

ТЕХНОЛОГІЧНІ ІННОВАЦІЇ НА РИНКУ ЦІННИХ ПАПЕРІВ TECHNOLOGICAL INNOVATIONS IN THE STOCK MARKET

УДК 336.763:004

<https://doi.org/10.32843/bses.59-43>**Марина А.С.**

к.е.н., доцент,
доцент кафедри управління
і фінансово-економічної безпеки
ДВНЗ «Донецький національний
технічний університет»

Мась Р.В.

магістр кафедри управління
і фінансово-економічної безпеки
ДВНЗ «Донецький національний
технічний університет»

Maгyна Anna

Donetsk National Technical University

Mas Roman

Donetsk National Technical University

Фінансовий ринок сьогодні є одним з основних секторів світової економіки. Щоденні обсяги укладених угод вимагають істотного вдосконалення організаційно-інформаційного оснащення процесу торгів на фінансових ринках, зокрема на фондовому та валютному. У роботі розглянуто сучасні тенденції технологічного переоснащення процесу укладання та виконання угод на ринку цінних паперів – від трейдингу до клірингу та виконання вимог і посттрейдингу. До основних технологічних рішень, які впливають та в подальшому впливатимуть на функціонування та розвиток світового фондового ринку, варто віднести дані, хмарні обчислення, штучний інтелект та технологію розподіленого реєстру. Використання зазначених нововведень дає змогу істотно підвищити результативність та ефективність торгових операцій на ринку цінних паперів як за рахунок зменшення кількості однотипних повторюваних операцій, так і за рахунок упровадження принципово нових підходів до обробки даних.

Ключові слова: ринок цінних паперів, фінансові інновації, штучний інтелект, хмарні обчислення, технологія розподіленого реєстру, трейдинг, кліринг, посттрейдинг.

Финансовый рынок сегодня является одним из основных секторов мировой экономики.

Ежедневные объемы заключаемых сделок требуют существенного усовершенствования организационно-информационного оснащения процесса торгов на финансовых рынках, в частности на фондовом и валютном. В работе рассмотрены современные тенденции технологического переоснащения процесса заключения и исполнения сделок на рынке ценных бумаг – от трейдинга к клирингу, выполнению обязательств и посттрейдингу. К основным технологическим решениям, которые влияют и в дальнейшем будут влиять на функционирование и развитие мирового фондового рынка, следует отнести данные, облачные вычисления, искусственный интеллект и технологию распределенного реестра. Использование обозначенных нововведений позволяет существенно повысить результативность и эффективность торговых операций на рынке ценных бумаг как за счет уменьшения количества однотипных повторяющихся операций, так и за счет внедрения принципиально новых подходов к обработке данных.

Ключевые слова: рынок ценных бумаг, финансовые инновации, искусственный интеллект, облачные вычисления, технология распределенного реестра, трейдинг, клиринг, посттрейдинг.

Today's financial market is one of the main sectors of the world economy. Today's stock market is the driving force behind the development of the financial sector. It is the largest in terms of volume and number of transactions of financial assets. That is the reason why the stock market is the main generator and implementer of innovations. The creation of innovative financial products and technologies is a continuous process that covers organizational, legal, institutional, and other aspects of the functioning of the financial market. Along with the emergence of new financial instruments, the latest technologies for the organization of the trading process, clearing and compliance with the requirements of financial markets are gaining momentum. Given the volume of transactions on the stock market, modern information technologies, which significantly optimize the trading process on it, become especially relevant. The creation of technological innovations is aimed at improving the existing level of customer service, eliminating existing problems in the current trading cycle, and reducing the costs of key market participants. It is in the stock market that information technology re-equipment of the process of concluding and executing agreements is developing at the fastest pace. The main technological solutions that affect and will continue to affect the functioning and development of the global stock market include big data, cloud computing, artificial intelligence and distributed registry technology. The use of these innovations can significantly increase the efficiency and effectiveness of trading operations in the securities market both by reducing the number of similar repetitive transactions and by introducing fundamentally new approaches to data processing. Existing innovations are still applied to certain stages of securities trading operations, but their gradual implementation to all stages of the operating cycle is expected. The presence of some positive experience in the use of artificial intelligence technologies and distributed registry provides an opportunity to argue about the need to further increase the volume of transactions using modern data processing technologies.

Key words: securities market, financial innovations, artificial intelligence, cloud computing, distributed registry technology, trading, clearing, posttrading.

Постановка проблеми. Фондовий ринок сьогодні є рушійною силою розвитку фінансового сектору. На ньому відбувається найбільші за обсягами та кількістю операції з фінансовими активами, тому саме фондовий ринок є основним генератором та імплеметатором нововведень. Створення інноваційних фінансових продуктів та технологій є безперервним процесом, який охоплює як організаційний, так і правовий, інституційний та інші аспекти функціонування фінансового ринку. Поряд із появою нових фінансових інструментів значних обертів набувають новітні технології організації процесу торгівлі, клірингу та виконання вимог на фінансових ринках. Зважаючи на обсяги угод на фондовому ринку, особливої актуальності набувають сучасні інформаційні технології оптимізації процесу торгів на ньому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню технологічних інновацій присвячено чимало праць зарубіжних науковців, серед яких варто відзначити С. Банко, М. Донохе, С. Голдмана, Г. Мак Давелл, В. Олівера, А. Парка та ін. Роботи вітчизняних науковців присвячені здебільшого аналізу тенденцій розвитку світового та національного фінансового та фондових ринків.

Постановка завдання. Метою дослідження є аналіз сучасних напрямів технологічного вдосконалення процесу торгів на фондових біржах та оцінка перспектив таких нововведень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Невід'ємною частиною розвитку ринків цінних паперів є впровадження новітніх технологій. Створення технологічних інновацій спрямоване на вдосконалення існуючого рівня сервісу для клі-

ентів, усунення існуючих проблем у роботі поточної схеми торгів та зменшення витрат основних учасників ринку. Саме на фондовому ринку інформаційно-технологічне переоснащення процесу укладання та виконання угод розвивається найбільшими темпами.

Асоціація фінансових ринків в Європі (AFME – *The Association for Financial Markets in Europe*) ще в 2018 р. виділила чотири ключові технології, що впливають і в подальшому будуть впливати на розвиток та функціонування фінансових ринків у цілому та фондового ринку зокрема (рис. 1).

Технологія «Дані та Аналітика» передбачає управління та контроль над масивами даних, а також генерування похідних інформаційних потоків із наявних ресурсів для оптимізації процесу прийняття управлінських рішень. Роль інформації (*data*) істотно зросла в останні роки через виникнення специфічних інституцій. До функцій таких організацій належать управління генерацією інформаційних повідомлень, статистичних й аналітичних даних, сортування та групування даних, захист та зберігання даних. Такі інституції змушують фірми та корпорації генерувати та обробляти значні обсяги даних, пов'язаних із діяльністю на фінансовому ринку: рейтингом, ризиками, ціноутворенням тощо. Упоратися з великими обсягами інформації допомагають хмарні обчислення.

Хмарні обчислення підтримують можливість імплементації нових комп'ютерних технологій для швидкої обробки великих обсягів даних. Виділяють три основні моделі хмарних обчислень (рис. 2): приватні, публічні та гібридні.

Приватна модель передбачає обробку даних у віртуальній інфраструктурі певної установи або в організації, яка є стороннім постачальником інфраструктури. За публічної моделі хмарні обчислення розміщуються в інфраструктурі постачальника хмарних служб у центрах обробки даних. Гібридна модель є комбінацією приватної та публічної моделей. Із хмарними обчисленнями тісно пов'язане використання штучного інтелекту.

Штучний інтелект – загальне поняття для позначення різних технологій та алгоритмів, які уможливають імітацію людського розуму машинами та комп'ютерами через навчання (отримання інформації та правил її використання), міркування (виведення певних висновків шляхом дотримання попередньо визначених правил використання інформації) та самовиправлення [1]. Сьогодні штучний інтелект є однією з передових технологій у фінансовій сфері, що базується на прийомах та алгоритмах, які розроблялися протягом кількох десятиліть та широко використовуються в нефінансовій сфері.

Технологічні вдосконалення, зокрема збільшення потужності обчислювальної техніки, дали змогу запускати складні та інтенсивні алгоритми

штучного інтелекту, які швидко обробляють складні дані. Обробка великих масивів даних (*big data*) значно збільшила потенціал штучного інтелекту. Останніми роками відбулися певні важливі для розвитку технологій штучного інтелекту явища: можливості програмування та інструменти для машинного навчання стали більш відкритими, відбулося прискорення застосування передових методів обчислення (складні математичні методи, відомі як «глибоке навчання») завдяки розробленню та випуску нового програмного забезпечення з відкритим кодом.

Застосування штучного інтелекту дало змогу істотно спростити, зменшити трудомісткість та час виконання більшості поставлених завдань, що надало додатковий імпульс до використання даної технології у новий спосіб та в нових сферах. Яскравим прикладом є перехід від «прогнозного» аналізу (оцінки результату з певною ймовірністю) до сценарного (який передбачає оцінку кількох варіантів вирішення завдання або варіантів дій з ілюстрацією ймовірного результату кожного з рішень). Використання сценарного аналізу значно поліпшує можливість передбачати та вчасно реагувати на нові ринкові тенденції.

Позитивний досвід використання технологій штучного інтелекту може використовуватися регуляторними та наглядовими службами: огляд та оцінка трендів ринку цінних паперів, а також виявлення та оцінка ризиків стануть швидшими та точнішими. Таким чином, ці служби зможуть швидше реагувати на явища, що розвиваються на ринку, формувати та затверджувати відповідні нормативно-правові акти.

Проте попри всі переваги технології штучного інтелекту існують певні недоліки в його імплементації. До основного недоліку слід віднести залежність роботи алгоритмів та конфігурації налашту-

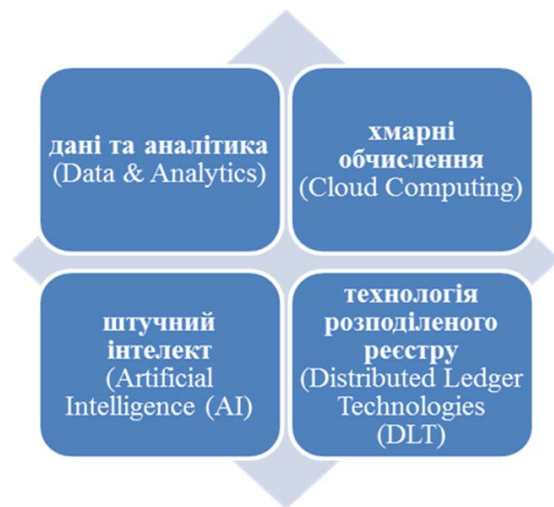


Рис. 1. Ключові технології розвитку фінансових ринків

Джерело: складено за [1]

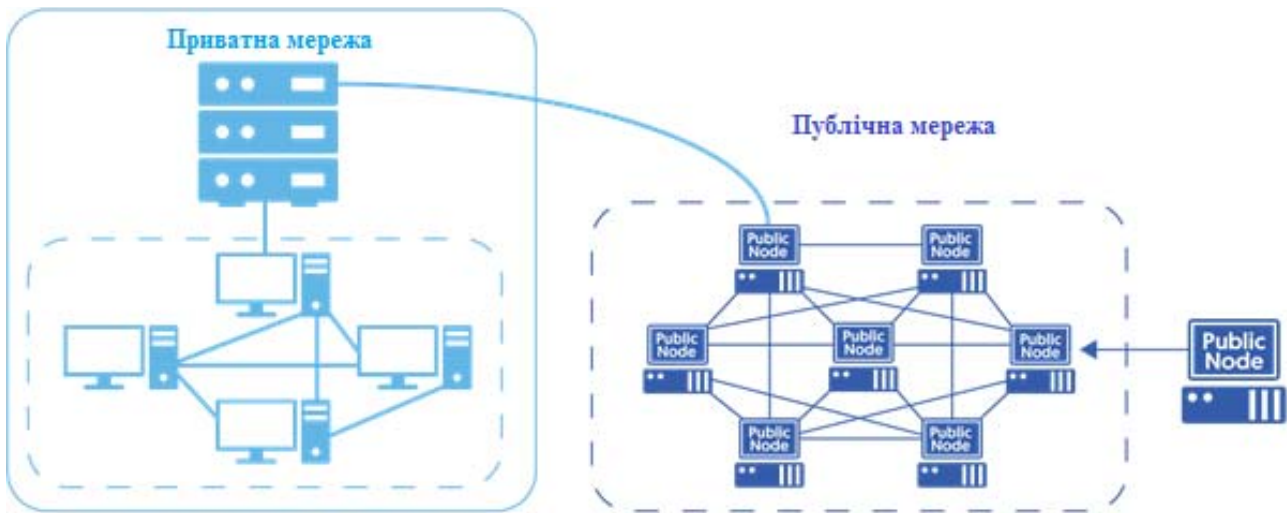


Рис. 2. Моделі хмарних обчислень

Джерело: складено за [1]

вань систем штучного інтелекту від людського втручання та нагляду, тому дуже часто помилки в роботі систем штучного інтелекту виникають із вини людини.

У довгостроковій перспективі найбільш перспективною технологією, за версією AFME, є технологія розподіленого реєстру (DLT). Вона поєднує в собі технологію баз даних та криптографію. Сутність технології розподіленого реєстру полягає у тому, що кожен із декількох її користувачів може зберігати та оновлювати власну (розподілену) копію даних у спільній базі даних. Усі копії даних залишаються узгодженими між собою за допомогою комп'ютеризованого механізму консенсусу, а не за допомогою довіреної третьої особи.

Механізм консенсусу – це відмовостійкий механізм, який використовується в комп'ютерних та блокчейнових системах для досягнення необхідної згоди щодо єдиного значення даних або єдиного стану мережі серед розподілених процесів або мультиагентних систем, наприклад із криптовалютами [2].

Перевагами даної технології є (рис. 3): можливість розподілення (усі учасники мережі мають повну копію реєстрів, що забезпечує повну прозорість діяльності), анонімність (особистість учасника прихована під псевдонімом або участь є анонімною), часова фіксація (усі угоди фіксуються у часі, про що є відповідні записи), узгодженість (усі учасники мережі погоджуються на достовірність кожного запису), незмінність (будь-які перевірені записи є незворотними і не можуть бути змінені), безпека (усі записи шифруються індивідуально), можливість програмування (технологія дає змогу застосовувати програмування, тобто створення «розумних контрактів»).

Найвідомішими технологіями розподіленого реєстру є блокчейни, з яких найдовше існує біт-

коїн-блокчейн. Багато науковців зазначають значне зниження витрат на «обслуговування» операційного трейдингового циклу за умови використання зазначеної технології. Так, відповідно до Goldman Sachs [3], використання DLT зменшило б транзакційні витрати на андеррайтинг-страхування на 2–4 млрд дол. США тільки у Сполучених штатах, на 11–12 млрд дол. США зменшилися б витрати, пов'язані з клірингом цінних паперів та дійсним обміном цінних паперів на гроші.

Аналіз *Banco Santander*, *Oliver Wyman* та *Anthemis Group* свідчить про те, що DLT може зменшити витрати на інфраструктуру банків, пов'язану з транскордонними платежами та торгівлею цінними паперами, на 15–20 млрд дол. США [4]. Світовий економічний форум навіть підраховує, що до 2027 р. до 10% вартості світового ВВП зберігатиметься на блокчейнах [5].

Хоча фінансовим установам ще належить продемонструвати, що DLT є життєздатним та стійким рішенням для супроводження повного циклу торгівлі цінними паперами: трейдинг, кліринг, виконання контракту (рис. 4).

Уже є приклади вдалого використання технології DLT у деяких нішах систем трейдингу та посттрейдингу. Так, Австралійська фондова біржа співпрацювала з *Digital Assets* для використання DLT для клірингу та виконання контрактів за акціями [6]. NASDAQ і SEB створили платформу для торгівлі взаємними фондами на основі технології блокчейн [7]. Overstock.com запустив закриту трейдингову платформу для продажу власного блокчейну [8]. NASDAQ запустив Linq, щоб бути в змозі приватно випускати цінні папери [9]. Французький центральний депозитарій цінних паперів (CSD) ID2S застосовує технологію блокчейн для випуску французьких комерційних паперів, а Канадська біржа цінних паперів розробила

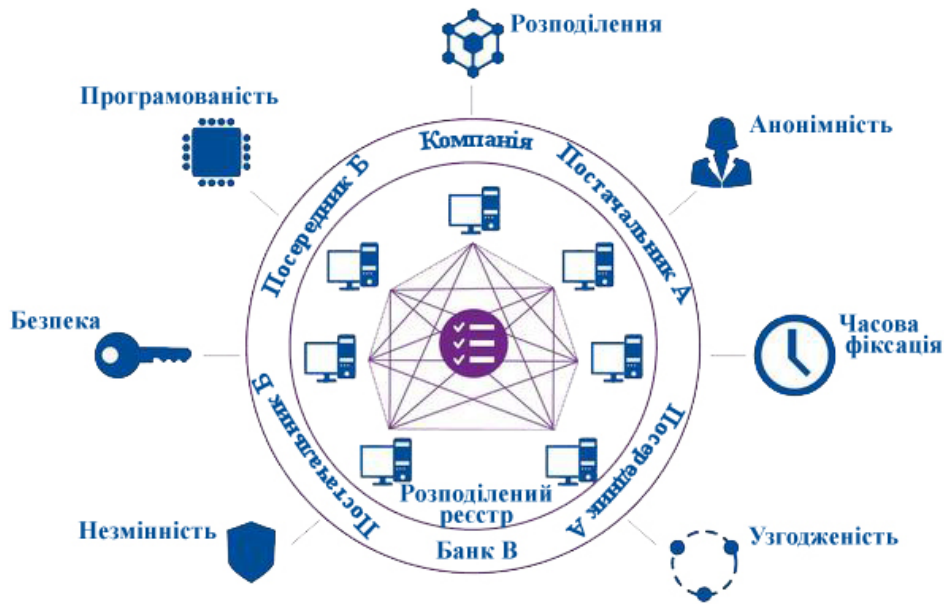


Рис. 3. Переваги застосування DLT-технології

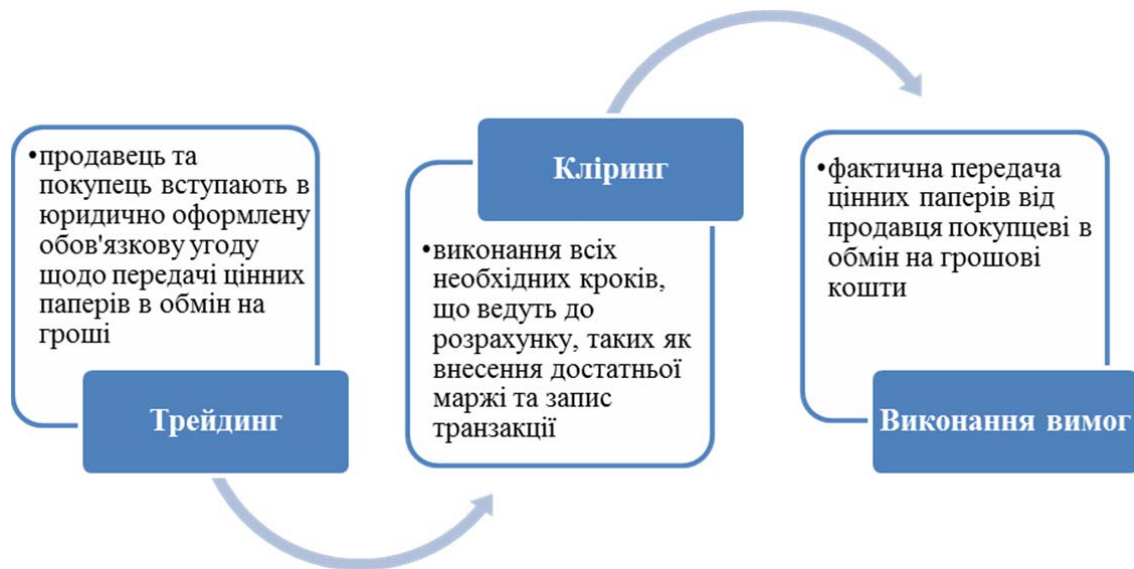


Рис. 4. Цикл торгівлі цінними паперами

DLT-платформу клірингу та виконання вимог, щоб дати змогу компаніям випускати цінні папери із власним капіталом та фіксованим доходом [10].

Попри істотне поширення технології DLT досі до кінця незрозуміло, чи матиме дана технологія великий вплив на торгівлю цінними паперами і чи можливе її застосування для охоплення повного циклу торгівлі фінансовими активами – від торгівлі до клірингу та виконання вимог. За даними Міжнародної асоціації послуг із цінних паперів [11], жодна повномасштабна система DLT не працює в повному обсязі, тому масштаби ефекту використання DLT із погляду впливу на бізнес-моделі поки не відомі. На думку деяких учасників сфери ринку цінних паперів [3; 12] та науковців [13], на організаторів торгів або інші торгові об'єкти, ско-

ріше за все, дана технологія впливає несуттєво, оскільки учасникам цих інфраструктур ринку все ще необхідно знаходити контрагентів. Окрім того, згідно з [9], покупці та продавці діятимуть спочатку через посередників, а потім проведуть транзакцію для передачі певного обсягу активу, що буде передаватися в мережу та перевірятися. Проте, враховуючи характеристики технології, посттрейдинг (тобто кліринг та виконання вимог) та торгівля можуть стати більш взаємозалежними в середовищі DLT порівняно з діючою послідовною обробкою угод купівлі-продажу цінних паперів. Деякі науковці навіть стверджують, що фази здійснення (execution), клірингу (clearing) та виконання вимог (settlement) будуть однаковими [14]. Із цього випливає, що не буде існувати різниці

між трейдингом та посттрейдингом, а роль інституцій на ринку посттрейдингу буде істотно зменшена [15]. Торгові майданчики можуть розробити власний спосіб клірингу та виконання вимог із використанням технології DLT, тим самим усуваючи потребу в центральних депозитаріях та центральних контрагентах. Утім, більша ймовірність поетапного впровадження зазначених технологій учасниками ринку, причому з переміщенням акценту на середовище посттрейдингу, в якому сьогодні зосереджена більшість «неефективної роботи» (ручна обробка даних, довгі ланцюги зберігання тощо), що може бути видаленою. Наявність великого обсягу «неефективної роботи» зумовлює вивчення біржами технологій DLT саме для застосування на посттрейдингових етапах – клірингу та виконанні вимог.

Також не слід виключати того факту, що центральні контрагенти та центральні депозитарії самі почнуть використовувати цю технологію. Центральні контрагенти матимуть можливість охоплення усіх взаємозалежностей торгівлі завдяки доступу до блокчейну, тим самим отримуючи можливість краще оцінювати ризики [16]. Коли первісний досвід використання технологій штучного інтелекту буде оброблений та проаналізований, будуть більш зрозумілими напрями розвитку всієї системи трейдингу з використанням технологій DLT.

Що стосується торгівлі позабіржових деривативів, то DLT також передбачає для неї численні переваги. Причина появи цих переваг полягає у тому, що кліринг та виконання вимог за позабіржовими деривативами сьогодні передбачають різноманітні ручні дії та обтяжливі завдання, включаючи постійні оцінки, ведення записів про право власності та домовленості щодо міжсистемних зобов'язань. Торгівля позабіржовими деривативами є дорожчою через збільшення суми необхідного забезпечення. DLT та інтелектуальні контракти можуть оптимізувати процеси розрахунків та встановлення націнок, тим самим забезпечуючи зменшення фінансових витрат для учасників ринку. Нарешті, DLT може бути використана для зменшення довгих ланцюжків контролю, які беруть участь у транскордонних операціях біржових цінних паперів, зокрема з позабіржовими деривативами.

На ринку позабіржових деривативів уже реалізовані пілотні проєкти використання DLT. Канадська портфельна компанія *Fairom* розробляє рішення, що базується на DLT, для автоматизації бек-офісних операцій із позабіржовими деривативами з метою 30%-го зменшення витрат фінансових установ, що управляють цими фінансовими продуктами. DTCC (*Depository Trust & Clearing Corporation*) ініціював створення рішення для обробки кредитних деривативів, таких як кредитні

дефолтні свопи, у мережі DLT. Окрім того, Міжнародна асоціація свопів та деривативів (ISDA – International Swaps and Derivatives Association) у співпраці з регуляторною платформою REGnosys розробила модель спільного домену CDM, щоб забезпечити глобальні репрезентативні стандарти для всіх подій та дій, що відбуваються протягом циклу торгівлі деривативами на блокчейні.

Велика кількість прикладів ілюструє загально-визнану думку фінансової сфери про те, що технології штучного інтелекту можуть надати велику кількість переваг. Проте існує поширена думка щодо поступового переведення операційного циклу на технологію DLT, тобто поетапної еволюції ринку, а не стрімкого революційного перетворення [17]. Для учасників ринку спрямування власних інвестицій швидкими темпами в існуючі технології з досить нечітким майбутнім є істотним ризиком, тому вони спочатку зосереджуються на певних сегментах, в яких можна отримати найбільшу ефективність від використання технології. Наступним етапом упровадження технології є поширення її на весь «життєвий цикл» трейдингу.

Німецький комітет банківської індустрії [18] прогнозує ймовірне паралельне існування технологій DLT та вже сьогодні застарілих систем протягом наступних 20–30 років із поступовою адаптацією нової технології. Позиція щодо співіснування мереж DLT разом із застарілими ринковими інфраструктурами в найближчому майбутньому підтримується й ISSA [11]. Це зумовлено наявністю певних зовнішніх та внутрішніх бар'єрів, зокрема складністю переходу від застарілих систем до систем на основі DLT, негативним сприйняттям громадськістю криптовалют, інертністю в упровадженні цієї технології та незрозумілим державним регулюванням.

Висновки з проведеного дослідження. Останніми роками на фондовому ринку цінних паперів отримали застосування кілька істотних технологічних удосконалень, що дало змогу оптимізувати процес трейдингового циклу на біржах та збільшити прибутки учасників торгів. Існуючі нововведення поки що застосовуються до окремих етапів операцій торгівлі цінними паперами, проте очікується їх поетапне впровадження до всіх етапів операційного циклу. Наявність певного позитивного досвіду застосування технологій штучного інтелекту та розподіленого реєстру дає змогу стверджувати про необхідність подальшого збільшення обсягів операцій, що використовують сучасні технології обробки даних та здійснення торгів.

Перспективним напрямом досліджень є оцінка перспектив застосування окремих елементів існуючих інноваційних технологій на ринку цінних паперів у діяльності вітчизняних учасників фондового ринку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Technology and Innovation in Europe's Capital Markets. The Association for Financial Markets in Europe. URL: <https://www.afme.eu/Portals/0/DispatchFeaturedImages/AFME-PWC%20Technology%20and%20Innovation%20Europe%E2%80%99s%20Capital%20Markets.pdf> (accessed 02 November 2020).
2. Consensus Mechanism (Cryptocurrency). URL: <https://www.investopedia.com/terms/c/consensus-mechanism-cryptocurrency.asp> (accessed 02 November 2020).
3. Goldman Sachs (2016) Blockchain: Putting theory in practice. In: Equity Research. URL: <https://github.com/bellaj/Blockchain/blob/master/Goldman-Sachs-Blockchain-Putting-Theory-into-Practice.pdf> (accessed 02 November 2020).
4. Banco Santander, Oliver Wyman, and Anthemis Group (2015) The FinTech 2.0 paper: Rebooting financial services. URL: <http://santanderinnoventures.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Fintech-2-0-Paper.pdf> (accessed 02 November 2020).
5. WorldEconomicForum(2015)Thefutureoffinancial services: How disruptive innovations are reshaping the way financial services are structured, provisioned and consumed. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_future_of_financial_services.pdf (accessed 02 November 2020).
6. McDowell H. (2017) ASX to replace equity post-trade systems with blockchain. In: Global Custodian. URL: <https://www.globalcustodian.com/asx-to-replace-equity-post-trade-systems-with-blockchain/> (accessed 02 November 2020).
7. Parsons J. (2017) Nasdaq and SEB to build blockchain platform for mutual funds. In: Global Custodian. URL: <https://www.globalcustodian.com/nasdaq-and-seb-to-build-blockchain-platform-for-mutual-funds/> (accessed 02 November 2020).
8. Ryan R., Donohue M. (2017) Securities on blockchain. *Business Lawyer*, № 73 (1), pp. 85–108.
9. Peters G.W., Vishnia G.R. (2016) Overview of emerging blockchain architectures and platforms for electronic trading exchanges. SSRN working paper. URL: <https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/over-view-of-emerging-blockchainarchitectures-and-plat-forms-for-e> (accessed 02 November 2020).
10. McDowell H. (2018) Canadian securities exchange releases blockchain clearing platform. In: Global Custodian. URL: <https://www.globalcustodian.com/canadian-securities-exchange-releases-block-chain-clearing-platform/> (accessed 11 November 2020).
11. ISSA (2019) Crypto assets: moving from theory to practice. URL: <https://www.euroclear.com/dam/PDF> (accessed 14 November 2020).
12. Euroclear, Oliver Wyman (2016) Blockchain in capital markets: the price and the journey. URL: <http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/feb/BlockChain-In-Capital-Marketspdf> (accessed 14 November 2020).
13. Fico P. (2016) Virtual currencies and blockchains: Potential impacts on financial market infrastructures and on corporate ownership. SSRN Working Paper. URL: https://mbs.edu/getattachment/fircg/FIRCG-2016/Papers/7-Paola_Fico_virtu-currencyblockchain-mb.pdf (accessed 15 November 2020).
14. Malinova K., Park A. (2016) Market design for trading with blockchain technology. SSRN working paper. URL: http://blockchain.cs.ucl.ac.uk/wp-content/uploads/Paper_18.pdf (accessed 14 November 2020).
15. Peters G.W., Panayi E. (2016) Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: future of transaction processing and smart contracts on the internet of money. Springer, Banking beyond Banks and Money.
16. Platt C, Csoka P., Massimo M (2017) Implementing derivatives clearing on distributed ledger technology platforms. R3 Report. URL: https://www.r3.com/wp-content/uploads/2017/11/implementing-derivatives-clearing_R3_.pdf (accessed 15 November 2020).
17. Randy Priem Distributed ledger technology for securities clearing and settlement: benefits, risks, and regulatory implications. URL: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186/s40854-019-0169-6.pdf> (accessed 14 November 2020).
18. German Banking Industry Committee (2016) Response to the consultation on the distributed ledger technology applied to securities markets. URL: <http://www.esma.europa.eu/file/19543/download?token=g3KSQ0B2> (accessed 14 November 2020).

REFERENCES:

1. Technology and Innovation in Europe's Capital Markets. The Association for Financial Markets in Europe. Available at: <https://www.afme.eu/Portals/0/DispatchFeaturedImages/AFME-PWC%20Technology%20and%20Innovation%20in%20Europe%E2%80%99s%20Capital%20Markets.pdf> (accessed 02 November 2020).
2. Consensus Mechanism (Cryptocurrency). Available at: <https://www.investopedia.com/terms/c/consensus-mechanism-cryptocurrency.asp> (accessed 02 November 2020).
3. Goldman Sachs (2016) Blockchain: Putting theory in practice. In: Equity Research. Available at: <https://github.com/bellaj/Blockchain/blob/master/Sachs-Blockchain-Putting-Theory-into-Practice.pdf> (accessed 02 November 2020).
4. Banco Santander, Oliver Wyman, and Anthemis Group (2015) The FinTech 2.0 paper: Rebooting financial services. Available at: <http://santanderinnoventures.com/wp-content/uploads/2015/06/The-Fintech-2-0-Paper.pdf> (accessed 02 November 2020).
5. World Economic Forum (2015) The future of financial services: How disruptive innovations are reshaping the way financial services are structured, provisioned and consumed. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_future_of_financial_services.pdf (accessed 02 November 2020).
6. McDowell H (2017) ASX to replace equity post-trade systems with blockchain. In: Global Custodian. Available at: <https://www.globalcustodian.com/asx-to-replace-equity-post-trade-systems-with-blockchain/> (accessed 2 November 2020).
7. Parsons J (2017) Nasdaq and SEB to build blockchain platform for mutual funds. In: Global Custodian. Available at: <https://www.globalcustodian.com/nasdaq-and-seb-to-build-blockchain-platform-for-mutual-funds/> (accessed 2 November 2020).

8. Ryan R, Donohue M (2017) Securities on blockchain. *Business Lawyer*, no. 73 (1), pp. 85–108.
9. Peters G.W, Vishnia G.R (2016) Overview of emerging blockchain architectures and platforms for electronic trading exchanges. SSRN working paper. Available at: <https://researchportal.hw.ac.uk/en/publications/overview-of-emerging-blockchainarchitectures-and-platforms-for-e> (accessed 2 November 2020).
10. McDowellH(2018)Canadiansecuritiesexchange releases blockchain clearing platform. Global Custodian. Available at: <https://www.globalcustodian.com/canadian-securities-exchange-releases-blockchain-clearing-platform/> (accessed 11 November 2020).
11. ISSA (2019) Crypto assets: moving from theory to practice. Available at: <https://www.euroclear.com/dam/PDF> (accessed 14 November 2020).
12. Euroclear, Oliver Wyman (2016) Blockchain in capital markets: the price and the journey. Available at: <http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2016/feb/BlockChain-In-Capital-Marketspdf> (accessed 14 November 2020).
13. Fico P (2016) Virtual currencies and blockchains: Potential impacts on financial market infrastructures and on corporate ownership. SSRN Working Paper. Available at: https://mbs.edu/getattachment/fircg/FIRCG-2016/Papers/7-Paola_Fico_-virtual-currency-blockchain-mb.pdf (accessed 15 November 2020).
14. Malinova K., Park A. (2016) Market design for trading with blockchain technology. SSRN working paper. Available at: http://blockchain.cs.ucl.ac.uk/wp-content/uploads/Paper_18.pdf (accessed 14 November 2020).
15. Peters G.W., Panayi E. (2016) Understanding modern banking ledgers through blockchain technologies: future of transaction processing and smart contracts on the internet of money. Springer, Banking beyond Banks and Money.
16. Platt C., Csoka P., Massimo M. (2017) Implementing derivatives clearing on distributed ledger technology platforms. R3 Report. Available at: https://www.r3.com/wp-content/uploads/2017/11/imple-derivatives-clearing_R3_.pdf (accessed 15 November 2020).
17. Randy Priem Distributed ledger technology for securities clearing and settlement: benefits, risks, and regulatory implications. Available at: <https://link.springer.com/s40854-019-0169-6.pdf> (accessed 14 November 2020).
18. German Banking Industry Committee (2016) Response to the consultation on the distributed ledger technology applied to securities markets. Available at: <http://www.esma.europa.eu/file/19543/download?token=g3KSQ0B2> (accessed 14 November 2020).