

УДК 62

DOI <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.1.7>

## АЛГОРИТМИ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ В АКРЕДИТОВАНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ У РАЗІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАНІЧНОГО ТА КЛІМАТИЧНОГО ВИДІВ ВПЛИВУ: ПРАКТИКА ТА ІННОВАЦІЇ

**Чайковський С.Ю.** – старший науковий співробітник  
випробувальної лабораторії

Українського науково-дослідного інституту спеціальної техніки  
та судових експертиз Служби безпеки України

ORCID ID: 0000-0002-2891-0845

У статті виконано короткий аналіз впровадження алгоритмів випробувань технічних засобів у акредитованих лабораторіях механічних та кліматичних видів впливів. Для сертифікації технічних засобів відповідно до вимог технологічних регламентів використовуються алгоритми та випробувальне обладнання, що дозволяють відтворити у лабораторних умовах механічні та кліматичні впливи. Дослідження процесів виконання робіт випробувальних лабораторій показали, що головна роль у забезпеченні контролю якості та безпеки продукції, що випускається на ринок, належить співробітникам. Саме співробітники лабораторій припускаються помилок у технологічних регламентах проведення механічних та кліматичних видів впливу на продукцію, що тестується. Для мінімізації впливу людського фактора розглянуто впровадження алгоритму релевантної інформаційно-комунікаційної технології блокчейна. Застосування алгоритму на основі технології блокчейн забезпечує не лише достовірність та загальнодоступність результатів випробувань, а також їхню захищеність від несанкційованого втручання співробітників у випробувальні процеси. Показано, що алгоритм на основі блокчейна дозволить виключити фальсифікацію результатів випробувань за рахунок того, що згенеровані мітки за перевіреними параметрами технічного засобу з перешкодоустійкості і перешкодоємисії будуть автоматично зчитуватися з вимірювального обладнання і записуватися у відповідні блоки обробки запитів, систему управління серверами, що виготовила технічний засіб, який перевіряється. Алгоритм сертифікаційних випробувань на основі блокчейна може використовуватися регуляторами для спрощення процедури контролю та акредитації випробувальних лабораторій, виробниками продукції для скорочення витрат та відстеження процесів сертифікації технічного засобу та покупцями продукції для забезпечення їхньої довіри до сертифікованої продукції.

**Ключові слова:** випробування технічних засобів, механічні та кліматичні впливи, блокчейн, технічні регламенти, електромагнітна сумісність, сертифікаційні випробування.

### **Chaikovskiy S.Yu. Algorithms for testing technical equipment in accredited laboratories using mechanical and climate types of influence**

The article provides a brief analysis of the implementation of testing algorithms for technical means in accredited laboratories of mechanical and climatic effects. For the certification of technical means in accordance with the requirements of technological regulations, algorithms and test equipment are used, which make it possible to reproduce mechanical and climatic influences in laboratory conditions. Studies of the processes of performing the work of testing laboratories have shown that the main role in ensuring quality control and safety of products released to the market belongs to employees. It is the laboratory staff who make mistakes in the technological regulations for carrying out mechanical and climatic influences on the tested products. To minimize the influence of the human factor, the implementation of the algorithm of the relevant information and communication technology blockchain is considered. The use of an algorithm based on blockchain technology ensures not only the reliability and availability of test results, but also their protection from unauthorized interference of employees in testing processes. It is shown that the blockchain-based algorithm will eliminate the falsification of test results due to the fact that the generated tags according to the tested parameters of the technical means for noise immunity and noise emission will be automatically read from the measuring equipment and written

*to the corresponding request processing units, the server management system and to the transit tails of the company. Which produced the tested technical device. A blockchain-based certification testing algorithm can be used by regulators to simplify the control and accreditation of testing laboratories, product manufacturers to reduce costs, and track hardware certification processes and product buyers to ensure their trust in certified products.*

**Key words:** *tests of technical means, mechanical and climatic influences, blockchain, technical regulations, electromagnetic compatibility, certification tests.*

**Вступ.** Технічні засоби перевіряються в акредитованих лабораторіях за спеціально розробленими та прийнятими до застосування алгоритмами проведення їх випробувань. Таким чином проводиться сертифікація технічних засобів, на підставі результатів якої приймаються рішення про початок або зупинення їхнього серійного виробництва. Також в акредитованих лабораторіях перевіряється виробнича продукція, для якої необхідний сертифікат, що дозволяє виробництво. Усі види технічних засобів повинні відповідати заданим вимогам технічного рівня та якості. Необхідні характеристики визначаються за комплексом показників, одержаних у результаті досліджень в умовах, що відповідають їх використанню.

Випробування технічних засобів в акредитованих лабораторіях ґрунтується на стандартних алгоритмах виконання операцій, формах подання інформації, правильності результатів. Якість інформації за результатами визначається показниками вибраної ідеології алгоритмів та технологічних способів їх реалізації. Випробування проводяться за заданими та затвердженими стандартними алгоритмами. Оцінка зводиться до відповідності випробувального способу цим алгоритмам. Показники якості випробувань складаються з оцінок стану технічних засобів, організації процесу випробувань та роботи персоналу. Технічний рівень та якість продукції оцінюються за сукупністю показників, здобутих у результатах випробувань. Отримані результати показують технічний рівень та якість виготовленої продукції для прийняття рішень щодо встановлення нової продукції на виробництво, продовження або закінчення серійного виробництва.

**Постановка завдання.** Найбільший практичний інтерес становлять сертифікаційні дослідження, що стосуються розробки та виробництва продукції, на види відтворюваних впливів, з яких найбільш затребувані: механічні та кліматичні впливи. Зазначимо, що сертифікація продукції має проводитися в акредитованих лабораторіях за затвердженими алгоритмами на спеціальному обладнанні.

**Мета дослідження.** Стаття має на меті подати короткий опис алгоритмів випробувань, що можуть застосовуватися в акредитованих лабораторіях та основі інноваційного способу, що ґрунтується на застосуванні технології блокчейн.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Випробування технічних засобів на механічні впливи поділяються на випробування на міцність та стійкість об'єкта дослідження. Дослідження виробів на міцність проводяться для визначення значень, що спричиняють зміну форм об'єкта або призводять до його руйнування. Випробування виробів на стійкість робляються для визначення здатності об'єкта зберігати параметри стану у разі впливу на нього певних зовнішніх впливів у межах встановлених нормативів експлуатації. Вплив на вироби кліматичних факторів залежить від географічного місця експлуатації обладнання, що впливає на придатність використання виробу. Випробування можуть проводитись як у реальних, так і змодельованих умовах. Умови досліджень задаються алгоритмами та підтримуються з певною точністю під час обстеження. Реальні умови досліджень практично завжди є номінальними, оскільки встановити їх параметри абсолютно неможливо. Результат визначається точністю проведення випробувань,

що демонструє близькість результатів до справжніх показників об'єкта у певних умовах експлуатації.

До складу засобів випробувань входять: засоби відтворення, засоби вимірювання та пристрої, без чого неможливо провести випробування. Найважливішим видом засобів випробувань є спеціалізоване випробувальне обладнання, що відтворює умови випробувань: механічні та кліматичні навантаження.

Нині сертифікація технічних засобів є складним процесом, що займає тривалий час. Над цим працює Міжнародна Електротехнічна Комісія (ІЕС), що проводить і публікує апробовані й затверджені Технічним комітетом міжнародні стандарти, є основним інструментом, на який можуть посилалися постачальники для виконання основних вимог [1]. Складність і тривалість процесу визначається протоколом випробувань, у якому міститься безліч параметрів, кожний із яких вимагає перевірки на відповідному устаткуванні. У разі великої кількості замовлень на випробування технічних засобів може постраждати якість протоколів випробувань, які впливають на результати сертифіката відповідності продукції вимогам показників. Через необхідність високої швидкості виконання робіт можуть виникнути помилки у показниках, отриманих у випробувальних процесах. Запобіганню під час проведення сертифікаційних випробувань технічних засобів можливих помилок, збільшення швидкості проведення випробувань за належної якості забезпечує інноваційна інформаційно-комунікаційна технологія блокчейн.

Визначення поняття «блокчейн» першим запропонував Дон Тепскотт, який у роботі зі своїм сином Алексом визначає його як розподілений реєстр, в якому відображено загальне уявлення мережі про кожну транзакцію, здійснену коли-небудь; на їхню думку, цей реєстр можна запрограмувати на збереження практично будь-якої цінної та важливої інформації для людства, поданої у вигляді коду [2]. Мелані Свон, засновник Інституту блокчейн-досліджень, вважає, що блокчейн – це нова організаційна парадигма для координації будь-якого виду людської діяльності в електронній сфері [3]. Наступні дослідники визначають блокчейн як відкриту багатofункціональну децентралізовану базу даних [4], що містить інформацію про всі транзакції [5], перевірені та затверджені учасниками, захищену за допомогою методів криптографії комп'ютерної системи [6].

**Результати роботи.** Застосування блокчейн-технології можливе у сфері сертифікації. Технологія блокчейн є новим способом зберігання даних та перевірки їх цілісності [7; 8]. Блокчейн часто розглядається як розподілена база даних, що складається з кількох блоків окремих транзакцій [9]. Приєднані один до одного блоки становлять повну історію транзакцій [10]. Після того, як блок включений у ланцюжок, змінити його неможливо без зміни всіх наступних блоків (рис. 1).

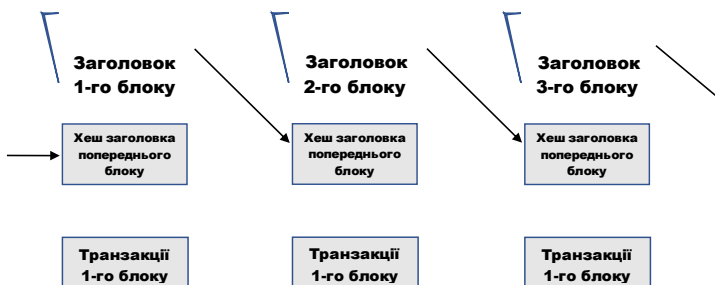


Рис. 1. Спрощена схема блокчейна

Лише дані з вимірювального обладнання вносяться та зберігаються в ланцюжок блоків, після цього вони не можуть бути змінені або видалені. Нижче подаємо організацію та склад робіт за технологією блокчейн.

1. Розробники та системні адміністратори мережі створюють необхідні розробки рішень щодо реалізації алгоритму сертифікаційних випробувань, контролю та забезпечення його безперебійної роботи.

2. Органи із сертифікації та випробувальні лабораторії (центри із сертифікації) безпосередньо наповнюють алгоритм даними щодо необхідних процедур для сертифікації технічних засобів та проведення випробувань продукції на відповідність нормам технічних регламентів.

3. Виробники продукції вносять до алгоритму експлуатаційні документи на продукцію, що підлягає сертифікації, потім відстежують, на якому етапі знаходиться сертифікація технічного засобу в рамках єдиного інформаційного простору. Перші три групи учасників блокчейн-алгоритму матимуть такий вид доступу до мережі, який дозволяє вносити дані.

Однак особливість роботи такої системи полягатиме у тому, що результати випробувань продукції, що передаються у систему вимірювального обладнання, неможливо відредагувати. Покупці сертифікованої продукції, створивши особистий обліковий запис, зможуть отримати доступ до публічного ключа блокчейна, що містить інформацію про результати сертифікаційних випробувань на придбану продукцію.

Другий найпростіший варіант доступу до алгоритму – використання сертифікованої продукції QR-коду. За допомогою мобільного телефону, просканувавши QR-код, покупцеві буде відкритий доступ до того місця блокчейна, в якому міститься інформація про сертифікат на цю продукцію та детальна інформація про результати проведених випробувань.

Переваги використання розробленого алгоритму сертифікаційних випробувань на основі технології блокчейн:

- підвищення достовірності лабораторних випробувань за рахунок мінімізації участі людського фактора у разі передачі даних з приладів;
- скорочення часу на проведення сертифікаційних випробувань;
- децентралізоване, довгострокове зберігання результатів сертифікації;
- забезпечення оперативного доступу до результатів випробувань продукції з боку регуляторів, виробників та покупців технічних засобів;
- зниження часу та витрат випробувальної лабораторії на створення регулярної звітності та проходження процедур з акредитації;
- реалізація простежуваності здійснюваних процедур щодо проведення сертифікаційних випробувань технічних засобів.

Застосування алгоритму на основі технології блокчейн забезпечує не лише достовірність та загальнодоступність результатів випробувань, а також їхню захищеність від несанкційованого втручання співробітників у випробувальні процеси.

**Висновки.** Практика роботи з різними алгоритмами для випробування технічних засобів під час сертифікації показала їхню складність та тривалість. Для контролю справжності оформлених сертифікатів відповідності пропонується створення єдиного реєстру сертифікованої продукції, що перебуває у вільному доступі, разом з інформацією про результати досліджень. Для забезпечення наочності та достовірності пропонується використовувати технологію блокчейн, яка може стати інструментом довіри для сфери сертифікації. Блокчейн дозволить виключити фальсифікацію результатів випробувань за рахунок того, що згенеровані мітки за перевіреними параметрами технічного засобу по перешкодостійкості

і перешкодоємисії з вимірювального обладнання автоматично потрапляють у відповідні блоки алгоритму-блокчейн, які, своєю чергою, обробляються у системі обробки запитів компанії, що виготовила об'єкт дослідження. Відповідно, результати випробувань зберігатимуться в блокчейні відразу у кількох місцях і змінити ці дані буде неможливо. Практична значущість розробки блокчейн-алгоритму для поведінки випробувань технічних засобів вигідна для виробників та покупців сертифікованих виробів. Завдяки тому, що продукти знаходяться у єдиному інформаційному просторі, є можливість відстежити процедури сертифікації, таким чином, забезпечується достовірність виявлених результатів, підвищується довіра покупців до продукції, скорочуються вартість та час проведення досліджень, а регулятори наближаються до статусу учасників процесу сертифікації технічних засобів.

На підставі застосування в алгоритмах випробувань технічних засобів різного призначення методів та процесів, що базуються на комп'ютерних технологіях, прогнозується перспектива подальшого розвитку в вищенаведеному напрямі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. New key standards for testing. *IEC (International Electrotechnical Commission)*. URL: <https://www.iec.ch/blog/new-key-standards-testing> (дата звернення: 12.11.2021).
2. Tapskott D., Tapskott A. *The Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. New York : Penguin Random House. 2016. 348 p.
3. Swan M. *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media Inc., 2015, 152 p.
4. Kshetri N. Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*. 2018. Vol. 39. Pp. 80–89. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005.
5. Chaudhuri A., Dukovska-Popovska I., Subramanian N., Chan H., Bai R. Decision-making in cold chain logistics using data analytics: a literature review. *International Journal of Logistics Management*. 2018. Vol. 29, No. 3. P. 839–861. DOI: 10.1108/ijlm-03-2017-0059.
6. Stathakopoulous C., Cachin C. Threshold signatures for blockchain systems. *IBM Research*. Zurich : Swiss Federal Institute of Technology, 2017. 42 p.
7. Rosic A. Smart Contracts: The Blockchain Technology That Will Replace Lawyers. *Blockgeeks*. URL: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/> (дата звернення: 12.11.2021).
8. Christidis K., Devetsikiotis M. Blockchains and smart contracts for the Internet of things. *IEEE Access*. DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2566339.
9. Gausdal A.H., Czachorowski K.V., Solesvik M.Z. Applying Blockchain technology: evidence from Norwegian companies. *Sustainability*. 2018. Vol. 10(6). DOI: 10.3390/su10061985.
10. Ratul A., Megat F.Z., Nazmus S. Enhanced Blockchain transaction: a case of food supply chain management. *Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2020. Vol. 15. Iss. 1. P. 99–106. DOI: 10.36478/jeasci.2020.99.106.

### REFERENCES:

1. New key standards for testing (September 16, 2020). *IEC (International Electrotechnical Commission)*. Retrieved from: <https://www.iec.ch/blog/new-key-standards-testing> (Last accessed: 12.11.2021).
2. Tapskott, D., Tapskott, A. (2016). *The Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. New York: Penguin Random House. 348 p.
3. Swan, M. (February 2015). *Blockchain: Blueprint for a New Economy*. O'Reilly Media, Inc. 152 p.

4. Kshetri, N. (April 2018). Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005.
  5. Chaudhuri, A., Dukovska-Popovska, I., Subramanian, N., Chan, H., & Bai, R. (2018). Decision-making in cold chain logistics using data analytics: a literature review. *International Journal of Logistics Management*, 29(3), 839–861. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2017-0059>.
  6. Stathakopoulou, C., & Cachin, C. (2017). Threshold Signatures for Blockchain Systems. *IBM Research*. Zurich: Swiss Federal Institute of Technology, 2017. 42 p.
  7. Rosic, A. (November 25th, 2020). Smart Contracts: The Blockchain Technology That Will Replace Lawyers. *Blockgeeks*. URL: <https://blockgeeks.com/guides/smart-contracts/> (Last accessed: 12.11.2021).
  8. Christidis, K., & Devetsikiotis, M. (May 10th, 2016). Blockchains and smart contracts for the Internet of things. *IEEE Access*, 4, 2292–2303. DOI: 10.1109/ACCESS.2016.2566339.
  9. Gausdal, A. H., Czachorowski, K. V., & Solesvik M. Z. (2018). Applying Blockchain technology: evidence from Norwegian companies. *Sustainability*, 10(6), 1985. DOI: 10.3390/su10061985.
  10. Ratul, A., Megat, F.Z., & Nazmus, S. (2020). Enhanced Blockchain transaction: a case of food supply chain management. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15(1), 99–106. DOI: 10.36478/jeasci.2020.99.106.
-