

Руслана Мельник

Аспірант

Вінницький національний технічний університет

21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна

<https://orcid.org/0009-0003-9762-2657>

Сергій Цимбал*

Кандидат технічних наук, доцент

Вінницький національний технічний університет

21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна

<https://orcid.org/0000-0003-3066-4169>

Застосування технології Blockchain в логістиці та управлінні ланцюгами постачань

Анотація. У статті розглядається можливість застосування інноваційної інформаційної технології Blockchain у логістиці та управлінні ланцюгами постачань. На початку XXI століття відбулася значна зміна у розвитку цифрових технологій. Тепер інформація набуває все більшого значення як ресурс у суспільних та господарських процесах. Використання інформації у сучасних умовах необхідно для трансформації її у знання, які вимірюються збільшенням продуктивності, а згодом соціальний простір займає все більше місця у соціально-економічних відносинах. Відображено сутність та особливості технології Blockchain, а також розкрито необхідність її технічної впорядкованості. Blockchain – це багатофункціональна та багаторівнева інформаційна технологія, призначена для надійного обліку різних активів. Потенційно ця технологія охоплює все без винятку сфери економічної діяльності і має безліч областей застосування. Серед них: фінанси, економіка та грошові розрахунки, операції з матеріальними та нематеріальними активами. Впровадження Blockchain технології у будь-яку сферу бізнесу передбачає прийняття повністю прозорої та надійної інформаційної платформи, яка буде використовуватись учасниками того чи іншого процесу: чи то страхування фізичних осіб, приватизація нерухомості, управління поверненнями, надання логістичного сервісу або будь-який інший вид діяльності. Сучасне суспільство перебуває на такому інтелектуально-технічному рівні, при якому технічна побудова моделі самого себе є цілком реальним комп'ютерно-інженерним завданням. Сьогодні технічне моделювання та технічна нормалізація технології Blockchain знаходяться в зоні суворого процесу організації виробництва та економіки. Ключовим питанням статті є розкриття можливостей застосування Blockchain технології в логістиці та управління ланцюгами постачань загалом. Наведено приклади практичного застосування даної технології в логістиці, розкриті переваги і недоліки Blockchain, а також відображені бар'єри та труднощі, пов'язані з використанням даної технології

Ключові слова: blockchain технологія, управління ланцюгами постачань, blockchain технологія в логістиці, розумні контракти, розумні активи

Вступ

Враховуючи світові тенденції становлення цифрової економіки, доцільно розвивати інноваційну діяльність у напрямі віртуалізації бізнесу, що надає автономним та географічно розподіленим підприємствам широкі

можливості для комунікації та співробітництва з метою організації ефективних кіл постачань, що дозволяє у найбільш стислий термін з мінімальними витратами здійснювати постачання готової продукції кінцевому

Suggested Citation:

Melnyk, R., & Tsymbal, S. (2024). Application of Blockchain technology in logistics and supply chain management. *Journal of Mechanical Engineering and Transport*, 10(2), 153-160. doi: 10.63341/vjmet/2.2024.153.

*Corresponding author



споживачеві. Поява нових IT-рішень та технологій відкриває в цьому напрямку абсолютно нові можливості для бізнесу. Цей процес ґрунтується на формуванні єдиного організаційно-технологічного середовища за рахунок об'єднання інтересів сторін ведення бізнесу. До основних переваг такого підходу належать: можливість освоєння нових ринків, скорочення витрат, трансфер технологій та ноу-хау, додаткові інвестиційні можливості, перерозподіл ризиків. Однак питання зацікавленості іноземних партнерів у веденні віртуального бізнесу безпосередньо пов'язані з проблемами безпеки інформаційного обміну та забезпечення довіри контрагентів [1].

У зв'язку з цим практична реалізація цього підходу у підвищенні ефективності ведення віртуального бізнесу та оптимізації процесів управління ланцюгами поставок бачиться у використанні технології Blockchain, оскільки вона орієнтована на світовий ринок і не вимагає формального дозволу функціонування на ньому (чим знімає обмеження на ведення бізнесу на невизнаній території), а також є низьковитратною технологією та не вимагає залучення нових основних фондів та співробітників до її реалізації.

Blockchain технологія є інноваційною платформою для створення децентралізованого та абсолютно прозорого механізму ведення транзакцій для різних галузей та сфер діяльності. Основною перевагою Blockchain є підвищення рівня довіри між контрагентами завдяки прозорості та простежуванню всіх видів транзакцій у будь-якій угоді. Технологія Blockchain бурхливо розвивається останні роки та можливість використання децентралізованого механізму в бізнесі залучили багато транснаціональних корпорацій. Привабливість Blockchain технології пояснюється можливістю підвищити рівень довіри між учасниками ланцюга постачання, забезпечення прозорості усіх транзакцій та своєчасний обмін інформацією між учасниками ланцюга.

Незважаючи на досить великий інтерес до проблематики використання технології Blockchain у логістиці, що викликано світовими тенденціями глобалізації та цифровізації всіх сфер економічної діяльності, цей напрямок знаходиться на початковому етапі розвитку у вигляді тестових програм та стартапів. Цей аспект викликає безліч питань як з боку прихильників даної технології, так і серед її супротивників. Незважаючи на високу перспективність використання технології Blockchain у плані підвищення довіри учасників угоди, скорочення витрат часу та ресурсів, багато аспектів економічного, соціального та правового регулювання залишаються відкритими, що, у свою чергу, вимагає вдосконалення понятійного та методологічного апарату технології Blockchain, розробки концептуальних принципів її впровадження у логістиці та керуванні ланцюгами постачання, а також адаптації існуючих Сметодик до умов ведення бізнесу в рамках економічної та політичної блокади.

Загалом – це нова інформаційна парадигма, при якій учасникам ланцюга немає необхідності робити довірчі

відносини, тому що забезпечується повна прозорість угод і відкритість інформації, а всі угоди регулюються шляхом «розумних» контрактів і помилки, пов'язані з людським фактором, зводяться до мінімуму. Що стосується управління ланцюгами постачання, Blockchain технологія володіє рядом серйозних переваг та суттєвих обмежень.

Blockchain – це технологія надійного розподіленого зберігання записів про усі транзакції. Blockchain є ланцюжком блоків даних, обсяг якого постійно зростає в міру додавання нових блоків. Якщо говорити загалом, то Blockchain – це багатофункціональна та багаторівнева інформаційна технологія, призначена для надійного обліку різних активів [2]. Потенційно, ця технологія охоплює всі без винятку сфери економічної діяльності та має безліч сфер застосування. Серед них: фінанси, економіка та грошові розрахунки, а також операції з матеріальними та нематеріальними активами.

Будь-який актив, представлений на Blockchain, стає розумним активом, угоди з яким можна здійснювати за допомогою розумних контрактів. Всі активи можна зареєструвати в розподіленому журналі записів і керувати ними можуть усі власники секретного ключа – свого роду код доступу до активу. Прикладами розумних активів у сфері логістики можуть виступати безпілотні транспортні засоби, наприклад дрони або автомобілі. Вони є «розумними», тому що здатні не тільки переміщатися за допомогою управління ними через Blockchain, але й можуть самі себе обслуговувати. Наприклад, якщо в автомобілі ламається якась деталь, він автоматично виробляє внутрішню діагностику, виявляє поломку і відразу ж робить замовлення на нову запасну частину у того постачальника, якого вкаже користувач при внесенні цього автомобіля в Blockchain. Для цього користувачами системи створюється і на встановлюється відповідний розумний договір. Інший приклад – «розумний» рахунок фактура, створюваний у Blockchain між учасниками ланцюга постачання: наприклад, при отриманні певної партії товару, сканування останньої одиниці товару (або палети, коробки) на складі є умовою автоматичної оплати партії. Також, є можливість задавати інші умови оплати, наприклад, як тільки зміниться статус товару в Blockchain, він буде оплачений. По суті, розумний актив – це актив, зареєстрований у цифровому вигляді в Blockchain та керований за допомогою розумних контрактів

Розумні контракти – ідея, яка впливає з використання розумних актів всередині Blockchain. У контексті Blockchain розумні контракти означають угоди у розподіленому журналі записів, не обмежені простими купівля-продаж, в них можуть бути вбудовані і складніші функції. На відміну від традиційних контрактів, розумні завідомо забезпечують взаємну довіру між учасниками ланцюга постачання, так як по суті ця угода про виконання або невиконання певних дій. Класичний приклад такого контракту – торговельний автомат, який діє за певним алгоритмом та інструкціями, якщо, звичайно ж, він використовує справний. У даному

випадку розумним активом виступає сам автомат, а алгоритм прийому грошей, видачі товару та здавання – розумним контрактом. Використання розумних контрактів виключає можливі помилки через людський фактор, проте вимагає спочатку правильної настройки та обліку всіх можливих факторів та умов. Таким чином, можна сміливо стверджувати, що Blockchain технологія вже підготовлена для застосування у будь-якій сфері бізнесу. Більше того, вже існує спеціальна Blockchain платформа, під назвою Ethereum, що працює на «розумних» контрактах та адаптована під бізнес [3].

Ключова функція логістики полягає в організації наскрізного управління потоками ресурсів, товарів та сервісів з урахуванням поставлених цілей та наявних системних обмежень. Ланцюжки постачань, як основна технологія реалізації логістичного підходу до управління матеріальними та інформаційними потоками, дозволяють проводити планування, пошук, виробництво, розподіл та доставку продуктів та послуг від місця походження до споживання. При цьому ефективність управління постачанням в ланцюгу визначається доступністю потрібного продукту в потрібний час і в потрібному місці оптимальну ціну. Динамічність та ускладнення процесів, пов'язаних із збільшенням обсягів інформації, а відповідно і підвищення вимог до товарів, послуг, процесів їх постачань та сервісного обслуговування, що постійно стимулюють процес оптимізації ланцюгів постачань за наступними пріоритетними напрямками: зниження запасів по всьому шляху руху матеріального потоку; скорочення часу проходження товарів з логістичного ланцюга; зниження транспортних витрат; зниження витрат на зберігання або їхнє скасування; скорочення витрат ручної праці та відповідних витрат на операції з вантажем.

Відповідно, при подібних якісних характеристиках виробленої продукції конкурентоспроможність підприємства визначатиметься його здатністю активно реагувати на запити споживачів, ефективно та вигідно постачати продукцію клієнтам. Особлива заслуга у прискоренні даних процесів належить застосуванню інформаційних технологій для управління процесами постачань продукції на всіх стадіях управління, починаючи від закупівлі сировини та закінчуючи постачанням клієнту готової продукції. При цьому інформатизація логістики продовжує свій розвиток у напрямі інтеграції функціональних ділянок логістичних ланцюгів, постійного оперативного обміну інформацією, підтримки прийняття рішень операторам логістичних процесів, контролю виконання завдань управління постачаннями та спрощення інтерфейсів взаємодії з користувачами. Відповідно роль інформаційних технологій у сучасному процесі управління постачаннями важко переоцінити, а основна їхня функціональність полягає у вирішенні наступних завдань: планування логістичних процесів у різних аспектах та на різних тимчасових горизонтах, у тому числі прогнозування попиту та планування потреби у матеріалах; координація

логістичних подій, операцій та процесів по всьому ланцюгу просування матеріальних цінностей та послуг; моніторинг та контроль протікання логістичних операцій. Ця функція закладає основи системи обліку запасів, постачань, продажів, витрат тощо. Поточний моніторинг покликаний створювати основи для регулювання процесів з метою підвищення їхньої безперервності; оперативне управління логістичними процесами, особливо постачаннями, транспортуванням, зберіганням, фізичною дистрибуцією тощо.

Результати

Ланцюг постачань, наприклад, виробничої компанії, складається з низки ресурсів: людей, фізичних активів, знань, процесів та фінансових договорів та транзакцій, які забезпечують переміщення товару від постачальника до клієнта. У максимальному ланцюзі постачань представляється достатньо складним завданням комплексно відслідковувати всі транзакції між усіма ланцюгами. Ця інформація зазвичай зберігається в декількох місцях (у кількох ланках ланцюга поставки) і доступна певним користувачам системи. У таких системах клієнти (кінцевий споживач або компанія в ланцюгах), як правило, мають обмежений обсяг інформації про діяльність усього ланцюга постачань. Звідси випливає, що доступ інформації базується на взаємному обміні даними, що можливе лише за довіри учасників один до одного.

Blockchain технологія може значно підвищити прозорість і моніторинг руху будь-яких потоків ланцюга постачань шляхом використання не змінюваних даних, розподіленого та контрольованого доступу користувачів до інформаційної системи. У цій роботі запропонована розподілена інформаційна система, яка використовує Blockchain технологію для збору, зберігання та управління ключовою інформацією про кожен індивідуальний продукт, протягом усього його життєвого циклу. Такі розподілені блоки інформації дозволяють безпечно створювати записи про транзакції для кожного окремого продукту, а також отримувати специфічну інформацію про продукцію. Ця інформація доступна всім учасникам ланцюга одночасно. Графічний варіант запропонованого розподіленої інформаційної системи Blockchain в ланцюзі постачань представлений на Рисунку 1.

Запропонований підхід має на увазі використання децентралізованої інформаційної системи, де Blockchain використовується для збору, зберігання та управління інформацією про кожен індивідуальний продукт протягом усього його життєвого циклу. Під час переміщення продукту від одного учасника ланцюга до іншого, він належить всім по черзі, наприклад, постачальникам, виробникам, дистриб'юторам і, нарешті, споживачам. Кожен із учасників відіграє важливу роль у системі та доповнює характеристики товару у його профілю – інформацію про поточний стан продукту в Blockchain. Кожен продукт має унікальний цифровий виття, що містить всю відповідну інформацію, що вноситься на різних етапах життєвого циклу продукції [4].

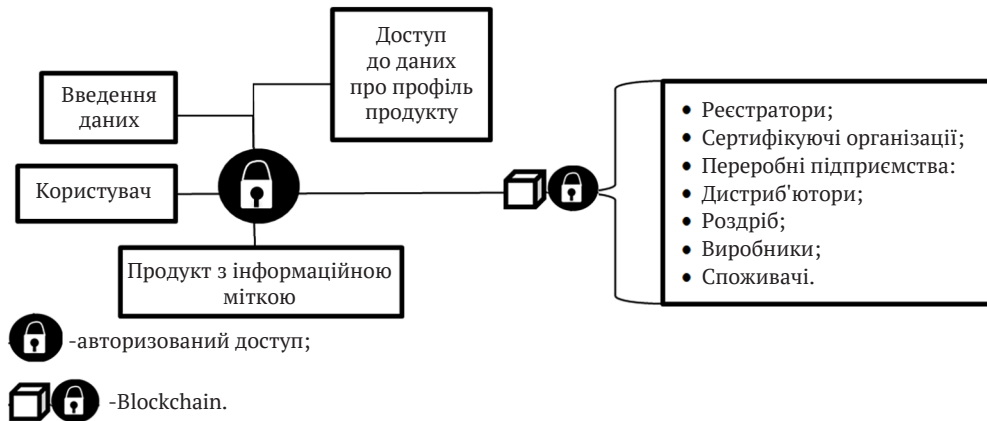


Рисунок 1. Пропонований варіант використання Blockchain у ланцюзі постачань

Джерело: розроблено авторами

Запропонована система складається з таких учасників:

- ◆ реєстратори – компанії, що забезпечують унікальну ідентифікацію кожного учасника ланцюга постачань у мережі;
- ◆ сертифікуючі організації – компанії, які розробляють стандарти роботи з Blockchain, проводять сертифікацію інших учасників;
- ◆ виробники, дистриб'ютори, роздріб, переробні компанії – учасники ланцюга постачань, які вводять дані, що відносяться до продукції в Blockchain;
- ◆ споживачі – кінцеві покупці продукту, в деяких випадках теж вводять дані про продукцію в Blockchain.

Кожному продукту у Blockchain прив'язується інформаційний код: це може бути штрих код, RFID мітка або QR код. Цей код є унікальним цифровим криптографічним ідентифікатором, який пов'язує фізичний продукт зі своєю віртуальною «ідентичністю» в мережі Blockchain. Ця віртуальна ідентичність так само являється частиною профілю продукту [5].

Учасники ланцюга постачань так само мають свої цифрові профілі, отримані під час реєстрації у мережі Blockchain. Дані профілі включають наступну інформацію: короткий опис учасника, його місцезнаходження, сертифікати та тип продукції, з якою учасник працює. Приватність даних про учасника може бути відрегульована для інших учасників ланцюга постачань, також, учасник може бути повністю анонімним, але тільки у разі отримання відповідного сертифіката, що підтверджує надійність його діяльності.

Реєстратори – це компанії, які забезпечують доступ до Blockchain учасникам ланцюга постачань вони забезпечують унікальну ідентифікацію кожного учасника у мережі. Після реєстрації, для кожного учасника реєструється пара криптографічних «ключів» закритого та відкритого типу. Відкритий ключ служить ідентифікатором учасника мережі, а закритий – перевіряє справжність учасника при взаємодіях з іншими у мережі Blockchain. Це дозволяє кожному продукту отримувати

електронний підпис від того чи іншого учасника, у міру просування цього продукту з ланцюга постачань.

Взаємодія у мережі Blockchain відбувається на основі програмного забезпечення, розробленого відповідальними сторонами від кожного учасника ланцюга постачань. Далі, після розробки та обліку всіх деталей взаємодії, програмне забезпечення встановлюється на комп'ютери учасників. Що стосується споживачів – для них випускається окреме програмне забезпечення з особливим інтерфейсом, забезпечуючи доступ до інформації про продукт, яка необхідна споживачу. Системне програмне забезпечення полегшує запис нових даних про нові продукти або додавання даних до старих. Як правило, програмний код для таких Blockchain платформ є змінним, та принцип роботи системи можна модифікувати, як, наприклад, це вже реалізовано у проекті Blockchain Ethereum. Правила доступу до даних та їх розподіленого зберігання вже прописані в самому Blockchain і не можуть бути змінені одним учасником, без підтвердження від іншими.

Застосування Blockchain у логістиці та керуванні ланцюгами постачань: введення даних. Кожен фізичний продукт у запропонованій розподіленій інформаційній системі Blockchain має бути представлений у цифровому вигляді в мережі так, щоб усі зацікавлені сторони мали прямий доступ до даних про нього. Це необхідно для проведення операцій та миттєвого оновлення інформації про продукт на шляху його життєвого циклу. Дані можуть вводитися як вручну, так і за допомогою перенесення інформації з етикетки продукції до системи при сканування. Дані, у запропонованій системі можна класифікувати [6]:

- ◆ Дані про власність – хронологічний список усіх попередніх власників продукту, включаючи поточний. Щоразу, коли відбувається обмін між двома учасниками ланцюга постачань, створюється новий запис про угоду та додається до профілю товару. Таким чином кожна певна угода відноситься до тієї чи іншої цифрової ідентичності учасника ланцюга в Blockchain, що

дозволяє системі зрозуміти, хто саме з учасників має право вносити дані до профілю продукту зараз.

- ◆ Дані про час – щоразу, коли створюється новий запис у профілі продукту, система автоматично реєструє дату і час нового запису, забезпечуючи хронологію зміни профілю продукту.

- ◆ Дані про місцезнаходження – дані, про те, де зараз продукт і де було зроблено останній запис у його профілі. Оскільки в системі є дані про місцезнаходження учасників ланцюга постачань, товару може бути присвоєний ідентифікатор розташування або надання даних GPS для відстеження його переміщення.

- ◆ Дані про продукт (специфікація) – це вся інформація, що стосується продукту: виробник, дата виробництва, його характеристики та інше.

Деякі продукти можна реєструвати в Blockchain з метою покращення їх якості. Наприклад, можна зареєструвати мобільний телефон у мережі та запрограмувати його на надання даних про продуктивність батареї під час роботи. Дані будуть доступні всім учасникам ланцюга постачань та допоможуть виробникам, як телефонів, так і акумуляторів, визначати вади в тому чи іншому телефоні та знаходити області для покращення.

Застосування Blockchain у логістиці та керуванні ланцюгами постачань: на прикладі виробника картонних коробів. Розглянемо реалізацію технології Blockchain на прикладі компанії, яка займається виробництвом картонних коробів. Передбачається, що всі учасники ланцюга постачань зареєстровані у мережі Blockchain та сертифіковані відповідними організаціями. Взаємодія між учасниками ланцюга постачань відбувається наступним чином [7]:

- ◆ Лісове господарство: зрубані дерева позначаються етикетками та вводяться в Blockchain як нові продукти з усіма характеристиками (наприклад, тип дерева та його вік). У Blockchain ініціюється та зберігається угода між лісовим господарством та виробником паперу отримання товару та оплата підтверджуються електронним підписом з обох сторін, яка з'являється після зчитування виробником паперу останньої етикетки на поставлених йому деревах.

- ◆ Виробник паперу: отримання дерев підтверджується після сканування етикеток, на цьому обмін між виробником паперу та лісовим господарством завершується і виробник отримує доступ до профілю продукту. Шляхом додавання різної сировини та змішування компонентів він отримує папір, і змінює профіль продукту відповідним чином, випускається нова етикетка для паперу.

- ◆ Виробник коробок: наступний учасник ланцюга постачань, аналогічним чином підтверджує отримання продукції (сканує) та партія автоматично оплачується. Після додавання до паперу сировини та компонентів, їх етикетки закриваються в Blockchain (цикл життя сировини та компонентів закінчено), і з'являється нова, що ідентифікує короб. Далі, після того, як угода ініційована

з виробником готової продукції, коробки поставляються наступному учаснику.

- ◆ Виробник готової продукції: виробник підтверджує отримання коробів від виробника коробів шляхом сканування. Далі він вкладає у них продукцію та випускає вже два види етикеток у системі Blockchain: для реєстрації короба та для реєстрації продукції, вкладеної в нього.

- ◆ Дистриб'ютор: наступний учасник, який починає рух товару (наприклад, у контейнерах) через кілька інфраструктурних об'єктів (наприклад, склади чи транспортні хаби). На кожну з локацій профіль продукту оновлюється шляхом сканування контейнера, що містить усі види продукції, інформація про контейнери оновлюється автоматично.

- ◆ Роздріб: цей учасник виймає продукцію з коробів та оновлює статус, реєструючи окремо товари та коробки у системі Blockchain. Далі, роздріб ініціює угоду з переробною компанією на постачань коробів для переробки. Відправивши їх переробній компанії, він ставить свій цифровий підпис до Blockchain, а компанія, що займається переробкою, оплачує партію, відсканувавши останню коробку. При цьому, вся попередня хронологія записів про короб зберігається в Blockchain.

- ◆ Переробна компанія: прийнявши коробки, компанія переробляє їх у сировину для паперу та створює новий продукт у мережі. Ініціювавши угоду з виробником паперу, постачає йому сировину. У цьому життєвий цикл короба закінчується. Однак, всі записи про рухи короба по ланцюгу поставки, зміни його статусу зберігаються в Blockchain.

Приклад, наведений вище, являє собою спрощений варіант використання Blockchain технології в ланцюгах постачань. Як можна зрозуміти, використання даної технології забезпечує прозорість усіх транзакцій пов'язаних з тим чи іншим продуктом, а здійснення всіх фінансових операцій вимагає залучення банків чи інших фінансових посередників. Так само, хронологія руху кожного продукту, зміна його статусів і всього його життєвого циклу зберігається в Blockchain і доступна всім учасникам ланцюга, які стосуються цього продукту.

Застосування Blockchain у логістиці та керуванні ланцюгами постачань: потенційні можливості для використання технології. Нижче наведені конкретні приклади застосування даної технології в логістиці та управлінні ланцюгами постачань (Рис. 2). Однією з цікавих можливостей Blockchain є управління «фізичним інтернетом», який, як правило, здійснюється за допомогою мікроплатежів. Так як будь-який актив є «розумним», він зареєстрований у Blockchain та володіє власним гаманцем. За допомогою переведення різного виду сум (навіть від 1 копійки) на рахунок транспортного засобу, можна навести цей транспортний засіб на рух навіть на частки секунд. Зрозуміло, для цього необхідний належним чином налаштований «розумний» договір [8].

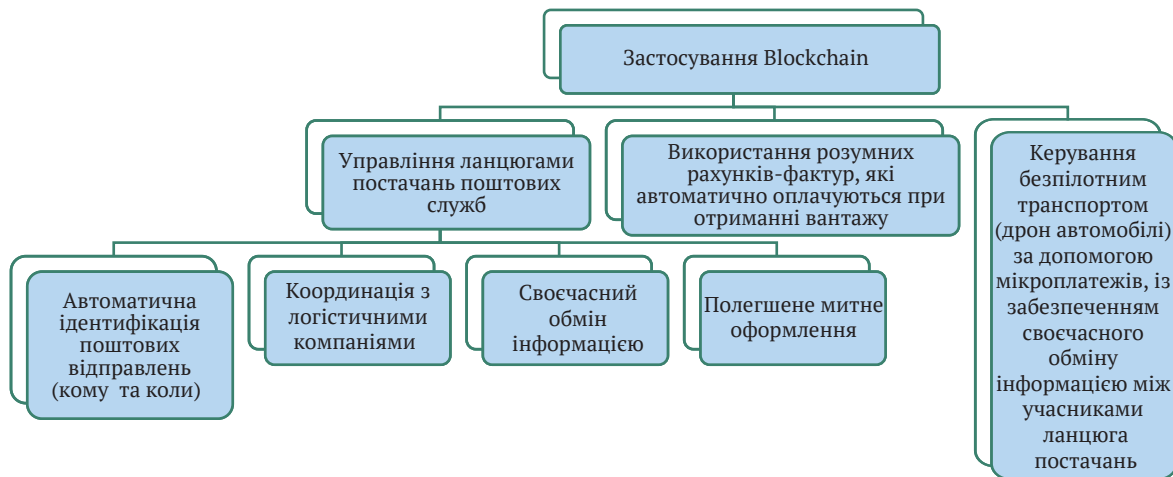


Рисунок 2. Застосування Blockchain технології в логістиці та управлінні ланцюгами постачань

Джерело: розроблено авторами

При переході на технологію Blockchain ланцюг постачань отримує ряд переваг, серед яких варто зазначити такі: підвищення безпеки ланцюга постачань (зниження ризику шахрайства); скорочення помилок; облік кількості, моменту передачі та маршруту руху матеріального потоку; відстеження документації; можливість прив'язки матеріального потоку до серійних номерів, штрих-кодів; обмін інформацією про процес виготовлення, збирання, постачань та експлуатації продукції між постачальниками та покупцями; прозорість транзакцій; вища довіра споживачів за рахунок високої швидкості транзакцій; можливість зворотного зв'язку в режимі реального часу.

Обслуговування матеріального потоку в ланцюзі постачань за допомогою технології Blockchain дозволяє скоротити термін виконання та доставки замовлення за рахунок зменшення кількості посередників у ланцюзі та збільшити реальну суму доходу безпосереднього перевізника. Використання технології Blockchain дозволяє скоротити витрати на обслуговування фінансового потоку за рахунок мінімізації ризиків, відсутності посередницьких банків, а відповідно одноразового стягнення комісії, скорочення витрат, пов'язаних із вартістю перевезення вантажу та зменшенням часу на обробку операцій. На думку аналітиків, оптимізація руху фінансового потоку кожному етапі дозволяє заощадити до 3,5 % річних [9].

Також варто відзначити крім сильних сторін ще й обмеження даної технології. Обмеженнями використання розподіленої інформаційної системи Blockchain є:

- ◆ Технологічні бар'єри – необхідність наявності великої кількості обчислювального та підтримуючого обладнання, постійної розробки програмного забезпечення, низька швидкість поширення блоків інформації та інше.

- ◆ Висока невизначеність – актуальне обмеження при використанні різних валют без прив'язки до курсу долара, євро, гривні, золота чи іншого.

- ◆ Необоротність платежів – неможливість повернути платіж за помилково вказаною адресою. Однак, при надсиланні коштів на неіснуючу адресу, повернути їх можливо.

- ◆ Сприйняття суспільством – консерватизм, зв'язування даної технології з тіньовим ринком чи сумнівним видом бізнесу.

- ◆ Складність побудови бізнес-моделей – необхідність «злому» звичного способу мислення та перехід на нову інформаційну концепцію. Також, складно врахувати інтереси всіх сторін.

- ◆ Державне регулювання – невідомо, як держава відреагує на використання Blockchain. В Україні даній темі поки не приділяється уваги, і невідомо взагалі, коли почнуть підіймати дане питання, враховуючи ситуацію в країні.

Висновки

На закінчення даної роботи слід зазначити, що завдання дослідження реалізовані, поставлена мета була досягнута. Таким чином, використання технології Blockchain в керуванні ланцюгами постачань має суттєві потенційні переваги, які актуальні для логістичної інфраструктури України. Узагальнюючи вище сказане, зауважимо, що Blockchain – це технологія надійного розподіленого зберігання записів про усю кількість створених коли-небудь транзакцій, що є відкритим реєстром.

Blockchain дозволяє забезпечити прозорість усіх транзакцій, пов'язаних з продуктом для всіх учасників ланцюга постачань. Використання цієї технології передбачає повну довіру між учасниками ланцюга постачань, оскільки рух усіх потоків відстежується в режимі реального часу, а всі угоди регулюються у вигляді «розумних» контрактів. Технологія Blockchain дозволяє керувати розумними активами, наприклад, безпілотними транспортними засобами. Ця технологія тісно пов'язана з «інтернетом речей» чи «фізичним інтернетом». Впровадження Blockchain має на увазі спільне

створення програмного забезпечення учасниками ланцюга постачань. З технологічної точки зору це складно, тому що необхідно забезпечити повноцінний функціонал роботи Blockchain для кожного учасника ланцюга

Технологія Blockchain спочатку базувалася на використанні Bitcoin, проте з часом були запропоновані платформи Blockchain, які працюють на більш стабільній валюті, прив'язаній до курсу інших валют або цінних металів. Такі платформи вже використовуються бізнесом. Так само, в останній рік набирає популярності Blockchain Ethereum, оскільки ця платформа працює повністю на «розумних» контрактах та адаптована під потреби бізнесу. Найбільш важливими перевагами використання Blockchain у ланцюгу постачань є:

підвищення безпеки ланцюга постачань, скорочення документації, відстеження документації та скорочення помилок, висока довіра споживачів за рахунок швидкості транзакцій та їх прозорості, можливість своєчасного обміну інформацією між учасниками ланцюга постачань, а також облік кількості, моменту передачі та маршруту руху матеріального потоку.

Впровадження технології Blockchain у ланцюг постачань вимагає подолання технологічних бар'єрів: придбання обчислювального та підтримуючого обладнання, розробку програмного забезпечення, створення інтерфейсів та інших технічних тонкощів, необхідні повноцінного функціонування ланцюга постачань цієї інноваційної системи.

Список використаної літератури

- [1] What is Blockchain technology, and what is its potential impact on the supply chain? (2016). Retrieved from <http://cerasis.com/2016/06/29/blockchain-technology/>.
- [2] Arvis, J.-F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., Raj, A., & Naula, T. (2016). *Connecting to Compete 2016: Trade logistics in the global economy. The logistics performance index and its indicators*. Retrieved from https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI_Report_2016.pdf.
- [3] Gonchar, O., Zamkova, N., Polishchuk, I., Dovhan, Y. & Sokolovska, V. (2020). Oil and fat business of Ukraine: Marketing orientation for achieving competitive advantages. *European Journal of Sustainable Development*, 9(4), 261-272. doi: 10.14207/ejsd.2020.v9n4p261.
- [4] Haq, I., Monfared, R.P., Harrison, R., Lee, L., & West, A. (2010). A new vision for the automation systems engineering for automotive powertrain assembly. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 23(4), 308-324. doi: 10.1080/09511921003596780.
- [5] Ream, J., Chu, Y., & Schatsky, D. (2016). *Upgrading blockchains: Smart contract use cases in industry*. New York: Deloitte University Press.
- [6] Pokrovskaya, O.D. (2018). Terminalistics as a new methodology for the study of transport and logistics systems of the regions. *MATEC Web of Conferences*, 216(61), article number 02014. doi: 10.1051/mateconf/201821602014.
- [7] Shifting patterns: The future of logistics industry. (2020). Retrieved from <http://www.pwc.com/gx/en/industries/transportation-logistics/publications/the-future-of-the-logistics-industry.html>.
- [8] Abeyratne, S.A., & Monfared, R.P. (2018). *Blockchain ready manufacturing supply chain using distributed ledger*. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(9), 1-10.
- [9] Blockchain technology: Possibilities for the U.S. postal service. (2016). Retrieved from <https://www.uspsaig.gov/sites/default/files/document-library-files/2016/RARC-WP-16-001.pdf>.

Ruslana Melnyk

Postgraduate Student
Vinnytsia National Technical University
21021, 95 Khmelnytske Shose Str., Vinnytsia, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0003-9762-2657>

Serhii Tsymbal

PhD in Technical Sciences, Associate Professor
Vinnytsia National Technical University
21021, 95 Khmelnytske Shose Str., Vinnytsia, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3066-4169>

Application of Blockchain technology in logistics and supply chain management

Abstract. The article considers the possibility of using innovative information technology Blockchain in logistics and supply chain management. At the beginning of the 21st century, a significant change occurred in the development of digital technologies, a revolution. Now information is becoming more and more important every day as a resource in social and economic processes. The use of information in modern conditions is necessary to transform it into knowledge, which is measured by an increase in productivity, and subsequently the social space takes up more and more space in socio-economic relations. The essence and features of Blockchain technology are reflected, and the need for its technical order is also revealed. Today, Blockchain is a multifunctional and multi-level information technology designed for reliable accounting of various assets. Potentially, this technology covers all spheres of economic activity without exception and has many areas of application. Among them: finance, economics and monetary settlements, transactions with tangible and intangible assets. The introduction of Blockchain technology into any area of business involves the adoption of a fully transparent and reliable information platform that will be used by participants in a particular process: whether it is insurance of individuals, privatization of real estate, return management, provision of logistics services or any other type of activity. It should be noted that modern society at this stage of development is at an intellectual and technical level, at which the technical construction of a model of itself is a quite real computer engineering task. Today, technical modelling and technical normalization of Blockchain technology are in the zone of a strict process of organizing production and the economy. The key issue of the article is to reveal the possibilities of applying Blockchain technology in logistics and supply chain management in general. Examples of practical application of this technology in logistics are given, the advantages and disadvantages of Blockchain are revealed, and the barriers and difficulties associated with the use of this technology are also reflected

Keywords: Blockchain technology; supply chain management; Blockchain technology in logistics, smart contracts; smart assets