

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАНЬ ТОВАРУ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН**

**DEVELOPMENT OF MEASURES FOR OPTIMIZATION OF THE PRODUCT SUPPLY CHAIN BY USING MODERN BLOCKCHANE TECHNOLOGY**



*Гусєв Олександр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, доцент кафедри «Транспортних технологій», e-mail: alex.2017.tu@gmail.com,*

*orcid.org/ <https://orcid.org/0000-0002-0420-0443>*



*Федоренко Ірина Олександрівна, аспірант, Національний транспортний університет, м. Київ, Україна, асистент кафедри «Транспортних технологій», e-mail: levytska12332@gmail.com,*

*<https://orcid.org/0000-0002-8690-5673>*

**Анотація.** Стаття спрямована на розробку заходів оптимізації ланцюга постачання продукції за допомогою сучасних технологій блокчейн. Важливою складовою роботи є також забезпечення безпеки ланцюга постачання та, зокрема, забезпечення безпеки та зберігання товарів (вантажів).

Проаналізовано світову статистику по обігу контрафакту, що становить 3,3 % у рік, що еквівалентно 500 млрд. долл. США (2017 рік), що є дуже актуальним для України.

Розглянуто технологію та алгоритми щодо оптимізації ланцюга постачання шляхом аналізу даних від кожної Точки, і виявлення проблемних процесів та пунктів.

Запропоновано використання технології смарт контракту в системі блокчейн, для забезпечення безпеки товару (вантажу), для відслідковування походження товару, маршруту, етапів перевезення та його оригінальності, шляхом створення записів у кожному пункті перебування товару (вантажу).

**Ключові слова:** ланцюг постачання, технологія блокчейну, смарт-контракт, безпека, зберігання та захист товару.

**Постановка проблеми.** Сьогодні дуже актуальними є наукові дослідження спрямовані на проектування, створення, удосконалення та оптимізацію ланцюгів постачання (зокрема їх транспортної складової) та забезпечення їх безпеки [1]. На сучасному етапі забезпеченню безпеки функціонування ланцюгів постачання перешкоджає проблема фальсифікації товарів, заміна товару на підробку саме під час транспортування та видання підробки за оригінал. За таких умов, неможливо відстежити походження товару (вантажу) та його справжність. Спочатку замовник, а потім і кінцевий споживач не можуть бути впевненими у тому, що отриманий (придбаний) товар є оригіналом, з відповідними економічними, фінансовими та репутаційними наслідками.

Інформація про ланцюг постачання товару від заводу-виробника до кінцевого споживача є недоступною в повному об'ємі, що унеможливує оптимізацію процесу доставки. Саме тому існує необхідність створення системи відстежування товару на всіх етапах логістичного ланцюга від виробництва

до кінцевого споживача, з метою підтвердження безпеки та оригінальності товару і оптимізації ланцюга постачань.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Аналіз статистичних даних свідчить, що в світі щороку відбувається виготовлення та продаж контрафактної продукції, щороку ця цифра лише зростає. З доповіді Організації економічного співробітництва та розвитку слідує, що оборот контрафактної продукції в світі досягає 500 млрд. доларів, що становить близько 3,3% світового імпорту. У Європейському союзі такої показник досяг 134 млрд. доларів, що становить близько 6% імпорту. Для порівняння, за даними попередньої доповіді ОЕСР, опублікованого в 2016 році, частка контрафактної продукції в світі становила 461 млрд. доларів або 2,5% світового імпорту, а в Європейському союзі 116 млрд. доларів або 5% імпорту (рис. 1, 2.).

Лідерами по виробництву товарів з порушеннями прав на об'єкти інтелектуальної власності є Китай і Гонконг - понад 60%, Туреччина - понад 3,5% і Сінгапур - понад 2%. Найчастіше підробляють одяг і вироби зі шкіри, взуття, електричні прилади та обладнання, годинники, парфумерія та косметика, іграшки.

Відзначається, що 24% вилучення контрафактної продукції здійснено з порушенням прав на об'єкти інтелектуальної власності правовласників з США, 16,6% - з Франції, 15,1% - з Італії, 11,2% - зі Швейцарії, 9,3% - з Німеччини, близько 6% - з Японії та близько 1,3% - з Китаю. [2]

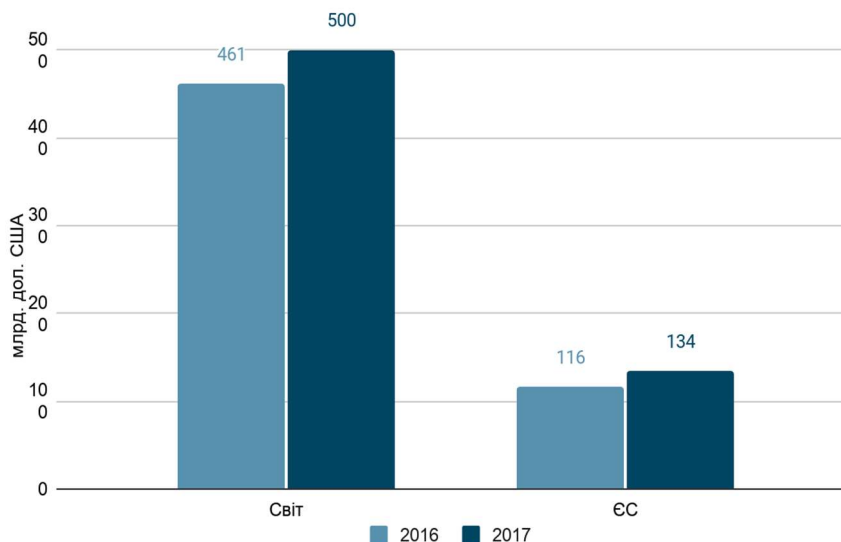


Рисунок 1 - Оборот контрафактної продукції в світі та Європейському союзі, млрд. дол. США  
 Figure 1 – Turnover of counterfeit products in the world and the European Union, billion. USD

Як видно з графіків, кожна двадцята одиниця товару, що купують в ЄС є контрафактною, загальні збитки компаній-виробників товарів становлять 500 млрд. доларів США в рік, через наявність на ринку не оригінальних продуктів.

Блокчейн - побудована за певними правилами безперервна послідовна ланцюжок блоків (зв'язний список), що містять інформацію. Зв'язок між блоками забезпечується не тільки нумерацією, а й тим, що кожен блок містить свою власну хеш-суму і хеш-суму попереднього блоку. Зміна будь-якої інформації в блоці змінить його хеш-суму. Щоб відповідати правилам побудови ланцюжка, зміни хеш-суми потрібно буде записати в наступний блок, що викличе зміни вже його власної хеш-суми. При цьому попередні блоки не будуть зачіпатися. Якщо змінюваний блок останній в ланцюжку, то внесення

змін може не вимагати істотних зусиль. Але якщо після змінюваного блоку вже сформовано продовження, то можливо, не вдасться вкрай трудомістким процесом. Справа в тому, що зазвичай копії ланцюжків блоків зберігаються на безлічі різних комп'ютерів незалежно один від одного [3,4,5].

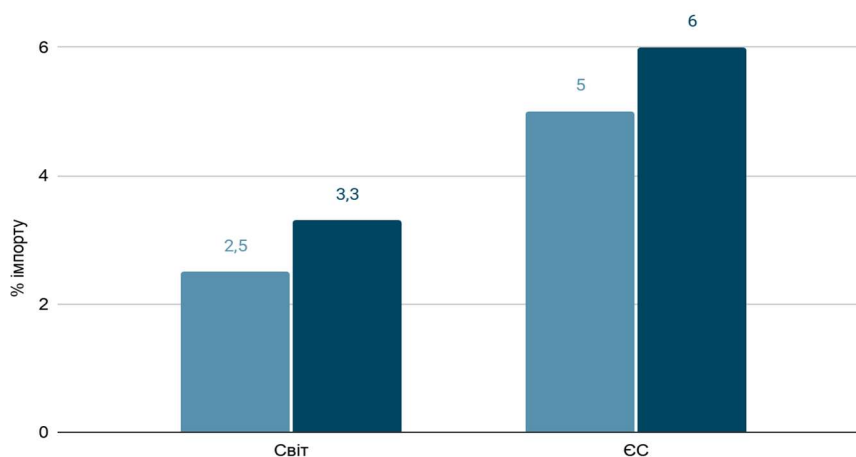


Рисунок 2 - Оборот контрафактної продукції в світі та Європейському союзі, % імпорту  
Figure 2 – Turnover of counterfeit products in the world and the European Union, % of imported goods

Використовуючи прозорі дані, блокчейн дає змогу створювати нові промислові процеси, що забезпечує надзвичайно швидку реалізацію транзакцій завдяки можливостям розумних контрактів.

Було проведено дослідження, в якому Eucoslear визначила основні переваги блокчейну. [6] Серед них:

- надійність методів шифрування;
- конфіденційність даних;
- в будь-який момент часу база даних забезпечує надійність роботи без центрального органу;
- синхронізація даних між учасниками процесу;
- на противагу традиційному контракту, розумний контракт є алгоритмом, що програмується в залежності від умов, що несе в свою чергу виконання закладених інструкцій для роботи над різними процесами. Через це можна без проблем та витрат часу вдосконалити різні операції з цінними паперами, векселями і тд.;
- більш повні набори даних;
- розподілена база даних дозволяє відійти від звичних традиційних централізованих систем, які використовуються в наш час для відстеження та ведення записів по різних інвестиціях і угодах;
- швидше здійснення транзакцій. У всіх буде єдиний доступ до даних, що в свою чергу призведе до більш швидкого розповсюдження інформації на ринку;
- контрагенти почнуть більше довіряти один одному, отримавши доступ прозорий доступ до даних, не потрібно буде додатково узгоджувати і звіряти дані про угоди; відкритість даних також, дозволить учасникам підтверджувати свою надійність, збільшувати рівень довіри та цим самим зменшувати ризики фінансових зобов'язань.

Смарт-контракт (англ. Smart contract - розумний контракт) - комп'ютерний алгоритм, призначений для формування, контролю і надання інформації про володіння чим-небудь. Найчастіше мова йде про застосування технології блокчейну. У більш вузькому сенсі під смарт-контрактом розуміється набір функцій і даних (поточний стан), що знаходяться за певною адресою в блокчейні [7].

Оригінальність товару  $n$  може бути підтверджена шляхом підтвердження факту виробництва товару  $n$  з власним ідентифікаційним номером на виробництві та відстежування повного ланцюга постачань

цього товару  $n$  від заводу виробника до кінцевого споживача. Для вирішення цієї задачі було використано смарт контракти для записів даних в блокчейн. Схема реалізації найпростішого смарт контракту представлена на рис. 3.

Пояснення до схеми. Для розуміння роботи цього смарт контракту необхідно визначити наступні поняття:

Organisation - компанія-виробник товарів, завод, фабрика. Виступає власником смарт контракту.

Point - manufacture - Точка-виробник, перша структура, що заносить дані в блокчейн про виробництво товарів з зазначенням їх ідентифікаційного номера.

Point-transportation - Точка-перевізник, структура, що заносить дані в блокчейн про отримання партії товарів з певними ідентифікаційними номерами. Варто зазначити, що Point-transportation може складатись з багатьох точок в ланцюгу поставки від виробництва до кінцевого реалізатора. Наприклад: склад, митниця, аеропорт, порт, вокзал, термінал та інші.

Point- retail - Точка - продавець, структура, що заносить дані в блокчейн про продаж товару.

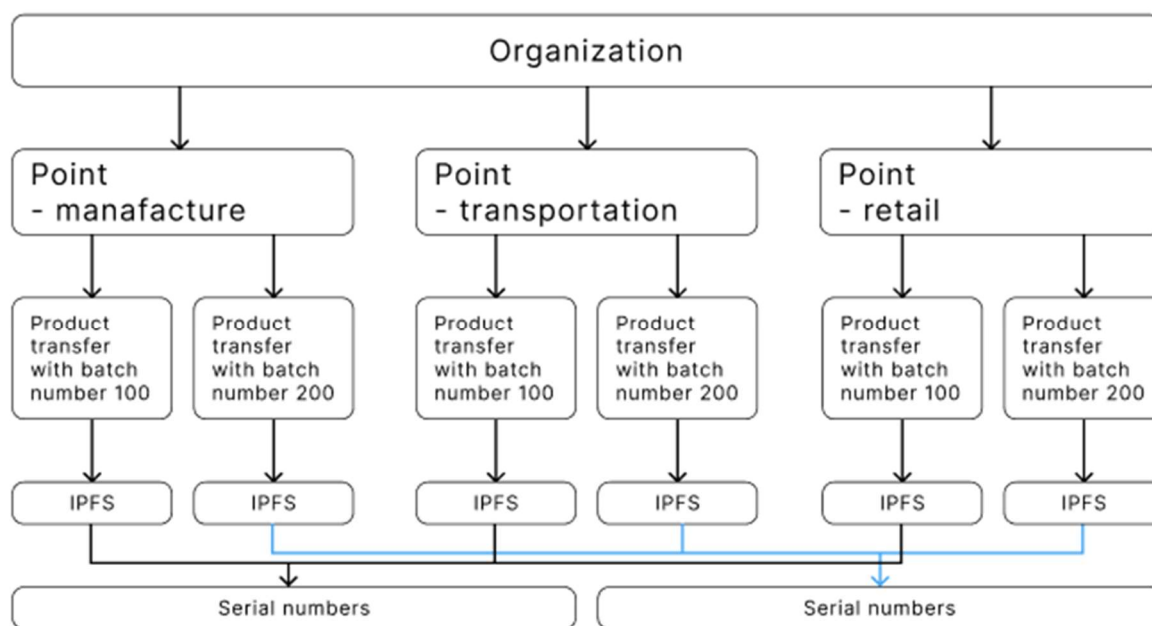


Рисунок 3 – Елементарна схема реалізації смарт контракту для відстежування походження товару  
 Figure 3 – General scheme of smart contract implementation for tracking the origin of goods

Для кожної організації-виробника продукції створюється окремий смарт контракт. Виробник, як власник смарт контракту, створює Точки (Point) для кожного учасника процесу доставки від виробництва до продажу. Приклади схем Точок представлені на рисунку 4.

Кожна Точка містить інформацію (цю інформацію задає компанія виробник товарів), що є незмінною:

- Назва,
- Місце розташування,
- Ідентифікаційний номер

Для коректного функціонування системи кожна Точка вносить дані в блокчейн про прибуття партій товару, а саме:

- дата прибуття товару,
- номер партії,
- посилання на ідентифікаційні номери кожної одиниці товару. Цей номер є унікальними і присвоюються на виробництві. Ідентифікаційні номери можуть зберігатись в IPFS –протокол та система

розповсюдження даних за змістом, яка побудована на концепції ідентифікування даних за хешом, тобто за ІД, який розраховується й відповідно залежить, від їхнього внутрішнього значення [8], є децентралізованою системою. Також інформацію можна зберігати на будь-якому іншому сховищі, централізованому або децентралізованому, хмарному або стаціонарному.

- Point Id - ідентифікаційний номер Точки.



Рисунок 4 – Приклади схем взаємодії Точок у ланцюгу постачань  
Figure 4 – Examples of schemes of interaction of Points in a supply chain

Таким чином формується історія переміщення товару, тобто з'являється можливість відстежування походження товару, і відстежування взаємодії між учасниками процесу доставки.

Застосування блокчейну для ланцюгів постачань дозволяє вирішити ряд проблем:

- Надати впевненість кінцевому клієнту у покупці оригінального товару,
- Виробник може бути впевнений, що клієнт придбає оригінальний товар,
- Надійність системи, шляхом залучення децентралізованої системи блокчейн.
- Можливість відслідкувати ланцюг постачання для кінцевого споживача та виробника.

Оптимізація процесу доставки може бути досягнута шляхом аналізу отриманих даних, через застосування смарт контрактів таким чином: виробник може бачити дані про операції прибуття в Точку, час прибуття та кількість партій/товарів. При аналізі цих даних можливо виявити затримки, збої, втрату товару, швидкість доставки між Точками, відповідальність кожної Точки. Система, що пропонується є простою в інтеграції для кожної компанії, і не потребує значних додаткових витрат.

**Висновок.** Проаналізовано світову статистику по обігу контрафакту, що становить 3,3 % у рік, що еквівалентно 500 млрд. долл. США (2017 рік), що є дуже актуальним для України.

Розглянуто технологію та алгоритми щодо оптимізації ланцюга постачань шляхом аналізу даних від кожної Точки, і виявлення проблемних процесів та пунктів.

Запропоновано використання технології смарт контракту в системі блокчейн, для забезпечення безпеки товару (вантажу), для відслідковування походження товару, маршруту, етапів перевезення та його оригінальності, шляхом створення записів у кожному пункті перебування товару.

#### Перелік посилань

1. Гусев О.В. Забезпечення безпеки та зберігання вантажів на транспорті [учбовий посібник]. К.: НТУ, 2003. - 250
2. <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/finpol/dobd/intelsobs/Documents/%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%20%D0%9F%D0%9F%D0%9F%20%D0%B7%D0%B0%202018%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf>
3. Luke Fortney. Blockchain Explained (англ.). Investopedia. Дата обращения: 22 ноября 2019.

4. Blockchain technology – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>.
5. Blockchain technology – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>.
6. Introduction to Smart Contracts <https://docs.soliditylang.org/en/latest/introduction-to-smart-contracts.html>
7. Leverington A. Ethereum [Текст] / A. Leverington. – Portland: Rick Publishing, 2016. – 63 с.
8. Introduction to Blockchain, Ethereum and Smart Contracts — Chapter 1 – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://medium.com/coinmonks/https-medium-com-ritesh-modi-solidity-chapter1-63dfaff08a11/>.

### DEVELOPMENT OF MEASURES FOR OPTIMIZATION OF THE PRODUCT SUPPLY CHAIN BY USING MODERN BLOCKCHANE TECHNOLOGY

**Gusiev O.V.**, Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0420-0443>

**Fedorenko I.O.**, Assistant Lecturer, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8690-5673>

**Abstract.** The article is aimed at the development of measures for optimization of the product supply chain by using modern blockchane technology. The world statistics on counterfeit turnover, which is 3.3% per year, which is equivalent to \$ 500 billion (2017), which is very relevant for Ukraine, is analyzed.

The technology and algorithms for supply chain optimization is achieved by analyzing data from each point and identifying problem processes and Points are considered.

The use of smart contract technology in the blockchain system is proposed to ensure the safety and security of the goods (cargo), to track the origin of the goods, route, stages of transportation and its originality, by creating records at each point of stay of the goods.

**Keywords:** supply chain, blockchane technology, smart contract, safety and security of the goods

### References

1. Gusiev O.V. Ensuring the safety and protection of goods in transport [uchbovy posibnyk study book]. К.: NTU, 2003. – 250 p.
2. <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/finpol/dobd/intelsobs/Documents/%D0%9E%D1%82%D1%87%D0%B5%D1%82%20%D0%9F%D0%9F%D0%9F%20%D0%B7%D0%B0%202018%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4.pdf>
3. Luke Fortney. Blockchain Explained . Investopedia. Reference date: 22 nov. 2019.
4. Blockchain technology – [electronic resorces]. – <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>.
5. Blockchain technology – [electronic resources]. – Access mode: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>.
6. Introduction to Smart Contracts <https://docs.soliditylang.org/en/latest/introduction-to-smart-contracts.html>
7. Leverington A. Ethereum [Text] / A. Leverington. – Portland: Rick Publishing, 2016. – 63 с.
8. Introduction to Blockchain, Ethereum and Smart Contracts — Chapter 1 – [ electronic resources]. – Access mode: <https://medium.com/coinmonks/https-medium-com-ritesh-modi-solidity-chapter1-63dfaff08a11/>.