

**Я.І. Корнага, к.т.н., доц.
Ю.Я. Тільняк, аспір.**

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

Дослідження та застосування технології блокчейн у транспортній логістиці

Сьогодні в інформаційно забезпеченому світі легко знайти будь-яку інформацію про технологію блокчейн: блоги, форуми, доповіді конференцій та статті в наукових журналах. Безперервний розвиток технології блокчейн та цифровий бум криптовалюти зацікавлює людей у різних галузях, тому науковці провели глибокі дослідження використання технології блокчейн у промисловості та в інших аспектах нашого життя.

У статті досліджується застосування технології блокчейн у системі сучасної транспортної логістики. Сьогодні, попри загальну доступність Інтернет мережі, процес вантажоперевезень залишається далеким від ідеалу через складнощі взаємодії між ланками ланцюжка, до якого належать логісти, замовники, одержувачі, державні та посередницькі структури та ін. Впровадження технологічних інновацій для підвищення рівня прозорості в транспортній галузі підтримується низкою логістичних компаній. Під час дослідження було знайдено близько 17 міжнародних компаній, що успішно застосовують технологію блокчейн у транспортній логістиці. Дослідження довело, що технологія блокчейн може ефективно розв'язувати проблеми ризику довіри посередників у торговому ланцюгу, знижувати транзакційні витрати і підвищувати ефективність синергії в середовищі з багатьма агентами. У роботі обговорюється доцільність застосування технології блокчейн для транспортної логістики, а також досліджено вплив технології блокчейн на систему, що існує у транспортній логістиці.

Ключові слова: блокчейн; логістика; транспорт; ланцюги постачань; перевезення.

Актуальність теми. Останніми роками безперервний розвиток технології блокчейн та цифровий бум криптовалюти викликали широке занепокоєння у різних галузях, тому науковці провели глибокі дослідження використання технології блокчейн у промисловості та в інших аспектах нашого життя. Ідея багатоагентного механізму синергетичного консенсусу матиме глибокий вплив на соціальне управління та бізнес-операції. Блокчейн (англ. *Blockchain*) – це інтегрована інновація наявних технологій для злиття розподілених сховищ, механізмів консенсусу, що утворюють стійкий механізм. Застосування в комп'ютерних та блок-схемах для досягнення необхідного узгодження одного відомого або одномоментного режиму, та шифруванні даних й смарт-контрактів з кожним роком стає все більш актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, на які спираються автори. Детальний опис створення набору децентралізованої електронної системи торгівлі з використанням технології блокчейн вперше описав у своїй статті під назвою «Біткоїн: однорангова електронна система готівки» Накамото Сатосі у 2008 році. Під впливом дослідження Накамото Сатосі використання технології блокчейн для встановлення механізму консенсусу між суб'єктами господарювання почало здійснюватися за допомогою технічних засобів, що сприяло прориву не лише сучасної економіки, але й технічної сфери нашого життя.

Метою статті є дослідження застосування технології блокчейн у транспортній логістиці та її вплив на чинну систему.

Викладення основного матеріалу. У сучасному інформаційно забезпеченому світі легко знайти будь-яку інформацію про технологію блокчейн: блоги, форуми, доповіді конференцій та статті в наукових журналах. Обговорюється застосування технології блокчейн в економічній сфері нашого життя, переважно – як основа цифрової валюти біткоїн. У 2008 році Накамото Сатосі створив біткоїн, заснований на криптографічному підтвердженні замість «довіри» [1]. Головною перевагою відкриття цифрової валюти Біткоїн є технологія блокчейн та можливість її подальшого застосування в інших сферах життя.

У статті зосереджено увагу на сучасних аспектах застосування технології блокчейн та майбутніх тенденціях технічних інновацій у транспортній логістиці. Сьогодні представники світового логістичного ринку переймаються підвищенням прозорості та надійності ланцюгів постачань, а ідея застосування для цього технології блокчейн активно впроваджується в реальність провідними міжнародними компаніями.

Розглянемо архітектуру технології блокчейн. Блокчейн – це послідовність блоків, що містить список записів про транзакції, подібно до звичайної громадської книги [5].

На рисунку 1 представлено розподілену базу даних, що зберігає впорядкований ланцюжок записів (так званих блоків), що постійно довшас. Кожен блок містить часову позначку, хеш попереднього блока та дані транзакцій, подані як хеш-дерево. Розподілену базу даних такого типу вперше закладено та реалізовано в основі криптовалюти Bitcoin, де технологія блокчейн слугує бухгалтерською книгою для всіх

операцій. Отже, технологія блокчейн – це спеціальна структура для запису групи транзакцій, головною перевагою якої є здійснення будь-яких операцій з банківським рахунком лише коли дія вважається підтвердженою. Здійснення платежів чи передача конфіденційних даних з використанням технології блокчейн вважається зручною та надійною [7]. Наприклад, транзакція буде вважатися правильною («підтвердженою») лише після перевірки її формату та підписів. Після цього група операцій з банківським рахунком буде записана в спеціальній структурі (зазначений вище блок). У блоках є можливість швидко перевірити надану інформацію, адже у ланцюжку блоків зберігається інформація про всі раніше застосовані операції з банківським рахунком.

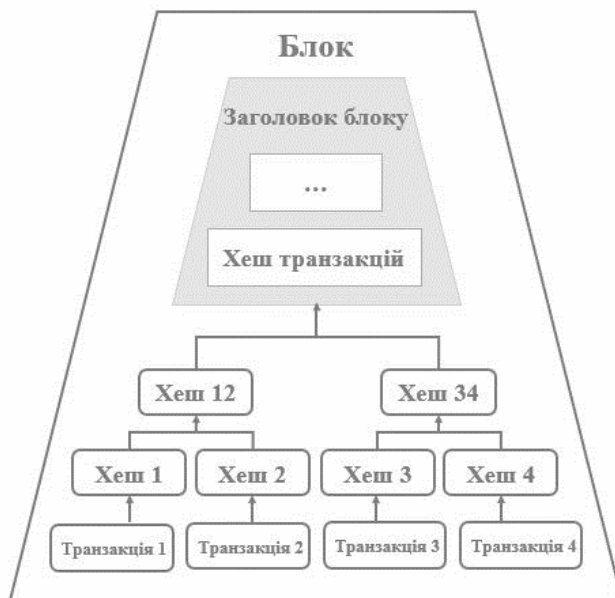


Рис. 1. Архітектура технології блокчейн

Будь-який блок складається із заголовка та списку транзакцій. Заголовок блоку містить власний хеш, хеш попереднього блоку, хеш транзакцій та додаткову службову інформацію. Першою транзакцією в блоці завжди вказується отримання комісії, яка стане нагородою користувачеві за створений блок. Для проведення транзакцій у блоці використовують деревоподібне хешування, аналогічне формуванню хеш-суми файлу в протоколі BitTorrent. Транзакції, крім нарахування комісії під час створення блоку, містять всередині атрибута input посилання на транзакцію, за якою на цей рахунок були отримані біткойни (або інші дані чи цифрові валюти). Комісійні операції можуть містити в атрибуті будь-яку інформацію (для них це поле має назву Coinbase parameter), оскільки у них немає батьківських транзакцій. Створений блок буде прийнятий іншими користувачами, якщо числове значення хешу заголовка дорівнює або нижче певного числа, величина якого періодично коригується [2].

Під час хешування застосовується випадковий перебір, що означає відсутність алгоритму отримання бажаного результату, отже отриманий результат хешування є непередбачуваним. Наприклад, якщо хеш не задовольняє умову, то довільно змінюється блок службової інформації в заголовку і хеш перераховується. Після збігу варіантів вузол розсилає отриманий блок іншим підключеним вузлам, що перевіряють блок. Якщо помилки відсутні, то блок вважається доданим у ланцюжок і наступний блок має охоплювати його хеш, після чого все починається спочатку [3].

Застосування технології блокчейн у транспортній логістиці. Порівняно з попереднім століттям, ланцюги постачань якого були відносно простими (здебільшого регіональні перевезення), комп'ютеризація логістики призвела до помітного зсуву акцентів в управлінні ланцюгами постачань. Сьогодні, використовуючи технології блокчейн, всі учасники угоди можуть миттєво отримувати інформацію про будь-які оновлення в процесі. Припускаємо, що використання технології блокчейн у транспортній логістиці дозволяє зменшити рівень корупції, уникаючи розбіжностей в документації, адже всі учасники ланцюга постачань мають доступ до однакової версії всіх товаросупровідних документів. Крім того, всі запити записуються в блоки, де видалити або змінити інформацію буде неможливо, тому при розбіжностях знайти корінь проблеми набагато легше. Отже, на цьому етапі технологія блокчейн допомагає підвищити надійність та прозорість ланцюга постачань.

Впродовж останніх дев'яти років у логістичних ланцюгах постачань та транспортних перевезеннях міжнародного рівня активно використовується технологія блокчейн. Впровадження технологічних інновацій для підвищення рівня прозорості в транспортній галузі підтримується низкою логістичних компаній.

Однією з перших компаній, що застосувала технологію блокчейн, стала «Hyperledger Project», заснована в грудні 2015 року за участю Linux Foundation, корпорації IBM та цілого ряду великих світових банків. Міжнародний Blockchain-консорціум сьогодні співпрацює з Enterprise Ethereum Alliance (EEA), що об'єднало понад 250 компаній різних сфер (фінанси, машинобудування, охорона здоров'я, IT та інші). Наприклад, з самого початку в консорціум увійшли фінансові та технологічні компанії – Accenture, Banco Santander, BlockApps, BNY Mellon, CME Group, ConsenSys, IC3, Intel, J.P. Morgan, Microsoft та Nuco, а також інші відомі організації та блокчейн-стартапи. Головною метою консорціуму є створення єдиної blockchain-платформи з відкритим вихідним кодом, що дозволяє організаціям по всьому світу впроваджувати технологію blockchain у свої бізнес-проекти, передбачаючи створення єдиних стандартів для розподілених корпоративних мереж.

Здійснює технологічний прорив, завдяки реалізації технології блокчейн, останні кілька років стартап Yojee. Це технологічна платформа, що працює більш як з 30 тисячами транспортних засобів та клієнтів з Сингапуру, Австралії, Камбоджи та Індонезії. Стартап надає велику кількість логістичних можливостей в управлінні ланцюгами постачань, використовуючи технології блокчейн та штучний інтелект. Інноваційне рішення стартапу полягає в заміні диспетчера, відстеженні місцеперебування постачань у режимі реального часу, автоматично сформовуючи електронні рахунки-фактури. Платформа на базі блокчейн допомагає керувати замовленнями без посередників, що є позитивним критерієм для безпечної оптимізації вантажоперевезень.

Ще одним успішним прикладом використання технології блокчейн у транспортній логістиці є найбільший торговий порт Європи – Роттердам. З 2016 року проект має підтримку понад п'ятнадцяти компаній державного та приватного секторів (TNO, Centric, Exact, ABN AMRO, TU Delft, Windesheim, the SCF Community, SmartPort, the Port of Rotterdam, Royal FloraHolland, FBBasic & Cirmar, BeScope Solutions, Innopay, NBK та TransFollow), що базуються в Нідерландах за сприяння Міністерств з економічних питань Нідерландів. Унікальність проекту полягає в охопленні усього логістичного ланцюжка постачань.

Другим в Європі за обсягом контейнерного вантажообігу є порт Антверпена. Бельгійський порт запустив пілотний блокчейн-проект, спрямований на оптимізацію логістичних процесів. Представники порту зазначають, що просте переміщення контейнерів з пункту А в пункт Б може охоплювати більш як 30 різних учасників, включаючи експедиторів, перевізників, вантажовідправників тощо, а також близько 200 різних операцій. На їхню думку, технологія blockchain підвищила прозорість обміну даними та прискорила взаємодію між учасниками логістичних процесів та клієнтами порту. Це, у свою чергу, мінімізувало ймовірність будь-яких маніпуляцій даними.

Дослідження технології блокчейн показало, що у транспортній логістиці сучасні технології допомагають відстежити неточності або відхилення від плану: наприклад, перевізник не встигає доставити вантаж в обговорений термін, оскільки водій потрапив в ДТП – всі учасники ланцюга постачань відразу ж про це дізнаються. Отже, надійність угод зростає, а час очікування товару, що доставляється – скорочується.

Переваги застосування технології блокчейн у транспортній логістиці. Глобалізація використання технології блокчейн обґрунтовується прозорістю ланцюга постачань та підвищенням рівня безпеки. Сьогодні великі судноплавні компанії продовжують приєднуватися до створеного на базі блокчейн Транспортного альянсу, визнаючи життєздатність та перспективи використання нової технології в цій галузі. Дослідження довело, що вже зараз ефективність перевезень помітно підвищилася, і це гарантія того, що в майбутньому використання блокчейн стане галузевим стандартом.

Серед головних переваг технології блокчейн варто зазначити використання електронного документообігу. Наприклад, коли на одному з етапів з вантажем виникають проблеми, постачання затримується, а транспортні витрати збільшуються. Це відбувається через те, що угоди можуть бути дуже складними та складатися з безлічі ланок ланцюжка. Іноді компанія, що доставляє товар одержувачу, знаходиться за десятки тисяч кілометрів, що ускладнює переговори з відправником вантажу. В результаті спілкування між учасниками ланцюжка проходить повільно, а розв'язання проблем затягується. З використанням технології блокчейн усі сторони, що мають відношення до угоди, мають можливість стежити за переміщенням вантажу. За записами в єдиній децентралізованій базі даних можна швидко визначити, де і коли щось пішло не так.

Оскільки застосування технології блокчейн у транспортній логістиці є багатосторонньою участю та співпрацею багатьох учасників процесу транспортування, електронний рахунок-фактура, заснований на технології блокчейн, повинен мати стандартизовані протоколи та структури даних з прикладного рівня для розв'язання проблеми взаємодії даних між підприємствами та уникнути співіснування багатьох ланцюгових мереж. Тобто, рахунок-фактура, що є цінним папером (англ. securities), завжди вимагає приховування від третьої особи під час доставлення товару для забезпечення безпеки обох сторін. Наприклад, в електронному інвойсі (англ. invoice) транзакції обох сторін (постачальника та замовника) угоди фактично взаємодіють на рівні обміну інформацією та сертифікацією електронної комерційної біржової системи за розпорядженням Лондонської фондової біржі; в угоді про паперові рахунки третя

сторона (перевізник), якій довіряють обидві сторони угоди, є автентичністю інвойс. Однак за допомогою блокчейн, третя сторона не зобов'язана контролювати та перевіряти інформацію, що передається між двома сторонами торгів та не вимагає конкретного фізичного об'єкта для досягнення взаєморозуміння й довіри між двома сторонами і здійснити «невидиму» передачу вартості товару між учасниками торгів.

Окрім прозорості, застосування технології блокчейн має ще одну перевагу – безпека. Технологія дозволяє моментально виявляти порушення в ланцюжках постачань. Наприклад, учасник, який входить в систему, щоб змінити минулі події, змінить кодування події. Це дозволить компаніям знаходити порушення та ініціаторів цих змін негайно виключити з ланцюга.

Дослідження демонструє ефективність використання блокчейн технології в транспортній логістиці для досягнення повного управління життєвим циклом активів електронних рахунків, передачі електронної накладної вартості для перевізника, зменшення ризиків електронного накладання рахунків, поліпшення операційної ефективності та інформаційну безпеку.

Можливі проблеми при застосуванні технології блокчейн у транспортній логістиці. Сьогодні, всупереч загальній доступності Інтернет мережі, процес вантажоперевезень залишається далеким від ідеалу через складнощі взаємодії між ланками ланцюжка, до якої належать логісти, замовники, одержувачі, державні та посередницькі структури та ін.

Під час дослідження було знайдено близько 17 міжнародних компаній, що успішно застосовують технологію блокчейн у транспортній логістиці. Невелика конкуренція пояснюється масштабним документообігом та зберіганням великої кількості конфіденційної інформації, що потребують значних витрат електроенергії. Відсутність законодавчої бази та складність в досягненні консенсусу з питань створення нових систем між великою кількістю зацікавлених сторін також відлякує потенційних інвесторів.

Блокчейн-системи з розвитком вимагають все більше обчислювальних потужностей та великих витрат електроенергії. Розвиток нової технології неминуче тягне за собою масштабну перебудову всієї системи, що стосується інтересів багатьох сторін, кожній з яких доведеться взяти на себе певні ризики та витрати. Більшість інвесторів вбачають у використанні блокчейн технології загрозу бізнесу, ніж можливість для розвитку. Інші – не поспішають робити активні дії та приймають очікувальну позицію, аби уникнути фінансових ризиків та витрат на створення чогось нового.

З технічної точки зору головною проблемою блокчейн є необхідність застосування ефективних алгоритмів шифрування, адже технологія має гарантувати достатню криптографічну стійкість для передачі конфіденційної інформації в мережі, а також дозволити реалізувати цифровий підпис для підвищення достовірності даних [9].

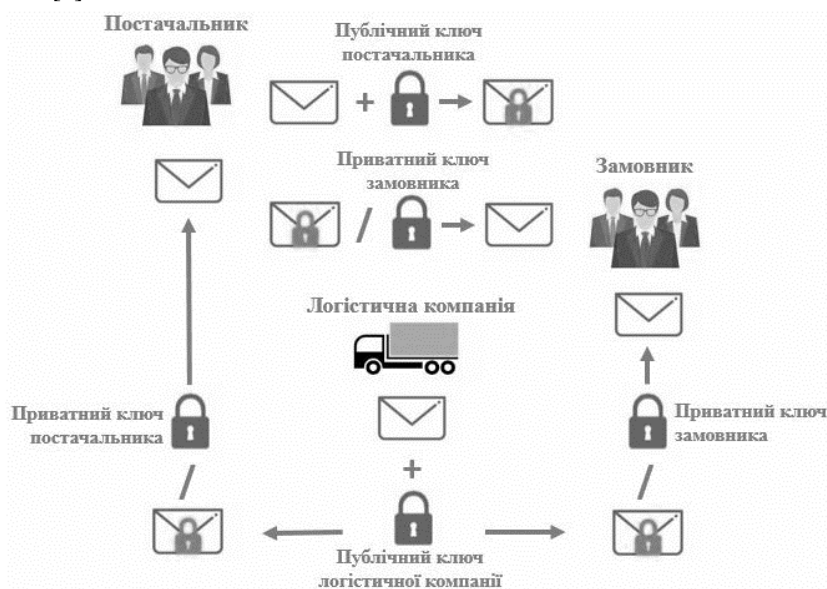


Рис. 2. Алгоритм роботи шифрування RSA в транспортній логістиці

Розглянемо алгоритм роботи асиметричного шифрування на прикладі RSA (рис. 2), що базується на обчислювальній складності задачі факторизації великих цілих чисел. RSA став першим алгоритмом такого типу, придатним і для шифрування, і для цифрового підпису. Алгоритм застосовується до великої кількості криптографічних застосунків.

Спочатку вибираються два простих числа p і q . Далі знаходяться модуль для відкритого і закритого ключа (1) і функція Ейлера від модуля (2).

$$n = q * p, \tag{1}$$

$$\varphi(n) = \varphi(pq) = (p - 1)(q - 1). \quad (2)$$

Після цього вибирається ціле число e (відкрита експонента) від 1 до $\varphi(n)$, взаємно просте з $\varphi(n)$. Зазвичай як e використовують прості числа, що містять невелику кількість одиничних біт у двійковому записі, але не занадто малі, для швидкого зведення в ступінь.

Далі знаходиться число d , що відповідає формулі (3):

$$d * e \bmod \varphi(n) = 1. \quad (3)$$

Таким чином формується приватний ключ $\{d, n\}$ та публічний ключ $\{e, n\}$, за допомогою яких проводиться шифрування (4) і дешифрування (5) даних.

$$c = m^e \bmod n, \quad (4)$$

$$m = c^d \bmod n = c = m^{bd} \bmod n = c = m \bmod n = m, \quad (5)$$

де $m < n$, c - шифровані дані, m – нешифровані дані, n - коло значень (чим більше, тим краще). При спробі ж зламати (підібрати) закритий ключ доведеться перебрати комбінації, де N – довжина ключа [5].

Вплив на систему, що існує в транспортній логістиці. У сфері логістики основним документом, що регулює процес транспортування, є договір між замовником та перевізником. Перевізник зобов'язується у визначені терміни доставити вантаж, а замовник – оплатити послуги за встановленою вартістю.

Чинна система управління логістикою знаходиться на стадії розвитку: потребує коригувань при встановленні чітких правил та обов'язків учасників у сфері транспортної логістики. Сьогодні сфера транспортної логістики потребує встановлення стабільної економічної ситуації, поліпшення роботи транспортної та дорожньої інфраструктури, створення єдиної технічної бази. Застосування технології блокчейн дозволить змінити парадигми, що сформувалися в сучасних міжнародних перевезеннях. Через впровадження новітніх технологій та створення єдиної відкритої інформаційної бази з'явиться можливість керувати глобальною торговою мережею. Логістика, вибудована на технології блокчейн, змусить компанії працювати ефективніше та робити менше помилок, оскільки конкуренція всередині галузі посилиться [10].

Відомо, що конкурент компанії Microsoft – IBM, також веде розробки по застосуванню технології блокчейн, спільно з JPMorgan Chase та іншими великими фінансовими корпораціями, взявши за основу альтернативну технологію віртуальної валюти Ефіріума (Ethereum). Партнери відгукнулися на побоювання багатьох банківських організацій, що IBM стане монополістом в області блокчейн та заповнить увесь світ власними програмними продуктами. Microsoft, у свою чергу, бере на себе освітню місію, розповідаючи про сутність та можливості технології блокчейн, а також стимулює підприємництво та розвиток технології, проводячи хакатони, воркшопи та інкубаційні програми по всьому світі. Наприклад, щороку компанія проводить інтенсив-курс для українських підприємців.

Враховуючи результати дослідження, припускаємо, що найближчі десять років покриття усіх логістичних компаній світу – не лише неможливе, але й економічно не вигідне. Адже для впровадження новітніх технологій абсолютно для всіх сфер впливу транспортних компаній потрібно об'єднати масштабний документообіг та сприяти безперервному наданню великої кількості електроенергії. Отже, припускаємо, що ринок використання технології блокчейн буде відкритим, а не монополізованим.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Оскільки технологія блокчейн може записувати кожен транзакцію за допомогою конкретного алгоритму, кожна наступна зміна у транзакції, створює інший блок даних по ходу ланцюга, що зв'язаний та простежується в кожній частині транзакції копіюючи транзакції за певний період часу в режимі реального часу, що робить дані транзакції більш безпечними, унеможливаючи підробку або знищення даних. Таким чином, дослідження та застосування технології блокчейн у транспортній логістиці значно впливає на систему, що існує в транспортній логістиці та демонструє безпечність і прозорість технології для всіх учасників процесу.

Процес інтеграції нової технології в галузь вже розпочато, але до загального впровадження потрібно пройти довгий шлях.

Список використаної літератури:

1. *Satoshi N.* Біткоїн: однорангова електронна система готівки / *С.Накамото* [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
2. *Хідонг Л.* Дослідження та застосування електронного рахунку-фактури на основі Блокчейн / *Л.Хідонг* // MATEC Web of Conferences. – 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.researchgate.net/publication/329038197>.
3. Профіль в інноваціях. Блокчейн: від теорії до практики [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pgcoin.tech/wp-content/uploads/2018/06/blockchain-paper.pdf>.
4. Технологія розподіленої книги: за межами блоку ланцюга [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf.
5. *Давід ЛЕЕ Куо Чуен* Bitcoin, інновації, фінансові інструменти та великі дані : довідник з цифрової валюти / *Давід ЛЕЕ Куо Чуен* // Academic Press. – 2015. – Ч.1.
6. *Бутерін В.* Інтелектуальний контракт нового покоління та децентралізована платформа застосування / *В.Бутерін* // Github. – 2014.

7. Блокчейн для та в логістиці: що прийняти та з чого почати? / М.Добровник, Д.М. Герольд, Е.Фюрст, С.Куммер // Журнал «Logistics». – 2018.
8. Блокчейн для підприємства: огляд, можливості та виклики / О.Діб, К.-Л. Брусміче, А.Дюран, Е.Тea та ін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://www.researchgate.net/publication/322078519_Blockchain_for_Enterprise_Overview_Opportunities_and_Challenges.
9. Єлістратова А.А. Проблеми впровадження технології блокчейн в Росії / А.А. Єлістратова // Актуальні проблеми авіації і космонавтики. – 2017. – № 13 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://cyberleninka.ru/article/n/problemu-vnedreniya-tehnologii-blokcheyn-v-rossii>.
10. Додатки блокчейн на транспорті / Д.Є. Наміот, О.Н. Покусаяев, В.П. Купріянівський, А.В. Акімов // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – № 12 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://cyberleninka.ru/article/n/prilozheniya-blokcheyn-na-transporte>.

References:

1. Satoshi, N. (2008), *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*, [Online], available at: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Xidong Liu (2018), «Research and Application of Electronic Invoice Based on Blockchain», *MATEC Web of Conferences*, [Online], available at: <https://www.researchgate.net/publication/329038197>
3. «Profiles in Innovation: Blockchain: Putting Theory into Practice», [Online], available at: <https://pgcoin.tech/wp-content/uploads/2018/06/blockchain-paper.pdf>
4. «Tehnologija rozpodilenoj knygy: za mezhamy bloku lancjuga», [Online], available at : https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gsl-16-1-distributed-ledger-technology.pdf
5. Lee Kuo Chuen, D. (2015), «Bitcoin, innovacii', finansovi instrumenty ta velyki dani : dovidnyk z cyfrovoi valjuty», *Academic Press*, Part 1.
6. Buterin, V. (2014), «A next-generation smart contract and decentralized application platform», *Github*.
7. Dobrovnyk, M., Gerol'd, D.M., Fjurst, E. and Kummer S. (2018), «Blokcheyn dlja ta v logistyци: shho pryjnyaty ta z chogo pochaty?», *Zhurnal «Logistics»*.
8. Dib, O., Brusmiche, K.-L., Djuran, A., Tea, E. and other (2019), *Blokcheyn dlja pidpryjemstva: ogljad, mozhyvosti ta vyklyky*, [Online], available at: https://www.researchgate.net/publication/322078519_Blockchain_for_Enterprise_Overview_Opportunities_and_Challenges
9. Jelistratova, A.A. (2017), «Problemy vprovadzennja tehnologii' blokcheyn v Rossii'», *Aktual'ni problemy aviacii' i kosmonavtyky*, No. 13, [Online], available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemu-vnedreniya-tehnologii-blokcheyn-v-rossii>
10. Namiot, D.Je., Pokusajev, O.N., Kupryjaniv's'kyj, V.P. and Akimov A.V. (2017), «Dodatky blokcheyn na transporti», *International Journal of Open Information Technologies*, No. 12, [Online], available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/prilozheniya-blokcheyn-na-transporte>

Тільняк Юрій Ярославович – аспірант кафедри технічної кібернетики факультету інформатики та обчислювальної техніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Наукові інтереси:

- технологія blockchain;
- застосування електронних рахунків-фактур в транспортній логістиці.

Корнага Ярослав Ігорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної кібернетики факультету інформатики та обчислювальної техніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

Наукові інтереси:

- технологія створення програмних продуктів;
- конструювання програмного забезпечення;
- проектування інформаційних систем.

Стаття надійшла до редакції 10.04.2019.