

DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2025-73-93>

УДК 347.4:658.6

ПЕРСПЕКТИВНІ ВЕКТОРИ ПРАКТИЧНОЇ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ СМАРТ-КОНТРАКТІВ ЦИФРОВИМИ БІЗНЕС-ЕКОСИСТЕМАМИ

PROSPECTIVE VECTORS OF PRACTICAL IMPLEMENTATION OF SMART CONTRACT TECHNOLOGY BY DIGITAL BUSINESS-ECOSYSTEMS

Рябець Наталія Миколаївна

кандидат економічних наук, доцент,

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2974-2975>**Рябець Олександр Миколайович**

аспірант,

Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5784-7681>**Riabets Nataliia, Riabets Oleksandr**

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman

Стаття присвячена аналізу технології смарт-контрактів, яка протягом останнього часу в контексті прискорення процесів цифровізації якісно трансформує традиційні бізнес-процеси. Мету дослідження становить ідентифікація основних проблем, що наявні як у сучасних підходах до визначення смарт-контрактів, так і складностей, з якими можуть зіткнутися компанії при їх застосуванні у своїй бізнесовій практиці.

Для досягнення окресленої мети здійснено розгляд основних підходів до розуміння дефініції «смарт-контракт». Досліджено ретроспективу формування концепту «смарт-контракт». З метою виявлення та аналізу базису технології смарт-контракт, авторами були ідентифіковані її переваги та недоліки. Виявлено основні функції смарт-контрактів. Представлено алгоритм реалізації та основні компоненти смарт-контракту. Наведено огляд смарт-контрактів та потенційні варіанти їх практичної імплементації в бізнес-екосистемах.

Ключові слова: смарт-контракти, бізнес-екосистема, цифрова трансформація, цифровізація, блокчейн, бізнес-процес.

The article is devoted to the analysis of smart contract technology, which has recently qualitatively transformed traditional business processes in the context of accelerating digitalization processes. Smart contracts allow business structures to automatically fulfill their contractual obligations and exclude the intervention of a trusted third party. The article establishes that it is the development of blockchain technologies that has led to a revolution in the field of digital economy and has given rise to such a tool as a smart contract. Smart contracts operate on an if-then basis, meaning that certain actions will only be performed if certain conditions are met. The term "smart contract" has become quite widespread. It is used not only in the scientific field, but also in practical activities, including international business entities. At the same time, there is no generally accepted approach to determining the essence of this definition. The purpose of the study is to identify the main problems that exist both in modern approaches to defining smart contracts and the difficulties that companies may encounter when applying them in their business practice. To achieve the outlined goal, the article considers the main approaches to understanding the definition of "smart contract". A retrospective study of the formation of the concept of "smart contract" is conducted. The paper analyzes the essence of the concept of "smart contract", provides the basics of the blockchain mechanisms on the basis of which smart contracts are formed. An analysis of the positive and negative characteristics of smart contracts is made, examples of practical application of smart contracts today are also analyzed, and potential areas of application of the technology are highlighted. The fundamental functions of smart contracts were identified. The implementation algorithm and main components of a smart contract are presented. The article provides an overview of smart contracts and potential options for their practical implementation in business ecosystems in modern highly turbulent development conditions.

Keywords: smart contracts, business ecosystem, digital transformation, digitalization, blockchain, business process.



Постановка проблеми. Спочатку глобальна пандемія, а потім нічим неспровокована повномасштабна війна в нашій країні зробили вагомий внесок у нестабільність глобальної економічної системи та прискорили наростання кризових явищ. Замість концепції, запропонованої у 2016 році американським антропологом та футурологом Жаме Кашіо BANI-світу (акронім від слів крихкий, тривожний, нелінійний та неосяжний), поточний стан розвитку глобальної цивілізації, зокрема й міжнародного бізнесу та ринків, пропонується називати SHIVA (акронім від слів розщеплений, жадливий, неймовірний, безжалісний) та TACI-світом (акронім від слів турбулентний, випадковий, хаотичний і ворожий). В контексті даних умов актуалізується необхідність формування нових підходів та моделей управління компаніями, що базуватимуться на активному застосуванні принципово нових бізнес-моделей та цифрових рішень. Критично важливою умовою та імперативом успішності процесу цифрової трансформації являється якісне покращення цифрової зрілості бізнесу, яку можна окреслити як ступень готовності підприємницької структури до практичної імплементації окреслених та запланованих змін. Зокрема, для вітчизняних компаній актуальність підвищення рівня цифрової зрілості не викликає жодних сумнівів, адже для того, щоб належним чином реагувати на нові виклики, які продукує глобальна цифрова економіка, критично необхідними є експоненціальне зростання нових знань, навиків та застосування принципово нових можливостей, що пропонують цифрові технології. Динамічний розвиток цифрових технологій, виникнення криптовалют та блокчейн-технологій (була представлена Сатоші Накомото у 2009 році), які кардинальним чином трансформують інструменти ринків, насамперед фінансових, різних країн світу, бізнес-моделі провідних компаній та бізнес-екосистеми, сприяючи скороченню статей витрат завдяки автоматизації значної кількості бізнес-процесів. В якості однієї із особливостей цифрової трансформації глобальної економічної системи можливо навести активний розвиток цифрових платформ та екосистем, яким властива наявність суттєвого мережевого ефекту: чим більше продавців присутні на платформі, тим більша кількість покупців цінує та надає перевагу саме цій платформі, оскільки діапазон можливостей вибору продуктів та сервісів суттєво розширюється. Розширення рівнів та географії зв'язків та технологізація менеджменту

є ще одним важливим аспектом глобальної цифрової екосистеми. Все це слугувало причиною формування принципово нового різновиду договірних відносин – смарт-контрактів. Смарт (від англ. слова smart- розумний, дотепний) можливо представити як аббревіатуру, кожна компонента якої певним чином характеризує критерій ефективності. З метою підвищення ефективності функціонування бізнес-екосистем в глобальному бізнесовому просторі важливим є питання дослідження можливостей практичного застосування смарт-контрактів як одного із числа сучасних потенційно дієвих інструментів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питанням природи, сутності складання та практичної реалізації смарт-контрактів присвячували свої дослідження та наукові доробки як іноземні, так і вітчизняні практики та теоретики. Серед числа яких можна зазначити О. Недибалюк та Л. Мамчур [8] (запропонували компаративний аналіз цивільно-правової угоди та смарт-контракту); І. Клименко, Л. Акімову [9] (провели аналіз міжнародної практики використання технології блокчейну в сфері публічного адміністрування); Н. Сабо [1] (автор концепту смарт-контрактів) та ін.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Водночас феномен смарт-контрактів все ще залишається малодослідженим, зокрема у напрямку формування та управління цифрових бізнес-систем в умовах динамізації глобальних процесів цифрової трансформації.

Мета статті. З огляду на недостатній рівень вивчення питань щодо алгоритму, переваг та ризиків реалізації смарт-контрактів бізнес-екосистемами, метою дослідження виступає можливість та специфіка використання технології смарт-контрактів у бізнесі як інструменту підвищення ефективності та гнучкості діяльності. Ідентифікація переваг та недоліків даної технології та потенційних можливостей її практичної імплементації бізнес-екосистемами.

Виклад основного матеріалу дослідження. Авторство концепту «смарт-контракт» належить американському фахівцеві із криптографії Ніку Сабо, який у 1994 році вперше у публічному просторі концептуалізував дану технологію у своїй статті «Smart contracts», окресливши її як реалізацію комерційної операції за допомогою комп'ютерної мережі без участі третіх сторін. Він провів аналогію із вендинговим автоматом: якщо умови такого «контракту» відповідають потребам та

запитає покупця (тобто він опускає грошові кошти в автомат), то машина на автоматичній основі виконує положення неписаної домовленості, забезпечує здійснення покупки. Дещо згодом, у 1996 році, він запропонував більш детальне дослідження потенційних переваг та можливостей, що пропонує дана технологія, стверджуючи наступне: «принципово нові інституції й нові методи формалізації взаємовідносин між ними стали можливими завдяки глобальній цифровій революції. Я даю назву цим контрактам «розумні» саме через те, що вони є більш функціональними, порівнюючи їх із їхніми неживими паперовими попередниками. Не передбачається звернення до використання технології штучного інтелекту. Смарт-контракт являє собою набір обіцянок, що мають цифровий формат, включно із протоколами, відповідно до яких сторони виконують дані обіцянки» [1]. Сабо описав сутність смарт-контракту як певний комп'ютерний протокол, який базується на математичних алгоритмах, самостійно здійснює операції і забезпечує цілковитий контроль за їхнім виконанням. Варто зазначити, що таке визначення даної дефініції не втратило своєї актуальності і за сучасних умов. Водночас, деякі дослідники пропонують в контексті смарт-контрактів розрізняти технічний та юридичний аспекти, виокремлюючи навіть такі категорії як – смарт-контракт і юридичний (legal) смарт-контракт. Під першим пропонується розглядати код, який у разі настання певних умов спроможний, у відповідності до заздалегідь окреслених функцій, працювати самостійно, тобто це фрагмент програмного коду, який забезпечує виконання ряду визначених завдань, за умови цілковитого дотримання викладеної у програмі обов'язкової умови; відповідно, під другим – складені та автоматизовані за допомогою даного коду основні умови та положення договору. Формування смарт-контрактів відбувається завдяки технології блокчейн (blockchain), що являє собою своєрідний ланцюжок блоків, які пов'язані між собою у визначеному порядку, якому властиве те, що розрив одного із блоків автоматично призводить до знищення усіх наступних. Затверджені положення договору трансформуються у комп'ютерні програми, в яких здійснюється фіксація кожної трансакції сторін договору. Смарт-контракти гарантують належний контроль доступу і дотримання умов контрактів та контрактних зобов'язань. Розробники смарт-контрактів мають можливість прописати доступ для кожної функції в

контракті – як тільки будь-яка із окреслених умов буде виконана, оператор автоматично виконає функцію належним чином. Зважаючи на те, що укладання контрактів є одним із ключових напрямків діяльності всередині компаній, це створює можливість значно підвищити ефективність укладання угод, як на зовнішньому ринку, так і в межах організації [2]. Деякими дослідниками наголошується на важливості впровадження смарт-контрактів, зокрема й у практику корпоративного менеджменту [3]. Як ми зазначали раніше, смарт-контракт базується на технології блокчейн, якій своєю чергою, притаманні наступні особливості: 1) структурований набір даних, що представлений у формі пов'язаних між собою блоків, кожен з яких вміщує посилання на блок, що передує; 2) застосовується криптографія: для здійснення будь-якої трансакції вимагається особистий ключ; 3) принцип децентралізації. На відміну від єдиної організаційної одиниці, яка здійснює контроль над базою даних, залучається розгалужена мережа комп'ютерних засобів користувачі яких здійснюють спільний контроль над базою даних; 4) зважаючи на те що мережа блокчейн є відкритою для приєднання, база даних всіх операцій між її суб'єктами є публічною, фактично загальнодоступною. Таким чином, порівняно надійний та безпечний характер блокчейн-технології дозволяє смарт-контрактам підвищити довіру до угоди з боку двох незнайомих одна з одною її сторін без залучення до участі третьої сторони [4].

Життєвий цикл реалізації технології смарт-контракту можна представити як певний алгоритм, який включає наступні етапи: 1) створення смарт-контракту: першочергово залучені сторони визначають та обговорюють зобов'язання, права та рестрикції щодо контракту, який буде написаний комп'ютерною мовою; 2) запуск смарт-контракту. Перевернені смарт-контракти розгортаються на платформах, матеріальний базис яких складає блокчейн-технологія. Контракти, що зберігаються в блокчейні, не можуть бути змінені, оскільки будь-яка поправка вимагає створення нового договору. Після того, як смарт-контракти запуснені в блокчейн, всі сторони можуть отримати доступ до них. Криптовалюти (цифрові активи) обох сторін смарт-контракту блокуються за допомогою заморожування відповідних цифрових гаманців. Наприклад, перекази монет (як вхідні, так і вихідні) на гаманцях, які стосуються договору, блокуються. Ідентифікація користувачів відбувається за унікальними

даними цифрового гаманця; 3) виконання смарт-контракту. Після етапу запуску смарт-контрактів повинні бути виконані визначені договірні умови. Як тільки було забезпечено виконання договірних умов (наприклад, прийом продукції), договірні процедури виконуватимуться автоматично. Коли умова виконана, фіксується відповідна транзакція шляхом перевірки блокчейну. Після перевірки зафіксовані транзакції та оновлені положення контракту знову зберігаються за допомогою блокчейну; 4) Завершення смарт-контракту. Після виконання умов смарт-контракту відбувається оновлення прав та зобов'язань всіх залучених сторін. Транзакції під час виконання смарт-контракту, а також оновлені положення зберігаються у блокчейні. Тим часом відбувається рух цифрових активів від однієї сторони до іншої (наприклад, грошовий переказ від покупця постачальнику). Розблокування цифрових активів відбувається тоді, коли смарт-контракт завершує свій життєвий цикл.

Отже з точки зору учасників смарт-контракту слід виділити такі ключові цінності: 1) прозорість виконання контракту, що надає можливість впевнитись у виконанні партнером умов контракту; 2) самовиконуваність договору. Знижується залежність від волі різних сторін. Цифрові активи сторін контракту блокуються на період виконання контракту, що нівелює ризик шахрайства з боку несумлінних партнерів; 3) захищеність. Доступ до умов та положень смарт-контракту не поширюється на третіх осіб; 4) конфіденційність. Кожен із учасників може зберігати анонімність, незважаючи навіть на те, що смарт-контракт зберігатиметься у розподіленому реєстрі; 5) висока швидкість виконання, що особливо важливо за сучасних високо динамічних умов ринкових трансформацій, зокрема й у глобальній фінансовій індустрії. Смарт-контракти пропонують вагомі переваги у порівнянні із традиційними паперовими формами укладання договорів. При цьому в смарт-контрактах можуть зустрічатися як певні слабкі риси, виникнення яких пов'язане із несправністю та неправильним функціонуванням безпосередньо ІТ-системи, так і вразливості, джерелом яких виступає людський фактор. Тому завжди існує ймовірність виникнення ситуацій, які не були зафіксовані в контракті. У таблиці 1 нами наведені основні переваги та недоліки практичного застосування смарт-контрактів бізнес-екосистемами.

Залежно від рівня автоматизації пропо-

нуємо виокремлювати наступні види смарт-контрактів: повністю автоматизовані; такі, що мають копію у паперовому форматі; контракти, що викладені переважно на паперовому носії, але мають часткове перенесення положень у програмний код.

На наш погляд, варто навести функціональне призначення смарт-контрактів, зокрема й у міжнародній бізнес-практиці: координаційне (своєрідна програма, за допомогою якої координуються досягнуті домовленості між його сторонами); протекційне (захист персональних даних учасників смарт-контракту); гарантійне (початок практичної реалізації умов смарт-контракту гарантує його повне виконання); забезпечувальне (завдяки блокчейну відбувається прозоре зберігання всієї інформації щодо процесу перебігу реалізації смарт-контракту).

Останнім часом смарт-контракти розробляються на платформах, матеріальний базис яких становить технологія блокчейн. Такі платформи надають розробникам прості й зрозумілі інтерфейси для створення програм, пов'язаних із смарт-контрактами. Ряд діючих блокчейн-платформ наразі вже зараз надають підтримку щодо укладання та реалізації смарт-контрактів. Розглянемо найпоширеніші платформи для створення смарт-контрактів. Активний розвиток та популяризацію смарт-контрактів пов'язують із виникненням криптовалюти Ethereum, на базі якої у 2013 році було створено однойменну платформу. Ethereum є децентралізованою платформою, запуск якої відбувся у 2015 році, вона може забезпечити виконання смарт-контрактів. Фундатори даної платформи були одними із числа перших, хто розгледів потужний потенціал блокчейну, який не обмежується лише наданням безпечного способу здійснення віртуальних платежів. Ця платформа одне із найновіших технологічних досягнень, запуск якої має на меті, використовуючи технологію блокчейну замінити третіх осіб в глобальній мережі Інтернет- тобто тих, хто бере на себе зобов'язання зберігати дані, займається відстежуванням фінансових операцій та ін. На думку експертів, Ethereum має всі перспективи перетворитися на «глобальний комп'ютер», який забезпечуватиме децентралізацію і навіть певним чином демократизує існуючу сьогодні модель «клієнт-сервіс»: на зміну серверам та «хмарам» будуть впроваджені так звані «вузли», адміністрування яких будуть здійснювати волонтери з усього світу, формуючи у такий спосіб «глобальний комп'ютер». Зазначена платформа техноло-

Таблиця 1

Переваги та недоліки практичного застосування технології смарт-контракту

Переваги	Недоліки
Цілковита відмова від послуг довірених посередників. Виключення посередників із ланцюжка взаємодії дозволяє сторонам смарт-контракту знизити тимчасові та постійні витрати.	Відсутність функціональної адаптивності та гнучкості. При укладанні угоди за допомогою смарт-контрактів зміна умов договору являється трудомістким процесом, оскільки потребує зміни програмного коду, що провокує збільшення витрат. Без зміни смарт-контракту на рівні програмного коду будь-які досягнуті домовленості учасників будуть недійсними.
Завдяки автоматизації процесів виконання умов смарт-контракту відбувається значно швидше у порівнянні із традиційним механізмом виконання договору. Необхідна супровідна документація «закодована» усередині смарт-контракту, що дозволяє моментально виконувати необхідну перевірку та проводити розрахунки.	У міжнародній практиці відсутній офіційно закріплений правовий статус смарт-контракту, що може ускладнити процедуру вирішення спірних питань під час його виконання. Автоматичність виконання може сприяти формуванню проблеми, коли за об'єктивних умов для припинення реалізації чи зміни досягнутих домовленостей, зупинка виконання чи зміна смарт-контракту є неможливою.
Достатньо високий рівень безпеки угоди для кожного її учасника. Надійність гарантується децентралізованою системою зберігання записів у блокчейні. Тобто інформація одночасно зберігається на декількох комп'ютерах, її цілісність та достовірність не залежить від одного учасника. Таким чином, кожен учасник може здійснити перевірку коду на правильність та достовірність.	Смарт-контракти складаються із комп'ютерного коду, створеного людьми. Тому завжди є ризик зробити помилку на стадії програмування, що може призвести до невірного виконання умов контракту або формування сприятливих умов для шахрайських та інших неправомірних дій.
Застосування технології смарт-контракту дає імпульс до формування принципово нових бізнес-моделей, нових способів взаєморозрахунків між контрагентами, що впливає на розвиток нових сервісів у різних сферах діяльності та формування нових ринків.	На даний момент процес створення смарт-контракту є доволі трудомістким, оскільки чим більше умов і параметрів, що мають бути включені в контракт, тим складніше надати їм опис та врахувати на момент укладання договору.

Джерело: сформовано авторами

гічно забезпечує паритетну функціональність для людей в масштабах всього світу, надаючи їм можливість конкурувати за надання сервісів на базі своєї інфраструктури. Дана платформа здатна створювати смарт-контракти для генерації токенів – перспективні інноваційно-інвестиційні інструменти, як для залучення зовнішнього фінансування, так і для підвищення ефективності управління стартапами та інноваційною діяльністю бізнесу. Найпоширенішим став оприлюднений у листопаді 2015 року токен стандарту ERC-20 (Ethereum Request for Comments) – являє собою комплекс правил, яких необхідно дотримуватись під час розробки та запуску контракту, відповідає за процедуру емісії та параметри нового користувацького токена, який дозволив Ethereum стати першою у світі блокчейн- платформою. Поява даного стандарту відкрила

можливість для будь-якого розробника смарт-контракту здійснювати емісію власного цифрового активу без необхідності, як це було раніше, запуску окремого блокчейну, а також з'явилась можливість передавати та зберігати різні токени, що були створені на базі цього стандарту, на одній і тій самій адресі в рамках мережі Ethereum. Така стандартизація дозволяє спростити взаємодію між цифровими гаманцями, проєктами, біржами та іншими середовищами. Дана платформа від 15 вересня 2022 року використовує алгоритм консенсусу «Доказ частки володіння» (Proof-of-Stake (PoS)) для підтвердження транзакцій і створення нових блоків, а також для подальшого додавання їх до блокчейну. До вказаного часу, за аналогією із біткойном, Ethereum в якості алгоритму консенсусу використовувала технологію PoW (Proof-of-Work),

яка вимагала великих енергоємних обчислювальних потужностей (майнингу). В алгоритмі PoS створювачем кожного наступного блоку у ланцюжку блоків вибирається саме той вузол, який володіє більшим балансом – кількістю ресурсів, транзакцій. Перехід платформи на протокол Proof-of-Stake, який надав можливість її користувачам здійснювати перевірку транзакцій та емітувати нові ETH, є складовою якісного оновлення Ethereum, в результаті якого було створено два рівні: перший рівень включає так званий рівень виконання, на якому відбуваються транзакції та їхній аудит. Другий рівень – являє собою рівень консенсусу, де відбувається підтвердження та ланцюжок консенсусу. Також дане оновлення сприяло суттєвому підвищенню пропускну здатності даної мережі, необхідної для підтримки її подальшого розширення, що у кінцевому підсумку може забезпечити нівелювання таких деструктивних проявів, як перевантаження мережі. Серед переваг, що пропонує дана платформа, на наш погляд, слід зазначити наступні: гнучкість, що дає можливість створювати максимально складні смарт-контракти; за рахунок популярності серед користувачів забезпечується належна обчислювальна потужність; масштабованість платформи, що надає можливість обробляти більшу кількість транзакцій. Водночас Ethereum не припиняє роботи для підвищення власної масштабованості, продовжуючи розробляти рішення «danksharding». Розробники очікують, що дана технологія сприятиме суттєвому скороченню витрат та підвищить динаміку обробки транзакцій. Також платформа оприлюднює дорожню карту реалізації планів щодо власного майбутнього розвитку. В останій її версії (травень 2024 р.) були визначені наступні чотири пріоритетні категорії: здешевлення транзакцій; додаткова захищеність (платформа заявляє, що має намір бути готовою до потенційних будь-яких атак); покращення користувацького досвіду (прагне покращити підтримку смарт-контрактів); орієнтація на майбутнє (Ethereum декларує про своє проактивне прагнення завчасно вирішувати проблеми, навіть ті, яких ще не існує в принципі).

Hyperledger Fabric – це зонтичний проєкт, заснований в грудні 2015 року Linux Foundation у співпраці із IBM, SAP Ariba та Intel з метою розробки та впровадження блокчейн-мереж для потреб корпоративних клієнтів. Основоположною метою проєкту є популяризація та розширення міжгалузе-

вої колаборації через розробку блокчейнів та розподілених реєстрів з особливим фокусом на забезпеченні підвищення рівня їхньої продуктивності та надійності для підтримки глобальних транзакцій, учасниками яких, насамперед, є потужні технологічні, логістичні та фінансові бізнес-структури. Тому запропоновані рішення даної платформи принципово відрізняються високим рівнем гнучкості, що є необхідним для взаємодії із бізнес-структурами, яку не пропонують інші платформи. На Hyperledger Fabric використовується мова програмування Go, всі без виключення смарт-контракти даної платформи підтримують цю мову. Однією з головних переваг даної мови є висока швидкість складання програми в еквівалентних програмних модулях [5]. Серед інших переваг: орієнтація на корпоративний сектор та бізнес-екосистеми; наявність приватних каналів підвищує надійність та пропускну здатність системи; використовується мова програмування Go; наявна можливість через інсталяцію певних модулів створення чейн-кодів на мовах Java та JavaScript. Саме тому проєкт Fabric є більш гнучким у порівнянні із своїми прямими конкурентами, які здатні підтримувати виключно закриту мову смарт-контрактів. Серед числа недоліків та слабких рис даної платформи фахівці зазначають наступні: невелика та не розгалужена спільнота користувачів, що пов'язана з її орієнтацією на корпоративний сектор; потребуються суттєві витрати для користування цією платформою.

Stellar – платформа для здійснення валютних операцій, яка функціонує в режимі реального часу. Працює з використанням смарт-контрактів та мультипідписів. Через ресурси платформи можна здійснювати перекази грошових коштів по всьому світу. При цьому можливе здійснення переказу в одній валюті, а зарахування відбудеться в еквівалентній сумі в будь-якій іншій валютній одиниці. Stellar пропонує швидшу систему підтвердження транзакцій, тривалість процесу займає близько п'яти секунд, на відміну від Ethereum, на якій процедура підтвердження триває понад три хвилини. Крім того, проєкт характеризується надзвичайно низькою вартістю транзакцій. Наприклад, за 100 тисяч транзакцій користувач сплачує комісію у розмірі всього 1 цент. Переваги: відносно низька вартість транзакцій; висока швидкість підтвердження транзакцій; можливість створення смарт-контрактів будь-якою з існуючих мов програмування.

Щодо недоліків, то варто насамперед, зазначити обмеженість функціоналу.

Застосування смарт-контрактів у сучасних бізнес-екосистемах. У сучасному міжнародному бізнесі цифрові платформи та екосистеми виступають базисом для трансформації цілих галузей та різноманітних видів соціально-економічної діяльності та взаємодії, стають каталізаторами зростання, генерування інновацій та конкуренції, послаблюють бар'єри входу як для компаній, так і фізичних осіб. Пропонуємо розглянути потенційно можливі варіанти використання смарт-контрактів в екосистемах міжнародного бізнесу.

Банківська індустрія. Смарт-контракти мають високий потенціал щодо зниження фінансових ризиків, скорочення адміністративних витрат та підвищення ефективності діяльності, зважаючи на те, що в більшості екосистем центральною організацією виступає банк, то застосування смарт-контрактів відкриває можливість для значного скорочення періоду проведення розрахунків та банківських переказів. Крім того, виконання контракту може здійснюватися практично у будь-який, навіть неробочий час, що, на думку експертів, у майбутньому може сприяти зростанню попиту на 5-6%, а також до додаткового доходу [7]. Вже сьогодні ряд організацій впроваджують технологію смарт-контрактів у власні бізнес-процеси. Яскравим практичним прикладом застосування аналізованої технології в міжнародній банківській сфері є одна із найбільших фінансових установ Великобританії, банк Barclays. Технологія смарт-контракту була використана даною установою під час проведення угод з акредитивами для здійснення міжнародного постачання товарів. Іншим прикладом використання даної технології є надання кредиту кредитною організацією Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) своєму корпоративному клієнту на загальну суму 75 млн євро.

Страховання. Використання смарт-контрактів у страховій галузі також може забезпечити скорочення накладних витрат на обробку претензій, сприяти зниженню інших витрат. В якості практичного прикладу можна розглянути роботу страхової компанії AXA Group, яка запустила програму страхування на випадок затримки рейсу на основі смарт-контрактів укладених на платформі Ethereum. Пасажири, які купують страховку на рейс, автоматично підписують смарт-контракт, який підключається до глобальної бази даних повітряного руху. Якщо система фіксує затримку

авіарейсу тривалістю більш ніж на дві години, відбувається активація відповідної функції в смарт-контракті, тим самим пасажирам будуть негайно відшкодовані додаткові витрати та незручності, спричинені затримкою рейсу. Іншим прикладом може слугувати стартап Dynamis, що працює у сфері P2P-страхування – надає страхові полюси для захисту від ризиків, що можуть виникнути при втраті роботи. При цьому відмінність Dynamis від традиційного страхового фонду полягає в тому, що фонд Dynamis формується не в руках страховика-власника, а розподілений по децентралізованій мережі кредиторів, і смарт-контракти застосовуються для винесення рішення по заявці та для наступних автоматичних списань заборгованості зі страхування. Таким чином, використовуючи технологію блокчейн, Dynamis гарантує, що допомога по безробіттю насправді належить співробітникам, а не роботодавцям, які могли б змінювати умови виплат у вигідний для себе спосіб.

Інтелектуальна власність. Бізнес-екосистеми можуть бути сформовані із цифрових платформ, що являють собою бізнес-модель, яка надає можливість споживачам і постачальникам встановлювати зв'язок в онлайн режимі для здійснення обміну продуктами, послугами та інформацією. Прикладами цифрових платформ є YouTube, AirBnB, Alibaba, Amazon. На таких платформах користувачі мають змогу здійснювати купівлю-продаж інтелектуальної власності і саме технологія смарт-контракту може бути використана для забезпечення належного захисту прав на об'єкти інтелектуальної власності, що мають цифровий формат. Наприклад, кожен цифровий продукт може бути забезпечений унікальним цифровим водяним знаком (зокрема адреса цифрового гаманця покупця та ідентифікатор продукту). Якщо є якесь порушення (наприклад, покупець продає цифровий продукт іншим особам без отримання на то дозволу творця), співробітник цифрової платформи може відстежити незаконний файл і порівняти його із оригінальним файлом, витягнувши цифровий водяний знак, співставляючи адресу цифрового гаманця з адресою покупця. В результаті чого порушення права власності може бути достатньо легко ідентифіковано. Вся процедура може бути здійснена за допомогою смарт-контрактів та блокчейну.

Таким чином, смарт-контракти мають доволі широкий спектр практичного застосування, тому сучасні бізнес-екосистеми

можуть використовувати даний інструмент доволі універсально.

Висновки. Глобальний тренд цифрової трансформації, що супроводжується динамічним розвитком та практичними застосуванням цифрових інструментів, зокрема виникнення блокчейн-технологій, криптовалют та смарт-контрактів, мала вагомий трансформуючий вплив на управлінські процеси бізнес-структур як на вітчизняному, так і на світовому ринках. При аналізі природи смарт-контрактів та їхнього життєвого циклу стає очевидним, що основну складність викликає саме розробка та розгортання їх на блокчейн платформах. Також варто зазначити, що у переважній більшості випадків за сучасних умов перевага все ще надається традиційним контрактам, адже їхнє застосування регламентується широким набором нормативно-правових актів як міжнародного, так і локального рівнів, та порівняно із смарт-контрактами використовуються, зокрема й у міжнародній бізнес-практиці, протягом тривалого періоду часу (історики зазначають, що перший договір на паперовому носії датується 911 роком). Водночас, зважаючи на переваги, які пропо-

нує смарт-контракт, серед яких миттєве виконання, відсутність третіх осіб та різного роду посередників, а також додаткові елементи безпеки технологія смарт-контракту має високий потенціал для подальшої популяризації та практичного застосування вже у недалекому майбутньому. Вже зараз можливо виокремити перспективні вектори імплементації даної технології міжнародними бізнес-екосистемами, основні з яких були наведені нами в статті. Використання смарт-контрактів в межах регіональних екосистем може сприяти створенню більш оптимального та збалансованого ділового простору для забезпечення прозорості та ефективної взаємодії між державою, підприємницькими структурами та громадянами. Також смарт-контракти характеризуються широкою областю свого застосування у багатьох сферах глобальної економічної системи, динамічна цифровізація якої є важливим каталізатором подальшого розвитку даного інструменту. Застосування ж смарт-контрактів суб'єктами українського бізнесу, на наш погляд, сприятиме генеруванню принципово нових для них можливостей та посиленню їхніх ринкових позицій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Szabo N. Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. 1996. URL: https://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html (дата звернення: 05.04 2025)
2. Josefy M., Kuban S., Ireland R.D., Hitt M.A.. All things great and small: Organizational size, boundaries of the firm, and a changing environment. *The Academy of Management Annals*. Vol. 9, 2015: 715–802.
3. Seidel, M-D. L., Questioning centralized organizations in a time of distributed trust. *Journal of Management Inquiry*. Vol. 27, 2018: 40–44.
4. Allam Z. On smart contracts and organizational performance: A review of smart contracts through the blockchain technology. *Review of Economic and Business Studies*. Vol. 11(2), 2018: 137–156.
5. DeCenter офіційний сайт. URL: <https://decenter.org/> (дата звернення: 07.04.2025)
6. Tapscott D., Tapscott A., 2016. Blockchain Revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world, 1st Edition, Penguin.
7. Khan, S.N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C. Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends. *Peer-to-Peer Netw. Appl.* 14, 2901–2925 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12083-021-01127-0> (дата звернення: 07.04.2025)
8. Мамчур Л., Недибалюк О. Цивільно-правові реалії допустимості використання смарт-контракту у договірних відносинах. *Історико-правовий часопис: науковий журнал*. 2018. № 2 (12). С. 90–94.
9. Клименко І.В., Лозова Г.М., Акімова Л.П. Застосування Blockchain-технологій у публічному управлінні. *Науковий вісник «Демократичне Врядування»* 2017. Вип. 20. URL: http://lvivacademy.com/vidavnitstvo_1/visnyk20/fail/Klymenko,Lozova,Akimova.pdf (дата звернення: 07.04. 2025)
10. K. Upadhyay, R. Dantu, Z. Zaccagni and S. Badruddoja, "Is Your Legal Contract Ambiguous? Convert to a Smart Legal Contract," 2020 IEEE
11. International Conference on Blockchain (Blockchain), Rhodes, Greece, 2020, pp. 273-280, doi: 10.1109/Blockchain50366.2020.00041

REFERENCES:

1. Szabo, N. (1996), Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. Available at: http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html (accessed April 5, 2025).
2. Josefy, M., Kuban, S., Ireland, R.D. and Hitt, M.A. (2015), "All things great and small: Organizational size, boundaries of the firm, and a changing environment". *The Academy of Management Annals*, vol. 9, pp. 715–802.
3. Seidel, M-D. L. (2018), "Questioning centralized organizations in a time of distributed trust". *Journal of Management Inquiry*, vol. 27, pp. 40–44.
4. Allam, Z. (2018), "On smart contracts and organizational performance: A review of smart contracts through the blockchain technology". *Review of Economic and Business Studies*, vol. 11(2), pp. 137–156.
5. DeCenter official site. Available at: <https://decenter.org/> (accessed April 7, 2025)
6. Tapscott, D., Tapscott, A. (2016), "Blockchain Revolution: How the technology behind Bitcoin is changing money, business, and the world", 1st Edition, Penguin
7. Khan, S. N., Loukil, F., Ghedira-Guegan, C. (2021), "Blockchain smart contracts: Applications, challenges, and future trends". *Peer-to-Peer Network. Appl.* 14, pp. 2901–2925. Available at <https://doi.org/10.1007/s12083-021-01127-0> (accessed April 7, 2025)
8. Mamchur, L., Nedybalyuk, O. (2018), Tsyvilno-pravovi realiyi dopustymosti vykorystannya smart-kontraktu u dohovirnykh vidnosynakh [Civil and legal realities of the admissibility of using a smart contract in contractual relations]. *Istoryko-pravovyy chasopys: naukovyy zhurnal*, vol. 2 (12), pp. 90–94.
9. Klymenko, I. V., Lozova, H. M., Akimova, L. P. (2017). Zastosuvannya Blockchain-tekhnologiy u publichnomu upravlinni [Application of Blockchain technologies in public administration], *Naukovyy visnyk «Demokratychny Vryaduvannya»*, vol. 20. Available at: http://vivacademy.com/vidavnistvo_1/visnyk20/fail/Klymenko,Lozova,Akimova.pdf (accessed April 07, 2025)