ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19: АНАЛІЗ ФОНДОВОГО РИНКУ

PROSPECTS OF THE ROBOTICS MARKET DURING COVID-19 PANDEMIC PERIOD: ANALYSIS OF THE STOCK MARKET

Гурняк Ігор Любомирович
кандидат економічних наук, доцент,
Львівський національний університет імені Івана Франка
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0926-2456

Цапко-Піддубна Ольга Іванівна
кандидат економічних наук, доцент,
Львівський національний університет імені Івана Франка
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7233-6019

Hurnyak Ihor, Tsapko-Piddubna Olga
Ivan Franko National University of Lviv

У дослідженні виявлено основні тенденції ринку робототехніки на основі аналізу динаміки цін акцій компаній – лідерів, які спеціалізуються на виробництві роботизованих систем. Зроблено спробу детермінації наслідків впливу пандемії на ринок робототехніки та тенденції до зміни лідерства серед існуючих компаній. Виявлено вагому роль фондового ринку у відображенні суспільних пріоритетів та виокремлено важливість його ефективного функціонування для розвитку високопродуктивних технологічних компаній, у тім числі компаній з виробництва роботизованих систем. Також, у дослідженні застосовано широкий спектр методів для кількісного аналізу показників, які описують функціонування фондового ринку робототехніки. Серед них: метод лінійної регресії (Linear Regression), підтримки векторної регресії (Support of Vector Regression) та дерева рішень (Decision Tree). Для обрахунків використано пакети мови Python, зокрема: numpy, pandas, matplotlib, scikit-learn, тощо. Підтверджено доцільність використання 5-ти факторної методики Фама – Френч для аналізу сучасних ринків у розрізі їх інституційної довершеності.

Ключові слова: робототехніка, фондовий ринок, Фама – Френч, оптимізація портфелю, машинне навчання.

В исследовании определены основные тенденции рынка робототехники на основе анализа динамики цен акций компаний – лидеров, которые специализируются на производстве роботизированных систем. Сделана попытка детерминации последствий воздействия пандемии на рынок робототехники и тенденции к смене лидерства среди существующих компаний. Выявлено особую роль фондового рынка в фиксации общественных приоритетов и выделены важность его эффективного функционирования для развития высокопроизводительных технологических компаний, в том числе компаний по производству роботизированных систем. Также, в исследовании применен широкий спектр методов для количественного анализа показателей. Среди них: метод линейной регрессии (Linear Regression), поддержки векторной регрессии (Support of Vector Regression) и дерева решений (Decision Tree). Для вычислений использованы пакеты языка Python, в частности: numpy, pandas, matplotlib, scikit-learn. Подтверждена целесообразность использования 5-ти факторного методики Фама – Френч для анализа современных рынков в разрезе их институциональной совершенства.

Ключевые слова: робототехника, фондовый рынок, Фама – Френч, оптимизация портфеля, машинное обучение.

The main purpose behind this study is to reveal the main trends in the robotics market based on the analysis of the dynamics of stock prices of leading companies specializing in the production of robotics. An attempt is made to determine the effects of the COVID-19 pandemic on the robotics market. For this reason, the following hypothesis were outlined: during COVID-19 pandemic, the attractiveness of robotics manufacturers shares in the eyes of investors will increase significantly; better performance is expected from companies represented in the US stock markets, as those

© Гурняк І.Л., Цапко-Піддубна О.І.

that respond more quickly to societal needs; high risk connected with robotics companies performance will not be an obstacle to a significant increase in demand for those companies assets. A wide range of methods for quantitative analysis were used in this research. Among them: the method of Linear Regression, Support of Vector Regression and Decision Tree. Python language packages were used for the calculations, in particular: numpy, pandas, matplotlib, scikit-learn. The expediency of using the 5-factor Fama-French method for the analysis of modern markets in terms of their institutional perfection was confirmed. According to the results of the empirical evaluation some tandencies can be outlined. The robotics market shows a clear upward trend as a result of growing demand for shares of leading robotics companies. High risk does not deter investment decisions: investors are quite optimistic of robotics market development trend. American robotics companies take the lead and are more predictable players than their competitors from Europe or Japan. The importance of stock market effective functioning for the development of high-performance technology companies, including robotics companies is highlighted. Besides, the analysis emphasize the urgent need to develop Ukrainian stock market and/or to place shares of national technological companies in the foreign stock markets to provide them with money inflow for further dynamic development. The stock market, especially during COVID-19 pandemic, is beginning to play a special role in determining social priorities and needs.

Keywords: robotics, stock market, Fama – French, portfolio optimization, machine learning.

Постановка проблеми. 2020 рік став роком вражаючої трансформації. Пандемія COVID-19 з одного боку спричинила спад виробництва класичних галузей промисловості, а з іншого боку – прискорила впровадження віртуальної інфраструктури та мереж, щоб забезпечити плавний перехід до захищеного дистанційного способу праці. Впровадження цифрових технологій допомогло постачальникам технологій зростати впродовж року, тоді як інші підприємства намагались мінімізувати свої збитки, щоб втриматися на плаву. Серед таких високотехнологічних гравців виявились і виробники робототехніки та автоматизації, які виділились у минулому році та продемонстрували бізнесу конкурентні переваги оцифрування.

Отож, варто прослідкувати за динамікою зміни розвитку компаній з виробництва роботизованих систем та окреслити перспективи їхнього подальшого розвитку в умовах пандемії COVID-19.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В науковій літературі вдале визначення робота було подано Робіном Марфі. На його думку, «робот – це розумний робот або механічна істота, яка може функціонувати автономно» [1]. Це поклало аналіз більш ґрунтовному аналізу ринку робототехніки.

Міжнародна корпорація – International Data Corporation прогнозувала зростання світового ринку робототехніки для комерційних послуг на рівні 20.3% річного темпу приросту протягом п'ятирічного періоду (з 2017 до 2022 рр.) з обсягами загального ринку понад 53,8 млрд. дол. США. Цей показник включав продаж роботів, а також усіх супутніх технологій та комплектуючих [2].

До 2030 року, за підрахунками експертів Oxford Economics – аналітичної компанії з прогнозування та аналізу глобальних трендів, до 20 мільйонів додаткових виробничих робочих місць у всьому світі можуть бути заміщені внаслідок роботизації [3].

З метою моніторингу динаміки процесів роботизації було розроблено показник – Індекс вразливості щодо роботизації, який оцінює наскільки наявна робоча сила чутлива до встановлення промислових роботів. Цей індекс обраховують для семи регіонів розвинених економік світу. На основі аналітики індексу виявлено, що найбільш вразливі райони до роботизації вилучені з переліку заможних регіонів своїх країн. Передусім, мова йде про Камбрію у Великобританії, Франш-Комте у Франції та Східний Орегон у США. Регіони, в яких розташовані наукомісткі міста, такі як Тулуза та Гренобль у Франції, або Мюнхен та Штутгарт у Німеччині, як правило, демонструють набагато нижчий рівень вразливості до процесів роботизації. Це стосується також таких столиць, як Лондон, Париж, Сеул чи Токіо [3].

Корея та Сінгапур лідирують у світі за щільністю роботизації – за кількістю роботів, встановлених на 10 000 працівників виробничого сектору. Дещо відстають Німеччина та Японія. Загалом, азійські компанії випереджають за рівнем роботизації собі подібні компанії у Західній Європі та США [4].

На основі досліджень експертів можна стверджувати, що компанії, які спеціалізуються на виробництві роботизованих систем мають хороші перспективи розвитку, адже попит на їхню продукцію невпинно зростатиме. Проте, варто детальніше проаналізувати динаміку їхньої діяльності в часи пандемії COVID-19 для виокремлення певних особливостей функціонування та визначення перспектив розвитку.

Мета дослідження та гіпотези. Метою дослідження є вияв впливу пандемії на ринок

робототехніки у світі на основі портфелю акцій компаній – лідерів із застосуванням механізмів аналізу цінової динаміки.

Гіпотеза 1. В умовах пандемії привабливість акцій виробників робототехніки в очах інвесторів суттєво зростатиме.

Гіпотеза 2. Слід очікувати кращих результатів від компаній, представлених на централізованих ринках США, як таких, що швидше реагують на суспільні потреби.

Гіпотеза 3. Висока ризиковість акцій високотехнологічних компаній з виробництва роботизованих систем не виступатиме перешкодою для суттєвого збільшення попиту на такі активи.

Методи дослідження. У дослідженні використано традиційні пакети Python: numpy, pandas, matplotlib тощо. Для моделей прогнозування обрано моделі лінійної регресії (LR) та машинного навчання (SVM). Для інституційного аналізу обрано 5-ти факторну модель Фама – Френч.

У дослідженні також використано метод – дерево рішень (DT), який є не параметричним контрольованим методом навчання, що використовується для класифікації та регресії. Чим «глибше дерево», тим складніші правила прийняття рішень і краща модель.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження ринку роботизації сконцентровано на аналізі тенденцій функціонування технологічних компаній, які спеціалізуються на виробництві роботизованих систем та є основними гравцями фондового ринку. Чому було обрано такий підхід? Фондовий ринок є можливістю обрання пріоритетів розвитку суспільства широким спектром дрібних, середніх та великих інвесторів. Такий ринок є віддзеркаленням волі суспільства. Звичайно, ми говоримо про фондові ринки США і частково Європи, де практично кожен за наявності фінансових можливостей може обрати для себе пріоритет серед широкого спектру компаній. У випадку США такий вибір є найбільш захищеним у світі, особливо після прийняття акту Сорбенса – Окслі, яким передбачено жорсткий нагляд за здійсненням аудиторської діяльності.

Для дослідження було обрано портфель американських, японських та європейських компаній, який, на нашу думку, є оптимальним об'єктом дослідження. У дослідження не включено китайські компаній з огляду на домінуючу роль держави та збереження суттєвих відмінностей між обліковою системою Китаю та міжнародною системою фінансової звітності. Фактично, інвестуючи у китайські компанії, інвестор не має чіткого уявлення, у що саме він інвестує. Щоправда, мусимо визнати, що в останні роки саме китайські компанії здійснюють одні з найуспішніших розміщень акцій на фондових ринках світу, що у середовищі аудиторів досить часто називають «загрозою нових енронів». Зокрема, Стівен Клапхем висвітлює шляхи, якими китайські компанії «використовують лазівки, щоб наростити прибуток, приховати зобов'язання та замаскувати капіталізацію сумнівних активів» [5].

У дослідженні використовуємо статистичні дані для досліджуваних технологічних компаній з бази даних Yahoo.finance. Для розрахунків цінової динаміки, волатильності та кумулятивного результату інвестицій обрано денну статистику за 2013–2021 рр.

Для зчитування даних застосовано відповідні пакети мови Python. та тікер (ринкове ім'я) відповідної компанії, що здійснює торгівлю цінними паперами на конкретному ринку. Зокрема, використано тікери для таких компаній: Yaskawa (Японія), ринок OTC – YASKY; Cognex (США), ринок NASDAQ – CGNX; Zebra Technologies (США), ринок NASDAQ – ZBRA; ABB (Швеція, Швейцарія), ринок NYSE – ABB; Fanuc Corporation (Японія), ринок OTC – FANUY; iRobot Corporation (США), ринок Nasdaq – IRBT.

Як показано на рис. 1, на початку 2020 року введення серйозних обмежувальних заходів, пов'язаних з пандемією, дещо вплинули на цінову динаміку обраних компаній. Але впродовж кількох місяців попередні цінові межі було відновлено. Очікувано, що ми спостерігаємо певні короткострокові коливання вивіреної ціни закриття, але тренд щодо зростання є очевидним для усіх компаній. Варто наголосити, що аналіз цінової динаміки акцій не є достатнім інструментом детермінації найкращого об'єкта інвестування.

Більше якісної аналітичної інформації можна отримати з аналізу волатильності відносного доходу. Іншими словами, при аналізі цього показника отримуємо відповіді щодо ризикованості тієї чи іншої компаній. Як бачимо на рис. 2, особливої уваги заслуговує моніторинг цього показника для американської компанії iRobot (криву подано штриховою лінією). Проте, за сучасних умов така ризиковість виглядає цілком допустимою.

Важливу інформацію для визначення інвестиційних пріоритетів серед технологічних компаній можна отримати аналізуючи кумулятивний результат інвестицій, а точніше кумулятивний відносний дохід (рис. 3).

Рис. 1. Динаміка цін акцій компаній з виробництва роботизованих систем

Джерело: власні розрахунки авторів

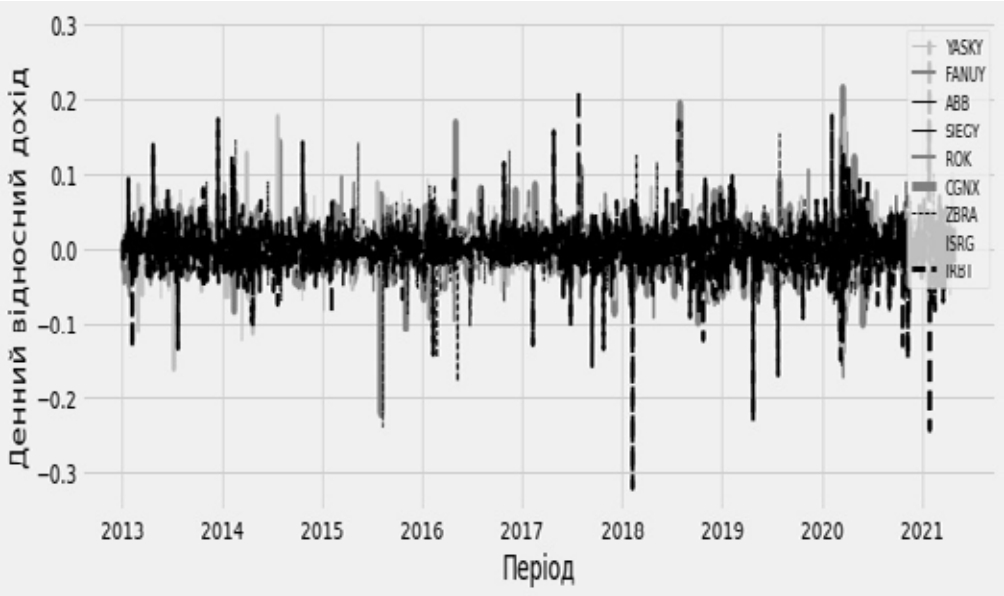

Рис. 2. Волатильність доходу компаній з виробництва роботизованих систем

Джерело: власні розрахунки авторів

Відповідно до рис. 3, оптимальним об'єктом інвестування на даний момент є американська компанія Zebra Technologies (ринок NASDAQ). Вклавши 1 долар у акції цієї компанії у 2013 році на даний момент можна було б отримати 12 доларів. Дещо відстає інша американська компаній Cognex (ринок NASDAQ). Такий результат є очевидним, оскільки японські компанії представлені переважно на децентралізованих ринках прямих угод – OTC (over-the-counter), які рідко гарантують настільки ж високу доходність, як найпотужніші американські регульовані ринки. Також, варто звернути увагу на значну динаміку iRobot (ринок NASDAQ).

Застосування методу оптимізації портфелю на основі коефіцієнта Шарпа дозволяє отримати схожий результат з очевидним лідерством американської компанії Zebra Technologies.

Як бачимо, очікувана дохідність портфелю переважає 30%, хоч рівень ризику і залишається достатньо великим. З оптимізованого портфелю вилучено одну з японських компаній та європейську. Такий вибір є співмірним з аналізом кумулятивного результату інвестицій.

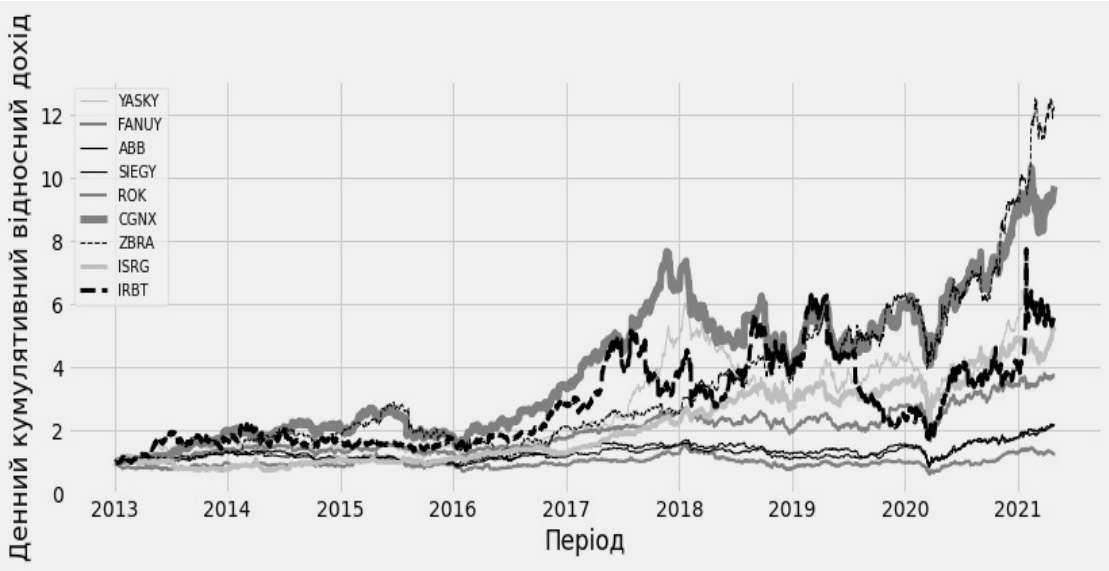

Рис. 3. Кумулятивний результат інвестицій

Джерело: власні розрахунки авторів

Для детермінації окремих характеристик обраних компаній з означеного переліку застосуємо 5 – факторну модель Фама – Френч. На жаль, не усі фактори цієї моделі є значимими, проте, певною інформативністю у такому дослідженні ця модель володіє.

Перш за все, маємо зазначити, що модель Фама – Френч є адекватним інструментом для аналізу ринку робототехніки на основі обраного нами портфелю. Про це свідчить значимість F – критерію, а також досить високий вивірений R^2. Значення коефіцієнту детермінації на рівні 40% є цілком прийнятним. Набагато вищі показники можливі лише у випадках суттєво диверсифікованого бізнесу (або великих холдингів).

Таблиця 1

Результат оптимізації інвестиційного портфелю на основі коефіцієнта Шарпа

[('YASKY', 0.29105), ('FANUY', 0.0), ('ABB', 0.0), ('ZBRA', 0.59151), ('IRBT', 0.11744)]		
Очікуваний річний дохід	Річна волатильність	Коефіцієнт Шарпа
30.4%	29.3%	0.97

Джерело: власні розрахунки авторів

Примітки: використано дані з 01.01.2013 р. по 28.04.2021 р. Метод обирає оптимальний дохід з огляду на прийнятний ризик (точка дотику). Використано пакет pypfopt.

Таблиця 2

Інституційна зрілість компаній на основі моделі Фама – Френч

Індикатор/компанія	YASKY	FANUY	ABB	IRBT	CGNX
Вивірений R^2	0.413	0.46	0.447	0.23	0.47
Значимість F-критерію	<10-3	<10-3	<10-3	<10-3	<10-3
Mkt – Rf*	1.48	1.19	0.94	1.5	1.6
Значимість Mkt-Rf	<10-3	<10-3	<10-3	<10-3	<10-3
RMW**	-	1.09	-	-	1.63
Значимість RMW	-	10-2	-	-	10-2

Джерело: власні розрахунки авторів

Примітки: *Mkt – прибутковість ринку; Rf – безризикова ставка, **RMW – фактор різниці прибутковості. Фактори моделі для розвинутих ринків взято з електронного ресурсу: https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html. Використано місячні дані за останній п'ятирічний період. Для отримання цінових даних окремих компаній через механізм ринкових ідентифікаторів компаній вжито відповідні пакети мови Python.

Показник різниці прибутковості ринку та безризикової ставки у більшості випадків більший за 1. Це означає, що ці бізнеси мають вищий елемент ризику, ніж ринок в середньому. Лише у випадку ABB ризик компанії є меншим за середній на ринку. Як було зазначено вище, за сучасних умов цей фактор не є визначальним. З усіх додаткових факторів лише фактор різниці прибутковості є значимим у двох випадках. Коефіцієнт є більшим за 0. Це означає, що ці бізнеси згідно з моделлю є високоприбутковими. Модель фактично відповідає на питання, чи робота цих компаній є передбачуваною.

Спробуємо розширити наше уявлення про майбутнє обраних компаній і використаємо для цього моделі передбачення ціни акцій. Такі моделі є ефективними лише для короткострокових розрахунків. Тому для передбачення оби-

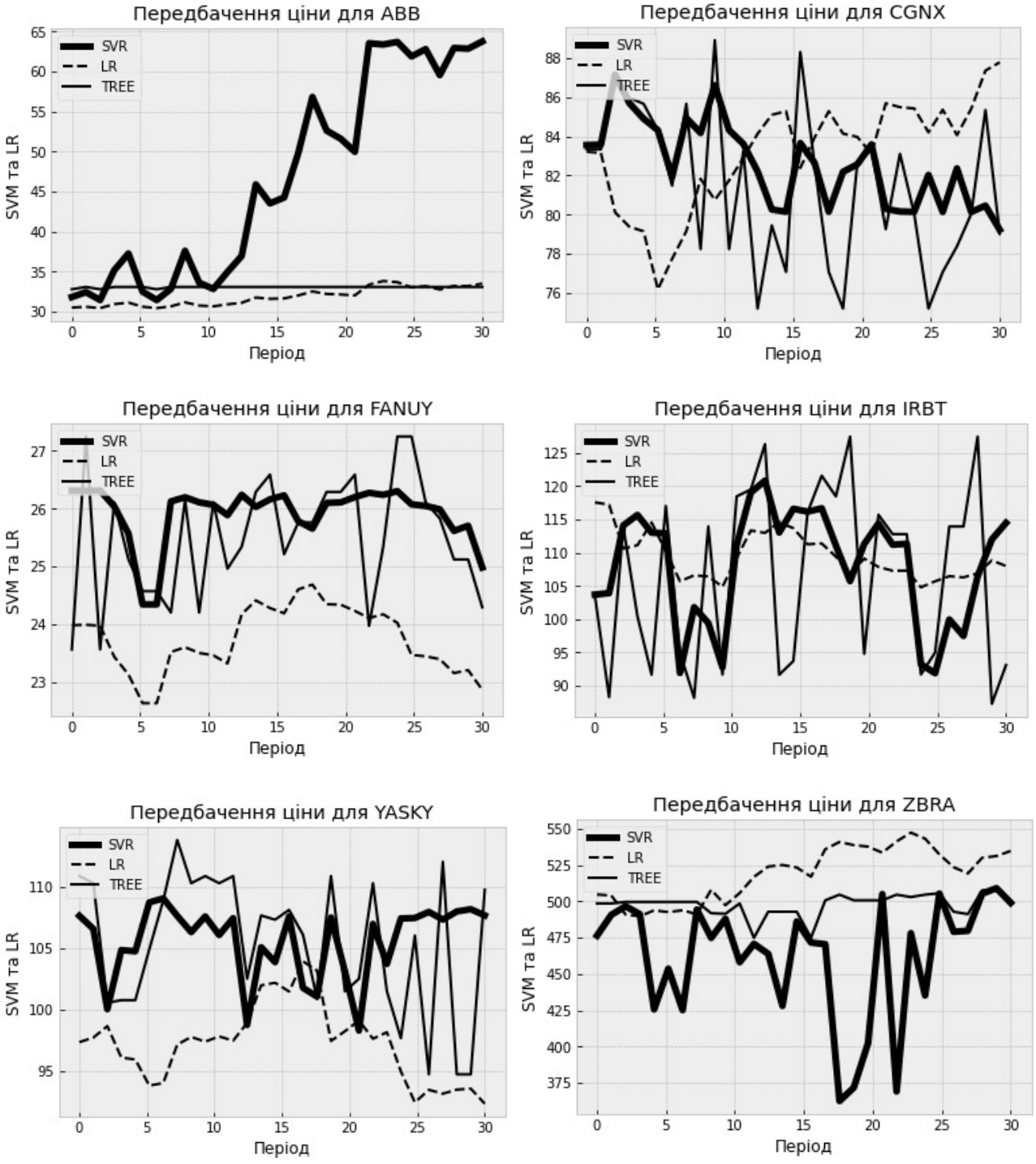

Рис. 4. Прогнозування ціни на акцій компаній з виробництва роботизованих систем

Джерело: власні розрахунки авторів

раємо 30 – денний період та такі методи: лінійну регресію – LR (створюємо додаткову змінну з лагом у 30 днів), підтримуючу векторну регресію – SVR та дерево рішень – TREE. Використовуємо денні дані за останні три роки (База даних – Yahoo.finance) та пакет – scikit-learn.

Як бачимо з Рис. 4, саме для компанії Zebra Technologies усі три методи виявили тенденцію зростання ціни. Більше того, інтервал довіри методів підтримки векторної регресії та лінійної регресії є найвищим саме у випадку цієї компанії від 0.87 до 0.90 (див. табл. 3). Тому результат оптимізації Шарпа, відображений у таблиці 1 ще раз підтверджено.

Результати таблиці 3. отримано на основі поділу даних вибірки на тестувальну частину та частину для формування моделі. У випадку векторної регресії застосовано кернел RBF.

Таблиця 3

Інтервал довіри моделей передбачення

Компанія / Метод	Векторна регресія (SVR)	Лінійна регресія (LR)
YASKY	0.61	0.59
FANUY	0.615	0.52
ABB	0.82	0.79
IRBT	0.56	0.46
ZBRA	0.90	0.87
CZNX	0.83	0.75

Джерело: власні розрахунки авторів

Якою може бути роль вітчизняного бізнесу на цьому перспективному ринку робототехніки? На жаль, поки що український бізнес не здатний на реалізацію окремих проектів. І тут причина не у відсутності ідей чи експериментальних розробок, а у невідповідності та нерозвиненості системи функціонування бізнесу. Однією з передумов успіху описаних компаній був і залишається потужний фондовий ринок та орієнтована на інтереси виробництва банківська система. На жаль, жодного з цих чинників в Україні немає.

Висновки. У дослідженні повною мірою підтверджено усі запропоновані гіпотези. Ринок робототехніки демонструє чітку тенденцію до зростання, що є наслідком зростаючого попиту на акції провідних компаній. Високий ризик не стримує рішень щодо інвестування. Відповідно до результатів побудованих моделей, американські компаній перехоплюють лідерство та є більшою мірою передбачуваними гравцями, ніж європейські чи японські компанії. Проведений аналіз свідчить про необхідність розвитку власного фондового ринку та про нагальну потребу національних компаній у розміщенні власних акцій на кращих фондових ринках світу. Інструмент фондового ринку, особливо в умовах пандемії, починає відігравати роль особливого індикатора та інструменту реалізації суспільних потреб.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Murphy R. Introduction to AI robotics. Cambridge, MA : The MIT Press, 2019. Available at: https://books.google.com.ua

2. IDC. Worldwide Commercial Service Robotics Forecast 2019–2022 / IDC. 2019. Available at: https://www.roboticsbusinessreview.com/wp-content/uploads/2019/02/IDC-forecast-commercial-service-robotics-2019.pdf

3. Oxford Economics. How Robots Change the World / Oxford Economics. 2019. Available at: https://resources.oxfordeconomics.com/how-robots-change-the-world

4. Bera S. Robots Will Rule 2021: 5 Stocks Poised to Benefit. 2021. Available at: https://finance.yahoo.com/news/robots-rule-2021-5-stocks-141702817.html

5. Clapham S., Bass K. Accounting Schemes at Chinese Tech Giants. 2010. Available at: https://www.realvision.com/rv/media/Video/fd7db5b2541b4c3e974ead3f91781e0c/transcript

REFERENCES:

1. Murphy R. (2019) Introduction to AI robotics. Cambridge, MA: The MIT Press. Available at: https://books.google.com.ua

2. IDC. Worldwide Commercial Service Robotics Forecast 2019–2022 / IDC. 2019. Available at: https://www.roboticsbusinessreview.com/wp-content/uploads/2019/02/IDC-forecast-commercial-service-robotics-2019.pdf

3. Oxford Economics (2019) How Robots Change the World / Oxford Economics. Available at: https://resources.oxfordeconomics.com/how-robots-change-the-world

4. Bera S. (2021) Robots Will Rule 2021: 5 Stocks Poised to Benefit. Available at: https://finance.yahoo.com/news/robots-rule-2021-5-stocks-141702817.html

5. Clapham S., Bass K. (2010) Accounting Schemes at Chinese Tech Giants. Available at: https://www.realvision.com/rv/media/Video/fd7db5b2541b4c3e974ead3f91781e0c/transcript