

Ніколаєв Микита ОлександровичАспірант кафедри інформаційних систем та технологій, <https://orcid.org/0000-0003-3616-6347>

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ОГЛЯД ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОНЛАЙН-ТРЕЙДИНГУ

***Анотація.** Розвиток технологій привів до фундаментальних змін у тому, як працюють фінансові ринки, починаючи з початкового етапу формування акцій і продовжуючи торгівлею цими акціями. Технології кардинально змінили спосіб здійснення інвестицій. Фінансові ринки на сьогодні значною мірою комп'ютеризовані: від подачі заявок на основі програмного забезпечення до визначення ціни і прямого клірингу та розрахунків. Комп'ютерні технології витіснили ручні операції і спростили функції на всьому ланцюжку створення вартості. Фондові ринки по всьому світу використовують технологічні досягнення для безпечного управління транзакціями та моніторингу. Наразі сучасна торгівля на фондовій біржі проходить без фізичного контакту брокерів і надає безмежні можливості для дослідження тенденцій ринку і купівлі акцій. Завдяки впровадженню технологій фондовий ринок став більш зручним для користувачів, забезпечуючи більш швидкі розрахунки з операцій, підвищену прозорість, підвищену безпеку, автоматизоване спостереження та багато іншого. Тісний зв'язок інформаційних технологій і фінансових ринків не викликає сумнівів, як і актуальність дослідження використання інформаційних технологій та інноваційних рішень для досягнення найвищих результатів на фінансових ринках. Метою дослідження є огляд та аналіз сучасних інформаційних технологій, які використовуються в торгівлі цінними паперами. Зокрема зосереджено увагу на: інструментах прогнозування тенденцій на фінансових ринках; технологічних рішеннях для підвищення фінансової грамотності населення, відкритого доступу до ринку цінних паперів не залежно від вікової категорії користувача, його професійної діяльності, тощо; перевагах та недоліках онлайн-трейдингу, специфіці роботи онлайн-брокерів та їхній ролі в торгівлі на фінансових ринках; технічному аналізі, аналізі часових рядів та квантових обчисленнях для аналізу трендів на фінансових ринках; використанні інформаційних технологій на ринку деривативів.*

***Ключові слова:** інформаційні технології; фондовий ринок; фінансові інструменти; біржова торгівля; прогнозування; онлайн-трейдинг*

Вступ

Розміщення ордерів на купівлю та продаж, а також їх ранжування здійснюється за допомогою програмного забезпечення, а механізми зіставлення фондових бірж дають змогу покупцям і продавцям здійснювати операції. Обмін технологіями сприяє збільшенню загального обсягу торгових товарів. Також обмін технологіями приводить до розширення різноманітності продукції, коли ринок перебуває в рівновазі. Крім того, цифрові технології впливають на структуру міжнародної торгівлі так: збільшується частина торгівлі послугами; відбуваються зміни у глобальних ланцюгах створення вартості, а також збільшується торгівля чутливими до часу товарами.

Ринок цінних паперів, що добре функціонує, вимагає, щоб широка база інвесторів мала доступ до корпоративної інформації та опрацьовувала таку інформацію для підвищення цінової ефективності і полегшення накопичення капіталу. Поява сучасних інформаційних технологій кардинально змінила спосіб поширення інформації на фінансових ринках, зробивши великий обсяг інформації доступним для

широкої бази учасників фінансового ринку в режимі реального часу при низьких витратах. Зараз інвестори можуть отримати негайний доступ до корпоративної інформації, а також до рішень інших учасників ринку, що поширюється через Інтернет. За останні кілька десятиліть було внесено низку нормативних змін, спрямованих на використання сучасних інформаційних технологій для підвищення рівня доступності інформації для громадськості. Наприклад, SEC (U.S. Securities and exchange commission – комісія США з цінних паперів і бірж) запустила систему EDGAR в 1993 р., щоб перенести корпоративне розкриття інформації з друкованої в цифрову епоху, а в 2013 р. SEC дозволила публічним компаніям використовувати сайти соціальних мереж для оголошення ключової інформації інвесторам. Проте, незважаючи на кардинальні зміни, викликані сучасними інформаційними технологіями в поширенні інформації, вплив сучасних інформаційних технологій на виробництво інформації учасниками ринку залишається недостатньо вивченим [1].

Своєчасне і всеосяжне поширення інформації, що забезпечується сучасними інформаційними технологіями, може витіснити виробництво інформації учасниками ринку. Це може виникнути принаймні з трьох причин. По-перше, коли публічна інформація широко поширюється (тобто більше інвесторів стають інформованими про інформацію), ціни можуть розкривати більше інформації. Оскільки опрацювання інформації вимагає часу, перевага перетворення в обробника інформації зменшується, що призводить до зниження інтенсивності операцій з опрацювання інформації. По-друге, оскільки публічна інформація може служити механізмом координації переконань інвесторів, більше поширення публічної інформації може призвести до того, що інвестори будуть надавати надмірне значення публічній інформації і недооцінювати приватну інформацію. Це може знизити ефективність ціноутворення акцій, коли точність приватної інформації висока. Наприклад, масове поширення інформації засобами масової інформації може негативно вплинути на ефективність цін на активи, створюючи подібну думку у великих груп людей, викликаючи «уникнення індивідуальної оцінки кількісних даних». По-третє, доступність великих обсягів інформації може створити проблему інформаційного перевантаження, знижуючи увагу, що приділяється обробці інформації. Ці міркування дають змогу припустити, що поява сучасних інформаційних технологій може послабити стимул до виробництва інформації, а отже, знизити ефективність ціноутворення. Сучасні інформаційні технології можуть знизити витрати на доступ до корпоративної інформації, що може привести до підвищення інтенсивності виробництва інформації учасниками ринку. За інших рівних умов чистий прибуток виробників інформації, що отримується від виробництва інформації, збільшується в міру зниження витрат на виробництво інформації. Більше поширення інформації, чому сприяють сучасні інформаційні технології, може посилити стимули учасників ринку до отримання інформації і, як наслідок, підвищити ефективність ціноутворення. Важливість інформації та її поширення для підтримання ринкових умов і підвищення торгівлі фінансовими інструментами цілком зрозуміле, однак ще більшої ваги мають інструменти для аналізу цієї інформації для прийняття відповідних рішень.

Мета статті

Пропонована стаття має на меті дослідити, яку вагу інформаційні технології відіграють у торгівлі фінансовими інструментами. Зокрема, увагу зосереджено на таких аспектах, як: інструменти прогнозування тенденцій на фінансових ринках; технологічні рішення для підвищення фінансової грамотності населення; відкритого доступу до ринку

цінних паперів не залежно від вікової категорії користувача, його професійної діяльності тощо; переваги та недоліки онлайн-трейдингу, онлайн-брокери та їх роль в торгівлі на фінансових ринках; технічний аналіз, аналіз часових рядів та квантових обчислень; інформаційні технології та ринок деривативів.

Виклад основного матеріалу Значення інформаційних технологій для прогнозування

Аналіз, прогнозування і торгівля фондовими індексами є незамінними видами діяльності для приватних інвесторів, хедж-фондів і приватних торгових контор, а досить точний прогноз може підвищити потенціал отримання високих фінансових вигод і застрахувати від ринкових ризиків. Однак аналітики часто ставлять під сумнів передбачуваність фондових індексів і наявність можливостей для прибуткової торгівлі, що вказує на інформаційну ефективність і зрілість цих фондових ринків. Варто наголосити, що прогнозування є одним із ключових у торгівлі цінними паперами. Саме побудова правильного прогнозу щодо зміни тенденцій на ринку може принести інвестору очікуваний дохід. Отже, інструментів для прогнозування створено доволі багато, а кожен наступний досконаліший за попередні.

У літературі широко використовуються деякі алгоритми, засновані на традиційному прогнозуванні часових рядів, такі як модель плинного середнього (Moving Average, MA), експоненціальне згладжування (Exponential smoothing, ES), модель авторегресійного плинного середнього (Autoregressive–moving-average models, ARMA) і узагальнена авторегресійна модель умовної гетероскедастичності (Generalized Auto Regressive Conditional Heteroskedasticity, GARCH) [2]. Також для моделювання випадкових різких змін в структурах і параметрах систем були розроблені алгоритм оцінювання рухомого горизонту (Moving horizon estimation, MHE) [3] і алгоритм адаптивного динамічного програмування (Adaptive dynamic programming, ADP) [4] для класу нелінійних марковських стрибкоподібних систем. Крім того, багато алгоритмів і методів, особливо з точки зору машинного навчання, зайняли свою власну нішу, включаючи логістичну регресію (Logistic regression, LR), дискримінантний аналіз (Discriminant analysis, DA), метод опорних векторів (Support-vector machine, SVM), метод дерева рішень з градієнтним посиленням (Gradient boosting decision trees, GBDT), методи нейронних мереж (Neural networks, NN), інструменти оптимізації конвеєра на основі дерева (Tree-based Pipeline Optimization Tool, TPOT) і т. д. [5]. Наприклад, обчислення опорних векторів

використовувалося для прогнозування напрямку фондового індексу в Туреччині і мадридського фондового індексу IBEX-35 [6]. Штучна нейронна мережа була застосована для прогнозування напрямку фондового індексу на японському фондовому ринку, Стамбульській фондовій біржі та американському фондовому ринку [7]. Метод короткочасної пам'яті (Short Term Memory, STM) експериментує з кількома епохами та конфігураціями для підвищення точності побудови прогнозу. Результати показують, що методи довгої короткочасної пам'яті (Long Short Term Memory, LSTM) забезпечують кращу точність порівняно з нейронними мережами, SVM, регресією та деревом рішень [8].

Науковці зі сфери статистики та машинного навчання наголошують, що існують різні алгоритми навчання, які спрямовані на зменшення похибок прогнозування. Застосування цих алгоритмів у сукупності допомагають уникнути помилок і ефективніше покращують продуктивність прогнозування, ніж ті, які отримані за допомогою будь-якого зі складових алгоритмів навчання поодиночі. Наприклад, науковці пропонують підхід еволюційного ансамблю навчання змінної довжини, де як вхідні змінні розглядається широкий спектр різних типів технічних індикаторів. Зокрема, компанія Facebook використовувала GBDT для нелінійного перетворення ознак прогнозування. Microsoft Bing представили вісім методів ансамблю і поділилися своїм досвідом, знаннями з проєктування та оптимізації модельних ансамблів для підвищення точності прогнозування частоти кліків [9]. Як гібрид квантильної регресії та прямої нейронної мережі: квантильна регресійна нейронна мережа (Quasi-Recurrent Neural Networks, QRNN), навчена за допомогою оптимізації рою частинок (Particle Swarm Optimization, PSO), перевершила QRNN у прогнозуванні нестабільності фондового індексу S&P 500 та фондового індексу NSE India. Крім того, було запропоновано доповнити методи розрідженості передовими алгоритмами машинного навчання для виявлення керуючих рівнянь, що лежать в основі нелінійної динамічної системи [10].

У роботі [10] було запропоновано каскадний ансамбль LR2GBDT для створення нового класу навчальної архітектури для прогнозування напрямку щоденної зміни індексів цін на акції. Запропонована архітектура оцінюється шляхом порівняння експериментальних результатів з моделями LR, GBDT, SVM (машина опорних векторів), NN (нейронна мережа) і TPOT (інструмент оптимізації конвеєра на основі дерева) на даних трьох фондових індексів, двох різних фондових ринків, ринках, що розвиваються (Shanghai Stock Exchange Composite Index, Nasdaq Composite Index, S&P 500 Composite Stock Price Index).

Сучасні тенденції інформаційних технологій у дослідженні фінансів

Декілька десятиліть тому для управління фінансами потрібно було записувати всі свої доходи та витрати в паперову книгу або, вже згодом, вручну вводити інформацію в електронну таблицю Excel. Розвиток технологій суттєво спростив цей процес, розпочалась ера різноманітних мобільних додатків. Швидкий розвиток мобільних додатків для особистих фінансів (Personal financial management, PFM) приніс користь як підприємствам, так і споживачам. Додатки для управління капіталом дають змогу їм отримувати вигоду зі спрощених платіжних процесів і краще розуміти потреби ринку і звички клієнтів щодо витрат.

Програми для управління особистими фінансами та фондовий ринок мають безпосередній зв'язок. Інвестиції – це те, що людина часто робить, лише якщо у нього вже є заощадження або тимчасово вільні кошти, які можна, без шкоди фінансовому становищу, інвестувати. Інвестиції у фондовий ринок – це те, що можна робити, лише в разі повного розуміння своєї поточної фінансової ситуації. У даному випадку програми для особистих фінансів відіграють неабияку роль. Вони надають огляд і можуть відстежувати витрати людини, що допомагає належним чином керувати своїм бюджетом. Окрім цього, такого роду програми сприяють зростанню фінансової грамотності серед населення, підготовці молодого покоління до інвестування своїх заощаджень на фондовому ринку і допомагає їм у цьому.

Середньостатистичний користувач має на своєму телефоні 2,5 фінансових додатки, один з яких здебільшого є інструментом для управління особистими фінансами. Все більше сервісів пропонують можливість робити невеликі інвестиції, тобто отримувати частину акцій, якщо тільки одна частина коштує тисячі доларів, як у випадку з Amazon і Booking Holdings.

Інвестиційні послуги стали одним з провідних напрямів у сфері особистих фінансів. Отже, розглянемо популярний мобільний додаток Robinhood, який дає змогу інвестувати в акції, ETF та опціони. Ефективність і популярність сучасних мобільних додатків з управління фінансами визначається вбудованими функціями та можливостями інвестування. Звичайно, деякі програми для управління капіталом вже деякий час пропонують варіанти інвестування. Насамперед це інвестиційні інструменти з додатковою можливістю відстеження витрат.

Метою Robinhood було не створення програми для денних трейдерів або портфельних менеджерів, а створення програми для початківців, тобто роздрібних інвесторів. Розробники цього додатка

стверджують, що вони роблять інвестиції доступними для молоді. «Більшість біржових брокерів існують вже понад 30 років, їх інтерфейси незграбні, і вони орієнтовані на літніх професіоналів і активних трейдерів. Вони не місце для початківців інвесторів, і це одна з речей, на яких ми зосереджуємося. Зробити його доступним. Щоб він був зручний для мобільних пристроїв» [11]. Отже, додаток вчить молодь контролювати свої щоденні витрати та заощаджувати кишенькові гроші, а в перспективі спробувати себе у ролі інвестора та отримати невеликий прибуток.

Значимо, ще одним надзвичайно популярним додатком є Stash, що допомагає користувачам більш розумно подумати про те, куди інвестувати, а також дізнатися більше про різні варіанти інвестування, порівняти їх та прийняти відповідне рішення. Щотижня близько 25 тис. користувачів доєднуються до інвестиційних процесів та біржової торгівлі. Аналітики підрахували, що за період із січня по вересень 2020 р. кількість користувачів зросла на 1 млн і становила 6 млн. Також додаток відкрив можливість диверсифікувати інвестиційний портфель, чого не було в попередньому додатку. На відміну від такого додатка, як Robinhood, де до початку 2020 р. користувачам потрібно було мати значну суму готівки на своєму рахунку, щоб купити акції таких компаній, як Facebook або Amazon, Stash давав змогу інвестувати в пакети пов'язаних акцій всього за 5 доларів. Замість інвестування в акції користувачі інвестували в ETF-біржові фонди або цінні папери, які ростуть і падають залежно від вартості їх базового активу або товару [12].

Дослідження тенденцій ринку онлайн-брокерів

Цифрові технології, цифрова економіка та онлайн-торгівля фінансовими інструментами розвивається надзвичайно стрімко. Щоб зрозуміти роль онлайн-брокерів та чому вони стали популярними доцільно розглянути переваги і недоліки онлайн-торгівлі із використанням брокерів. Отже, до переваг належить:

1. Одним з найбільш очевидних переваг онлайн-трейдингу є зниження транзакційних витрат і високих комісій, пов'язаних з традиційними звичайними брокерськими фірмами. Згідно зі звітом Bloomberg, зазвичай клієнт оплачує від 5 до 10 доларів за покупку і продаж акцій та біржових фондів в онлайн-брокерських конторах зі знижками.

2. Більший контроль і гнучкість. Швидкість використання онлайн-торгових порталів є перевагою для багатьох інвесторів.

3. Можливість уникнути упередженості брокерів. Здійснюючи торгівлю без залучення брокерів, можна усунути упередженість брокерів. Упередженість іноді виникає, коли брокер дає фінансові рекомендації, які приносять користь

брокеру, наприклад, у вигляді комісійних за продаж певних взаємних фондів та інших продуктів.

4. Доступ до онлайн-інструментів. У світі онлайн-торгівлі нижча вартість не обов'язково означає неякісний продукт. Багато сучасних компаній, що займаються онлайн-трейдингом, пропонують клієнтам широкий набір інструментів, що надають цінну інформацію і допомагають оптимізувати угоди.

5. Можливість відстежувати інвестиції в режимі реального часу. Багато сайтів онлайн-торгівлі пропонують котирування акцій і торгіву інформацію, які допомагають інвесторам бачити, як відбуваються інвестиції в режимі реального часу.

На противагу вищенаведеним перевагам, існують і певні недоліки онлайн-торгівлі, до яких належать:

1. Оскільки онлайн-торгівля проста, існує ризик неправильного інвестиційного вибору або надмірного інвестування. Онлайн-інвестори можуть захистити себе, розуміючи, які акції вони купують, і встановлюючи запобіжні заходи на занадто мінливих ринках. Розміщення лімітного ордеру на рахунку інвестора – це один зі способів контролю інвестицій.

2. Відсутність особистих відносин з брокерами. Від отримання допомоги у створенні інвестиційної стратегії до розуміння того, як результати механізмів зворотного зв'язку впливають на ринок, онлайн-трейдери діють самостійно. Для деяких така автономія може бути тривожною.

3. Адиктивний характер. Згідно з недавнім дослідженням надмірної торгівлі, опублікованим в журналі Addictive Behaviors, онлайн-трейдери можуть відчувати певний рівень задоволення від торгівлі, який схожий на те, що люди відчують при азартних іграх. У дослідженні зазначається, що деякі інвестори вибирають короткострокові торгові стратегії, які передбачають інвестування в ризиковані акції, що пропонують потенціал для великих прибутків, але також і значних втрат.

4. Природа онлайн-торгівлі означає, що в кінцевому результаті користувачі на пряму залежать від якості інтернет-з'єднання. Якщо підключення до Інтернету занадто повільне або переривається, інвестор можете втратити потенційно важливу або прибуткову угоду.

5. Помилки при покупці через помилки комп'ютера. При онлайн-торгівлі помилка незавершення угоди може коштувати грошей.

Переважно клієнти звикли спілкуватись з брокерами телефоном або через фізичний зв'язок. У сучасному світі онлайн-брокери останнього покоління дозволяють інвесторам виходити на фондовий ринок за допомогою телефону чи Інтернету лише одним дотиком. На платформі, яку надають ці онлайн-брокери, інвестор можете не

тільки купувати та продавати акції, але й розміщувати акції у списку спостереження на майбутнє та вести іншу торгову діяльність. Інвестиційні платформи, доступні різним онлайн-брокерам, містять нові зручні функції, щоб допомогти залучити споживачів і спростити процес для цих осіб. Поява наступного покоління інтернет-брокерів ознаменувала кінець ери, коли здійснення інвестицій здавалося надзвичайно важким завданням і вимагало значної кількості часу.

Нині всі великі онлайн-брокери пропонують торгівлю акціями та ETF у розмірі 0 доларів, а багато хто пропонує комісії в розмірі 0 доларів і за іншими класами активів. Кращі торгові платформи пропонують низькі комісійні. Вони також надають глибокі фундаментальні і технічні дослідження, широкий спектр варіантів інвестування, сучасні торгові інструменти, чудове обслуговування клієнтів, потужні мобільні можливості та безліч легкодоступних навчальних матеріалів на мобільних платформах. До кращих онлайн-брокерських і торгових платформ 2022 р. аналітики відносять [13]:

- загалом кращий результат (Fidelity Investments);
- кращий брокер для ETF (Fidelity Investments);
- кращий брокер з низькими витратами (Fidelity Investments);
- кращий брокер для початківців (TD Ameritrade);
- кращий брокер для мобільних пристроїв (TD Ameritrade);
- кращий брокер для опціонів (Tasty works);
- кращий брокер для просунутих трейдерів (Interactive Brokers);
- кращий брокер для міжнародної торгівлі (Interactive Brokers).

Значення інформаційних технологій у технічному аналізі

На основі статистичних тенденцій, отриманих від торговельної діяльності, технічний аналіз використовується для аналізу активів і визначення торгових можливостей за змінами ціни та обсягу. Графіки аналізуються через призму цінових моделей, які мали місце в минулому, а технічні індикатори використовуються, щоб допомогти спрогнозувати, як ціни будуть змінюватися в майбутньому [14]. З іншого боку, технічний аналіз зосереджується на ціні та обсязі, а не на фундаментальному аналізі, який використовується для оцінювання вартості цінного паперу через продажі та прибуток фірми.

Використання фундаментального аналізу стає все більш поширеним у фінансовому світі. На кожному ринку, навіть на ринках криптовалют, як-от біткойн використовується цей аналіз. Підхід, спрямований на прогнозування майбутніх ринкових рухів, використовує математичні сигнали, отримані з попередніх даних прайс-екшн і криптотехнічного

аналізу. Це основний принцип, який пояснює, чому ринки поведуться передбачувано [15]. Як тільки тенденція добре закріпилася і деякий час рухалася в тому самому напрямі, зазвичай вона залишається такою протягом деякого часу.

В економічній літературі було висунуто багато аргументів проти технічного аналізу. Частина науковців вважає, що технічний аналіз працює як «самореалізаційне пророцтво», і що позитивні докази ефективності технічного аналізу можуть бути пояснені упередженням інтелектуального аналізу даних [16]. Використання технічного аналізу розглядається як ознака ірраціональної поведінки. З цієї точки зору відносні інвестори, які припускають, що фінансові ринки ефективні, не повинні враховувати інформацію з моделей технічного аналізу при прийнятті інвестиційних рішень.

Як згадувалось раніше, технічний аналіз має широке застосування у сфері торгівлі фінансовими інструментами. У дослідженні [17] тестова статистика вводиться для перевірки продуктивності найбільш відомого з послідовників тренда – плинної середньої і найбільш часто використовуваного індикатора – індексу відносної сили. Використовуючи дані сінгапурської фондової баржі, науковці довели, що показники можуть бути використані для отримання значної позитивної прибутковості. Встановлено, що фірми-члени сінгапурської фондової біржі (SES), як правило, отримують значний прибуток за рахунок застосування технічних індикаторів. Це може бути причиною того, що більшість фірм-членів мають свої власні торгові команди, які значною мірою покладаються саме на технічний аналіз.

Квантові обчислення

Ідея застосування квантових обчислень до фінансів не нова: деякі добре відомі фінансові проблеми можуть бути безпосередньо виражені в квантово-механічній формі. Наприклад, формула Блека – Шоулза – Мертона може бути зіставлена з рівнянням Шредінгера, що моделює арбітражні відносини, які привели до його формулювання. Весь фінансовий ринок можна моделювати як квантовий процес, де величини, важливі для фінансування, такі як коваріаційна матриця, виникають природним чином.

Навички комбінаторної оптимізації квантових обчислень можуть допомогти портфельним менеджерам підвищити диверсифікацію, налаштувати активи для кращої адаптації до мінливого ринкового середовища і цілей інвесторів, а також прискорити процедури розрахунків за угодами. Значна частина криптографії, яка

використовується зараз, коли буде зламана квантовими комп'ютерами, включаючи техніку підпису, яка використовується в біткойнах та інших криптовалютах. Згідно з дослідженням, проведеним компанією Deloitte, приблизно чверть біткойна вартістю 168 млрд дол. США, який буде в обігу в 2022 р., піддається квантовим атакам [18]. Торгівлю акціями на фондовій біржі порівнюють із написанням квантового коду. Топологічний квантовий комп'ютер є ідеальною технологією для читання такого коду та розшифрування поведінки фондового ринку, оскільки він був розроблений спеціально для цього.

Фундаментальна відмінність між класичними і квантовими обчисленнями визначається базовим набором операцій. Класичні обчислення засновані на двійкових операціях, таких як елементи NOT та AND. Ці операції універсальні: будь-яка інша логічна операція може бути відтворена з використанням знаків «ні» та «і». Вони також незворотні: враховуючи результат елемента AND, неможливо вивести вхідні змінні. Навпаки, квантова еволюція оборотна, як це диктується рівнянням Шредінгера. Події, які руйнують оборотність, такі як вимірювання, призводять до втрати квантової поведінки. Щоб отримати квантовий виграш, важливо використовувати тільки оборотні унітарні вентилі. Можна показати, що невеликий набір цих воріт також універсальний. У загальному випадку квантовий алгоритм являє собою послідовність з п'яти кроків [17]:

1. Кодування вхідних даних у стан кубітів.
2. Приведення кубітів у суперпозицію за багатьма станами (квантова суперпозиція).
3. Застосування алгоритму (або оракулу) одночасно до всіх станів (квантова запутаність між кубітами). В кінці цього кроку одне з цих станів містить правильну відповідь.
4. Збільшення ймовірності вимірювання правильного стану (квантова інтерференція).
5. Вимірювання одного або кількох кубітів.

Відповідно до квантових обчислень результат вимірювання є випадковим. Квантові обчислення, як і інші вже розглянуті технології, набувають все більшої популярності і можуть використовуватись по відношенню до блокчейну і криптовалют [19]. Також одним із напрямів досліджень є квантові фінанси, квантові гроші, вплив квантової криптографії на безпеку фінансових транзакцій, а також застосування квантових симуляторів у фінансах.

Теорія Елліотта та штучних нейронних мереж

У загальному значенні, теорія хвиль Елліотта – це теоретична інтерпретація процесів на

фінансовому ринку в галузі технічного аналізу, яка шукає повторювані моделі довгострокових цін, які пов'язані з постійними змінами в емоціях і психології інвесторів. Теорія розрізняє імпульсні хвилі, які формують тренди, і корекційні хвилі, які рухаються в напрямі, протилежному загальному тренду [20].

При правильному використанні аналіз хвиль Елліотта надає інвестору високоймовірні варіанти того, що ринок міг би зробити, упускаючи те, чого ринок робити не буде. Це тому, що дослідження ігнорує минулу поведінку ринку. Теорія хвиль Елліотта пояснює чому ринок стрімко зростає, коли оголошуються негативні новини, але спадає після того, як виходить позитивна новина тим, що рухи ринків обумовлені суспільними настроями учасників ринку, а не новинами. Будь-яка нібито позитивна інформація, оголошена під час спаду, обертається негативно, та навпаки позитивно, якщо на ринку панує зростаючий тренд.

Результати засвідчують, що модель Елліотта була цінним інструментом у прогнозуванні валютного ринку на період 2009–2015 рр., оскільки очікування цієї моделі було повністю підтверджено фактичною моделлю. Була представлена потенційна майбутня модель обмінного курсу євро / долар США з березня 2017 р., де зазначається, що обмінний курс знизиться принаймні до значення 0,993, перш ніж знову піднятися. Практичне значення використання хвильового аналізу Елліотта є важливим, особливо для трейдерів та фондів, що співпрацюють з постачальниками або клієнтами, які торгують валютами або здійснюють угоди із зазначенням ризиків майбутніх курсових коливань. Основне обмеження дослідження пов'язане з майбутнім паттерном, оскільки прогноз майбутнього паттерну з використанням теорії хвиль Елліотта не може бути підтверджений однозначно [21].

Штучна нейронна мережа (ANN) або нейронна мережа (NN) – це обчислювальний метод, який використовується для моделювання даних, отриманих зі сфери штучного інтелекту. Нейронні мережі намагаються імітувати архітектуру людського мозку. Розглянемо просту нейронну мережу з одним нейроном і N входами, де кожне введення множиться на інший параметр. Всі вхідні дані підсумовуються в нейроні, даючи кінцевий результат. Кількість використовуваних нейронів не обмежена, хоча дуже велика їх кількість може зробити мережу надзвичайно вимогливою до обчислювальної потужності [5].

Нейронні мережі дуже ефективні при моделюванні нелінійних задач. Нейронні мережі навчаються на основі даних за допомогою адаптивних алгоритмів, таких як алгоритм зворотного поширення. Основними перевагами нейронних мереж є здатність вчитися на власному

прикладі, іншими словами, створювати знання на основі минулих даних, що значно відрізняє цей інструмент від хвильового аналізу Елліота. Крім того, такі мережі виявилися надзвичайно корисними для розпізнавання образів. З іншого боку, нейронні мережі також піддавалися критиці в основному через необхідну високу обчислювальну потужність, що обмежує кількість вхідних змінних, які можуть бути використані. Основним недоліком нейронної мережі є відсутність інформації про вплив кожного вхідного сигналу на вихідний. Нейронні мережі зазвичай називають «чорним ящиком», оскільки в них немає ніякої інформації, крім вихідних даних.

Аналіз часових рядів та ринку деривативів

Поширення часових рядів є фактом сучасного життя: від даних фондового ринку до інформації в соціальних мережах; від метаданих пошукових систем до аналізу вебсторінок – сучасні дані існують як безперервний потік інформації, індексованої по часовій мітці. Часовий ряд – це сукупність точок даних, зібраних за певний період часу. Зміну активу, цінного паперу чи економічної змінної з часом можна візуалізувати за допомогою аналізу часових рядів. Іншим застосуванням є порівняння змін в одній змінній із змінами в інших елементах протягом того самого періоду часу [22]. Щоб спрогнозувати такі показники компанії, як курс фондового ринку, доход, волатильність використовується аналіз часових рядів. Він надає керівництву компаній можливість розпізнавати закономірності в даних у режимі реального часу та відстежувати ці зміни, що допомагає торгувати в різних валютах.

Як приклад застосування аналізу часових рядів у трейдингу наведемо таке дослідження. Враховуючи активність біткоїнів, інвестори прагнуть прогнозувати майбутні ціни на біткоїни, щоб здійснювати прибуткові угоди. Дані про ціни на біткоїни мають бажані властивості, такі як стаціонарність і змішування. Тим не менш, деякі класичні методи прогнозування часових рядів, що використовують цю поведінку, такі як моделі ARIMA, допускають значну похибку в прогнозуванні, а також не мають імовірнісної інтерпретації [9]. У світлі цих обмежень науковці зробили такі кроки: по-перше, ввели теоретичну основу для прогнозування і торгівлі змінами ціни біткоїнів у потрійному стані, тобто збільшенням, зменшенням або відсутністю змін; по-друге, використовуючи фреймворк, представили прості, масштабовані алгоритми і алгоритми реального часу, які забезпечують високу віддачу від середніх інвестицій в біткоїни (наприклад, 6 – 7-кратний, 4 – 6-кратний і 3 – 6-кратний повернення інвестицій для тестів у 2014, 2015 і 2016 рр.), при постійному збереженні високої точності прогнозування

(>60–70 %) і респектабельний коефіцієнт Шарпа (>2,0). Більш того, при тестуванні на період на вісім місяців раніше тестового періоду наші алгоритми працювали майже так само добре, як і при симуляції на останніх даних. Отже, аналіз часових рядів є ефективним, однак потребує підсилення іншими методами аналізу.

Похідний інструмент – це тип фінансового інструменту, в якому вартість продукту формується з вартості базових активів. Цією базовою сутністю може бути торгівля валютою, товарами, акціями або опціонами [23]. Похідні фінансові інструменти відіграють корисну та важливу роль у хеджуванні та управлінні ризиками, але вони також представляють низку небезпек для стабільності фінансових ринків а, отже, економіки в цілому. Похідні фінансові інструменти використовуються для хеджування та спекуляції ризиками, пов'язаними з торгівлею та фінансами. При використанні для хеджування ризиків похідні інструменти передають ризики від хеджерів, які не бажать нести ризики, сторонам, які краще здатні або більш готові їх нести. В цьому відношенні деривативи допомагають ефективно розподіляти ризики між різними особами і суб'єктами в економіці. Інвестори також можуть використовувати деривативи для спекуляцій та участі в арбітражній діяльності. Спекулянти – це трейдери, які хочуть зайняти певну позицію на ринку; вони роблять ставку на те, що ціна базового активу або товару буде рухатися в певному напрямку протягом терміну дії контракту. На додаток до управління ризиками, деривативи відіграють дуже корисну економічну роль у визначенні цін та арбітражі. Торгівля похідними фінансовими інструментами заснована на методах кредитного плеча, що дає змогу отримувати величезний прибуток при невеликих сумах інвестицій. Технологія відіграє значну роль у характеристиці похідних і гарантує, що всю необхідну інформацію можна знайти в загальному сенсі. Отже, технологічний прогрес спростить процес, особливо для трейдера.

Інновації у сфері похідних фінансових інструментів і торгівлі ними на фінансовому ринку мають велике значення, дозволяючи господарюючим суб'єктам адаптуватися до цих нових умов у глобальній економіці. Похідні інструменти баланують ділові та фінансові операції, знижуючи ринкові ризики, пов'язані з коливаннями цін, процентних ставок і обмінних курсів. У результаті високої прибутковості в новій галузі торгівлі та управління ризиками у сфері операцій з похідними фінансовими інструментами основними учасниками є великі фінансові та нефінансові інститути в ролі хеджерів, спекулянтів і арбітрів. Застосовуючи похідні інструменти, забезпечується виявлення

цінового арбітражу, хеджування і спекуляцій, управління ризиками, захист і ставки на зміну цін з метою отримання прибутку [24]. Ринок деривативів успішно розвивався в умовах ефективного режиму регулювання. Всі три передумови для добре функціонуючого ринку – безпека, ефективність та інновації. Хоча немає необхідності в структурних змінах, в рамках яких сьогодні працюють позабіржові гравці і біржі, поліпшення можливі. Зокрема, у позабіржовому сегменті підвищення операційної ефективності, прозорості ринку та зниження ризиків контрагентів допоможуть глобальному ринку деривативів функціонувати ще ефективніше.

Висновки

Технологія привела до фундаментальних змін у тому, як працюють фінансові ринки, починаючи із самого першого етапу формування акцій і

продовжуючи торгівлю цими акціями. Технології, без сумніву, кардинально змінили спосіб здійснення інвестицій. Фінансові ринки на сьогодні значною мірою комп'ютеризовані – від подачі заявок на основі програмного забезпечення до визначення ціни і прямого клірингу і розрахунків комп'ютерні технології витіснили ручні операції і спростили функції по всьому ланцюжку створення вартості в торгівлі. Поява сучасних інформаційних технологій кардинально змінило спосіб поширення інформації на фінансових ринках, зробивши великий обсяг інформації доступним для широкої бази учасників фінансового ринку в режимі реального часу при низьких витратах. Тісний зв'язок інформаційних технологій та фінансових ринків не викликає сумнівів, як і актуальність дослідження використання різноманітних інформаційних технологій та інноваційних рішень для досягнення найвищих результатів на фінансових ринках.

References

1. Gao, M., Huang, J. (2020). Informing the market: the effect of modern information technologies on information production. *The review of Financial Studies*, 33 (4), 1367–1411 (<https://doi.org/10.1093/rfs/hhz100>).
2. Chang, P. C., Liao, T. W., Lin, J. J., Fan, C. Y. (2011). A dynamic threshold decision system for stock trading signal detection. *Applied Soft Computing*, 11 (5), 3998–4010.
3. Sun, Q., Lim, C. C., Shi, P., Liu, F. (2016). Moving horizon estimation for Markov jump systems. *Information Science*, 367, 143–158.
4. Jiang, H., Zhang, H., Luo, Y., Wang, J. (2016). Optimal tracking control for completely unknown nonlinear discrete-time Markov jump systems using data-based reinforcement learning method. *Neurocomputing*, 194, 176–182 (<https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.02.029>).
5. Olson, R. S., Urbanowicz, R. J., Andrews, P. C., Lavender, N. A., Kidd, L. C., Moore, J. H. (2016). Automating biomedical data science through tree-based pipeline optimization. *European Conference on the Applications of Evolutionary Computation*, 123–137.
6. Dunis, C. L., Rosillo, R., de la Fuente, D., Pino, R. (2013). Forecasting IBEX-35 moves using support vector machines. *Neural Computing Applied*, 23 (1), 229–236
7. Zhou, F., Zhou, H. M., Yang, Z. H., Yang, L. H. (2019). EMD2FNN: A strategy combining empirical mode decomposition and factorization machine based neural network for stock market trend prediction. *Expert System Applied*, 115, 136–151.
8. Kumar, Hemanth P., Patil, Basavaraj S. (2018). Forecasting volatility trend of INR USD currency pair with deep learning LSTM techniques. 2018. *3rd International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)* (DOI: 10.1109/CSITSS.2018.8768767).
9. Ling, X., Deng, W., Gu, C., Zhou, H., Li, C., Sun, F. (2017). Model ensemble for click prediction in Bing search Ads, in: *Proceedings of the 26th International Conference on World Wide Web Companion*, pp. 689–698.
10. Pradeepkumar, D., Ravi, V. (2017). Forecasting financial time series volatility using particle swarm optimization trained quantile regression neural network. *Applied Soft Computing*, 58, 35–52.
11. This Is What Makes 2022 Best Time for Launching Personal Finance App. (2022). URL: <https://shakuro.com/blog/what-makes-now-a-great-time-to-build-a-personal-finance-app>.
12. How Top Personal Finance Companies Built The Best PFM Apps. URL: <https://www.cbinsights.com/research/personal-finance-apps-strategies>.
13. Sacchitello, M. (2020). Best Online Brokers and Trading Platforms. URL: <https://www.investopedia.com/best-online-brokers-4587872>.
14. Ahmed, M. K., Wajiga, G. M., Blamah, N. V. & Modi, B. (2019). Stock market forecasting using ant colony optimization based algorithm. *Am J Math Comput Model*, 4(3), 52–57.
15. Fang, F., Ventre, C., Basios, M., Kanthan, L., Martinez-Rego, D., Wu, F. & Li, L. (2022). Cryptocurrency trading: a comprehensive survey. *Financial Innovation*, 8(1), 1–59.
16. Czupryna, M., Kubińska, E. (2015). What makes technical analyses popular? *Argumenta oeconomica cracoviensia*, 12, 53–66.
17. Wong, W., Manzur, M., Chew, B. (2013). How rewarding is technical analysis? Evidence from Singapore stock market. *Applied Financial Economics*, 13 (7). (<https://doi.org/10.1080/0960310022000020906>).
18. Sebastião, H. M. C. V., Cunha, P. J. O. R. D. & Godinho, P. M. C. (2021). Cryptocurrencies and blockchain. Overview and future perspectives. *International Journal of Economics and Business Research*, 21(3), 305–342.

19. Orús, R., Mugel, S., Lizaso, E. (2019). Quantum computing for finance: Overview and prospects. *Reviews in Physics*, 4 (<https://doi.org/10.1016/j.revip.2019.100028>).
20. Atsalakis, G., Dimitrakakis, E., Zopounidis, C. (2011). Elliott Wave Theory and neuro-fuzzy systems, in stock market prediction: The WASP system. *Expert Systems with Applications*, 38 (8), 9196–9206 (<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.068>).
21. Angelo, E., Grimaldi, G. (2017). The Effectiveness of the Elliott Waves Theory to Forecast Financial Markets: Evidence from the Currency Market. *International Business Research*, 10 (6) (<https://doi.org/10.5539/ibr.v10n6p1>).
22. Ibrahim, A., Kashef, R. & Corrigan, L. (2021). Predicting market movement direction for bitcoin: A comparison of time series modeling methods. *Computers & Electrical Engineering*, 89, 106905.
23. Gidea, M., Goldsmith, D., Katz, Y., Roldan, P. & Shmalo, Y. (2020). Topological recognition of critical transitions in time series of cryptocurrencies. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*, 548, 123843.
24. Stankovska, A. (2017). Global Derivatives Market. *SEEU Review*, 81–93 (DOI: 10.1515/seeur-2017-0006).
25. Cuny, C. (2018) When knowledge is power: Evidence from the municipal bond market. *Journal of Accounting and Economics*, 65, 109–28.
26. Goldstein, I., Yang, S., Zuo, L. (2020). The Real Effects of Modern Information Technologies: Evidence from the EDGAR Implementation. *National Bureau of economic research*, 27529. (DOI 10.3386/w27529).
27. Hong, D., Van, V., Minh, N. (2020). Derivatives market and economic growth nexus: Policy implications for emerging markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 54. (<https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.10.014>).
28. Kim, J., Moon, N. (2019). BiLSTM model based on multivariate time series data in multiple field for forecasting trading area. *J Ambient Intell Human Comput*. (<https://doi.org/10.1007/s12652-019-01398-9>).
29. Lyakina, M., Koyundzhiyska-Davidkova, B., Popp, J. (2021). Technical analysis and its theoretical basis for trading activity management, *Ekonomicko-manazerske spektrum*, 15 (2), 52-64.
30. Zhou, F., Zhang, Q., Sornette, D., Jiang, L. (2019). Cascading logistics regression onto gradient boosted decision trees for forecasting and trading stock indices. *Applied Soft Computing*, 84. (<https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105747>).

Стаття надійшла до редколегії 22.06.2022

Mykyta Nikolaiev

Postgraduate student of the Department of Information Systems and Technologies, <https://orcid.org/0000-0003-3616-6347>
Taras Shevchenko Kyiv National University, Kyiv

OVERVIEW OF ONLINE TRADING INFORMATION TECHNOLOGIES

Abstract. It is impossible to deny the importance of technology in our modern life. Technology has had a significant impact on almost every aspect of modern life, including but not limited to socializing, commuting, shopping, studying, and everything else. Over the years, the impact of technology has grown to such an extent that even aspects such as investment and the stock market are beginning to feel some impact. The stock market and technological progress are important components of the modern world. Technology has led to fundamental changes in the way financial markets operate, starting with the very first stage of stock formation and continuing to trade those stocks. Technology has undoubtedly radically changed the way investments are made. Financial markets today are largely computerized – from software-based bidding to price determination and direct clearing and settlement, computer technologies have replaced manual operations and simplified functions throughout the value chain in trading. Stock markets around the world are leveraging technological advances for Secure Transaction Management and monitoring. Until a few years ago, brokers shouted at each other for exchanging orders on the stock exchange. However, today's stock exchange trading takes place without physical contact from brokers and provides unlimited opportunities for studying market trends and buying stocks. Thanks to the introduction of technology, the stock market has become more user-friendly, providing faster settlements on transactions, increased transparency, increased security, automated surveillance, and much more. The close relationship between information technologies and financial markets is beyond doubt, as is the relevance of research on the use of various information technologies and innovative solutions to achieve the highest results in financial markets. The purpose of this study is to identify and analyze modern information technologies used in securities trading. In particular, attention is focused on: tools for predicting trends in financial markets; technological solutions for improving financial literacy of the population, open access to the securities market regardless of the age category of the user, his professional activity, etc.; advantages and disadvantages of online trading, the specifics of online brokers and their role in trading on financial markets; technical analysis, time series analysis and quantum computing for analyzing trends in financial markets; using information technologies in the derivatives market.

Keywords: information technology, stock market, financial instruments, exchange trading, forecasting, online trading

Посилання на публікацію

APA Nikolaiev, Mykyta. (2022). Overview of online trading information technologies. *Management of development of complex systems*, 50, 97–104. [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.50.97-104](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.50.97-104).

ДСТУ Ніколаєв М. О. Огляд інформаційних технологій онлайн-трейдингу. Київ, 2022. *Управління розвитком складних систем*. № 50. С. 106 – 114, [dx.doi.org/10.32347/2412-9933.2022.50.106-114](https://doi.org/10.32347/2412-9933.2022.50.106-114).