

DOI: <https://doi.org/10.26565/1684-8489-2023-1-08>

УДК 351.76:347.73:338.24

JEL Classification: A10, A12, B15, B49

Басюк Олександр Петрович,
аспірант кафедри економічної політики та менеджменту
навчально-наукового інституту "Інститут державного управління"
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна,
майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

e-mail: oleksandr.basiuk777@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3224-5489>

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗПОДІЛЕНОГО РЕЄСТРУ (БЛОКЧЕЙН) У ПУБЛІЧНИЙ СЕКТОР УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СВІТОВОГО ДОСВІДУ

Анотація. Інтеграція нових технологій, таких як технологія розподіленого реєстру, в державні системи є багатограним процесом, що характеризується безліччю потенційних переваг, пов'язаних з ними витрат і ризиків. Попередні та існуючі пілотні впровадження програмних рішень на базі технології розподіленого реєстру у державному секторі продемонстрували, що ця технологія може мати різний вплив залежно від контекстуальних факторів, включаючи і конкретний тип обраної державної послуги. Крім того, у кожній окремій сфері публічних послуг впровадження технологій електронного врядування може мати різні результати для різних зацікавлених сторін, зокрема, державних органів, державних службовців та громадян.

Тому, в рамках цієї статті був проведений огляд та аналіз світового досвіду використання технології розподіленого реєстру в різних сферах державного сектору. Для цього було визначено декілька країн, що мають передовий досвід в області електронного врядування та імплементації рішень на базі технології розподіленого реєстру. Опираючись на досвід цих країн, а також на особливості, переваги, рівень зрілості технології блокчейн та наявних рішень на її основі були сформовані загальні рекомендації, щодо впровадження технологій розподіленого реєстру (блокчейн) у публічний сектор України.

Ключові слова: публічні послуги, публічне управління, електронне врядування, смарт-контракти, блокчейн, публічні фінанси, токени.

Актуальність дослідження. Попри достатньо високий потенціал вітчизняних ІТ-спеціалістів, очевидні досягнення Міністерства цифрової трансформації України у розвитку електронних публічних послуг через застосунок «Дія», намагання впровадження рішень на базі розподіленого реєстру в державні закупівлі та в Державному земельному кадастрі, створення та прийняття

Як цитувати: Басюк О. П. Рекомендації до впровадження технологій розподіленого реєстру (блокчейн) у публічний сектор України на основі світового досвіду. *Актуальні проблеми державного управління*. 2023. № 1 (62). С. 131–154. DOI: <https://doi.org/10.26565/1684-8489-2023-1-08>

In cites: Basiuk, O. P. (2023). Recommendations for implementing distributed ledger technology (blockchain) in the public sector of Ukraine based on global experience. *Pressing Problems of Public Administration*, 1 (62), 131–154. DOI: <https://doi.org/10.26565/1684-8489-2023-1-08> [in Ukrainian].

«горе-закону» Про віртуальні активи, а також інших намагань та спроб, однак, нажаль, наші урядові органи України не мають чіткого розуміння та стратегії щодо впровадження цифрових рішень на основі технології розподіленого реєстру (блокчейн) в державний сектор. Крім цього, досі нездолана корупція у вищих ланках влади та низький рівень довіри до державних органів досі є проблемою. Як свідчить наявний багаторічний досвід реформ, усі антикорупційні заходи мають парадоксальний ефект: вони роблять корупцію ще «дорожчою». Ця проблема, вважаємо, має загальнонаціональний характер і пов'язана з проявами людського фактору, що, скоріше усього, обумовлено «генетичною» системністю цього явища на всіх рівнях життя.

Постановка проблеми і виокремлення невирішених питань.

Вивченню підходів, щодо впровадження технологій розподіленого реєстру в публічний сектор присвячені роботи вітчизняних та іноземних авторів. Проте через економіко-правові, соціальні та історичні особливості кожної країни, а також, через відносно «молодий вік» технології блокчейн, на даний момент відсутній єдиний підхід, чи стандарт, чи група рекомендацій, щодо імплементації технологічних рішень на базі блокчейну в державний сектор. Такий стан справ, дозволяє вважати перспективною статтю по дослідженню світового досвіду, щодо впровадження технологій розподіленого реєстру (блокчейн) у публічний сектор з метою формування загальних рекомендацій для України на їх основі.

Крім того, результати попередніх досліджень автора, що представлені в статтях «Цифрові технології в оптимізації бюджетного процесу: кращий світовий досвід та висновки для України» [10] та «Аналіз бюджетної політики України з урахуванням досвіду застосування цифрових технологій» [11], демонструють важливість вивчення передового світового досвіду для формування більш ефективної політики по впровадженню сучасних цифрових технологій, зокрема технології розподіленого реєстру (блокчейн) та наявність причинно-наслідкового зв'язку між впровадженням сучасних цифрових технологій в сферу публічного управління та зростанням рівня транспарентності та ефективності в діяльності відповідних державних органів.

Дослідженнями в області впровадження технологій розподіленого реєстру в публічний сектор зацікавлені багато науковців та практиків. Так, останніми роками даному напрямку присвячені праці таких вчених, як Л. Белова [21], В. Дзюндзюк [23], О. Дмитрик і О. Карпенко [34], І. Дунаєв [21; 22], Д. Каджигас і Дж. Кліффон [13], А. Кудь [36; 37], П. Мартінсон [38] та ін. Також необхідно зазначити, що цим проблемам присвячуються і дослідження на інституційному рівні, зокрема дослідження міжнародних організацій, таких як: Організація об'єднаних націй, Організації економічного співробітництва та розвитку, Світовий банк, державні органи та установи різних держав, та ін.

Мета статті – розробити рекомендації для впровадження технології розподіленого реєстру (блокчейн) в публічний сектор України, ґрунтуючись на узагальненому кращому світовому досвіді використання цієї технології.

Методологія дослідження. Відповідно до цієї мети, у статті поставлено і вирішено такі завдання:

1) дослідити передовий світовий досвід у галузі електронного врядування та використання блокчейн-технологій у державному секторі визначених країн, а також провести аналіз попередніх та існуючих пілотних проєктів по

впровадженню блокчейн-рішень у державних системах для визначення їх впливу та результатів;

2) оцінити особливості та переваги технології розподіленого реєстру та її рівень зрілості в контексті державного управління,

3) сформулювати загальні рекомендації, щодо впровадження технологій розподіленого реєстру в публічний сектор України на основі зібраного досвіду та аналізу.

Наразі у даній статті застосовано комплекс з таких загально-наукових методів дослідження: монографічний метод, метод аналізу і синтезу, зокрема – аналіз різних звітів державних органів та міжнародних організацій, щодо проведення досліджень та запуску пілотних проектів по використанню рішень на базі технології блокчейн в публічному секторі; аналіз статистичних, аналітичних та інших даних; порівняльний метод – для зіставлення даних у динаміці; статистичні і аналітичні розрахунки. Усі ці методи на практиці дали можливість оцінити кращий світовий досвід з метою формування загальних рекомендацій Україні, щодо впровадження технологій розподіленого реєстру (блокчейн) у публічний сектор.

Виклад основного матеріалу. Технологічний прогрес відкриває шлях до значних змін, які докорінно трансформують усі елементи людських відносин в економіці, політиці та суспільстві. Перша промислова революція дала нові можливості завдяки освоєнню енергії пару та її використанню замість людської праці. Друга промислова революція заклала основи масового виробництва. Після цього, з третьою промисловою революцією, людство зустрілося з автоматизацією та обчислювальними машинами (комп'ютерами). Перші три промислові революції задали нові напрямки світового розвитку, а в 21-му столітті четверта промислова революція знову призвела до значних змін у всіх сферах людського життя. До неї можна віднести прогрес в інформаційних технологіях, «інтернет речей» (IoT \ internet of things) і розвиток кіберфізичних систем.

У історії всіх промислових революцій за останні 3 століття ті інновації, які починалися в одній сфері, створювали потребу та неодмінно призводили до змін і в інших сферах. Наприклад, разом зі смартфонами, які увійшли в наше життя на початку 2010-х років, багато послуг – від банківських до державних – сьогодні надаються населенню через мобільні додатки. Численні цифрові пристрої інтегрувалися в повсякденне життя людей і стали невід'ємною його частиною.

Так само технологічні трансформації у світі вимагають змін і від урядів. Ця вимога зумовлена потребами громадян та перевагами застосування сучасних цифрових технологій (так званої «діджиталізації» або ж «цифровізації») для урядів. Останнім часом концепції, як «розумні міста», «уряд як платформа» (GaaS) і у т.ч. її український приклад «держава в смартфоні» (з політичної програми В. Зеленського 2019 р.), управління великими даними, електронна освіта та електронне урядування набули дуже значної популярності у публічному управлінні. Разом вони ознаменували перехід до «цифрової епохи врядування». Це обумовлено тим, що уряди також почали розглядати можливість використання більш передових технологій у державному управлінні, таких як штучний інтелект, інтернет речей та технологія розподіленого реєстру (блокчейн).

Технологія блокчейн є значним технологічним проривом для світу, що може якісно трансформувати соціально-економічні відносини [12; 57; 43]. Варто зазначити, що технологію блокчейн, яка де-факто є різновидом технології розподіленого реєстру, не слід вузько розглядати як додаток або базу даних. Радше її слід розглядати як екосистему з децентралізованим реєстром, який зберігає записи про всі транзакції, що відбуваються в одноранговій мережі. Інакше кажучи, блокчейн можна розглядати як логічно впорядкований набір даних, які на рівних правах належать і використовуються мережею однорангових учасників, де кожна одиниця даних представляє транзакцію, що відбулася в мережі.

Децентралізований принцип побудови блокчейну означає, що замість того, щоб зберігати дані в одному центральному місці для доступу та перегляду окремими учасниками, дані дублюються всіма учасниками. При цьому, не існує «головної» копії, всі копії учасників мережі є дійсними. Щоб уникнути суперечок, на самому початку мережа повинна колективно «домовитися» про процес досягнення консенсусу і вирішення розбіжностей, коли вони виникають. Цей процес консенсусу потім програмується в блокчейн мережі, що дозволяє безперервно перевіряти дані і синхронізувати їх між усіма учасниками без необхідності довіряти один одному або покладатися на дорогого стороннього арбітра. Після запуску блокчейну кожна транзакція, що виконується в мережі, криптографічно захищається у вигляді блоку даних з унікальним цифровим відбитком і пов'язується з попереднім блоком. Це створює прозорий, безпечний і незмінний ланцюжок, який слугує базовим рівнем даних в інформаційній системі.

Блокчейн як цифрова технологія може бути використаний далеко за межами його базової функціональності, пов'язаної з автоматичною реєстрацією записів у цифровому реєстрі. Наприклад, на основі блокчейну можна легко запрограмувати процес автоматичного вирішення і попередження цивільних спорів (звичайно, якщо є децентралізована платформа для запису таких даних). Додаткові засоби автоматизації процесів і рішень можуть бути додані у вигляді так званих «розумних контрактів». У своїй найпримітивнішій формі смарт-контракти: це функції типу «якщо те, то те» (if – then), перекладені на мову коду і запрограмовані у блокчейні. Залежно від бізнес-процесів, які потребують автоматизації, смарт-контракти можуть бути як простими, наприклад, генерувати повідомлення на електронну пошту, коли певна сторона завершує транзакцію, так і надзвичайно складними алгоритмами, які, наприклад, автоматично розраховують і переказують платежі на основі зазначених умов та даних.

Основною перевагою смарт-контрактів з точки зору їх комерційного застосування є їхня здатність забезпечити наскрізну автоматизацію певного бізнес-процесу. Сам по собі чистий блокчейн не є кінцевим рішенням. Виходячи з практичного досвіду, блокчейн добре працює, коли він з'єднує розрізнені компоненти, сервіси та гравців в рамках інформаційної системи. Організація такої екосистеми забезпечує прискорення обміну інформацією, використовує автоматизацію та забезпечує створення базового фундаменту для подальшої модернізації завдяки використанню інших передових цифрових технологій, наприклад, штучного інтелекту, машинного навчання та роботизованої автоматизації процесів тощо [60].

Таким чином, імплементація в державний сектор комплексних організаційно-технологічних рішень на базі технології розподіленого реєстру (блокчейн) має дуже значні перспективи. Більш того така необхідність також обумовлена зростаючим рівнем корупції та постійно спадаючим рівнем довіри до урядів у різних країнах світу. Так, наприклад, відсоток людей, які довіряють уряду у Франції, становить 33 %, у Великій Британії – 36 %, а в Іспанії 34 % [39]. Згідно з дослідженнями Pew Research Center [42] за 2018 р., менше 20 % американців довіряли федеральному уряду, що є одним із найнижчих показників довіри за майже 70 років спостережень (рис. 1).

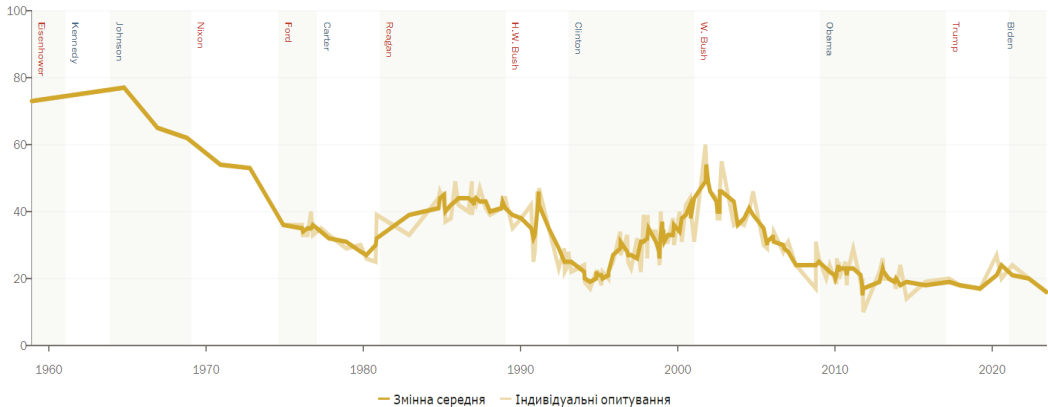


Рис. 1. Динаміка рівня суспільної довіри американців до федерального уряду в США порівняно з партійним політичним конкурентом

Fig. 1. Dynamics of the level of public trust of Americans in the federal government in the USA compared to the party political competitor

Джерело: [42].

На що це вказує? На те, що довіра нерозривно пов'язана з легітимністю урядів і відіграє вирішальну роль у підтримці зв'язку між урядами та громадянами. Дослідники [4] визначили, що довіра громадян є однією з головних проблем щодо запровадження урядових ІТ-проектів. І в цьому випадку, технологія розподіленого реєстру може бути оптимальним рішенням для побудови мосту довіри між громадянами та урядами, оскільки вона є «машиною довіри» [44]. Як це недивно, але уряди не поспішають впроваджувати різні проекти та рішення на базі технології розподіленого реєстру. Незважаючи на те, що сама технологія існує вже більше десяти років, уряди нечасто використовують блокчейн. Проте наявний світовий досвід застосування технології блокчейн дозволяють визначити сфери та результативність застосування технології розподіленого реєстру в державному секторі, виявити основні переваги та труднощі імплементації, а також зробити висновки для України.

Однією із міжнародних організацій яка займається вивченням питання електронного урядування у 193 країнах світу та здійснює систематичну оцінку використання та потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій для трансформації державного сектору шляхом підвищення ефективності, результативності, прозорості, підзвітності, доступу до державних послуг та участі громадян поки що є ООН, яка до речі потребує свого серйозного реформування.

Так, відділом державних установ та цифрового урядування Департаменту з економічних і соціальних питань ООН була створена інтерактивна база знань з електронного урядування (UNeGovKB). Кожні два роки ООН готує та публікує «Огляд електронного уряду», що заснований на більш ніж двох десятиліттях лонгітюдних досліджень з ранжируванням країн на основі Індексу розвитку електронного уряду Організації Об'єднаних Націй (EGDI – E-Government Development Index). Огляд електронного уряду включає аналіз даних у глобальному і регіональному контекстах, дослідження розвитку місцевого електронного уряду на основі Індексу місцевих онлайн-послуг ООН (LOSI – Local Online Service Index), розгляд питань гібридного цифрового суспільства, а також тенденції і події, пов'язані з майбутнім цифрового уряду [51].

Індекс розвитку електронного уряду відображає стан розвитку електронного уряду в країнах-членах ООН. Разом з оцінкою моделей розвитку веб-сайтів в країні та розвитком електронного уряду індекс включає показники, що характеризують використання інформаційних технологій для сприяння доступу та інтеграції свого населення. EGDI – це сукупний показник трьох важливих аспектів електронного уряду, а саме: надання онлайн-послуг (OSI – Online Service Index – Індекс онлайн-послуг), телекомунікаційний зв'язок (ТІІ – Telecommunication Infrastructure Index – Індекс телекомунікаційної інфраструктури) і людський потенціал (НСІ – Human Capital Index – Індекс людського капіталу). Індекс розвитку електронного уряду розраховується для кожної із 193 країн-членів ООН (рис.2).

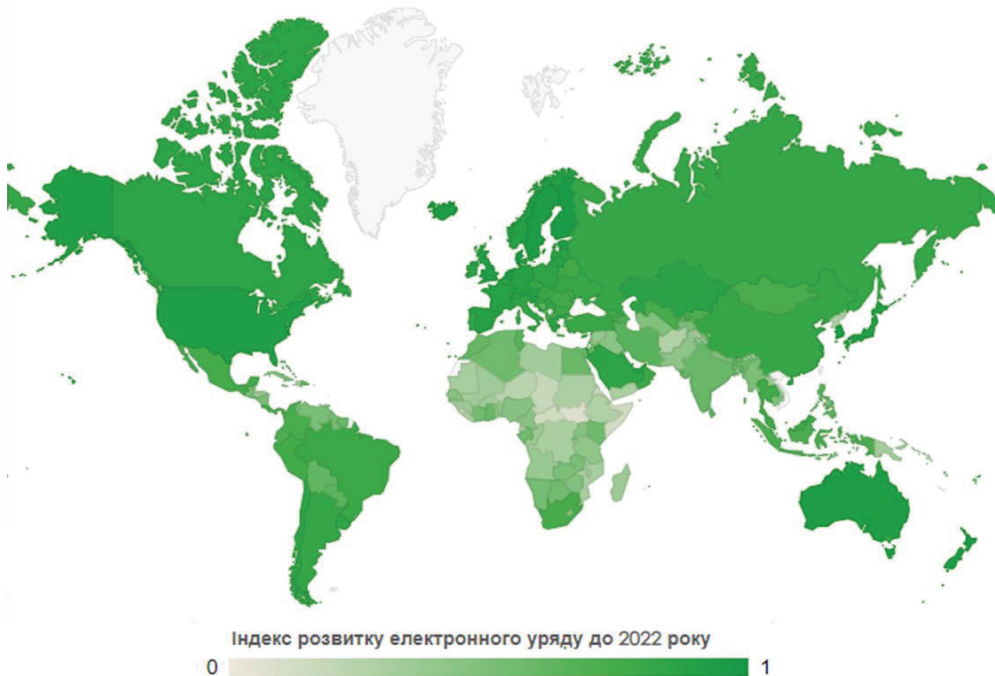


Рис. 2. Мапа рівня Індексу розвитку електронного уряду для країн-членів ООН

Fig. 2. Map of the level of the e-Government Development Index for UN member countries

Джерело: [52].

Відповідно до бази даних UNeGovKB [53], однією з передових країн у світі в частині електронного врядування та цифровізації державних послуг є Естонія. Індекс розвитку електронного уряду ООН у 2022 році для Естонії становить 0,9393 при максимальному значенні цього показника «1» [53]. Ініціатива, щодо розвитку та впровадження інформаційних технологій на державному рівні в Естонії отримала політичну підтримку в 1990-х роках. Однією із причин цього є те, що розвиток інформаційних технологій став додатковим елементом неоліберальної державної політики [33]. Тому деякі вчені вважають, що приклад Естонії довів, що IT-інфраструктура є критично важливим фактором для електронного уряду [32]. У 1994 р. було розроблено перший проект «принципів інформаційної політики Естонії», а Стратегічний план розвитку інформаційних технологій було затверджено парламентом через 4 роки [27]. Це поклало початок активного розвитку інформаційних технологій та їх впровадження у державний сектор Естонії, що добре демонструє таблиця 1.

Більш того, Естонія є першою країною у світі, яка застосувала технологію блокчейн на національному рівні. Ще у 2007 р Естонія почала шукати нові способи зміцнення своєї IT-інфраструктури і захисту від кібератак (естонці зазнали її з боку російських хакерів у 2017 р.), тому уряд Естонії почав проводити випробування технології блокчейн [28]. У 2008 р. естонськими криптографами була розроблена технологія KSI – блокчейн-технологія, що забезпечує масштабні перевірки автентичності даних без опори на централізований довірчий орган. Естонія досі використовує технологію блокчейн для забезпечення цілісності державних даних та систем, що у свою чергу дозволяє забезпечити:

- майже 100 % довіру до урядових даних у будь-якій ситуації, що є однією з фундаментальних можливостей для будь-якої національної держави;
- набагато більш ефективно протистояння внутрішнім загрозам, спрямованим до маніпулювання та зловживання даними;
- повну інтероперабельність даних між системами та між країнами у режимі реального часу.

Управління інформаційних систем Естонії (RIA) є внутрішнім постачальником послуг для уряду, який гарантує доступ до мережі блокчейн для державних установ через інфраструктуру X-Road. Державні установи розгортають технологію блокчейн самостійно, використовуючи SDK і готові інструменти (наприклад, для інтеграції баз даних).

На даний момент (середина 2023 р.) технологію блокчейн в Естонії використовують наступні державні установи: Міністерство економіки та комунікацій, Міністерство юстиції, Міністерство фінансів, Міністерство внутрішніх справ та Міністерство соціальних справ. Технологія блокчейн також використовується в Естонії і в різних державних реєстрах, зокрема: Реєстр охорони здоров'я, Реєстр нерухомості, Бізнес-реєстр, Спадковий реєстр, Цифрова судова система, Інформаційна система нагляду / відстеження, Державний вісник (офіційні закони та нормативні акти) та Офіційні державні оголошення [35].

Хронологія основних подій розвитку електронного врядування та імплементації передових рішень в державний сектор Естонії

Table 1

Chronology of the main events of the development of electronic governance and the implementation of advanced solutions in the public sector of Estonia

Рік події	Сутність події
1994	Перший проект «принципів інформаційної політики Естонії»
1996	– Запуск загальнонаціональної ініціативи з розвитку ІТ-інфраструктури «Стрибок тигра» – Запуск першого рішення для онлайн-банкінгу, розробленого приватними банками
2000	– База даних і планувальник для оптимізації процесів прийняття урядових рішень – Податкова декларація онлайн – M-Parking – сервіс, який дозволяє водіям оплачувати за паркування в місті за допомогою мобільного телефону
2001	X-Road – сервіс розподіленого обміну даними для реєстрів та інформаційних систем
2002	Цифрова ідентифікація на основі обов'язкової ідентифікаційної карти
2005	I-Voting – система, що забезпечує максимальний доступ до місцевих і загальних виборів
2007	Комплекс узгоджених заходів по підвищенню ІТ-безпеки
2008	– Масштабована блокчейн-технологія KSI розроблена естонськими криптографами – Загальнонаціональна система, що об'єднує дані від постачальників медичних послуг Естонії
2010	Централізована безпаперова система видачі медичних рецептів та їх обробки
2013	Зелена книга державних послуг – відображення проблем і рішень для розвитку державних електронних послуг
2014	Універсальний онлайн-сервіс для водіїв і власників транспортних засобів Електронне резидентство – програма цифрового суспільства без кордонів, до якої може приєднатися будь-який громадянин світу
2015	Перше в світі посольство даних
2017	Створення Nordic Institute for Interoperability Solutions (NIIS), що забезпечує розроблення та стратегічне управління X-Road та іншими рішеннями для електронного управління
2018	Розробка дорожньої карти безшовних послуг
2019	Урядова стратегія штучного інтелекту
2020	– Система автоматичної активації необхідних послуг при народженні дитини, що забезпечує автоматичне отримання сім'єю всіх пільг, на які вона має право – Сервіс віддаленої верифікація для нотаріусів – дистанційна аутентифікація, дозволяє вчиняти нотаріальні дії з використанням онлайн-платформи Veriff для перевірки особистості
2021	Перший у світі автономний водневий автомобіль для громадського транспорту

Джерело: узагальнено автором на основі відкритих джерел.

Ще одним рішенням на базі технології блокчейн, яке використовується в державному секторі Естонії є E-Health Record (електронна медична картка) – загальнонаціональна система, яка об'єднує дані від різних постачальників медичних послуг Естонії для створення загального реєстру, до якого кожен пацієнт може отримати доступ онлайн. Функціонування E-Health Record дуже схоже на централізовану національну базу даних, де електронна медична карта фактично отримує дані по мірі необхідності від різних постачальників, які можуть використовувати різні системи, і представляє їх у стандартному форматі через портал електронного пацієнта. У результаті виходить потужний інструмент для лікарів, що дозволяє їм легко отримувати доступ до записів пацієнта з одного електронного файлу. Лікарі можуть зчитувати результати аналізів по мірі їх введення, включаючи файли зображень, такі як рентгенівські знімки, навіть з віддалених лікарень. У естонській «E-Health Record» для забезпечення цілісності електронних медичних записів та журналів доступу до системи, також використовується технологія блокчейн KSI [30].

У 2014 р. уряд Естонії реалізував проект е-резидентства, а у 2015 р. до нього долучилася блокчейн-ініціатива Bitnation. Основною метою Естонії в рамках цього проекту є усунення бар'єрів перед людьми, які хочуть займатися комерційною діяльністю. Е-резидентство – це не громадянство чи паспорт, це свого роду міжнародне посвідчення у цифровому світі для підприємців [46]. У цій системі, інфраструктура відкритих ключів забезпечує автентичність та безпеку даних. По суті, е-резидентство дає можливість заснувати естонську компанію в Інтернеті та керувати нею з будь-якої точки світу. У рамках цієї можливості підприємці можуть відкрити бізнес-банківський рахунок, користуватися онлайн-банкінгом та міжнародними послугами для здійснення платежів, мати цифровий підпис та декларувати свої податки в електронному вигляді. Також вважається, що е-резидентство може допомогти вирішити міграційну кризу [38].

Ще однією ІТ-системою державного сектору Естонії є система електронної демократії – i-Voting (інтернет-голосування). Ця система дозволяє виборцям голосувати з будь-якого комп'ютера, підключеного до інтернету, в будь-якій точці світу. Протягом визначеного періоду попереднього голосування, виборець входить у систему, використовуючи свій електронний ідентифікатор державного зразка, та подає бюлетень. Особистість виборця видаляється з виборчого бюлетеня до того, як він потрапить в Національну виборчу комісію для підрахунку голосів, тим самим забезпечуючи анонімність.

З 2017 р. громадяни віком 16 і 17 років мають право голосувати на місцевих виборах. Відповідно до статистичних даних, системою i-Voting користуються від 36 % до 64 % виборців. I-Voting, як елемент електронної демократії, сприяє підтриманню і посиленню демократичних процесів та інститутів. Це дає можливість громадянам брати участь у політичному процесі, як життєво важливі частині розвитку електронного врядування [24].

Черговим доволі перспективним напрямом використання технології блокчейн у державному секторі є цифрові гроші. Їх концепція базується на використанні так званих «цифрових валют центральних банків» (далі – CBDC). Ще у 2020 р. Центральний банк Естонії Eesti Pank оголосив про початок дослідницького проекту CBDC. А в грудні 2021 р. Банк Eesti Pank разом з технологічною компанією Guardtime, завершив свій дослідницький проект по створенню цифрової валюти центрального банку, заснованої на блокчейн

технології KSI, яка широко використовується в державному секторі Естонії. Тестування показало, що технологія блокчейн достатньо розвинена для підтримки побудови платіжної системи, яка є більш потужною і швидкою, ніж використовувані сьогодні карткові платежі і системи миттєвих платежів. Тести показали, що платежі, здійснені за допомогою технології блокчейн, споживали енергії в 1400 разів менше, ніж платежі за кредитними картками та в 14 мільярдів разів і менше ніж транзакції в мережі блокчейн Біткоїну (рис. 3).

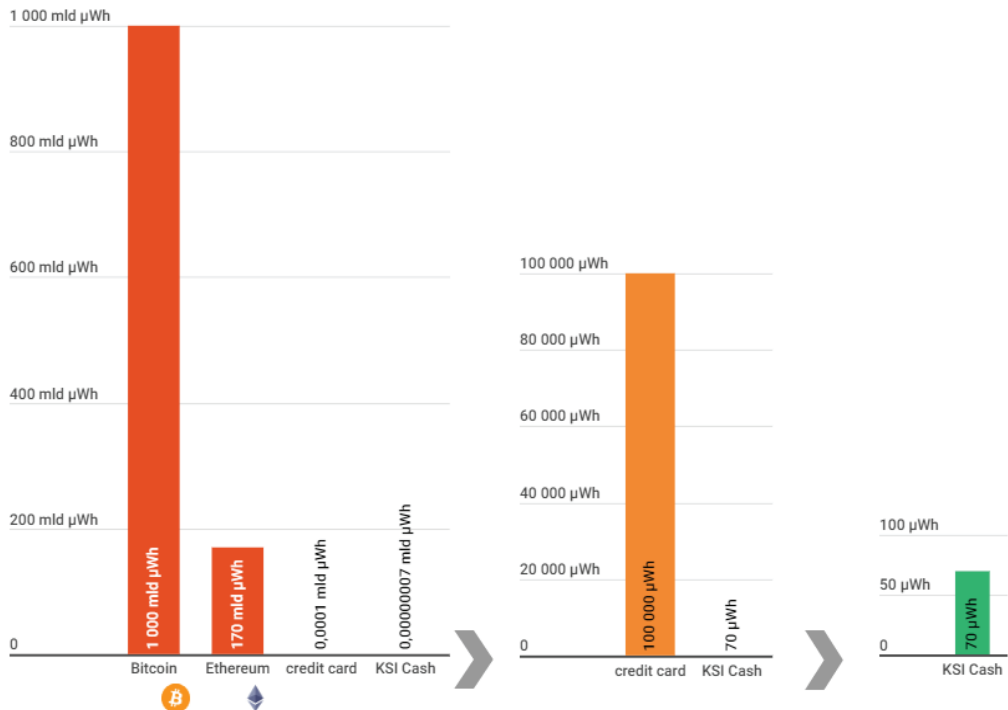


Рис. 3. Порівняння затрат електроенергії на здійснення транзакції в блокчейні KSI Cash та в інших системах

Fig. 3. Comparison of electricity costs for carrying out a transaction in the KSI Cash blockchain and in other systems

Джерело: [25].

У рамках дослідницького проекту «Eesti Pank» по цифровій валюті естонський центробанк протестував подальшу розробку Guardtime технології блокчейн – KSI Cash. Було визначено, що KSI Cash відповідає ключовим критеріям, які висуваються до цифрової валюти центрального банку, таким як масштабованість, швидкість, заходи по боротьбі з відмиванням грошей, кількість рівнів конфіденційності, ідентифікація суб'єктів операцій з цифровою валютою і безпека. Тести показали, що рішення центрального банку для цифрової валюти, засноване на KSI Cash, є дуже ефективним, оскільки воно лінійно масштабоване і, по суті, дозволяє необмеженому числу власників цифрової валюти здійснювати необмежену кількість транзакцій одночасно.

Це означає, що:

1) немає ніяких обмежень на розмір грошової маси. Для завершення платежу від однієї людини до іншої було потрібно в середньому 0,6 секунди, а витрачена енергія становила лише малу частку від тієї, що витрачається при оплаті карткою. Таким чином, експеримент дозволив подолати деякі з більш ранніх проблем, пов'язаних з технологією блокчейн, такі як низька пропускну здатність і високі енерговитрати;

2) цифрова валюта центрального банку, заснована на блокчейні, може стати новим безпечним, розумним, простим і зручним способом оплати. Технологія також дозволяє програмувати гроші, що означає, що власник грошей, будь то уряд, компанія або приватна особа може визначати умови та мету їх використання. Уряд міг би, наприклад, запрограмувати кошти, призначені для підтримки туристичного сектору, таким чином, щоб туристи, які прибувають в країну, могли використовувати ці кошти тільки для оплати туристичних послуг.

Естонський пілотний проект упевнено засвідчив, що система, яка заснована на цифрових рахунках, може допускати необмежену кількість платежів і задовольняти потреби цифрових ринків в грошах, капіталі, товарах і послугах. Математичне моделювання показало, що система на основі облікових записів, використовувана в даний час в банківській справі, і модель УТХО, що використовується багатьма криптовалютами, мають системні обмеження ємності, оскільки ємність не збільшується з тією ж швидкістю, що і додаткова обчислювальна потужність. Перевага системи цифрових рахунків полягає в тому, що вона дозволяє обробляти дані для практично необмеженої кількості одночасних транзакцій, не вимагаючи координації між кількома різними базами даних [25].

Таким чином, Естонія є гарним прикладом успішного застосування передових цифрових технологій, зокрема технології розподіленого реєстру (блокчейн) в державному секторі, що в свою чергу гарно демонструється на рівні та кількості електронних державних послуг, що доступні в країні. Відмінною рисою, шляху який вибрала Естонія для своєї системи електронного врядування є власні технологічні та інфраструктурні рішення, зокрема власна технологія блокчейн KSI.

Ще однією з передових країн світу, щодо електронного врядування та цифровізації державних послуг є Південна Корея (Республіка Корея). Індекс розвитку електронного уряду Організації Об'єднаних Націй у 2022 р. для Південної Кореї становить 0,9529 при максимальному значенні цього показника «1» [54].

За Індексом розвитку електронного урядування Південна Корея посідає 1-е місце в азієському регіоні та 3-є місце у світі. Сьогодні Південна Корея є важливим політичним, технологічним та науковим центром в Азії та світі. Розвиток Південної Корея в багатьох сферах також покращує державне управління та державні послуги.

Також варто звернути увагу на показник валових внутрішніх витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) в Південній Кореї. За даними за 2021 р., цей показник становив 4,93 % від ВВП [41], і це значення є дуже показовим та значно перевищує середнє значення по країнам Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). Більш того, валові внутрішні витрати на НДДКР мають дуже стрімку динаміку (рис. 4),

що свідчить про збільшення інвестицій у розвиток науково-технічного сектору Південної Корея і підвищення інтересу уряду до проведення наукових досліджень, розробки та запровадження інновацій у різні сфери.

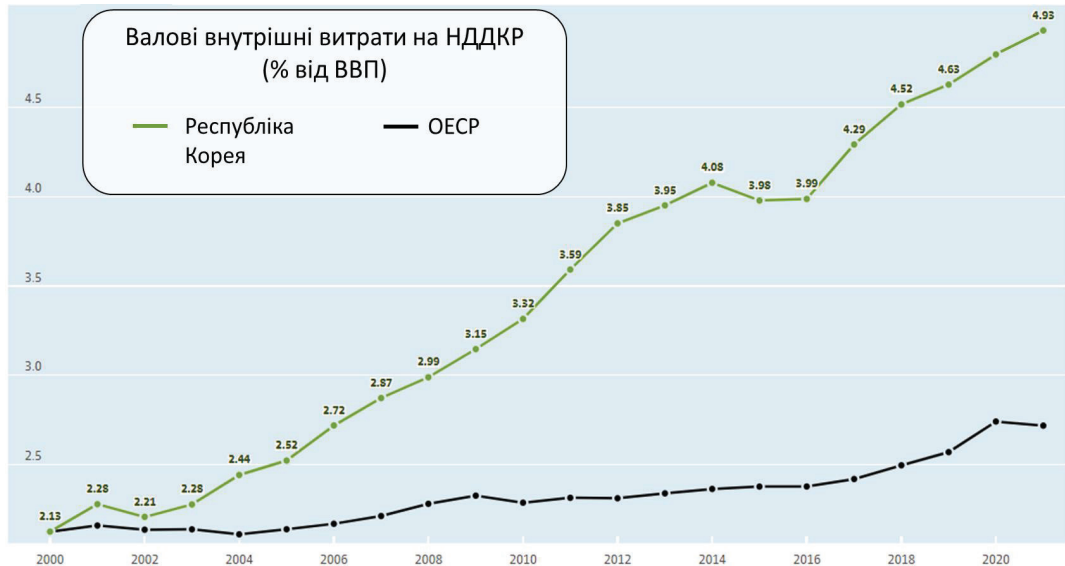


Рис. 4. Динаміка показника валових внутрішніх витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) для Республіки Корея та країн ОЕСР

Fig. 4. Dynamics of the indicator of gross domestic expenditures on research and development works (R&DKR) for the Republic of Korea and OECD countries
Джерело: розробка автора.

Сьогодні у сфері електронного врядування Південна Корея використовує новітні технології та ефективно реагує на потреби громадян. Однією з таких технологій, яка використовується в державному управлінні, є технологія розподіленого реєстру (блокчейн). Крім того Південна Корея активно інвестує значні кошти в пілотні проекти.

У 2018 р. Південна Корея зробила значний крок, щодо імплементації технології блокчейн у державний сектор. Міністерство науки та інформаційно-комунікаційних технологій (МНІКТ) розробило майбутню стратегію, щодо застосування технології розподіленого реєстру, з метою визначення потенційних сфер її використання, як у промисловості, так і в уряді. Ця Стратегія розвитку передбачала виділення бюджету в розмірі близько 9 мільйонів доларів на 6 пілотних проектів [61]. Основними напрямками цих проектів були: управління ланцюгами поставок, голосування, послуги з митного оформлення, логістика перевезень, купівля-продаж нерухомості та управління міжнародними електронними документами [59].

Наступним кроком стало представлення у 2020 р. МНІКТ Стратегії поширення технології блокчейн, що по суті була новою версією Стратегії розвитку технології блокчейн. Різниця в тому, що МНІКТ планувало вийти за рамки невеликих пілотних проектів і впровадити технологію блокчейн у державні послуги.

Стратегія поширення передбачала впровадження блокчейн у семи напрямках, зосередившись на завданнях, які можуть сприяти використанню переваг блокчейну, таких як підвищення довіри, безконтактна економіка та зростання ефективності.

У 2018 р. Митна служба Кореї розпочала пілотний проект на базі блокчейну з метою стандартизації митних послуг, покращення зовнішньої торгівлі та підвищення престижу корейського електронного врядування [15]. Основною метою проекту є зменшення паперового документообігу і бюрократії, а також покращення перевірки достовірності документів.

Ще одним урядовим проектом, що був запущений в Сеулі є децентралізована платформа «ICON». Це пілотний блокчейн-проект для підтримки численних адміністративних бізнес-процесів, таких як збереження і публікація документів, оцінка та запис інформації [15]. В рамках проекту було обрано команду з управління блокчейном і створено m-Voting – платформу для онлайн-голосування на основі блокчейну. Дослідження щодо застосування блокчейну до інших державних послуг тривають [3].

Також Південна Корея почала створювати паспорти вакцин проти COVID-19 на основі блокчейну. Цей проект отримав назву Green Pass. У рамках проекту, вакциновані люди можуть засвідчити свій статус вакцинації через додаток. Той факт, що технологія блокчейн має такі важливі характеристики, як незмінність, безпека та доступність у режимі реального часу, вплинув на вибір технології для реалізації проекту [14].

Уряд Південної Корея відносно позитивно ставиться до цифрової валюти центрального банку (CBDC). У 2018 р. Банк Кореї провів випробування цифрових валют центральних банків, що показало позитивні результати [2]. Зазначена інформація свідчить про успішний розвиток Республіки Корея в сфері електронного врядування та використання технології розподіленого реєстру (блокчейн) для поліпшення державного управління та надання державних послуг громадянам. Важливою частиною цього розвитку є виділення бюджетних коштів на пілотні проекти у сферах, де технологія блокчейн може знайти практичне застосування. Загальна ініціатива Південної Кореї в імплементації технології блокчейн у державний сектор є вражаючою та свідчить про її зобов'язання до інновацій та поліпшення державного управління.

Наступною, третьою за черговістю з обраних провідних, на нашу думку, у світі країн з цифрового врядування та цифровізації публічних послуг є Австралія. Індекс розвитку електронного уряду ООН у 2022 р. для Австралії становить 0,9405 при максимальному значенні цього показника «1» [55].

У сфері інновацій та технологій Австралія є досить розвиненою країною. Зокрема, валові внутрішні витрати на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) в Австралії становлять 1,8 % від ВВП [41], а 86,1 % домогосподарств мають доступ до Інтернету [40]. У 2018 р. Австралія опублікувала Стратегію цифрової трансформації на 2018-2025 роки [20]. У цій стратегії Австралія наголосила на важливості орієнтованих на користувача державних установ та представила бачення, щодо використання новітніх технологій, зокрема технології розподіленого реєстру (блокчейн). Це стало основою для початку проведення державними установами пілотних досліджень, щодо імплементації технології блокчейн у їх діяльність.

Урядом Австралії зараз (у 2023 р.) розробляється Стратегія управління даними і цифровими технологіями, що має визначити бачення уряду Австралії щодо простих і безпечних онлайн-державних послуг для всіх людей і бізнесу, що надаються за допомогою сучасних цифрових рішень. На даний момент документ проходить етап заключних консультацій. Очікується, що остаточна стратегія буде опублікована до кінця 2023 р. та буде супроводжуватися першим планом реалізації, що буде оновлюватися щорічно та в якому викладено практичні ініціативи, що дозволять досягти відчутного прогресу в реалізації бачення уряду Австралії [6].

Ще у лютому 2020 р. уряд Австралії опублікував Національну Дорожню карту Блокчейна, в якій наголошувалося на важливості вирішення питань конфіденційності, безпеки та інтеперабельності блокчейн-систем за допомогою розробки міжнародних стандартів. На 2023 рік вже виконано сім з дванадцяти пунктів Дорожньої карти, а також триває прогрес по реалізації решти пунктів [5].

Податкова служба Австралії провела пілотне дослідження блокчейну для податку на розкішні автомобілі (LCT). Метою проекту було підвищення прозорості та спрощення відстеження записів про власність для автомобільних компаній та державних установ за допомогою системи блокчейн. Перевагою проекту є те, що він спрацював і досяг своєї мети, а комунікація та прозорість записів підвищилися. Однак зазначається, що технології, пов'язані з блокчейном, та інструменти розробки ще не є зрілими [19].

Банк Співдружності Австралії (СБА), Державне об'єднання наукових і прикладних досліджень (CSIRO), Національна програма страхування по інвалідності (NDIS) та Національне агентство страхування по інвалідності (NDIA) спільно проводять перевірку концепції використання блокчейну у публічних фінансах [16]. Основною метою СБА та CSIRO є створення «розумних грошей» та аналіз їхньої функціональності, а також покращення умовних платежів.

Розумні гроші або програмовані гроші – це гроші, які можна запрограмувати на витрачання лише при виконанні певних умов і запам'ятати, як вони були витрачені. Після програмування «розумні гроші» «можуть знати», хто їх може витратити, на що вони можуть бути витрачені, коли вони можуть бути витрачені, скільки вони можуть бути витрачені і будь-які інші умови, які можуть бути встановлені стороною, що фінансує платіж. Оскільки «розумні гроші» призначені для того, щоб бути витраченими саме за призначенням, вони можуть дати можливість спонсорам розширити повноваження розпорядників коштів для умовних платежів. Крім того, оскільки «розумні гроші» пам'ятають, як вони були витрачені, це може допомогти в управлінні бюджетом для розпорядників коштів та узгодженні платежів для бізнесу.

Загальна схема реалізації концепції «розумних грошей» передбачає використання технології розподіленого реєстру (блокчейн) та австралійської Нової платіжної платформи. Вданій схемі, блокчейн був розроблений як компонент, що використовує токени для представлення платіжних зобов'язань в австралійських доларах, смарт-контракти використовуються створення умов витрачання коштів, а реєстри представлення для ведення обліку певних суб'єктів та об'єктів платіжного середовища, наприклад, таких постачальників послуг [18]. Графічно, концепція реалізації «розумних грошей» у загальному вигляді представлена на рисунку 5.

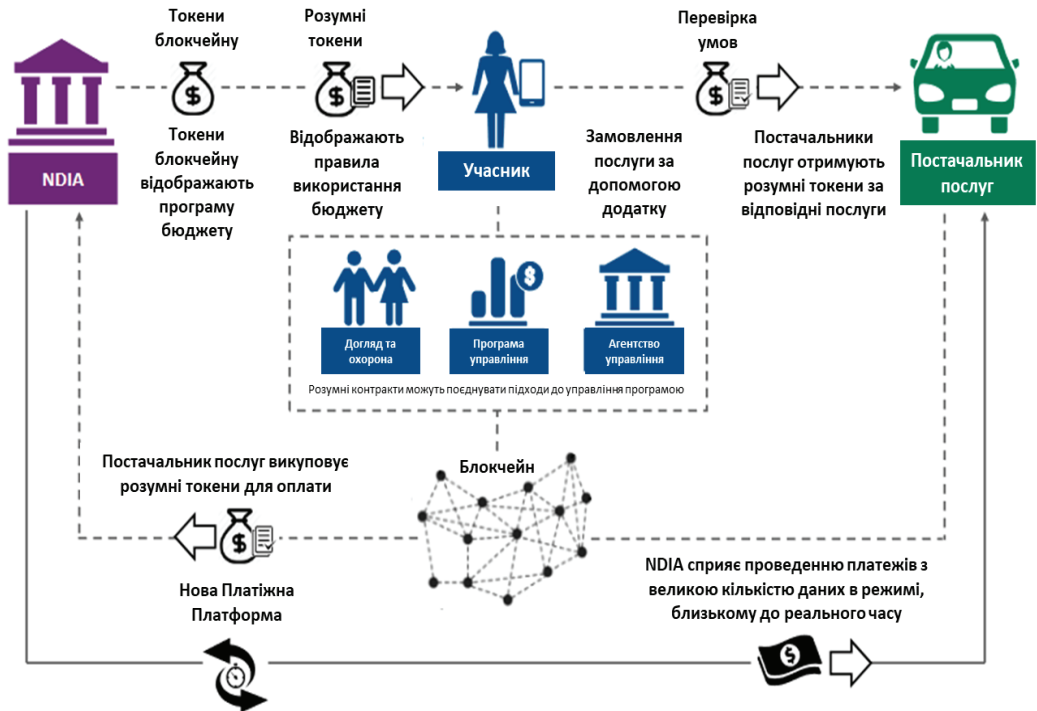


Рис. 5. Візуалізація концепції «розумних грошей»

Fig. 5. Visualization of the concept of «smart money»

Джерело: узагальнено автором на основі вищевикладеного матеріалу і відкритих джерел.

Для визначення переваг імплементації цифрових валют, Резервний банк Австралії та Кооперативний дослідницький центр цифрових фінансів (DFCRC) протягом 2022 р. співпрацювали над дослідницьким проектом, в рамках якого вивчалися варіанти використання CBDC та бізнес-моделі, які могли б бути підтримані випуском CBDC в Австралії. Основна увага проекту була зосереджена на взаємодії з промисловістю для вивчення варіантів використання CBDC. Проект передбачав випуск обмеженого за масштабами «пілотного» CBDC в закритому середовищі для обраних учасників галузі. Ці учасники прагнули продемонструвати, як CBDC можна використовувати для надання інноваційних платіжно-розрахункових послуг домогосподарствам та підприємствам. У звіті по результатах завершення проекту говориться, що в певному сенсі CBDC можна розглядати як доповнення до інновацій приватного сектора, а не як заміну їм. Результати вказують на те, що австралійський CBDC міг би підтримувати офлайн-електронні платежі та забезпечувати «розумніші платежі» або складні транзакції, які були б більш економічними та менш ризикованими. Однак у звіті основна увага приділялася необхідності подальших досліджень у зв'язку з цілою низкою правових, нормативних, технічних та експлуатаційних питань [50].

На ряду з іншими розвиненими країнами, Австралія активно досліджує та впроваджує технологію розподіленого реєстру (блокчейн) для поліпшення державного управління та надання громадянам якісних державних послуг. За позитивними результатами пілотних проектів може наступати подальше впровадження блокчейну на національному рівні.

Нарешті, четвертою країною, яка має буквально визначний передовий досвід щодо цифрового врядування та цифровізації публічних послуг є Великобританія. Індекс розвитку електронного уряду Організації Об'єднаних Націй у 2022 р. для Великобританії становить 0,9138 при максимальному значенні цього показника «1» [56]. Також варто звернути увагу на показник валових внутрішніх витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) у Великобританії. За даними на 2021 рік, цей показник становить 2,91 % від ВВП [41]. Значення показника перевищує середнє значення по країнам Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР). Більш того, валові внутрішні витрати на НДДКР мають дуже стрімку динаміку починаючи з 2013 р. (рис. 6), що свідчить про значне збільшення інвестицій у розвиток науково-технічного сектору Великобританії і підвищення інтересу уряду до проведення наукових дослідженнях, розробки та запровадження інновацій у різні сфери.

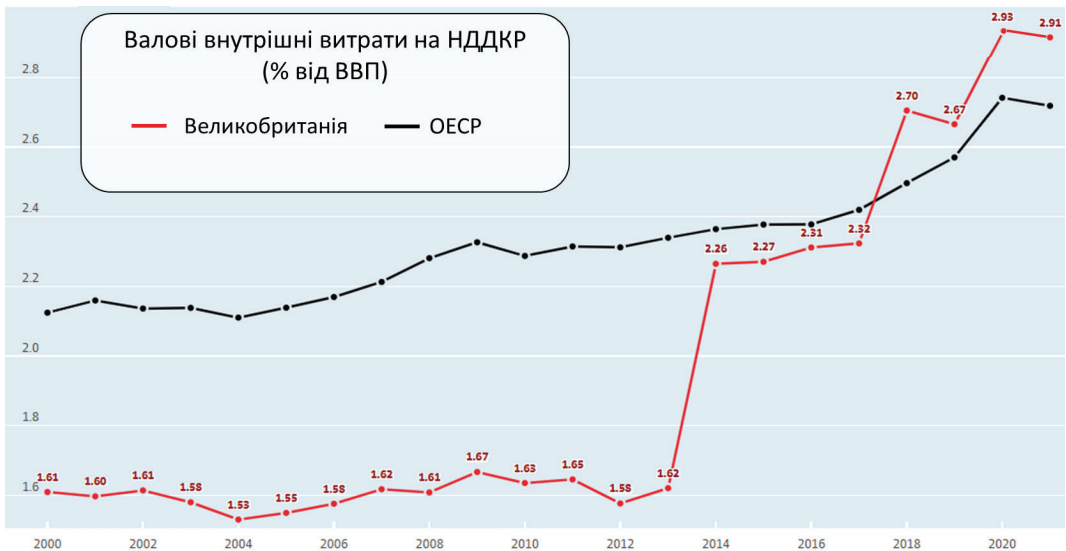


Рис. 6. Динаміка показника валових внутрішніх витрат на науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР) для Великобританії

Fig. 6. Dynamics of the gross domestic expenditure on research and development (R&D) for Great Britain

Джерело: розробка автора.

Уряд Великобританії вже багато років вивчає варіанти використання блокчейна, вбачаючи його потенціал у реалізації низки ініціатив, пов'язаних з безпекою, довірою, прозорістю, витратами і досвідом громадян. Урядове агентство інновацій Innovate UK виділило мільйони фунтів стерлінгів у вигляді

грантів на дослідження і розробки блокчейн-стартапів, а також на підтримку ініціатив, спрямованих на вирішення цифрових проблем, таких як підвищення прозорості та підзвітності цифрової реклами, децентралізація фінансування і ненадійність ланцюжка поставок, викликана пандемією COVID-19 [17].

Згідно з дослідженням PwC, Великобританія є однією з чотирьох країн, які найкраще можуть скористатися перевагами від використання технології розподіленого реєстру (блокчейн). До 2030 р. економіка Великобританії може зрости на 57 мільярдів фунтів стерлінгів завдяки цій технології, а державний сектор отримає значні можливості – завдяки ефективності та перевагам використання рішень на базі технології блокчейн, зокрема в області кібербезпеки.

У Великобританії існує кілька ініціатив, спрямованих на заохочення розвитку технології блокчейн, зосереджених у секторі фінансових послуг. Зокрема, існує низка урядових та регуляторних ініціатив, які підтримують стартапи, а також вже існуючі компанії, що використовують блокчейн.

У квітні 2022 р. HM Treasury (відомство, що виконує роль Міністерства фінансів Великобританії) оголосило кілька пропозицій, покликаних зробити Великобританію світовим центром блокчейн технологій та інвестицій. Вони включали в себе:

1) створення «пісочниці» інфраструктури фінансового ринку спільно з Банком Англії та FCA, щоб дозволити фірмам експериментувати та впроваджувати інновації з такими технологіями, як блокчейн, надаючи інфраструктурні послуги, що лежать в основі ринків;

2) створення Групи з питань криптоактивів під головуванням Міністра економіки, яка визначить ключових фігур з регуляторних органів та індустрії, щоб консультувати уряд з питань, що стоять перед сектором блокчейн індустрії [31].

Останні роки у платіжній інфраструктурі Великобританії відбуваються активні зміни, які сприяють ширшому впровадженню технології блокчейн. У квітні 2021 р. Банк Англії запустив новий омнібус-рахунок як частину своєї служби валових розрахунків у режимі реального часу, що дозволяє йому підтримувати ширший спектр інноваційних платіжних систем, включаючи ті, що використовують технологію блокчейн [8].

Банк Англії (тобто британський аналог центрального банку) інвестував значні ресурси в дослідження того, чи варто запроваджувати CBDC у Великобританії як доповнення до фізичних банкнот. Британський CBDC може, хоча і не обов'язково, використовувати технологію розподіленого реєстру (блокчейн) [49]. Обговорення цього питання неухильно прогресувало протягом останніх кількох років: у березні 2020 р. Банк Англії випустив дискусійний документ про можливості та виклики, пов'язані із запровадженням CBDC у Великобританії, а в червні 2021 р. з'явився документ Банку Англії, присвячений новим формам цифрових грошей (включаючи роздрібні CBDC), відповіді на який були опубліковані в березні 2022 р. Ці документи були підкріплені формуванням у квітні 2021 р. Робочої групи з питань CBDC, яку створили Банк Англії та HM Treasury для координування дослідження потенційного CBDC у Великобританії [9].

У лютому 2023 р. HM Treasury та Банк Англії опублікували консультативний документ «Цифровий фунт: нова форма грошей для домогосподарств

і бізнесу?» [7], в якому була проаналізована державна політика щодо створення CBDC у Великобританії, В цьому документі було зазначено, що «фаза розробки» триватиме до 2025 р. Рішення про те, чи впроваджувати цифровий фунт, ймовірно, буде прийнято «приблизно в середині десятиліття», і воно «значною мірою ґрунтуватиметься на майбутньому розвитку грошей і платежів» [29].

Окремо варто сказати про відношення уряду Великобританії до смарт-контрактів. У листопаді 2021 р. Комісія з питань права опублікувала документ «Розумні юридичні контракти» [48], що містить рекомендації уряду Великобританії, які підтверджують, що чинна правова база в Англії та Уельсу здатна сприяти та підтримувати використання розумних юридичних контрактів без необхідності реформування статутного права. Комісія зазначила, що в деяких контекстах для сприяння використанню «розумних» юридичних контрактів в рамках існуючої правової системи достатньо лише поступового розвитку загального права [47].

Ще однією цікавою ініціативою британського уряду є використання технології блокчейн для оцифрування торгових документів. 20 липня 2023 р. у Великобританії був прийнятий Закон про електронні торгові документи 2023 року [26], що покликаний змінити багатомісячні закони про торгівлю, дозволивши зберігати та поширювати торгові документи в цифровому форматі. В прес-релізі уряду, присвяченому цьому закону зазначено, що електронні торгові документи також підвищують безпеку і відповідність вимогам, полегшуючи відстеження записів - наприклад, завдяки використанню технології блокчейн.

Закон є технологічно нейтральним і дозволить використовувати технологію блокчейн, якщо вона пройде тест на надійність. Юридична комісія Англії та Уельсу, незалежний законодавчий орган, який розробив законопроект, підрахував, що щорічно мільярди паперів передаються по всьому світу, тому що це єдиний спосіб їх транспортування. Значення закону полягає в тому, що він дозволяє розглядати електронні документи як юридичний аналог паперових, якщо вони відповідають певним критеріям, а технологія блокчейн є одним із засобів, за допомогою якого такі документи можуть відповідати цим критеріям [45]. Таким чином, британський уряд активно рухається шляхом дійсно поглибленого використання технології блокчейн у державному секторі. Окремої уваги заслуговують законодавчі ініціативи та юридичний оптимізм щодо використання технології блокчейн та смарт-контрактів. Вважаю, що Естонія, Південна Корея, Австралія та Великобританія є безмовними країнами-піонерами у сфері використання блокчейну в публічному управлінні станом на середину 2023-ого року.

Також варто зазначити, що уряди особливу увагу звертають на такий аспект технології, як незмінність децентралізованої бази даних блокчейну. Однією з головних причин цього є те, що урядові бази даних є мішенню номер для кібератак. Інша причина – захист приватного життя громадян від державних службовців. Таким чином, сфери, які включають ведення записів, є пріоритетними для впровадження блокчейну. Загалом, уряди прагнуть інтегрувати технологію розподіленого реєстру (блокчейн) у різноманітні державні послуги та адміністративні процеси. Вони також намагаються впровадити технологію в існуючі системи електронного врядування [1].

У аспекті рекомендацій щодо впровадження технологій розподіленого реєстру (блокчейн) у публічний сектор України і спираючись на існуючий світовий досвід, варто вказати на той факт, що блокчейн є порівняно новою цифровою технологією, яка ще досі активно розвивається. Це значить, що реальний потенціал блокчейну для публічного сектору та сфери його застосування можна буде зрозуміти лише після проведення відповідних досліджень та випробувань.

Кожна країна має різні демографічні особливості, соціальну і політичну кон'юнктуру та культуру і, як наслідок, застосування блокчейн-рішень може не завжди давати швидкі бажані результати для країни. Тому для перевірки концепцій навіть тих, що отримали позитивний досвід в інших країнах, вбачається за необхідне обов'язково проводити і пілотні проекти. Звісно, опираючись на світовий досвід, деякі з таких проектів не будуть виправдовувати очікувань, проте вони зможуть дати уявлення та практичне розуміння можливих сфер використання блокчейну в державному управлінні та дозволять сформуванню та накопичити власний національний досвід, щодо інтегрування технології розподіленого реєстру в державний сектор України. Таким чином, для отримання більш чіткого уявлення про використання блокчейну в державному управлінні уряду необхідно вивчати досвід інших країн і проводити власні випробування, зокрема за рахунок запуску пілотних проектів та організації «пісочниць».

З метою розкриття трансформаційного потенціалу блокчейну, необхідно підвищити технологічну та екосистемну зрілість розподілених реєстрів в аспекті їх використання в сфері публічного управління та адміністрування. Базуючись на цьому можна сформуванню набір конкретних цілей і політичних заходів, які сприятимуть використанню повного потенціалу технології блокчейн:

1) Налагодження партнерських відносин з державами, які мають передовий досвід використання технології блокчейн в державному секторі та створення програми для обміну найкращими практиками розгортання блокчейну між державами-партнерами, а також створення керівних принципів і рекомендацій для розвитку цього напрямку на національному рівні.

2) Визначення ключових сфер та субсфер використання блокчейну та поточних впроваджень відповідно до пріоритетів політики України.

3) Створення програм співфінансування пілотних проектів, які експериментують з технологією блокчейн і новими реінжиніринговими адміністративними процесами у державному секторі.

4) Імплементация міжнародних стандартів безпеки, конфіденційності та управління, щодо рішень на базі технології розподіленого реєстру, а також створення процесу сертифікації для забезпечення відповідності блокчейн-архітектур цим стандартам.

5) Розробка відповідної інфраструктури, орієнтованої на конкретні кейси використання, а також визначення еталонних умов і створення спільних інфраструктур (тобто складних апаратно-програмних комплексів) для конкретних прикладних рішень, таких як реєстри прав власності на землю, податкові системи, реєстри рухомого та нерухомого майна, системи голосування в Україні.

Висновки і перспективи подальших досліджень. На основі проведених досліджень можна зробити такі агреговані висновки:

1) Досвід чотирьох розглянутих передових країн (Естонія, Південна Корея, Австралія та Велика Британія) свідчить про важливість проведення досліджень, експериментів, запуску пілотних проектів та створення «пісочниць» для вивчення конкретних випадків застосування технології блокчейн в публічному секторі. Кожна країна має унікальні національні особливості, які варто враховувати при розгляді можливостей впровадження блокчейну.

2) Спираючись на досвід визначених країн в області вже не стільки електронного, як цифрового врядування та використання технології розподіленого реєстру в публічному секторі, зокрема за рахунок проведення досліджень, експериментів, запуску пілотних проектів та створенню «пісочниць», а також з урахуванням специфікацій технології, її переваг та недоліків і національних особливостей кожної країни, автором було сформовані загальні рекомендації, щодо впровадження технологій розподіленого реєстру (блокчейн) у публічний сектор України.

3) Створення смарт-контрактів для урядових угод можуть автоматизувати багато процесів у державному секторі. Наприклад, вони можуть використовуватися для автоматичної виплати соціальних допомог або контролю за виконанням державних угод. Також подібні рішення будуть нагальні для України у частині повоєнного відновлення для боротьби з корупцією, оскільки блокчейн-рішення дозволяють створити прозорий реєстр фінансових операцій та угод, що допоможе виявити та запобігти корупції в державному секторі. Використання токенів для ідентифікації громадян (токенізована ідентифікація) може спростити процеси взаємодії з державними службами, а також збільшити безпеку особистих даних.

4) Впровадження смарт-контрактів (як найпростіший з технічної точки зору мінімум), а далі – забезпечених токенізованих активів та децентралізованих платформ (шляхом інтеграції приватних і державних реєстрів) буде сприяти максимальному розширенню доступу українців до публічних послуг, покращенню прозорості послуг та забезпеченню ефективного управління в публічному секторі України, особливо – для державних корпорацій. Однак слід ретельно розробити стратегію впровадження, враховуючи всі технічні та правові аспекти, щоб забезпечити успішну інтеграцію та набагато більшу вигоду для суспільства. Щоб інтегрувати подібні рішення, Україна повинна створити відповідні правові та технічні умови, спрямовані на підтримку цих ініціатив, забезпечити безпеку та конфіденційність даних, та залучити відповідних фахівців та консультантів для реалізації проектів з використання блокчейну.

Перспективи подальших досліджень застосування передових цифрових технологій в державному секторі, на думку автора, є значними. Передусім, це обумовлено значним соціально-економічним потенціалом впровадження рішень на базі технологій розподіленого реєстру в сфері державного управління, оскільки технологічна природа блокчейну дозволяє забезпечити транспарентність, підвищити рівень довіри та мінімізувати людський фактор, що в умовах післявоєнної відбудови України може мати ключове значення.

Стаття надійшла до редакції 14.07.2023 р.

Стаття рекомендована до друку 24.08.2023 р.

Basiuk O. P.,
post-graduate student,
Education and Research Institute of Public Administration,
V. N. Karazin Kharkiv National University,
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
e-mail: oleksandr.basiuk777@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-3224-5489>

RECOMMENDATIONS FOR IMPLEMENTING DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGY (BLOCKCHAIN) IN THE PUBLIC SECTOR OF UKRAINE BASED ON GLOBAL EXPERIENCE

Abstract. Integrating new technologies such as distributed ledger technology into government systems is a multifaceted process characterized by numerous potential benefits, associated costs, and risks. Previous and existing pilot implementations of blockchain-based software solutions in the public sector have demonstrated that this technology can have varying impacts depending on contextual factors, including the specific type of chosen government service. Furthermore, within each distinct area of public services, the implementation of e-governance technologies can yield different outcomes for various stakeholders, including government entities, public servants, and citizens.

Therefore, this article provides a review and analysis of global experiences with the utilization of distributed ledger technology in various domains of the public sector. To achieve this, several countries with advanced expertise in e-governance and the implementation of distributed ledger technology-based solutions were identified. Drawing from the experiences of these nations and considering the unique features, advantages, maturity level of blockchain technology, and existing solutions based on it, general recommendations were formulated regarding the implementation of distributed ledger technology (blockchain) in Ukraine's public sector.

Keywords: *public services, public administration, e-governance, smart contracts, blockchain, public finance, tokens.*

REFERENCES

1. Allesie, D., Sobolewski, M., Vaccari, L. Blockchain for digital Government. An assessment of pioneering implementations in public services. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/332901048_Blockchain_for_digital_government_An_assessment_of_pioneering_implementations_in_public_services
2. Amstad, M., Huang, B., Morgan, P.J., & Shirai, S. (2019). Fintech, cryptoassets, and Central Bank Digital Currency in the Republic of Korea, is. 1018. URL: www.adbi.org
3. Andrews, Seoul. (2019). The Blockchain city. Cities Today. URL: <https://cities-today.com/seoul-the-blockchain-city/>
4. Anthopoulos, L., Reddick, C.G., Giannakidou, I., Mavridis, N. (2016). Why e-government projects fail? An analysis of the Healthcare. gov website. Gov Inf Quart. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0740624X15000799?via%3Dihub>
5. Australian Government. (2023). Australia's National Blockchain Roadmap. URL: <https://www.services-exports.gov.au/progress/australias-national-blockchain-roadmap>
6. Australian Government. (2023). The Data and Digital Government Strategy. URL: <https://www.dataanddigital.gov.au/>
7. Bank of England, HM Treasury. The digital pound: a new form of money for households and businesses? Consultation Paper. 2023. URL: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/paper/2023/the-digital-pound-consultation-working-paper.pdf?la=en&hash=5CC053D3820DCE2F40656E772D9105FA10C654EC>
8. Bank of England. (2021). Bank of England publishes policy for omnibus accounts in RTGS. URL: <https://www.bankofengland.co.uk/news/2021/april/boe-publishes-policy-for-omnibus-accounts-in-rtgs>
9. Bank of England. (2021). Bank of England statement on Central Bank Digital Currency. URL: <https://www.bankofengland.co.uk/news/2021/april/bank-of-england-statement-on-central-bank-digital-currency>
10. Basiuk, O. (2022). Digital technologies in optimization of the budget process: best international experience and conclusions for Ukraine. *Pressing problems of public administration*, no. 1 (60), 117–132.

11. Basyuk, O. (2022). Analysis of the budgetary policy of Ukraine taking into account the experience of using digital technologies. *Bulletin of Postgraduate Education, is. 19(48). Series «Social and Behavioural Sciences»*. URL: http://umo.edu.ua/images/content/nashi_vydanya/visnyk_PO/19_48_2022/social/Bulletin_19_48_Social_and_behavioral_sciences_Basiuk.pdf
12. Burger, C., Kuhlmann, A., Richard, P.R., Weinmann, J. (2016). Blockchain in the energy transition. A survey among decision-makers in the German energy industry. German Energy Agency, May 2020, 41. URL: www.esmt.org
13. Cagigas, D., Clifton, J., Diaz-Fuentes, D., Fernández-Gutiérrez, M. & Harpes, C. (2023). Blockchain in government: toward an evaluation framework. *Policy Design and Practice*. DOI: <https://doi.org/10.1080/25741292.2023.2230702>
14. Cha, S. (2021). South Korea to issue blockchain-protected Digital 'vaccine passports'. Reuters. URL: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-southkorea-idUSKBN2BO43W>
15. Choi, Y. (2021). Blockchain, artificial intelligence and big data: how Korea Customs Service leverages technology to supervise e-commerce. URL: <https://mag.wcoomd.org/magazine/wco-news-96/blockchain-artificial-intelligence-and-big-data-korea/>
16. Commonwealth Bank. (2018). Making Money Smart. URL: https://www.commbank.com.au/content/dam/commbank-assets/business/industries/2018-11/making_money_smart_report.pdf
17. Cooper, H., Hill, T., Kangalingam, S. (2022). PwC Australia. Around the world in government blockchain. URL: <https://www.pwc.com.au/digitalpulse/government-blockchain-use-cases.html>
18. CSIRO & CBA. (2018). Making Money Smart. URL: <https://data61.csiro.au/en/Our-Research/Our-Work/SmartMoney>
19. Digital Transformation Agency. Blockchain case study: Australian Taxation Office. Digital Transformation Agency. URL: <https://www.dta.gov.au/help-and-advice/technology/blockchain/do-you-need-blockchain/blockchain-case-studies/blockchain-case-study-australian-taxation-office>
20. Digital Transformation Agency. Digital Transformation Strategy 2018-2025. URL: <https://www.dta.gov.au/digital-transformation-strategy/digital-transformation-strategy-2018-2025>
21. Dunayev, I., Byelova, L., Kud, A., Rodchenko, V. (2023). Implementing the "Government as a platform" concept: the assessment method and an optimal humancentered structure to address technological challenges. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no. 2/13 (122)*. URL: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/275613> DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275613>
22. Dunayev, I., Petrovska, I., Safronova, O. (2022). Development of methods for evaluating the effectiveness of smart cities under the conditions of digitalization of city governance. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no. 3/13 (117)*. URL : <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/265017> DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.260304>
23. Dziundziuk, V., Dziundziuk, B. (2022). Public administration using blockchain technology and platforms: new opportunities. *Pressing Problems of Public Administration, no. 2 (61), 104–115*. URL: <https://periodicals.karazin.ua/apdu/article/view/21848/20248> DOI: <https://doi.org/10.26565/1684-8489-2022-2-07>
24. E-Democracy & open data. E-Governance Estonia. URL: <https://e-estonia.com/solutions/e-governance/e-democracy/>.
25. Eesti Pank. (2020). Eesti Pank ran an experiment to investigate the technological possibilities of a central bank digital currency based on blockchain. URL: <https://www.eestipank.ee/en/press/eesti-pank-ran-experiment-investigate-technological-possibilities-central-bank-digital-currency-13122021>
26. Electronic Trade Documents Act. (2023). URL: <https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2023/38/enacted/data.pdf>
27. Estonian Tech & IT solutions. This is the story of the world's most advanced digital society. URL: <https://digiexpo.e-estonia.com/story-of-e-estonia/>
28. Guardtime. KSI Blockchain Timestamping. Guardtime. URL: <https://guardtime.com/timestamping>
29. Hall, I. (2023). Digital pound 'likely to be needed in future': UK CBDC consultation launches. URL: <https://www.globalgovernmentfintech.com/digital-pound-likely-to-be-needed-in-future-uk-cbdc-consultation-launches/>
30. Healthcare – e-Estonia. URL: <https://e-estonia.com/solutions/healthcare/>
31. HM Treasury. (2022). Government sets out plan to make UK a global cryptoasset technology hub. URL: <https://www.gov.uk/government/news/government-sets-out-plan-to-make-uk-a-global-cryptoasset-technology-hub>

32. Kattel, R., Mergel, I. (2019). Estonia's Digital Transformation. *Great Policy Successes*. 143–160. URL: <https://academic.oup.com/book/42635/chapter/358101931>
33. Kitsing, M. (2008). Success Without Strategy: E-Government Development in Estonia. Proceedings of the 9th Annual International Conference on Digital Government Research, Partnerships for Public Innovation, DG.O 2008, *Montreal, Canada, May 18–21, no. 3(1)*. 86–106. URL: https://www.researchgate.net/publication/221584877_Explaining_the_e-government_success_in_Estonia
34. Korol, V., Dmytryk, O., Karpenko, O., Riadinska, V., Basiuk, O. (2022). Elaboration of recommendations on the development of the state internal audit system when applying the digital technologies *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, no. 1 (13 (115)), 39–48. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252424>
35. KSI @ blockchain in Estonia. Frequently Asked Questions. 2020. URL: <https://e-estonia.com/wp-content/uploads/2020mar-faq-ksi-blockchain-1-1.pdf>
36. Kud, A. (2021). Decentralized Information Platforms in Public Governance: Reconstruction of the Modern Democracy or Comfort Blinding?, *International Journal of Public Administration*. DOI: <https://doi.org/10.1080/01900692.2021.1993905>
37. Kud, A. (2022). Methodological approach to creating the mechanism for modernizing the public governance system based on decentralized information platforms. DOI: [https://doi.org/10.32405/2522-9931-2022-21\(50\)-160-220](https://doi.org/10.32405/2522-9931-2022-21(50)-160-220)
38. Martinson, P. (2019). Estonia: the digital republic secured by blockchain. *Pwc, 2019*, 1–12. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/services/legal/tech/assets/estonia-the-digital-republic-secured-by-blockchain.pdf>
39. MCarthy, N. (2018). The Countries That Trust Their Government Most And Least. *Fobes. 2018*. URL: <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2018/01/22/the-countries-that-trust-their-government-most-and-least-infographic/?sh=507716f2777a>
40. OECD Data. (2021). Australia. OECD: OECD Data. URL: <https://data.oecd.org/australia.htm>
41. OECD Data. (2022). Gross domestic spending on R&D. URL: <https://data.oecd.org/rd/gross-domestic-spending-on-r-d.htm>
42. Pew Research Center. (2023). Public Trust in Government: 1958-2023. URL: <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2018/01/22/the-countries-that-trust-their-government-most-and-least-infographic/?sh=507716f2777a>
43. Politou, E., Casino, F., Alepis, E., & Patsakis, C. (2019). Blockchain Mutability: Challenges and Proposed Solutions. *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*, April 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/TETC.2019.2949510>
44. Schlatt, V., Guggenberger, T., Schmid, J., Urbach, N. (2023). Attacking the trust machine: developing an information systems research agenda for blockchain cybersecurity. *Int J Inf Manage*. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268401222000019?via%3Dihub>
45. Shumba, C. (2023). Coindesk. U.K. Move to Digitize Trade Documents Could Rely on Blockchain, Government Says. URL: <https://www.coindesk.com/policy/2023/07/27/uk-move-to-digitize-trade-documents-could-rely-on-blockchain-government-says/>
46. Sullivan, C., Burger, E. (2017). E-residency and blockchain. *Computer law and security review*, no. 33 (4), 470–481. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0267364917300845?via%3Dihub>
47. The Law Commission. (2021). Smart contracts. URL: <https://www.lawcom.gov.uk/project/smart-contracts/#:~:text=We%20published%20our%20advice%20to,use%20of%20smart%20legal%20contracts>
48. The Law Commission. (2021). Smart legal contracts. Advice to Government. URL: <https://s3-eu-west-2.amazonaws.com/lawcom-prod-storage-11jsxou24uy7q/uploads/2021/11/Smart-legal-contracts-accessible.pdf>
49. The Legal 500. United Kingdom: Blockchain. (2022). URL: <https://www.legal500.com/guides/chapter/united-kingdom-blockchain/>
50. The Reserve Bank of Australia, The Digital Finance CRC. Australian CBDC Pilot for Digital Finance Innovation. (2023). URL: <https://www.rba.gov.au/payments-and-infrastructure/central-bank-digital-currency/pdf/australian-cbdc-pilot-for-digital-finance-innovation-project-report.pdf>
51. UN E-Government Knowledgebase. (2022). URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/>
52. UN E-Government Knowledgebase. E-Government Development Index. Country data. (2022). URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/Data-Center>

53. UN E-Government Knowledgebase. E-Government Development Index. Country data. Estonia. (2022). URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/57-Estonia>
54. UN E-Government Knowledgebase. E-Government Development Index. Country data. Republic of Korea. (2022). URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/138-Republic-of-Korea>
55. UN E-Government Knowledgebase. E-Government Development Index. Country data. Australia. (2022). URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/9-Australia>
56. UN E-Government Knowledgebase. E-Government Development Index. Country data. United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. (2022). URL: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Data/Country-Information/id/182-United-Kingdom-of-Great-Britain-and-Northern-Ireland>
57. Wong, P., Chia, F., Kiu, M., Lou, E. (2020). Potential integration of blockchain technology into smart sustainable city (SSC) developments: a systematic review. Smart and Sustainable Built Environment. DOI: <https://doi.org/10.1108/SASBE-09-2020-0140>
58. Young, J. (2019). Here's how the gov't of Seoul is using a public blockchain in the real-world. CCN.com. URL: <https://www.ccn.com/heres-how-the-govt-of-seoul-is-using-a-public-blockchain-in-the-real-world/>
59. Young-sil, Y. (2018). Korean gov't Unveils blockchain technology development strategy. Businesskorea. URL: <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=23184>
60. Zelenovic, A. (2020). Publicis Sapient. Blockchain: Now a Reality and Rising Rapidly in the Public Sector. URL: <https://www.publicissapient.com/insights/blockchain-now-a-reality>
61. Zhao, W. (2018). Korean government to LEAD 6 Blockchain pilots with \$9 million fund. CoinDesk. URL: <https://www.coindesk.com/korean-government-lead-6-blockchain-pilots-9-million-fund>

The article was received by the editors 14.07.2023.

The article is recommended for printing 24.08.2023.