

# ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙНА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБ'ЄКТИВНОГО ТА ПРОЗОРОГО ВЗАЄМООЦІНЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет

***Анотація.** У роботі розглядається проблема суб'єктивності та нестачі прозорості у традиційних системах оцінювання навчальних досягнень. Для її вирішення запропоновано інноваційну консенсусну модель перехресного оцінювання (peer review), побудовану на базі технології блокчейн. Механізми смарт-контрактів дозволяють автоматизувати збір, аналіз та зважування оцінок без прямого втручання викладача, гарантуючи неможливість підробки результатів. Теоретичне обґрунтування доводить, що перехід до децентралізованої архітектури кардинально підвищує об'єктивність результатів, нівелює упередженість і трансформує контроль знань в ефективний інструмент формування фахових компетентностей.*

**Ключові слова:** блокчейн, смарт-контракти, взаємооцінювання, peer review, консенсусна модель, академічна доброчесність, децентралізовані освітні технології.

***Abstract.** This paper addresses the problem of subjectivity and lack of transparency in traditional academic performance evaluation systems. To address this issue, an innovative blockchain-based consensus model for peer review is proposed. Smart contract mechanisms enable the automation of collecting, analyzing, and weighting grades without direct instructor intervention, guaranteeing that the results cannot be tampered with. Theoretical reasoning demonstrates that the transition to a decentralized architecture fundamentally increases the objectivity of results, eliminates bias, and transforms knowledge assessment into an effective tool for developing professional competencies.*

**Keywords:** blockchain, smart contracts, peer assessment, peer review, consensus model, academic integrity, decentralized educational technologies.

## Вступ

Сучасна парадигма вищої освіти вимагає впровадження інструментів, які не лише оцінюють рівень знань здобувачів, але й формують у них навички критичного мислення, етики та відповідальності [1-4]. Метод перехресного оцінювання (peer review) є одним із найефективніших педагогічних підходів для досягнення цих цілей. Проте його широкому та ефективному застосуванню часто перешкоджають проблеми суб'єктивності, особистої упередженості та нестачі прозорості. Традиційні централізовані системи управління навчанням (LMS) залишають теоретичну можливість для маніпуляцій з оцінками на рівні бази даних, що знижує рівень довіри студентів до результатів перевірки. Це зумовлює необхідність пошуку новітніх технологічних рішень для забезпечення беззаперечної об'єктивності процесу оцінювання.

## Результати дослідження

Для вирішення вищезазначених проблем пропонується впровадження інноваційної «консенсусної моделі» взаємооцінювання, адаптованої з розподілених мереж та перенесеної в освітнє середовище на базі технології блокчейн [5]. Суть підходу полягає у створенні захищеного децентралізованого реєстру, де кожна виконана робота анонімно розподіляється між кількома здобувачами освіти для незалежної перевірки.

Організація та логіка процесу оцінювання жорстко регламентуються смарт-контрактами – цифровими алгоритмами, що розгорнуті в блокчейн-мережі. Вони автоматично виконують заздалегідь прописані правила та критерії перевірки без будь-якого ручного керування чи прямого втручання викладача чи адміністрації [6].

Ключовою особливістю системи є автоматизована математична модель зважування та агрегації оцінок. Після завершення етапу незалежної перевірки смарт-контракт збирає всі виставлені бали та проводить їх аналіз на предмет аномалій. Програмний алгоритм налаштований на виявлення екстремальних відхилень – спроб безпідставно завищити (зокрема, за попередньою домовленістю між студентами) або критично занижити бал.

Такі маніпулятивні оцінки автоматично ізолюються алгоритмом: вони або повністю відкидаються, або отримують мінімальний ваговий коефіцієнт довіри. Підсумкова оцінка за роботу формується виключно на основі групової згоди (консенсусу) більшості незалежних та об'єктивних перевіряючих. Усі транзакції з виставлення балів криптографічно підписуються хеш-функціями та назавжди зберігаються у розподіленому реєстрі [5-6].

Перехід від математичного аналізу оцінок до їх безпосереднього фіксування потребує детального розкриття архітектурних чинників, які роблять дані в децентралізованій системі абсолютно захищеними від зовнішнього чи внутрішнього спотворення. На відміну від класичних баз даних під управлінням LMS, де адміністратор має технічну можливість застосовувати операції модифікації або видалення записів, архітектура блокчейну функціонує виключно в режимі детермінованого розширення записів (append-only) [7]. Неможливість ретроспективної фальсифікації результатів оцінювання забезпечується трьома фундаментальними криптографічними механізмами:

1. Каскадне хешування через криптографічний зв'язок. Кожна транзакція (факт виставлення балу або виконання смарт-контракту) трансформується у фіксований рядок даних за допомогою математичної функції хешування. Кожен новий блок у ланцюгу містить у собі хеш-значення попереднього блоку. Як наслідок, будь-яка спроба змінити бодай один символ чи цифру в оцінці, що була виставлена у минулому, призведе до повної зміни поточного хешу та миттєвого руйнування архітектурної цілісності всього наступного ланцюга, що одразу буде відхилено мережею.

2. Децентралізована верифікація та консенсус. База даних не зберігається на одному сервері. Вона синхронно реплікується на множині незалежних вузлів (зокрема, серверах різних кафедр або університетів-партнерів). Аби внести несанкціоновану зміну, зломиснику знадобилося б одночасно переписати історію на понад 50% комп'ютерів мережі, що за умов використання стійких протоколів консенсусу є обчислювально неможливим завданням.

3. Асиметричне шифрування та юридична невідреченість (non-repudiation). Кожен учасник освітнього процесу оперує унікальною парою ключів (відкритим та закритим). Будь-яка оціночна дія підписується закритим ключем користувача. Це унеможлиблює ситуацію, коли користувач або система могли б заявити, що дія була виконана кимось іншим, забезпечуючи абсолютне авторство кожного кроку перевірки.

Завдяки імутабельності (незмінності) блокчейну, весь процес оцінювання стає математично доведеним і прозорим. Результати перевірки неможливо підробити, видалити або змінити «заднім числом», що повністю усуває будь-які сумніви щодо корупційної складової або суб'єктивного людського фактора.

З педагогічної точки зору застосування децентралізованої моделі докорінно змінює ролі в навчальному процесі. Здобувач освіти перетворюється з пасивного об'єкта оцінювання на активного валідатора знань. Розуміння того, що виставлена тобою оцінка буде публічно (хоч і анонімно) зважена смарт-контрактом на фоні інших, формує високий рівень академічної відповідальності. Це змушує студентів глибше занурюватися в матеріали курсу та критерії оцінювання, перетворюючи саму процедуру перевірки на самостійний та дуже дієвий освітній інструмент.

## Висновки

Застосування технології блокчейн та смарт-контрактів для організації взаємооцінювання відкриває нові горизонти у сфері освітніх технологій (EdTech). Запропонована консенсусна модель гарантує абсолютну прозорість, нівелює упередженість і автоматизує рутинні процеси модерації, звільняючи час викладача. Залучення студентів до роботи з такими системами не лише підвищує об'єктивність балів та рівень інтеграції в навчальний процес, але й сприяє розвитку аналітичних навичок, культури чесності та глибокого розуміння предмета.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дембіцька, С., & Кобилянський, О. (2023). Формування професійної компетентності майбутніх фахівців з професійної освіти засобами цифрових технологій. *Педагогіка безпеки*, 8(1-2), 01–07. <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2023-8-1-001-007>.

2. Кузьменко, О., Кобилянський, О., & Дембіцька, С. (2022). Інноваційні засоби формування професійної культури майбутніх фахівців технічних спеціальностей. *Педагогіка безпеки*, 7(1-2), 01–07. <https://doi.org/10.31649/2524-1079-2022-7-1-001-007>.

3. Kobylanskyi, O., Stavnycha, T., Dembitska, S., Kobylanska, I., & Miastkowska, M. (2024). Innovative Learning Technologies in the Process of Training Specialists of Engineering Specialties in the Conditions of Digitalization of Higher

Education. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 911. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-53382-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-53382-2_1).

4. Miastkowska, M., Dembitska, S., Puhach, V., Kobylanska, I., & Kobylanskyi, O. (2024). Improving the Efficiency of Students' Independent Work During Blended Learning in Technical Universities. In: Auer, M.E., Cukierman, U.R., Vendrell Vidal, E., Tovar Caro, E. (eds) Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education. ICL 2023. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 899. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6\\_21](https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_21).

5. Grech, A., & Camilleri, A. F. (2017). Blockchain in Education. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/60649>.

6. Sun, H., Wang, X., & Wang, X. (2018). Application of block chain technology in online education. *International Journal*

7. Tapscott, D., & Tapscott, A. (2017). The blockchain revolution and higher education. *EDUCAUSE Review*, 52(2), 11-24. <https://er.educause.edu/articles/2017/3/the-blockchain-revolution-and-higher-education>.

**Бистрик Максим Васильович** – аспірант групи F2-25а, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: max.bystryk@gmail.com.

**Кобилянська Ірина Миколаївна** – канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: irishakobilanska@gmail.com.

**Maksym Bystryk** – PhD Student, group F2-25a, Faculty of Information Technology and Computer Engineering, Vinnytsia

**Iryna Kobylanska** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Email: irishakobilanska@gmail.com.

o  
f  
D  
i  
t  
n  
c  
N  
a  
d  
o  
n  
a  
t  
i  
T  
a  
c  
h  
a  
b  
l  
U  
g  
i  
v  
s  
r  
(  
I  
J  
D  
E  
T  
Y  
i  
n  
h  
S  
(  
4  
)  
a  
,  
l  
E  
h  
a  
i  
l  
: