

DOI: 10.25140/2411-5363-2022-1(27)-142-151

УДК 004.3

Вікторія Клим

кандидат технічних наук, доцент кафедри кібербезпеки та інформаційних технологій

Університет митної справи та фінансів (Дніпро, Україна)

E-mail: v0123klim@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5887-1955>ResearcherID: [V-7697-2017](https://orcid.org/0000-0002-5887-1955)**ЕЛЕКТРОННЕ ГОЛОСУВАННЯ: УМОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
СТВОРЕННЯ НАЦІОНАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ**

Стаття є оглядово-інформаційною. Аналіз публікацій показав проблеми становлення та поширення форм електронного уряду, обумовлених багатьма факторами – історичними, правовими, економічними, соціальними, політичними, – які склались у країні.

Метою роботи є визначення пріоритетних завдань щодо провадження, необхідних умов для проєктування, оптимальних шляхів створення та реалізації за сучасними технологіями національної ІС е-голосування з урахуванням світового досвіду та особливостей національного рівня.

У роботі розглянуто результати досвіду деяких країн Європи щодо застосування ІС е-голосування. Показано розвиток міжнародної нормативно-правової бази для таких ІС. Висвітлено наявні законодавчі документи України, що сприяють створенню та розвитку національної ІС е-голосування.

Надано детальний аналіз двох варіантів ІС е-голосування. Викладені основні характеристики блокчейн технології в застосуванні до ІС е-голосування. Сформульовані пріоритетні завдання щодо впровадження ІС е-голосування на загальнодержавному рівні в Україні.

Ключові слова: електронний уряд; система дистанційного електронного голосування; блокчейн технологія.

Рис.: 2. Бібл.: 19.

Актуальність теми дослідження. Розвиток і вдосконалення інформаційних технологій сприяє побудові відкритого інформаційного простору головних державних інститутів. До найбільш розвинутих секторів електронного уряду (е-уряду) в провідних країнах світу належать такі: е-парламент, е-референдум, е-петиції, е-опитування [1-3]. Запровадження різних форм електронної демократії повинно спростити діалог органів влади з громадськістю і підвищити ефективність механізмів конструктивного зворотного зв'язку із населенням для інституцій державного управління як на місцевому, так і на загальнодержавному рівні. Зрозуміло, що питання розробки та вдосконалення національних інформаційних систем (ІС) е-уряду є актуальними та своєчасними [4; 5].

Постановка проблеми. Системи електронного голосування (е-голосування) належить до найбільш важливих складових сучасного демократичного суспільства. Проблема створення ІС е-голосування державного рівня із застосуванням новітніх технологій полягає як у підвищенні якості та швидкості обробки даних, так і в безумовній відповідності до принципів демократії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами багатьох робіт [1-6] відзначено, що на шляху становлення та поширення форм е-уряду для країн стають певні проблеми, оскільки процес впровадження форм е-уряду щільно пов'язаний із багатьма факторами і залежить від юридично-правового підґрунтя, історичних традицій, економічних, соціальних та політичних передумов, які склались в країні. Основними з них вважають наступні [3; 6]:

- відтворення (оновлення) комунікаційної інфраструктури;
- обізнаність більшості громадян у використанні цифрових технологій, наявність доступу громадян до мережі Інтернет по всій країні;
- наявність кваліфікованих вітчизняних фахівців для створення, підтримки та супроводу програмного забезпечення;
- наявність кваліфікованих фахівців для кіберзахисту мереж, інформаційних систем, банків даних від зовнішнього та внутрішнього втручання.

Подальше вирішення визначених проблем цілком залежить від державної політики щодо створення е-уряду загалом та меж його впровадження зокрема.

Досвід країн світу за певний період застосування систем е-голосування висвітлює як позитивні, так і негативні сторони такої форми волевиявлення громадян [2; 5; 7]. До головних переваг використання е-голосування в процесах державного рівня належить такі:

- висока швидкість підрахунку голосів, отримання результатів голосування в цілому;
- зменшення затрат часу працівників на виборчих дільницях під час виборів;
- зменшення затрат на виготовлення бюлетенів, транспортування бюлетенів до/з дільниць;

- зменшення кількості недійсних зіпсованих бюлетенів;
- висока зручність для людей похилого віку, людей із обмеженими можливостями, хворих людей;

- мобільність для людей, які перебувають у відрядженнях, за кордоном.

Суттєвими недоліками застосування е-голосування вважають такі:

- порушення таємності голосування під час ідентифікації виборця;
- збільшення затрат на придбання та обслуговування систем електронного голосування;
- збільшення затрат для комплексного кіберзахисту як мережевої інфраструктури, так і інформаційної системи електронного голосування;

- відсутність стандартів для систем електронного голосування;

- сумнівна прозорість процесу голосування;

- обмежені можливості перерахунку голосів;

- недовіра щодо об'єктивності електронного голосування в суспільстві.

В Україні системи е-голосування державного рівня перебувають лише на етапі постановки завдання [5; 8].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. В Україні системи е-голосування державного рівня перебувають лише на етапі постановки завдання [5; 8]. Тому є потреба, використовуючи світовий досвід, сформулювати необхідні умови для проектування, визначити оптимальні шляхи створення та реалізації національної інформаційної системи е-голосування.

Метою роботи є визначення пріоритетних завдань щодо впровадження, необхідних умов для проектування, оптимальних шляхів створення та реалізації за сучасними технологіями національної ІС е-голосування з урахуванням світового досвіду та особливостей національного рівня.

Виклад основного матеріалу. Уже на початку ХХІ сторіччя застосування систем електронного голосування в різних країнах призвело до протилежних за змістом результатів стосовно їх подальшого використання. Так, Велика Британія у 2005 році дійшла висновку, що системи е-голосування надто дорогі та не сприяють збільшенню участі у виборах [5]. Нідерланди у 2008 році повернулись до паперового голосування, де основною з причин стала небезпека таємності голосу; а у Німеччині в 2009 році е-голосування було проголошено неконституційним через брак публічності. На відміну від Норвегії, яка у 2014 році тимчасово призупинила процес упровадження е-голосування в контексті проблеми безпеки, Швейцарія постійно продовжує розширювати використання е-голосування, у якій до 30 % місцевих виборців здійснює інтернет-голосування. У Філіппінах е-голосування запроваджене по всій країні з 2010 року [5,6]. Багаторічний позитивний досвід застосування е-голосування в державному масштабі має Естонія, в якій насамперед, була затверджена низка законодавчих актів, і було створено базу даних цифрових підписів та ІД-карток усіх учасників голосування [1,8].

Таким чином, ключовим питанням у застосуванні національних систем електронного голосування в різних країнах стало створення відповідного нормативно-правового підґрунтя. Історія міжнародного права для систем електронного голосування бере початок з 2000 року, коли Європейська комісія запровадила проєкт КіберГолос (CyberVote) [8]. До участі в проєкті залучались такі великі комерційні компанії, як EADS Matra

Systems & Information, Nokia Research Centre, також заклади освіти Бельгії та Нідерландів разом із потенційними користувачами системи е-голосування [8]. Після встановлення регіональних міжнародно-правових стандартів електронного голосування Радою Європи (РЄ) в 2004 році було проголошено та затверджено Рекомендації Комітету міністрів (КМ) РЄ Rec(2004)11, а в 2017 році – Рекомендації CM/Rec(2017)5 країнам-членам з правових, організаційних та технічних стандартів е-голосування [9]. У 2020 році Вимоги до систем е-голосування були затверджені Радою демократичних виборів, а також Принципами використання цифрових технологій, прийнятими Венеціанською комісією [8; 9].

В Україні обговорення Концепції «Держава у смартфоні» почалось у 2019 році. Ключовими секторами розвитку е-демократії вбачаються е-парламент; е-голосування; е-правосуддя; е-медіація (досудове вирішення спорів); е-референдум; е-голосування; е-консультації; е-петиції; е-політичні кампанії; е-опитування [6]. Виданий Указ Президента України №558/2019 «Про деякі заходи щодо поліпшення доступу фізичних та юридичних осіб до електронних послуг» має за мету забезпечення належного функціонування та захисту даних у національних електронних інформаційних ресурсах, доступності та зручності електронних послуг для фізичних та юридичних осіб, а також запобігання корупції під час надання таких послуг [10]. Створене у 2019 році Міністерство цифрової трансформації України відповідає за формування та реалізацію державної політики у сфері цифровізації, відкритих даних, національних електронних інформаційних ресурсів та інтеперабельності, впровадження електронних послуг, електронних довірчих послуг тощо [6].

На сьогодні в законодавчій базі України створено вихідні умови для нормативно-правових механізмів подальшого розвитку національної ІС е-голосування [10-14], серед яких відзначимо найбільш вагомими.

Закон України «Про електронні довірчі послуги» дає можливість запровадити в Україні сучасні електронні методи ідентифікації особи, серед яких Mobile ID. Закон України «Про основні засади забезпечення кібербезпеки України» визначає основні цілі, напрями та принципи державної політики у сфері кібербезпеки, також повноваження та обов'язки державних органів в цій сфері. Прийнятий у 2019 році Виборчий кодекс України передбачає активне використання інформаційно-комунікативних технологій у частині реєстрації виборців та уточнення відомостей про виборців у Державному реєстрі виборців. Відповідно до Закону України «Про Державний реєстр виборців» Реєстр ведеться в електронній формі.

Відомо, що у 2020 р. центральна виборча комісія (ЦВК) України не дала згоду на тестування проекту е-голосування за обґрунтованими причинами [6]: недостатньо підготовлена технічна база; недостатній рівень розвитку суспільства, щоб запроваджувати голосування в Інтернеті; на сучасному етапі можна вести мову про застосування технічних засобів для автоматичного опрацювання бюлетенів або машин для голосування, засобів автоматичної ідентифікації виборців на дільницях та запровадження роботи Державного реєстру виборців в онлайн-режимі.

Проте план дій ЦВК України спрямований на перспективу провадження системи е-голосування, що відображено в таких заходах [5; 6; 16]:

- 1) розроблено Стратегічний план на період 2020-2025 рр., виконання якого серед іншого сприятиме створенню умов для запровадження в Україні новітніх виборчих технологій;
- 2) організовано роботу з нагляду за реалізацією проекту міжнародної технічної допомоги «Посилення кібербезпеки і прозорості виборчих процесів в Україні» згідно з Планом співпраці між Центральною виборчою комісією та Координатором проєктів ОБСЄ в Україні щодо діяльності, пов'язаної з виборами.

Також Національним координаційним центром кібербезпеки РНБО України відповідним міністерствам і відомствам запропоновано розробити попереднє технічне завдання, модель потенційних загроз та техніко-економічне обґрунтування впровадження онлайн-голосування у виборчий процес в Україні для подальшого всебічного вивчення та обговорення [16].

Отже, вищевказані документи та заходи складають основні напрями та термінові завдання щодо реалізації впровадження ІС е-голосування в Україні.

За міжнародними стандартами, на сьогодні в світі вже чітко розподілені такі поняття, як «стаціонарне електронне голосування» та «дистанційне електронне голосування» (онлайн-голосування). У першому випадку виборці голосують на вибірковій ділянці під наглядом членів вибіркової комісії, у другому – за межами вибіркової ділянки з будь-якого місця. Відповідно до вказаного поділу відбувається розвиток систем е-голосування за двома напрямками.

На початковому етапі створення та розвитку електронних систем голосування переслідувалось завдання цифрового моделювання «класичного» паперового голосування. Саме з таких позицій тестові випробування такого е-голосування завжди проводилось паралельно із «класичним» паперовим голосуванням [1; 5]. Схема опрацювання та аудита даних в ІС е-голосування, що відбувається на виборчій ділянці, показано в спрощеному вигляді на рис. 1: учасники е-голосування проходять ідентифікацію та передають інформацію про свій вибір через технічні засоби (ТЗ) для автоматичного опрацювання бюлетенів (або машин для голосування) на сервер ідентифікації учасників голосування та підрахунку голосів. Процес ідентифікації вимагає взаємодії з базою даних Єдиного Державного Реєстру учасників голосування (ЄДР УГ). Контроль з боку спостерігачів (аудит) відбувається за результатом роботи сервера.

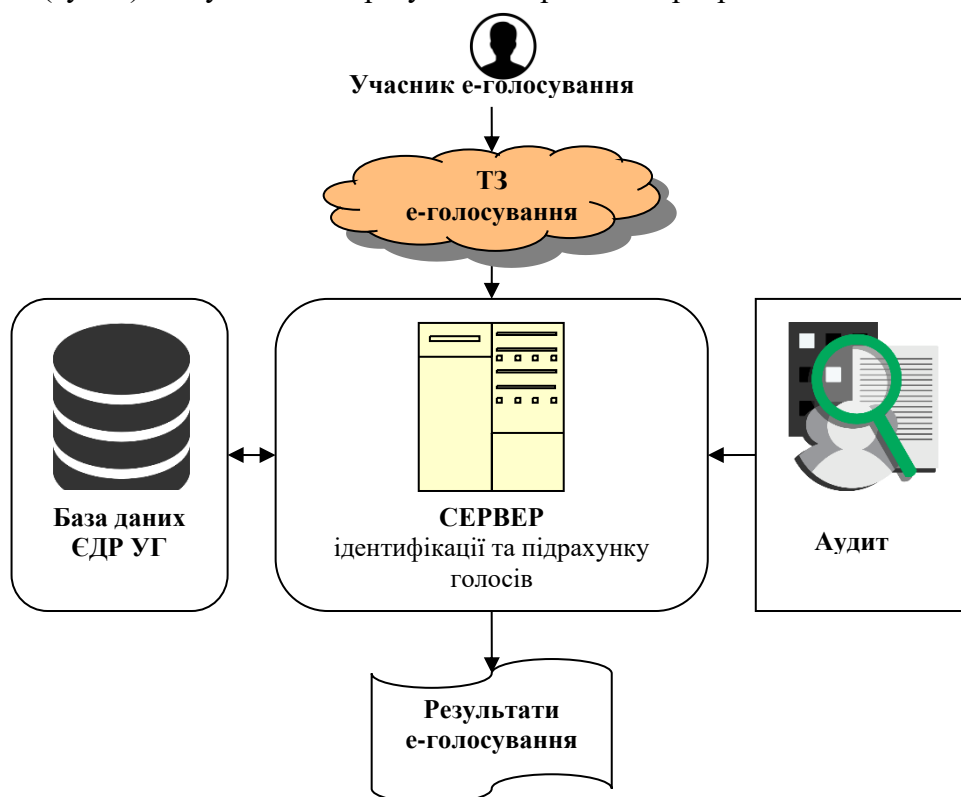


Рис. 1. Схема обміну та контролю даних в ІС е-голосування, що відбувається на виборчій ділянці

Джерело: розроблено авторкою.

Наведена схема ІС має характерний основний принциповий недолік: відсутність розриву між місцем (сервером) ідентифікації учасників голосування та підрахунку голосів учасників голосування [7]. Оскільки два основних процеси підпадають під контроль одних і тих же осіб, то зрозуміло, що виконання основних принципів демократичного голосування буде під загрозою [7].

Таким чином, розглянута система е-голосування має застосовуватись тільки паралельно із стандартним звичайним голосуванням паперовими бюлетенями, або в іншому варіанті застосовувати тільки її окремі частини функціоналу (створення та актуальна підтримка реєстрів учасників голосування, остаточна обробка на центральному сервері всіх даних з протоколів, отриманих на місцях виборчих дільниць).

Процес дистанційного е-голосування передбачає забезпечення значно більшої кількості процесів, основними з яких є наступні [7]:

- однозначної ідентифікації-аутоідентифікації учасників голосування;
- таємності волевиявлення учасників голосування;
- перевірки та додаткового контролю підрахунку голосів;
- достовірності переданих даних із зафіксованими даними на сервері обробки даних;
- контролю за урахуванням особистого голосу учасника голосування тільки один раз.

Згідно з викладеними позиціями маємо схему ІС дистанційного е-голосування показану на рис. 2.

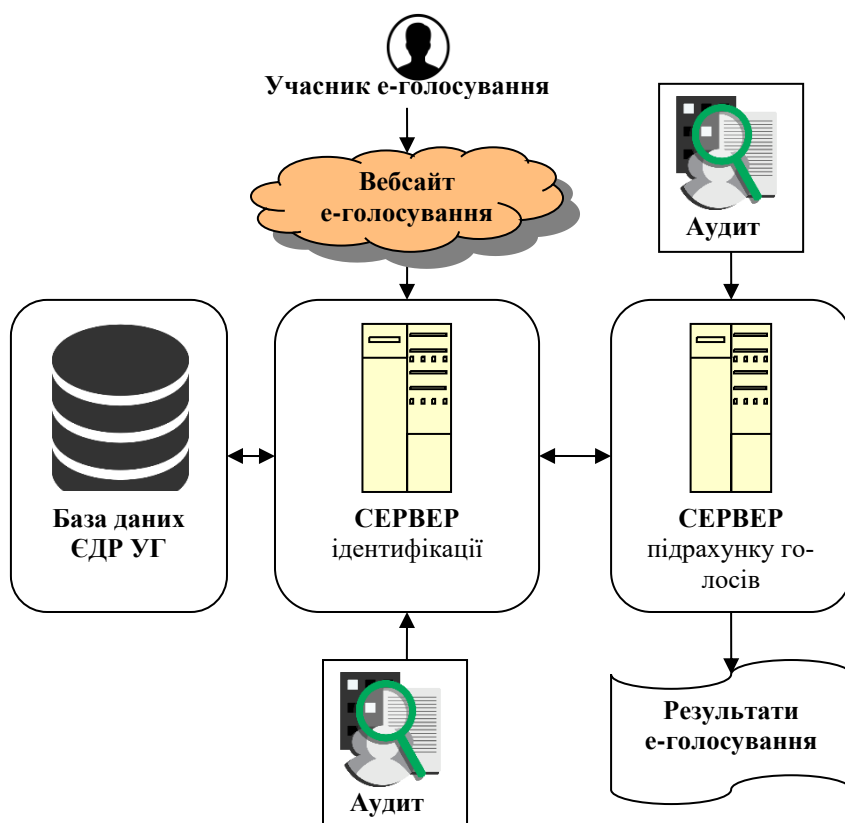


Рис. 2. Схема обміну та контролю даних в ІС дистанційного е-голосування
Джерело: розроблено авторкою.

Далі розглянемо відомі підходи до вирішення викладених вище задач, які застосовують на різних етапах процесу електронного голосування.

На етапі ідентифікації учасників голосування для ІС е-голосування постає характерна проблема – повторна ідентифікація. На цьому етапі дуже поширені методи біометричної ідентифікації: за відбитками пальців, сканування яких використовують в 45 країнах, та за радужкою ока (прикладом є вибори в Сомалі). Деякі країни: Гвінея, Конго, Ліберія – при реєстрації на виборах видають спеціальне посвідчення особистості для ідентифікації на вибіркових дільницях. Крім того, в Кенії, Гані, Нігерії таке посвідчення також включає відбитки пальців [7]. Використання спеціальних чорнил, які важко змити, для помітки учасників голосування, було застосовано в 2014 році на виборах в Афганістані [7; 9]. У випадку дистанційного е-голосування для надійності ідентифікації учасників голосування центральною виборчою комісією Естонії з 2017 року затверджено використання особистих ID-карток із чіпом та кардрідером [6].

Необхідно вказати окремо, що біометричні датчики смартфонів (датчик відбитку пальця, радужки ока і т. ін.) використовувати в електоральних системах для аутентифікації неможливо, оскільки вони тільки підтверджують, що особа є власником цього смартфона [7]. Тобто власник п'яти смартфонів може аутентифікуватись п'ять раз. Але датчики смартфонів можна використати для підтвердження доступу до додатку, що використовується для голосування, для того, щоб стороння людина, отримавши доступ до смартфона, не віддав голос за його дійсного власника.

Під час наступного етапу голосування – безпосередньої віддачі свого голосу – основною проблемою для ІС є гарантування таємниці волевиявлення учасників голосування. Ця задача дуже складна для вирішення у випадку стаціонарного е-голосування: електронне обладнання (комп'ютери), через які відбувається е-голосування на виборчих дільницях, відкрито для хакерських атак через низьку захищеність програмного забезпечення. Відомі випадки, коли комп'ютери на виборчих дільницях перепрограмували для гри в шахи (Данія, 2006) та через мобільний телефон (Індія, 2010) [7].

Застосування новітніх технологій в ІС дистанційного е-голосування, зокрема блокчейн технологій, може вирішити задачу забезпечення таємності волевиявлення учасників голосування. Відомо, що крім основної області застосування – криптоіндустрії, інформаційні системи на базі блокчейну застосовують у сфері фінансових послуг, державних установ та послуг, логістики, охорони здоров'я, енергетики і багато інших [17]. Саме надійність системи блокчейн дозволяє використовувати її для підвищення ефективності обміну інформацією. Крім того, неможливість подробиць даних усередині самої системи блокчейн робить її корупційностійкою системою. У виборчих процесах національного рівня вже існують приклади застосування блокчейн технології для проведення онлайн-голосування в тестовому режимі [7; 17-19]. Отже, розглянемо основні характеристики блокчейн технології в застосуванні до ІС е-голосування.

За принципом роботи блокчейн технології транзакція фіксує або отримання (при реєстрації) або передачу (кидання в урну заповненого бюлетеня) бюлетеня між учасниками процесу голосування [7; 17]. У визначеному сенсі задачею для ІС є врахування транзакцій. У цьому випадку врахування транзакцій – це фіксація всіх переходів активу (бюлетеня) від одної людини до іншої (між учасниками процесу голосування). Отже, саме блокчейн-технологія реалізує вирішення задачі відокремлення місця підрахунку реальних учасників дистанційного голосування та місця підрахунку бюлетенів із відданими голосами за рахунок наявності двох окремих незалежних серверів (рис. 2). Зрозуміло, що проблеми із помилками членів виборчих комісій, хакерські атаки можуть стати причиною знищення, змін в записах транзакцій, або їх призупинення. Однак технологія блокчейн містить системи обліку на основі розподілених реєстрів, які суттєво знижують такі ризики [18; 19]. Також у блокчейні реєстр власників не зберігається на одному сервері. Його копії одночасно оновлюються на множині незалежних комп'ютерів, що з'єднані через

мережу Інтернет. Отже, зрозуміло, що в блокчейні реєстри із даними про власників активів неможливо підробити. Ці дані зберігаються на комп'ютерах великої кількості учасників мережі. Для того, щоб інформація у всіх користувачів була абсолютно повною та коректною, в блокчейні використовують поняття «консенсусу» [17-19]. У випадку, коли деякі учасники мережі вимкнуть свої комп'ютери та частина транзакцій у них не відобразиться або їх записи будуть не коректними, це не вплине на роботу мережі. Процедура консенсусу, тобто згоди, дає можливість повністю відновити коректну інформацію.

Таким чином, обрання блокчейн технології при створенні ІС е-голосування зумовлено наступними причинами:

- транзакції проходять практично миттєво, тільки на їх підтвердження може знадобитись певний час;
- операції конфіденційні та анонімні;
- усі операції зафіксовані в ланцюзі блоків транзакцій;
- інформація зберігається надійно, оскільки історія всіх операцій записана в блокчейні і розподілена по всім учасникам мережі, при цьому кожний блок містить інформацію про всі попередні операції з самого початку.

Також високий рівень довіри до блокчейну з боку ІТ-спеціалістів ґрунтується на вирішенні деяких важливих завдань кіберзахисту процесу голосування [7]:

- кодування результатів під час процесу голосування (проміжкові результати) за допомогою шифрування на блокчейні;
- використання електронних підписів, які гарантують анонімність та секретність виборців;
- гарантування прозорості всіх транзакцій, які згідно з принципом технології блокчейн неможливо фальсифікувати.

Тем не менш, проблеми недосконалості блокчейн технології виникають за певних обставин, які розглянуто нижче.

Технологічні проблеми блокчейн технології пов'язані з масштабованістю, тобто можливості системи обробляти велику кількість транзакцій. Відомі типи блокчейну, які потенційно незахищені перед хакерськими атаками, а також перед «атаками 51 %», коли в повній відповідності з правилами системи, група користувачів може змінити записи в конкретному блокчейні за рахунок великих комп'ютерних потужностей. Також до недоліків використання блокчейн технології відносять правові ризики, невиправдано завищені ресурсо- та енергомісткість [17-19].

Але вказані мінуси блокчейн технології не зупиняють швидкості її поширення в багатьох сферах діяльності. Причому ефективність застосування блокчейна визначено за головними критеріями процесів: зростанням швидкості обміну інформацією, зменшенням часових витрат, підвищенням якості, надійності та доступності послуг, наявності прозорості та зменшення ризиків.

Висновки. Таким чином, для можливого впровадження систем е-голосування на загальнодержавному рівні на Україні в найближчому майбутньому необхідно виконати пріоритетні завдання, а саме: підготувати сучасну технічну базу, що в першу чергу передбачає переоснащення технологічної інфраструктури на всіх вузлах прийому-передачі інформації, задіяних в процесі голосування (на дільницях, в закладах державного управління, центральній виборчій комісії), із забезпеченням високого рівня кіберзахисту, максимально збільшити відсоток населення України з вільним доступом до інтернет-зв'язку високої якості; здійснити застосування технічних засобів для автоматичного опрацювання бюлетенів або машин для голосування, засобів автоматичної ідентифікації виборців на дільницях та коректної роботи Державного реєстру виборців в онлайн-режимі. Також у законодавчій базі України існують

вихідні умови для розвитку нормативно-правових механізмів щодо створення та впровадження національної ІС е-голосування згідно міжнародних стандартів. Водночас участь виборців в е-голосуванні передбачає визначення загальної системи ідентифікації через індивідуальні електронні ідентифікатори (наприклад паспорти або ID-картки). Створення ІС е-голосування із застосуванням блокчейн технології вирішує принципіальну проблему забезпечення таємності волевиявлення учасників голосування. Крім того, основні характеристики блокчейн технології, до яких зокрема відносять високу швидкість обробки інформації, мінімум часових витрат, наявність прозорості визначають реальні перспективи її реалізації в національній ІС е-голосування.

Список використаних джерел

1. Лахижа М. І. Електронна демократія в Україні: специфіка становлення, стан та перспективи / М. І. Лахижа // Державно-управлінські студії. – 2019. – № 4. – С. 1-12.
2. Зарубіжний досвід впровадження електронного урядування / за заг. ред. д-ра наук з держ. упр., проф. С. А. Чукут. – К., 2008. – 200 с.
3. Меркулова Т. В. Развитие электронного правительства в Украине на фоне мировых тенденций / Т. В. Меркулова, Е. Ю. Кононова // Журнал институциональных исследований. – 2010. – Т. 2, № 4. – С. 47-58.
4. Ghassan Z. Qadah Electronic voting systems: Requirements, design, and implementation / Z. Qadah Ghassan, Rani Taha // Computer Standards & Interfaces. – 2007. – Vol. 29. – Is. 3. – Pp. 376–386.
5. Полупан М. Підґрунтя для ефективного впровадження електронних виборів та інтернет-голосування як ключових інструментів е-демократії / М. Полупан // Scientific collection «InterConf». – 2020. – № 3 (33). – С. 41–49.
6. Тімченко М. Особливості функціонування системи електронного голосування: зарубіжний досвід та можливості впровадження в Україні / М. Тімченко // Епістемологічні дослідження в філософії, соціальних і політичних науках. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 115-123.
7. Чикишев Н. Электронное голосование: технологии на выборах в разных странах [Электронный ресурс] / Н. Чикишев. – Режим доступа: <https://dev.by/news/inet-election>.
8. Апплгейт М. Интернет-голосування: питання до розгляду. Загальний огляд для органів управління виборами. Біла книга IFES. 2020 [Електронний ресурс] / М. Апплгейт, Т. Чанускот, В. Басистий. – Режим доступа: <https://politosvita.ba.org.ua/novyny/inshi-zahody/globalnedoslidzhennya-ifes-internet-golosuvannya-pytannya-do-rozglyadu-zagalnyj-oglyad-dlya-organiv-administruvannya-vyboriv/>.
9. Маурер Ардіта Дріза. Цифрові технології у виборах. Питання, висновки та перспективи [Електронний ресурс] / Маурер Ардіта Дріза. – Режим доступа: <https://rm.coe.int/presentation-coe-publication-digital-technologies-in-elections-ardita-/16809e86d3>.
10. Про деякі заходи щодо поліпшення доступу фізичних та юридичних осіб до електронних послуг : Указ Президента України № 558/2019 // Урядовий кур'єр. – № 144 (31.07.2019).
11. Про електронні довірчі послуги : Закон України № 2155-VIII від 05.10.2017 р. //Голос України. – № 206 (07.11.2017).
12. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України № 2163-VIII від 05.10.2017 р. //Голос України. – № 208 (09.11.2017).
13. Виборчий кодекс України // Голос України. – № 251 (28.12.2019).
14. Про Державний реєстр виборців [Електронний ресурс] : Закон України № 698-V від 23.07.2020 р. – Режим доступа: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/698-16#Text>.
15. КВУ назвав головні ризики запровадження е-голосування в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3386401-kvu-nazvav-golovni-riziki-zaprovadzenna-egolosuvanna-v-ukraini.html>.
16. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 27 січня 2016 року «Про Стратегію кібербезпеки України» [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/96/2016>.
17. Потапова К. Р. Система онлайн-голосування на базі технології блокчейн / К. Р. Потапова, Д. В. Довжик // XIV конференція молодих вчених «Прикладна математика та компютинг-2021» (Київ, 17-19 листопада 2021 р.). – К. : Просвіта. – С. 261-265.

18. Khan K. M. Secure Digital Voting System based on Blockchain Technology [Electronic resource] / Khan K. M., Arshad, Junaid, Khan M. M. – Access mode: <https://core.ac.uk/download/pdf/155779036.pdf>.

19. Jafar U. Blockchain for Electronic Voting System – Review and Open Research Challenges [Electronic resource] / U. Jafar, M.J.A. Aziz; Z. Shukur // *Sensors*. – 2021. – Vol. 21. – P. 5874. – Access mode: <https://doi.org/10.3390/s21175874>.

References

1. Lahizha, M. (2019). Elektronna demokratsiia v Ukraini: spetsyfyka stanovlennia, stan ta perspektyvy [E-democracy in Ukraine: specifics of formation, state and perspectives]. *Derzhavno-upravlinnski studii. – Public administration studies*, 4, 1-12.

2. Kaminska, T., Kaminskyi, A., Pasichnyk M. (2008). *Zarubizhnyi dosvid uprovdzhennia elektronnoho uriaduvannia [Foreign experience in implementing e-government]*.

3. Merkulova, T., Kononova, E. (2010). Razvytye elektronnoho pravytelstva v Ukrainy na fone myrovyykh tendentsyi [Development of e-government in Ukraine with the background of world trends] *Zhurnal ynstytutsionalnykh issledovanyi. – Journal of institutional research*, 4(2), 47-58.

4. Qadah Ghassan, Z., Taha, Rani. (2007). Electronic voting systems: Requirements, design, and implementation. *Computer Standards & Interfaces*, 29(3), 376-386.

5. Polupan, M. (2020). Pidgruntia dlia efektyvnoho vprovadzhennia elektronnykh vyboriv ta internet-holosuvannia yak kliuchovykh instrumentiv e-demokratii [The basis for the effective implementation of electronic elections and online voting as key tools of e-democracy]. *Scientific collection «InterConf»*, 3(33), 41-49.

6. Timchenko, M. (2021). Osoblyvosti funktsionuvannia systemy elektronnoho holosuvannia: zarubizhnyi dosvid ta mozhlyvosti vprovadzhennia v Ukraini [Features of the electronic voting system: foreign experience and opportunities for implementation in Ukraine]. *Epistemolohichni doslidzhennia v filosofii, sotsialnykh i politychnykh naukakh – Epistemological research in philosophy, social and political sciences*, 2(4), 115–123.

7. Chykyshev, N. (2020). *Elektronnoe holosovanye: tekhnolohyy na vyborakh v raznykh stranakh [Electronic voting: technologies in elections in different countries]*. <https://dev.by/news/inet-election>.

8. Applheit, M., Chanussot, T., Basystyi, V. (2020). Internet-holosuvannia: pytannia do rozghliadu. Zahalnyi ohliad dlia orhaniv upravlinnia vyboramy. Bila knyha IFES. 2020. [Online voting: a problem for consideration. General overview for election administration departments. IFES White Paper. 2020]. <https://politovita.ba.org.ua/novyny/inshi-zahody/globalne-doslidzhennya-ifes-internet-golosuvannya-pytannya-do-rozglyadu-zagalnyj-oglyad-dlya-organiv-administruvannya-vyboriv/>.

9. Maurer, A. (2020). Tsyfrovi tekhnolohii u vyborakh. Pytannia, vysnovky ta perspektyvy [Digital technologies in elections. Questions, conclusions and prospects]. <https://rm.coe.int/presentation-coe-publication-digital-technologies-in-elections-ardita-/16809e86d3>

10. Pro deiaki zakhody shchodo polipshennia dostupu fizychnykh ta yurydychnykh osib do elektronnykh posluh [On some measures to improve access of individuals and legal entities to electronic services], Decree of the President of Ukraine № 558/2019. *Uriadovi kurier – Government courier*, 144.

11. Pro elektronni dovirchi posluhy [On electronic trust services], Law of Ukraine № 2155-VIII. *Holos Ukrainy – Voice of Ukraine*, 206.

12. Pro osnovni zasady zabezpechennia kiberbezpeky Ukrainy [On Basic Principles of Cyber Security of Ukraine], Law of Ukraine № 2163-VIII. *Holos Ukrainy. – Voice of Ukraine*, 208.

13. Vyborchyi kodeks Ukrainy [Electoral Code of Ukraine]. *Holos Ukrainy. – Voice of Ukraine*, 251.

14. Pro Derzhavnyi reistr vybortsiv [On the State Register of Voters], Law of Ukraine № 698-V. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/698-16#Text>.

15. KVV nazvav holovni ryzyky zaprovadzhennia e-holosuvannia v Ukraini [CVU named the main risks of introducing e-voting in Ukraine]. (2022). <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3386401-kvu-nazvav-golovni-riziki-zaprovadzenna-egolosuvanna-v-ukraini.html>.

16. Pro Stratehiiu kiberbezpeky Ukrainy [On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine of January 27, 2016 "On the Cyber Security Strategy of Ukraine"], Decree of the President of Ukraine. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/96/2016>.

17. Potapova, K., Dovzhyk, D. (2021). Systema onlain-holosuvannia na bazi tekhnolohii blokchein [Online voting system based on blockchain technology]. *XIV konferentsiia molodykh vchenykh «Prykladna matematyka ta kompiutynh-2021» – XIV Conference of Young Scientists "Applied Mathematics and Computing-2021"* (pp. 261-265). Prosvita.

18. Khan, K.M., Arshad, J., Mubashir, K. (n.d.). Secure Digital Voting System based on Blockchain Technology. <https://core.ac.uk/download/pdf/155779036.pdf>.

19. Jafar, U. Aziz, M.J.A. Shukur, Z. (2021) Blockchain for Electronic Voting System. *Review and Open Research Challenges. Sensors, 21*, 5874. <https://doi.org/10.3390/s211175874>.

Отримано 05.02.2022

UDC 004.3

Viktoriia Klym

PhD in Technical Sciences

Associate Professor of Cybersecurity and Information Systems Department

University of Customs and Finance (Dnipro, Ukraine)

E-mail: v0123klim@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5887-1955>

ResearcherID: [V-7697-2017](https://orcid.org/0000-0002-5887-1955)

ELECTRONIC VOTING: CONDITIONS OF DESIGN AND TECHNOLOGY OF THE NATIONAL INFORMATION SYSTEM CREATION

The article is of an overview and information nature. The development and improvement of information technology (IT) contributes to the construction of an open information space of major state institutions. Electronic voting (e-voting) is one of the important components of a modern democratic society. In Ukraine, the issue of an integrated approach to the development and implementation of the national information system (IS) of e-voting has become relevant over the past two years.

The analysis of publications showed a number of problems on the way to the formation and spread of electronic government in the country, which depend on many factors according to the legislative field, historical traditions, economic, social and political preconditions.

The aim of the work is to determine the priority tasks for implementation, the necessary conditions for design, optimal ways to create and implement modern technologies of national e-voting IS, taking into account world experience and national characteristics.

The paper considers the results of the experience of some European countries in the use of e-voting. The development of the international legal framework for such IS is shown. Existing legislative documents of Ukraine that promote the creation and development of national e-voting IS are presented.

Priority tasks for the implementation of electronic voting IS at the national level in Ukraine have been formulated. A detailed analysis of stationary e-voting IS and on-line e-voting IS is provided to determine the main tasks, features of application at the stages of the voting process, provided schemes for data exchange and control. The main characteristics of blockchain technology in application to electronic voting IS are discussed. The effectiveness of blockchain technology according to the main criteria of the voting process is shown.

Keywords: e-government; on-line e-voting system; blockchain technology.

Fig.: 2. **References:** 19.