

УДК 004.56:004.65:351.822-028.27:001+37

Вінник М., Полторацький М., Ільїна І.

Херсонський державний університет, Херсон, Україна

ORCID 0000-0002-2475-7169

ORCID 0000-0001-9861-4438

ОГЛЯД ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ БЛОКЧЕЙНУ В ОСВІТІ І НАУЦІ

DOI 10.14308/ite000761

Стаття містить комплексний огляд застосування технології блокчейн в освіті та науці, аналізуючи її потенціал як ключової інновації цифрової економіки. Підкреслюються властивості блокчейну (безпека, прозорість, децентралізація, незмінність даних), що відкривають можливості для модернізації освітніх процесів, усунення посередників та підвищення цифрової довіри в умовах глобальної мобільності.

Проаналізовано праці дослідників щодо вивчення блокчейну в освітньому контексті та досвіду його імплементації. Акцентовано увагу на практичних прикладах використання технології університетами світу для підтримки освітньої, наукової діяльності та оптимізації бізнес-процесів. Блокчейн, як проривна технологія, надає інструменти для забезпечення цифрового суспільства технологічними механізмами, підтвердження автентичності транзакцій учасниками мережі, формування цифрових образів, фіксації та вдосконалення освітнього процесу.

Світова освітня галузь динамічно розвивається, а використання блокчейну демонструє тенденцію до зростання через потребу у вищій цифровій довірі, що є цінністю та перспективою технології. Аналіз досвіду свідчить про прискорені темпи розвитку та розширення кола прихильників блокчейну. Для кращого розуміння, після огляду прикладів впровадження, представлено механізм функціонування технології, наведено аналогії, систематизовано переваги/недоліки та окреслено сфери застосування. Одним із найперспективніших напрямів визначено токенизацію освіти, здатну заповнити лакуни на ринках освітніх послуг, цифрової трансформації та блокчейн-технологій.

У висновках наголошено на потенціалі блокчейну для фіксації освітніх даних, оцінювання, документообігу та як альтернативи традиційним підходам, особливо при дистанційному навчанні. Попри ранній етап інтеграції, вплив технології зростає. У перспективах досліджень – намір команди розробити модель освітньої онлайн-платформи на основі токенизації. Мета платформи: покращення колаборації учасників, підвищення мотивації, створення ефективної крипто-екосистеми для навчання та інвестування в освітні ініціативи. Стаття є внеском у дослідження системного впровадження блокчейну та токеноміки в освітню практику.

Ключові слова: блокчейн, вища освіта, цифровізація освіти, токеноміка, токенизація, ЗВО, університет

Вступ. Галузь освіти є фундаментальним джерелом інноваційного розвитку суспільства, оскільки саме в ній формуються майбутні фахівці та генератори нових ідей. Відтак, її розвиток є безперервним процесом, що має відповідати актуальним вимогам часу. Ключовим чинником сучасної модернізації освітньої галузі виступають цифрові технології, які вже довели свою ефективність в економіці та управлінні.

Однією з проривних технологій цифрової економіки є блокчейн. Ця технологія дозволяє забезпечити цифрове суспільство необхідними інструментами та механізмами, потенційно усуваючи посередників, підтверджуючи автентичність операцій самими



учасниками мережі, формуючи на своїй платформі цифрові представлення даних, а також фіксуючи та модернізуючи освітній процес.

Науково-технічний прогрес постійно створює нові можливості для вдосконалення всіх сфер людської діяльності та розробки ефективних технологій, зокрема й для освітньої галузі. Сьогодні освітній сектор у світі перебуває в активній фазі цифрової трансформації, зумовленої не лише технологічним розвитком, але й глобальними викликами, такими як наслідки пандемії COVID-19 та війна в Україні. Ці фактори стимулювали підвищений інтерес до впровадження децентралізованих технологій з метою забезпечення безпеки, прозорості та мобільності освітніх даних.

Зростання обсягів інформації та розвиток технологій актуалізували потребу в надійному захисті даних та підтвердженні їх достовірності. У зв'язку з цим виникає потреба в інструментах для верифікації автентичності документів, освітніх досягнень та прозорості процесів. Технологія блокчейн може стати ефективним рішенням для перевірки дипломів, сертифікатів та інших записів про навчання. Водночас, у світі набувають поширення практики «навчайся–заробляй» (learn-to-earn), що базуються на токенизованих моделях навчання. Це створює інноваційні інструменти, які можуть впливати на мотивацію здобувачів освіти через гейміфікацію та фінансові стимули. Крім того, технології блокчейн відкривають перспективи для нових форм децентралізованих освітніх організацій, які самостійно визначають правила функціонування, розподіляють ресурси та оцінюють результати навчання.

Огляд праць та попередніх досліджень. Уперше технологію «блокчейн» було описано групою дослідників ще у 1991 році. Практичну реалізацію технологія «блокчейн» отримала лише у 2008 році, коли невідомий користувач під псевдонімом Сатоші Накамото опублікував технічний опис свого протоколу криптовалюти [1].

Технологію «блокчейн» в освіті офіційно застосували у 2017 році на базі університету Нікосії (University of Nicosia (Cyprus)), який вирішив у такий спосіб модернізувати, спростити процес пошуку та зберігання будь-яких документів про спеціалізацію (диплом, сертифікат, наукова робота). Цей заклад вищої освіти відкрив МООС (Massive open online course), доступні для дистанційного навчання студентам більш ніж з 83 країн [2].

Проблеми технології «блокчейн» та окреслення можливих областей її практичного застосування перебувають у колі дослідницьких зацікавлень. Зокрема, колектив дослідників (Шматко О., Борова Т., Євсєєв С.) дослідили сценарії використання технології «блокчейн» у сфері освіти на основі токенизації освітніх активів та її можливі сценарії використання [3]. Важливою є праця В. Сизоненка, в якій схарактеризовано можливості токенів загалом і для освітньої галузі зокрема [4]. Необхідно відзначити також праці іноземних вчених М. Шарплз та Дж. Домінг і Д. Скіби, що розглянули потенціал блокчейну в регулюванні та вдосконаленні системи освітнього процесу [5-6]. Перспективи медсестринської освіти на базі технології «блокчейн» розглядала професорка коледжу медсестер університету Колорадо Діана Дж. Скіба у своїй праці «Потенціал блокчейну в освіті та охороні здоров'я» [6]. Розподілений запис інтелектуальних зусиль і пов'язаної з ними репутаційної винагороди, заснований на блокчейні, запропонували британські вчені Майк Шарплз та Джон Домінг у 2016 році у своїй статті [5]. Потенційне застосування технології «блокчейн» в освіті описували викладачі кафедри управління (Гуан Чен, Бін Сюй, Манлі Лу та Нян-Шін Чен), національного університету Сунь Ятсена (Гаосюн, Тайвань), які описали лише невелике дослідження застосування блокчейну та запропонували ідеї «навчатися-заробляти», тим самим мотивуючи студентів до освітньої діяльності [7]. Першою школою, яка прийняла біткойн, став Кінгс-коледж, Королівський коледж у м. Лондоні. У 2014 році вони оголосили вартість у сумі 28 біткойнів за один семестр навчання. Цим вони вирішали занурити своїх учнів у світ технологій, адже блокчейн набирає все більших обертів і з кожним роком стає популярнішим [8]. У статті «Попередній огляд рішень на основі блокчейну у вищій освіті» описували технологію такі

автори, як Аїда Камішаліч, Мухамед Турканович та інші. Вони визначили чотири типи блокчейн-ініціатив: реєстратор, ефективність гри, ринок цифрових активів і блокчейн-деструктор та описали типи застосувань у сфері освіти (верифікація дипломів, віртуального паспорта навчання протягом усього життя, постійне забезпечення виданих сертифікатів, перевірка процесу акредитації) [9]. Докторка педагогічної освіти в Університеті Гонконгу Дже Парк описала у своїй роботі «Обіцянки та виклики блокчейну в освіті» технологію «блокчейн» як мегатренд, який має універсальний вплив на освіту з позиції фінансування та інвестування, впровадження навчальних проєктів та систему сертифікації/акредитації [10]. На сайті «Digital money times» («Час цифрових грошей») у 2015 році було опубліковано статтю про те, що університет Саймона Фрейзера в Канаді дозволяє здійснювати платежі біткойнами за підручники на території кампусу, де було встановлено на той час не менше трьох біткойн-автоматів. Важливо відзначити, що це не перше підприємство у світі блокчейн [11]. Використовуючи блокчейн, громадський коледж Нью-Мексико у 2017 році стає першим громадським коледжем, який видає цифрові дипломи студентам. Вони вирішили попіклуватися про майбутнє своїх випускників та подарували права власності на власні освітні досягнення, тобто змогу керувати своїми обліковими даними за посиланнями, що під час влаштування на роботу забезпечує повну готовність, а не змушує звертатися до закладу освіти за необхідними документами [12]. Наступними, хто слідував цій інновації, був Массачусетський технологічний інститут, який у 2017 році почав видавати дипломи за допомогою технології «блокчейн». Розроблений ними додаток Blockcerts Wallet використовує ту ж реалізацію блокчейну, яка лежить в основі біткойн, щоб перевірити легітимність облікових даних студентів [13]. Після цього схожий проєкт був запропонований у Греції у 2018 році, завдяки якому грецькі випускники можуть підтвердити свою кваліфікацію за допомогою блокчейну, що згодом у процесі працевлаштування полегшить процедуру перегляду документів та усуне можливість шахрайства. Три грецьких університети, які беруть участь у пілотному проєкті, включають Університет Аристотеля в Салоніках, Університет Демокріта у Фракії та Афінський університет економіки та бізнесу [14].

Огляд найкращих варіантів упровадження технології «блокчейн» в освіті.

Окрім праць різних авторів, ми також дослідили наявні приклади використання технології «блокчейн» в освіті в різних містах зарубіжних країн.

1. Кембридж, Массачусетс

Learning Machine та MIT Media Lab об'єдналися та створили Blockcerts – відкриту стандартну платформу для видачі та перевірки сертифікатів [15].

Вони створили мобільний додаток, який надає найзручніший спосіб студентам генерувати ключі та отримувати дипломи електронною поштою у вигляді вкладення.

Розробниками Массачусетського технологічного інституту у фоновому режимі було створено рівень вмісту (JSON), який включає в себе диплом студента та відкритий ключ одержувача. Процес починається з електронного листа із запрошенням, у якому студенти просять завантажити мобільну програму з відкритим кодом (Blockcerts) для iOS або Android, а потім додати MIT як емітента. Цифровий об'єкт хешується, підписується ключем видачі MIT і прив'язується до блокчейну для подальшої перевірки (Рис. 1.).

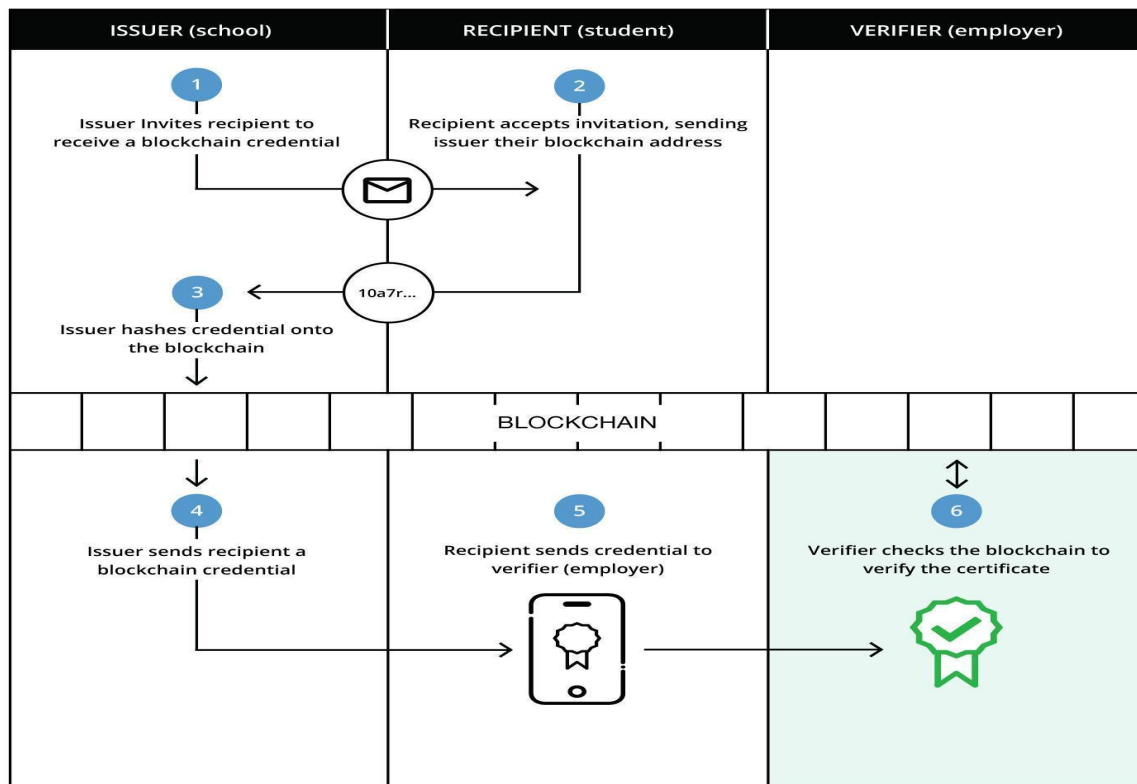


Рис. 1. Схема роботи Blockcerts [16]

На період 2018 року понад 600 випускників MIT вирішили отримати цифрову версію своїх дипломів на блокчейні Blockcerts. Отже, академічні записи студентів зберігатимуться назавжди, і майбутні роботодавці зможуть легко перевірити достовірність документів та виявити фальсифіковану інформацію.

За даними BuiltWith, Blocklancer активно використовує 29 технологій для свого сайту. До них належать мережа доставки вмісту, IPv6 і reCAPTCHA [15].

2. Лондон, Англія

Applied Blockchain і APPI розробили платформу, що базується на блокчейні та цифрових підписах, як спосіб створення єдиного незмінного запису досвіду людини [17].

Платформа використовує технологію «блокчейн», щоб уможливити перевірку облікових даних CV викладачами та роботодавцями і зіставити ці перевірені дані CV із вимогами до роботи. Платформа відповідає загальному регламенту захисту даних GDPR 2018.

Переваги платформи:

- управління кар'єрою, перевірки резюме та перевірки працевлаштування;
- гарантія, що особи є тими, ким вони себе видають, користувачі перевіряються шляхом біометричної перевірки в мобільному додатку APPI (користувачам необхідно сфотографувати документи, що посвідчують особу (наприклад, паспорти), а потім зробити селфі);
- можливість створювати користувачам профіль за допомогою динамічного конструктора для створення резюме (користувачі можуть розміщувати одразу декілька резюме на різні професії);
- функції, які дозволяють організаціям здійснювати перевірки кандидатів на роботу (запити Work Pass);
- дозволяє організаціям і установам створювати цифрові «бейджі» мікроакредитації в APPI і видавати їх за допомогою захоплення QR-коду.

Організації платять АРРП за користування службою:

- перевірка репутації (плата за перевірку): роботодавці або кадрові та рекрутингові компанії платять за перевірку репутації кандидатів на роботу;
- мікроакредитація (плата за перевіреного користувача): організації (наприклад, постачальники тренінгів) платять за допомогу співробітникам, студентам або членам організації в отриманні та перевірці мікроакредитації.

Для фізичних осіб платформа безкоштовна.

За даними BuiltWith, АРРП активно використовує 47 технологій для свого сайту. До них належать Viewport Meta, iPhone / Mobile Compatible і SPF.

3. Сан-Хосе, Каліфорнія

Gilgamesh – це платформа для обміну знаннями, заснована на смарт-контрактах Ethereum (Рис. 2.) [17].

Розробники створили додаток на прикладі соцмережі, де будь-хто може приєднатися для обговорення (приклад форуму). Gilgamesh (доступний лише для iOS) містить пропозиції книг, стрічки соціальних мереж і гаманець для зберігання токенів GIL для взаємодії з іншими шукачами знань.

Токен GIL – це службовий токен, призначений для використання на платформі Gilgamesh. Платформа Gilgamesh представить стандартні токени GIL токен ERC20 на основі смарт-контрактів Ethereum, які надають стимули для участі на платформі.

Активних користувачів платформи будуть нагороджувати токенами, які вони можуть витратити на товари та послуги в програмі (наприклад, покупки академічних електронних книг).

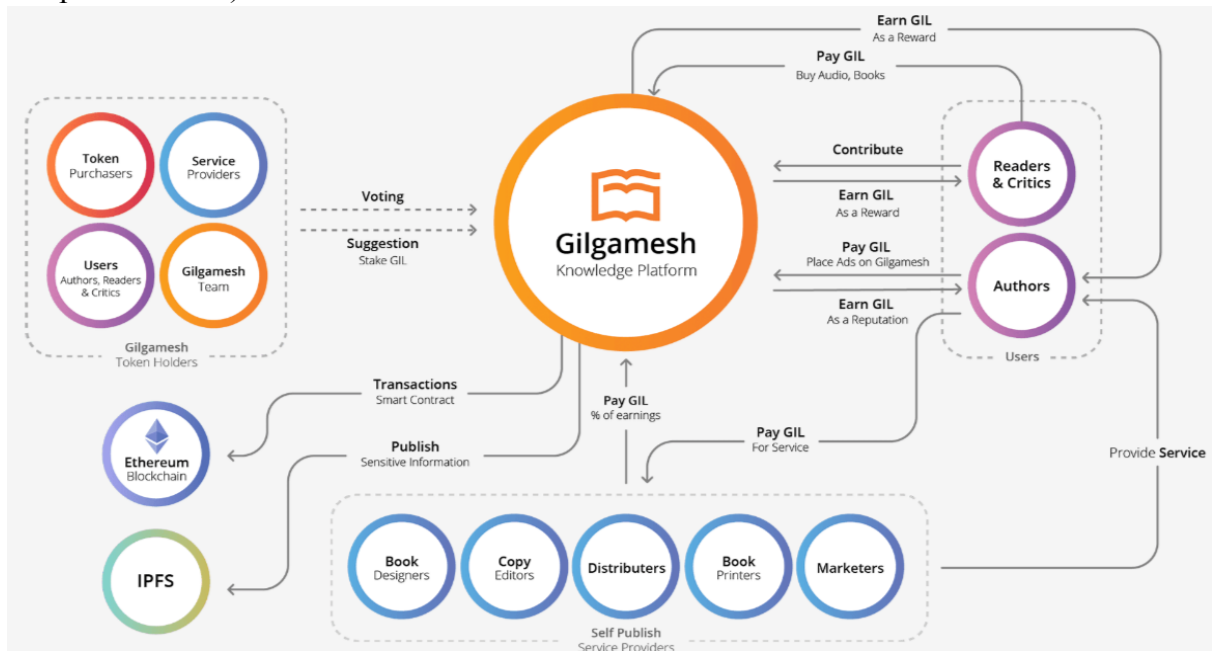


Рис. 2. Схема роботи платформи Gilgamesh [18]

Сторони платформи та розподіл між ними токенів у % [18]:

- Skiral Inc: 25%

Skiral Inc. (постачальники розважальних послуг) використовуватимуть кампанію продажу токенів, щоб зібрати гроші на розробку платформи Gilgamesh. Вони можуть впливати на управління платформою, витратити токени на платформі на товари та послуги, також вони мають право голосувати за впровадження нових функцій і змін.

- Засновники: 20%

Платформа буде покращуватися весь час основною командою розробників і програмістів. Щоб винагородити минулу роботу та стимулювати прогрес, засновники та перші учасники отримують токени GIL як нагороду та отримують повноваження керувати

платформою. Засновники отримають токени GIL протягом 24-місячного періоду набуття права з 6-місячним обривом, що означає, що засновники отримуватимуть 25% своїх tokenів GIL кожні 6 місяців.

- Учасники та консультанти: 5%

Учасники отримають токени GIL протягом 6-місячного періоду набуття права з 3-місячним обривом, що означає, що вони отримають 50% tokenів GIL наприкінці третього місяця, а решта 50% – наприкінці шостого місяця.

Радники отримають токени GIL протягом 1-річного періоду набуття права з 6-місячним обривом, що означає, що консультанти отримуватимуть 50% своїх tokenів GIL кожні 6 місяців.

- Утримання платформи: 20%

Токени GIL спочатку будуть заблоковані та утримані протягом 18 місяців після продажу tokenів на платформі та повільно виплачуватимуться для майбутнього зростання та підтримки екосистеми GIL через операції платформи, дослідження та розробки, а також відкриття та розширення продуктів.

- Користувачі платформи Gilgamesh: 30%

Токени GIL будуть збережені для розповсюдження серед користувачів на основі продуктивного внеску в платформу, однак щороку 5% tokenів буде впроваджуватися на платформу протягом 6 років, після чого очікується, що платформа Gilgamesh заробляє достатньо tokenів, щоб оплачувати токени GIL для користувачів платформи. Токени можуть бути використані для купівлі товарів чи послуг, таких як книги чи видавничі послуги на платформі, або можуть зберігатися користувачами для голосування за управління платформою.

4. Кьяссо, Швейцарія

ODEM – це децентралізований ринок освітніх продуктів і послуг. Платформа ODEM побудована на основі технології децентралізованої книги Ethereum, у межах якої використовуються токени ODEM (ODE) Ethereum на основі ERC-20. ODEM на початку 2018 року продав приблизно 100 мільйонів ODE (приблизно 10 000 ETH, що на той час коштувало близько 10 мільйонів доларів) [18]. ODEM сприяє змішаній освіті (і, зрештою, програмам у прямому ефірі та онлайн) через кілька основних сервісів (Рис. 3.).

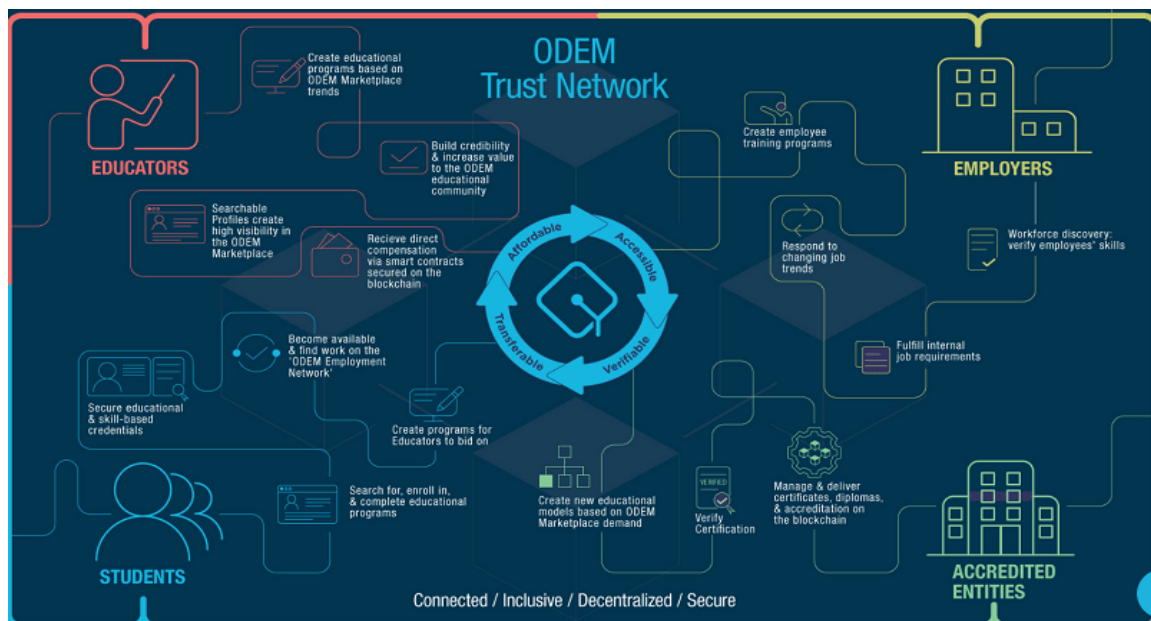


Рис. 3. Схема роботи платформи ODEM [18]

На платформі ODEM користувачі бачать: їх профіль, програми, події, отримані сертифікати, календар, центр повідомлень, винагороди/виплати, кваліфікацію студентів.

За допомогою платформи, користувачі можуть: надіслати запит на нову програму, зареєструватися на доступну програму, переглядати список програм, надсилати повідомлення іншим користувачам, робити ставки на програми, отримувати та видавати сертифікати.

Економічна модель ODE заснована на моделі Sweetbridge Foundation дослідження дисконтних токенів. Використання платформи усуває проблеми, пов'язані з фіатом, включаючи високі комісії та тривалий час обробки.

Стейкінг допомагає платформі оцінювати рівень студента та інтерес вихователя. Студент може обрати бажану програму за невелику кількість ODE. Ставка педагогів залежить від курсів, які вони будуть викладати.

ODEM абсолютно безкоштовний і доступний на всіх платформах iOS, Android, Web і Desktop.

5. **Токіо, Японія**

Sony Global Education – хмарна платформа для відстеження та керування даними студентів для підвищення ефективності системи освіти.

Платформа побудована на IBM Blockchain, який доставляється через IBM Cloud і підтримується Hyperledger Fabric 1.0, структурою блокчейну та одним із проєктів Hyperledger, організованих The Linux Foundation [19].

Метою створення платформи є роз'яснення питань і потреб, пов'язаних з оцінкою придатності технології «блокчейн» у сфері освіти.

Створенням платформи займається три сторони [19]:

1. Sony Global Education:

Використовуючи технологію «блокчейн» Fujitsu, видаватимуться високонадійні сертифікати та забезпечуватиметься функція оцінювання.

2. Fujitsu:

Надасть цифрову навчальну платформу Fisdом для закладів освіти та буде надавати хмарні послуги блокчейну для Sony Global Education.

3. Науково-дослідний інститут Fujitsu:

Досліджуватиме потреби закладів освіти та пропонуватиме бізнес-моделі для впровадження в суспільстві.

За допомогою платформи адміністратори закладів освіти зможуть консолідувати та централізовано управляти освітніми даними учнів і студентів з різних шкіл і університетів, забезпечуючи цілісність, доступність та узгодженість інформації. Платформа також надає можливість фіксації та передачі повної історії навчання здобувачів освіти, включно з цифровими академічними довідками.

Інструменти платформи дозволяють здійснювати контроль за актуальністю даних студентів і вносити їх до спеціалізованого реєстру, що забезпечує формування незаперечних записів про освітні досягнення. Застосування технології блокчейн у цьому контексті сприяє формуванню надійної цифрової інфраструктури, яка підтримує ведення прозорого обліку освітніх траєкторій, академічних записів і фінансових транзакцій, пов'язаних з освітніми послугами.

Використовуючи власний блокчейн, Sony видала сертифікати участі конкурентам у своєму Global Math Challenge 2018. Ці сертифікати служать постійним звітом про результати, який може допомогти учасникам із майбутніми освітніми або професійними заявками.

6. **Ньюарк, Делавер**

Blockchain Education Network (BEN) – це міжнародна некомерційна організація, яка з 2014 року займається формуванням надійної мережі студентських організацій для навчання блокчейну. По факту це освітній онлайн-портал із відеоуроками та підручниками, а також іншими ресурсами, створений студентами Массачусетського

технологічного інституту та Університету Мічигану. BEN налічує понад 4000 учасників, які діляться ідеями про блокчейн, створюють прототипи та запускають свої творіння. Користувачам надаються дискусійні форуми та зустрічі, безкоштовний спеціальний доступ до конференцій, а також чотири роки освітнього контенту. BEN надає блокчейн-освітні ресурси, безкоштовні та знижені квитки на конференції, роботу та можливості стажування, а також онлайн- та офлайн-спільноту для всіх своїх членів. Команда BEN працює в США, Канаді, Австралії, Італії, Індії, Дубаї, Колумбії, В'єтнамі тощо.

BEN Global Airdrop дозволяє студентам працювати з блокчейном, завантажуючи цифровий гаманець, створюючи обліковий запис на певних біржах та інших платформах і знайомлячись із тим, що означає обмін цінностями через Інтернет. У планах розробників платформи – надати студентам біткойн (BTC), наданий GDA Capital, і токени GAME Credits (GAME), ERC20, який представляє новий стандарт цифрових активів для ігрової індустрії. BEN заохочує інші проєкти цифрових активів, які хочуть залучити наукові установи до участі [20].

Відповідно до G2 Stack, Blockchain Number використовує 29 технологічних продуктів і послуг, включаючи HTML5, Google Analytics і jQuery.

Співзасновник BEN Джеремі Гарднер стверджує, що компанії, які розвиваються в когорті, мають загальну вартість понад 11 мільярдів доларів. Його особиста компанія Augur – це децентралізована платформа з алгоритмами для прогнозування успіху компанії, політики та навіть погоди, яка наразі оцінюється в понад 1 мільярд доларів [20].

7. Кесклінна, Таллінн, Естонія

Платформа Disciplina використовує блокчейн для підтримки єдиного реєстру навчальних досягнень та кваліфікацій для університетів. Токени – DSCPL [21].

На відміну від традиційного майнінгу PoW, платформа DISCIPLINA забезпечує енергоефективний майнінг PoS. Користувачі будуть отримувати винагороду за будь-яку продуктивну діяльність, присвячену обробці транзакцій і підтримці мережі. Мережа винагороджує користувачів пропорційно обсягу токенів DSCPL на балансі кожного користувача.

ДИСЦИПЛІНА об'єднує студентів, заклади освіти (зокрема, приватних викладачів), роботодавців та рекрутерів. Користувачі взаємодітимуть один з одним і платформою DISCIPLINA через програми зі зручним інтерфейсом, що забезпечує широкий спектр функцій платформи:

1. Сфера освіти.

Платформа допоможе зберігати дані в розподіленій системі, пропонуючи доступ через особистий профіль користувача.

2. Заклади освіти.

Платформа допоможе:

- зберігати дані в мережі DISCIPLINA, при цьому інтеграція в наявні або нові CRM-системи забезпечує можливість швидкого пошуку;
- виставляти оцінки за допомогою онлайн-тестування та автоматично завантажувати оцінки на блокчейн;
- записувати дані в блокчейн, які неможливо змінити чи підробити;
- монетизувати архівні дані навчальних досягнень та кваліфікацій студентів, надаючи рекрутерам доступ до них.

3. Студенти.

Платформа допоможе:

- полегшити вибір закладу освіти і програми через об'єктивність в рейтинговій системі;
- гарантувати надійність, цілісність і постійність даних, що зберігаються на платформі завдяки технології «блокчейн»;
- розробити фіксований навчальний курс, який допоможе при виборі кар'єри.

4. Рекрутери.

Платформа допоможе:

- звузити пошук від фахівців з необхідними кваліфікаціями до пошуку кандидатів за певними навичками та сферами знань;
- довіряти достовірності введених даних [21].

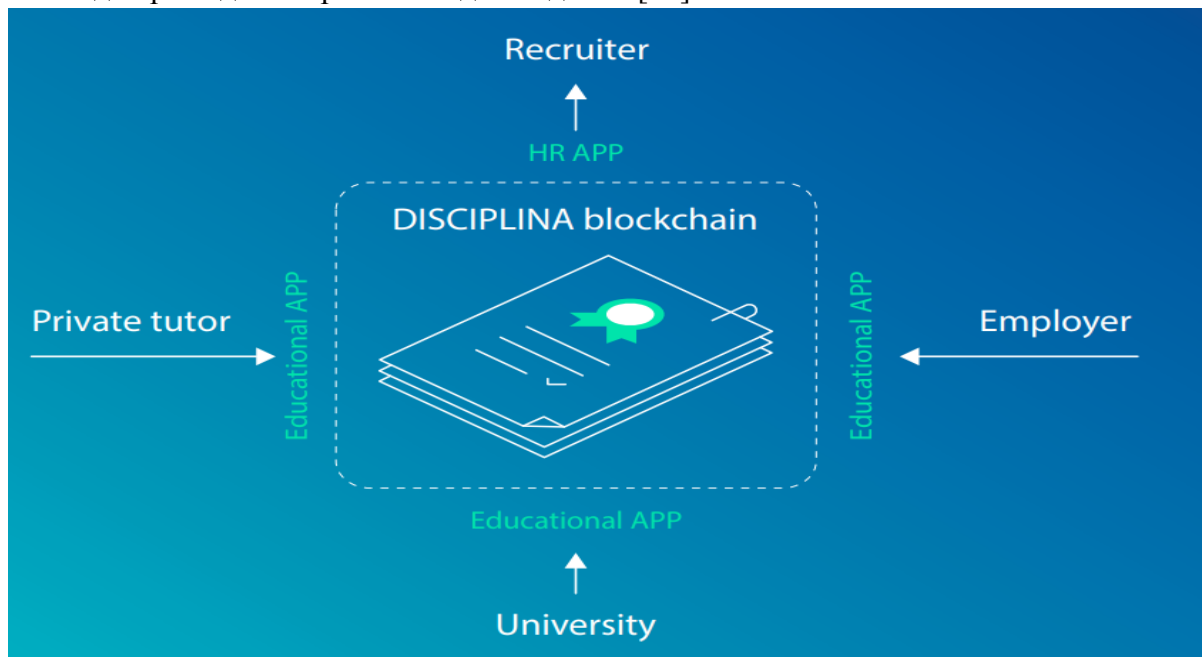


Рис. 4. Використання токенив DSCPL [22]

Основним платіжним інструментом у додатках, які використовують блокчейн DISCIPLINA, є токен DSCPL.

Стандарт ERC20, який розповсюджуватиметься під час продажу токенив, буде перетворено на нативні токени у співвідношенні 1:1 після запуску DISCIPLINA MainNet.

Незважаючи на те, що технічно транзакції між учасниками екосистеми здійснюватимуться у формі символів, баланс рахунку та ціни на курси відображатимуться у довірених валютах і автоматично будуть конвертуватись в токени DSCPL за поточним курсом.

Смарт-контракти гарантують безпечну угоду обом сторонам незалежно від будь-яких зовнішніх факторів.

8. Скоттсдейл, Арізона

Parchment – це єдина платформа, яка оптимізує повну екосистему транскриптів, включаючи автоматичне надсилання та отримання електронних транскриптів [23].

Платформа Parchment пропонує послуги цифрової акредитації студентам, академічним установам і роботодавцям (надсилання, отримання та взаємодія з обліковими даними, такими як стенограми, дипломи чи сертифікати та ін.)

Заклади вищої освіти можуть використовувати платформу для перевірки академічних заслуг, обробки заявок та виготовлення дипломів. Крім того, студенти мають повний доступ до всієї освітньої інформації та можуть легко поділитися академічними досягненнями з майбутніми роботодавцями. Усі користувачі, які бажають взаємодіяти з платформою, зможуть створити пароль криптографічної псевдоідентичності для використання повної функціональності платформи. Запис на курс дасть студентам дозвіл використовувати матеріали курсу, розміщені на платформі.

На платформі студенти можуть перевірити свої знання за допомогою індивідуальних тестів, які будуть автоматично оцінені. Автоматизоване оцінювання рекомендуватиме теми / фрагменти, які потрібно повторити, щоб покращити ефективність.

Parchment охоплює 5240 середніх шкіл США, 1500 реєстраційних відділів університетів і 10 державних освітніх установ США, а також 7750 приймачів у всьому світі. У 2019 році через об'єднану мережу Parchment було обміняно понад 18 мільйонів облікових даних [23].

9. Каунас, Литва

BitDegree поєднує реєстри блокчейнів і токенизацію на своїй платформі онлайн-освіти, орієнтованій на технології. Компанія пропонує онлайн-курси, такі як «Криптовалюта для новачків», «Ethereum проти біткойн» та багато іншого, щоб допомогти більшій кількості людей дізнатися про DLT і врешті-решт почати кар'єру, орієнтовану на блокчейн [24]. Платформа також стимулює навчання, пропонуючи токенизовані стипендії для успішного завершення курсу. На платформі є як безкоштовні, так і платні заняття від криптовалют, упровадження блокчейну до гейміфікованого кодування. У межах платформи використовують токени BitDegree.

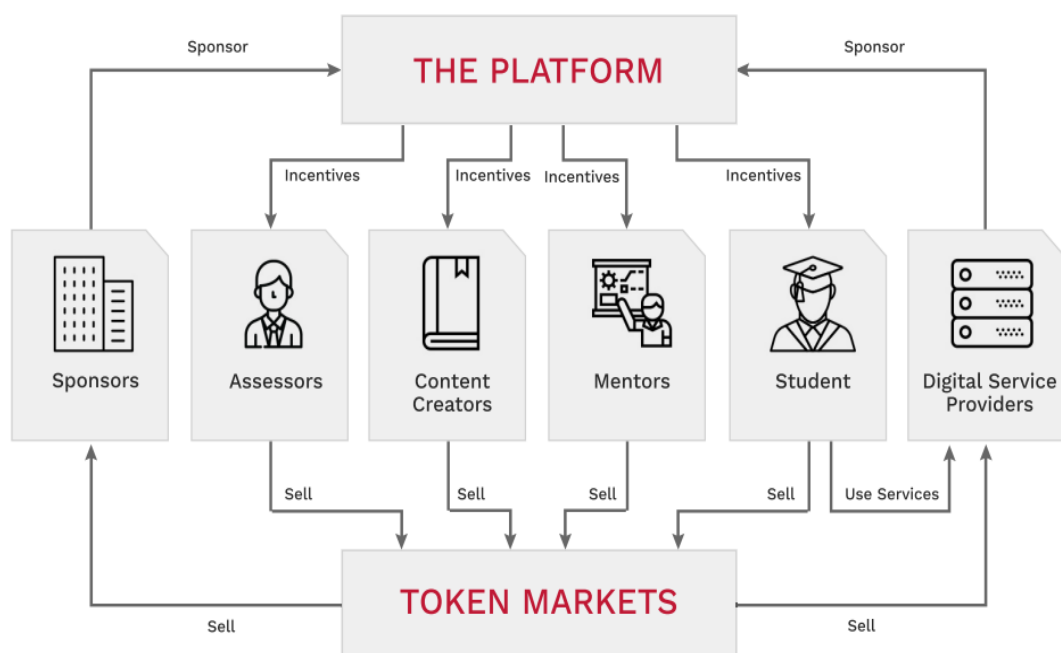


Рис. 5. Схема роботи платформи BitDegree [24]

- Спонсори купують токени BitDegree для брендингу роботодавця та набору технічних талантів.
- Корпоративні та приватні роботодавці, компанії з управління персоналом, державні та неурядові організації, інші структури/агенти з пошуку та розвитку талантів купуватимуть токени для ініціювання, фінансування та створення курсів, встановлення стипендій та інших винагород, орієнтованих на точні теми та області навчання.
- Провайдери цифрових послуг, які хочуть ознайомити користувачів зі своїми продуктами, купуватимуть токени, щоб спонсорувати студентів, які бажають вивчати пропоновані продукти.
- Платформа BitDegree витратить токени для заохочення студентів, постачальників контенту, оцінювачів, наставників і для покриття маркетингу та інші операційні витрати.
- Постачальники контенту, оцінювачі та наставники отримують винагороду (у вигляді токенів) за свої внески в платформу та за допомогу в організації навчального процесу (отримані компенсації будуть продані на біржу).
- Студенти отримують токени як винагороду за вибір тем для вивчення та за прогрес навчання. Студенти також можуть обмінювати токени на послуги та продукти

постачальників цифрових послуг, витратити токени на платформі BitDegree (для преміальних або не профінансованих курсів) та обміняти токени на фіат на біржі [24].

Висновки. Отже, блокчейн в освітніх установах відкриває великі можливості для ефективного використання. Блокчейн-інфраструктура вирішить проблему фіксування інформації щодо будь-якого освітнього процесу (документування, оцінювання статистики тощо). Онлайн-спрямованість блокчейну є вагомою альтернативою сучасного освітнього процесу загалом в умовах пандемії в ракурсі не тільки платформ для проведення онлайн-занять, але й ефективного та якісного оцінювання, документообігу з можливістю постійного оновлення та вдосконалення.

Через технологію «блокчейн» освіта швидко набуває нової тенденції. Це лише початок, попереду ще багато розробок та досліджень, і ми сподіваємося побачити багато змін у цьому секторі. Ми віримо, що це ключовий момент в історії для нових моделей, які повинні бути прийняті для розширення можливостей людей через освіту.

Перспективи подальших досліджень. Використання закладами вищої освіти технологій «блокчейн» має великі перспективи в усьому світі. Сьогодні ці установи, зокрема і наш університет, будують сучасні університети, упроваджуючи інновації та прогресивні технології, які дуже важливо використовувати найперспективнішим чином та в найшвидші терміни. На нашу думку, запровадження саме технологій блокчейну може кардинально поліпшити рівень освіти, забезпечуючи вивчення технології «блокчейн» та розробляючи платформу керування навчанням на основі токенизації освіти, щоб відповідати в майбутньому реформам освіти та навчання. Це дослідження має на меті системне впровадження технологій «блокчейн» та токеноміки в освіту. Результати наших досліджень будуть висвітлені в статтях, кваліфікаційних роботах (магістерських, кандидатських, докторських), створенні нових курсів, розробці моделей та проведенні конференцій.

Упровадження технології «блокчейн» – це переважно питання освіти. Оскільки з'являється нове покоління лідерів і підприємців, ми вважаємо, що несемо відповідальність навчати їх можливостям, які вони мають використати, щоб побудувати краще фінансове майбутнє.

Використовуючи досвід попередників, ми займаємося розробленням моделі освітньої онлайн-платформи для співпраці учасників освітнього процесу, цілями якої є:

- винагорода власників токенів, які роблять внесок у платформу;
- винагородження клієнтів, користувачів і викладачів, які користуються платформою;
- створення ефективної екосистеми в криптосвіті за допомогою якісного навчання, створення проєктів та інвестування в ідеї, які хочуть покращити суспільство.

Наш проєкт допоможе вирішити проблему доступу людей до освітніх курсів, а також підвищити мотивацію студентів і викладачів завдяки продуманій системі нагородження. Детальний опис платформи буде представлено в наступних наших роботах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Castor, A. (2018, January 2). Cardano blockchain's first use case: Proof of university diplomas in Greece. *Bitcoin Magazine*. <https://bitcoinmagazine.com/business/cardano-blockchains-first-use-case-proof-university-diplomas-greece>
3. Шматко, О., Борова, Т., Євсєєв, С., & ін. (2021). Токенізація освітніх активів на основі технологій блокчейн. *ScienceRise: Pedagogical Education*, (3), 4–10. <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2021.229150>
4. Сизоненко, В. (2018, November 7). Токенізація активів – реалії та можливості. *Юридична газета*.

<https://yurgazeta.com/publications/practice/informaciyne-pravo-telekomunikaciyi/tokenizaciyaa-ktiviv--realiyi-ta-mozhlivosti.html>

5. Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In *Adaptive and adaptable learning* (pp.490–496). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_47
6. Skiba, D. J. (2017). The potential of blockchain in education and health care. *Nursing Education Perspectives*, 38(4), 220–221. <https://doi.org/10.1097/01.NEP.0000000000000190>
7. Chen, G., Xu, B., Lu, M., & Chen, N.-S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40561-017-0050-x>
8. Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In *Adaptive and adaptable learning* (pp.490–496). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_47
9. Kamišalić, A., Turkanović, M., Mrdović, S., & Heričko, M. (2019). Preliminary review of blockchain-based solutions in higher education. In L. Uden, D. Liberona, G. Sánchez, & S.Rodríguez-González (Eds.), *Learning Technology for Education Challenges* (pp. 114–124). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_11
10. Blockchain Education Network. (2021, March 4). BEN partners with Sperax. *Medium*. <https://medium.com/blockchainedu/ben-partners-with-sperax-72b8e7bf6f2e>
11. Park, J. (2021). Promises and challenges of blockchain in education. *Smart Learning Environments*, 8, 33. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00179-2>
12. Cision PR Newswire. (2017, November 9). Using blockchain, New Mexico community college becomes first community college to issue student-owned digital diplomas. <https://www.prnewswire.com/news-releases/using-blockchain-new-mexico-community-college-becomes-first-community-college-to-issue-student-owned-digital-diplomas-300557931.html>
13. Fischer, K. (2017, October 17). MIT debuts secure digital diploma using Bitcoin blockchain technology. *MIT News*. <https://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017>
14. Linshi, J. (2014, June 13). King's College becomes first U.S. school to accept Bitcoin. *TIME*. <https://time.com/2871764/kings-college-accept-bitcoin/>
15. Blockcerts. (n.d.). Retrieved from <https://www.blockcerts.org/>
16. Campus Technology. (2019, June 4). Going beyond the digital diploma. <https://campustechnology.com/articles/2019/06/04/going-beyond-the-digital-diploma.aspx>
17. Zou, Y., Meng, T., Zhang, P., Zhang, W., & Li, H. (2020). Focus on blockchain: A comprehensive survey on academic and application. *IEEE Access*, 8, 187182–187201. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3030491>
18. Kotpodkolpakom. (2019, April 11). Gilgamesh platform knowledge-sharing social network platform. *Medium*. <https://medium.com/@kotpodkolpakom/gilgamesh-platform-knowledge-sharing-social-network-platform-178c68bfae6d>
19. Sony Global Education. (2016). Sony Global Education develops technology using blockchain for open sharing of academic proficiency and progress records. Retrieved from <http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/index.html>
20. Blockchain Education Network. (n.d.). Retrieved from <https://www.blockchainedu.org/>
21. How blockchain can improve higher education. (n.d.). Retrieved from <https://www.blockchainedu.org/how-blockchain-can-improve-higher-education>
22. Disciplina. (n.d.). Retrieved from <https://disciplina.io/>
23. Parchment. (n.d.). *Parchment*. Retrieved from <https://www.parchment.com/>
24. Bitdegree. (2019, March 29). Revolucionando la educación. *Medium*. <https://medium.com/@bitdegree-revolucionando-la-educación-863ca0cdce29>

REFERENCES

1. Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Castor, A. (2018, January 2). Cardano blockchain's first use case: Proof of university diplomas in Greece. *Bitcoin Magazine*. <https://bitcoinmagazine.com/business/cardano-blockchains-first-use-case-proof-university-diplomas-greece>
3. Shmatko, O., Borova, T., Yevseiev, S., & in. (2021). Tokenization of educational assets based on blockchain technologies. *ScienceRise: Pedagogical Education*, (3), 4–10. <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2021.229150>
4. Sizonenko, V. (2018, November 7). Tokenization of assets – realities and opportunities. *Yurydychna hazeta*. <https://yurgazeta.com/publications/practice/informaciyne-pravo-telekomunikaciyi/tokenizaciyaa-ktiviv--realiyi-ta-mozhlivosti.html>
5. Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In *Adaptive and adaptable learning* (pp.490–496). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_47
6. Skiba, D. J. (2017). The potential of blockchain in education and health care. *Nursing Education Perspectives*, 38(4), 220–221. <https://doi.org/10.1097/01.NEP.0000000000000190>
7. Chen, G., Xu, B., Lu, M., & Chen, N.-S. (2018). Exploring blockchain technology and its potential applications for education. *Smart Learning Environments*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s40561-017-0050-x>
8. Sharples, M., & Domingue, J. (2016). The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward. In *Adaptive and adaptable learning* (pp.490–496). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45153-4_47
9. Kamišalić, A., Turkanović, M., Mrdović, S., & Heričko, M. (2019). Preliminary review of blockchain-based solutions in higher education. In L. Uden, D. Liberona, G. Sánchez, & S.Rodríguez-González (Eds.), *Learning Technology for Education Challenges* (pp. 114–124). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20798-4_11
10. Blockchain Education Network. (2021, March 4). BEN partners with Sperax. *Medium*. <https://medium.com/blockchainedu/ben-partners-with-sperax-72b8e7bf6f2e>
11. Park, J. (2021). Promises and challenges of blockchain in education. *Smart Learning Environments*, 8, 33. <https://doi.org/10.1186/s40561-021-00179-2>
12. Cision PR Newswire. (2017, November 9). Using blockchain, New Mexico community college becomes first community college to issue student-owned digital diplomas. <https://www.prnewswire.com/news-releases/using-blockchain-new-mexico-community-college-becomes-first-community-college-to-issue-student-owned-digital-diplomas-300557931.html>
13. Fischer, K. (2017, October 17). MIT debuts secure digital diploma using Bitcoin blockchain technology. *MIT News*. <https://news.mit.edu/2017/mit-debuts-secure-digital-diploma-using-bitcoin-blockchain-technology-1017>
14. Linshi, J. (2014, June 13). King's College becomes first U.S. school to accept Bitcoin. *TIME*. <https://time.com/2871764/kings-college-accept-bitcoin/>
15. Blockcerts. (n.d.). Retrieved from <https://www.blockcerts.org/>
16. Campus Technology. (2019, June 4). Going beyond the digital diploma. <https://campustechnology.com/articles/2019/06/04/going-beyond-the-digital-diploma.aspx>
17. Zou, Y., Meng, T., Zhang, P., Zhang, W., & Li, H. (2020). Focus on blockchain: A comprehensive survey on academic and application. *IEEE Access*, 8, 187182–187201. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3030491>
18. Kotpodkolpakom. (2019, April 11). Gilgamesh platform knowledge-sharing social network platform. *Medium*.

<https://medium.com/@kotpodkolpakom/gilgamesh-platform-knowledge-sharing-social-network-platform-178c68bfae6d>

19. Sony Global Education. (2016). Sony Global Education develops technology using blockchain for open sharing of academic proficiency and progress records. Retrieved from <http://www.sony.net/SonyInfo/News/Press/201602/16-0222E/index.html>
20. Blockchain Education Network. (n.d.). Retrieved from <https://www.blockchainedu.org/>
21. How blockchain can improve higher education. (n.d.). Retrieved from <https://www.blockchainedu.org/how-blockchain-can-improve-higher-education>
22. Disciplina. (n.d.). Retrieved from <https://disciplina.io/>
23. Parchment. (n.d.). *Parchment*. Retrieved from <https://www.parchment.com/>
24. Bitdegree. (2019, March 29). *Revolucionando la educación. Medium.* <https://medium.com/@bitdegree-revolucionando-la-educaci3n-863ca0cdce29>

Maksym Vinnyk, Maksym Poltorackiy, Inna Ilyina
Kherson State University, Kherson, Ukraine

OVERVIEW OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY USE IN EDUCATION AND SCIENCE

This article presents a comprehensive overview of the application of blockchain technology in education and science, analyzing its potential as a key innovation in the digital economy. The fundamental properties of blockchain security, transparency, decentralization, and data immutability are emphasized as enablers for the modernization of educational processes, the elimination of intermediaries, and the enhancement of digital trust in the context of global mobility.

The study reviews existing academic literature on blockchain implementation in educational settings and examines international experiences of its adoption. Particular attention is paid to practical examples of how universities worldwide are utilizing blockchain to support educational and scientific activities, as well as to optimize business processes. As a disruptive technology, blockchain provides tools for equipping the digital society with technological mechanisms to verify the authenticity of transactions, establish digital identities, and record and improve educational processes.

The global education sector is evolving rapidly, and the growing adoption of blockchain reflects an increasing demand for higher levels of digital trust, which constitutes both the value and the future potential of this technology. The analysis reveals the accelerated pace of development and the expanding circle of blockchain proponents. To foster a deeper understanding, the article presents an operational mechanism of the technology following the review of implementation cases, offers analogies, systematizes advantages and disadvantages, and outlines the main areas of application. One of the most promising directions identified is the tokenization of education, which can bridge existing gaps in the educational services market, digital transformation, and blockchain technologies.

In conclusion, the article highlights blockchain's potential to transform educational data management, assessment, and documentation workflows, offering an alternative to traditional approaches, especially in distance learning contexts. Despite being at an early stage of integration, the impact of blockchain continues to grow. Future research aims to develop a model for an educational online platform based on tokenization. The platform is intended to foster collaboration, enhance motivation, and create an effective crypto-ecosystem for learning and investing in educational initiatives. This article contributes to the ongoing discourse on the systemic integration of blockchain and tokenomics into educational practice.

Keywords: blockchain, higher education, digitalization of education, tokenomics, tokenization, HEI, university

Стаття надійшла до редакції 14.05.2022
The article was received 14 May 2022