

## ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА СУПРОВОДУ ПРОЦЕСУ ЗАХИЩЕНОГО ГОЛОСУВАННЯ

Софія Татчин<sup>1</sup>, Тарас Басюк<sup>2</sup>

Національний університет “Львівська політехніка”,

<sup>1</sup>sofiia.tatchyn.mitup.2021@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-8735-915X,

<sup>2</sup>Taras.M.Basyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-0813-0785

© Татчин С., Басюк Т., 2022

Автори статті розробили методологічне підґрунтя, здійснили проєктування та конструювання інформаційної системи супроводу захищених голосувань. Проаналізовано основні способи використання інформаційних технологій у сфері виборів. Виявлено, що мобільні пристрої, у яких використано певне програмне забезпечення, здатні істотно зменшити кількість відвідувачів виборчих дільниць, що дає змогу зробити політичне голосування значно доступнішим для людей. Здійснено проєктування інформаційної системи з використанням структурного підходу та моделі проєктування Data Flow Diagrams (DFD). Розроблено контекстну діаграму інформаційної системи та виконано декомпозицію її головного процесу з метою наочної демонстрації способів перетворення вхідної інформації на вихідну. Відображено алгоритм роботи, поданий у вигляді мережі Петрі, а також таблиці позицій та переходів цієї мережі, що необхідно для кращого розуміння особливостей роботи системи. Наведено функціональне призначення, проаналізовано програмні засоби, що дають змогу досягти поставлених цілей під час конструювання системи. Здійснено верифікацію роботи, наведено скріншоти програмних вікон системи та описано наповнення основних сторінок.

**Ключові слова:** електронне голосування; інформаційні технології; виборчий процес; діаграма потоків даних.

### Вступ. Загальна постановка проблеми

Голосування, зокрема, вибори – це один з основних способів участі громадян у політичному та суспільному житті [1]. Можна спостерігати, як із кожним роком відсоток явки стає все меншим. Основний відсоток неявки спричиняють як питання охорони здоров'я (пандемія коронавірусу), так і реєстрації проживання громадян. Зокрема, згідно зі статистичними даними останньої виборчої кампанії (вибори 2020 р.), близько 20 % респондентів не прийшли на виборчі дільниці через стан здоров'я та 19 % не змогли віддати свій голос через невідповідність між місцем реєстрації та фактичним проживанням [2]. Тому актуальне завдання – удосконалення системи виборів з одночасним застосуванням сучасних технологій електронного документообігу [3].

Використання зазначених технологій надасть засоби економії великих коштів [4], які виділяють для проведення традиційного голосування, дасть змогу пришвидшити підрахунок виборчих бюлетенів та підвищить доступність і зручність: громадяни зможуть легко проголосувати з дому, незалежно від стану здоров'я, зайнятості чи особливих потреб. З огляду на це, дослідження у цій предметній області передбачають забезпечення захисту особистих даних та сприятимуть диджиталізації процесу волевиявлення [5, 6].

### Зв'язок висвітленої проблеми із важливими науковими та практичними завданнями

Є два види електронного голосування: таке, що потребує використання спеціальних електронних пристроїв, які додатково потрібно виготовляти, та віддалене голосування за допомогою особистого пристрою: смартфона чи комп'ютера [7, 8]. Перша група вимагає обов'язкової присутності громадянина на дільниці у день проведення голосування чи в інші дні, якщо це дозволено нормативно-правовими актами. Цей вид голосування може також поєднувати електронне і традиційне волевиявлення із використанням паперових бюлетенів. До другої категорії належать системи інтернет-голосування, які не потребують присутності громадянина на виборчій дільниці та дають змогу здійснювати волевиявлення за допомогою спеціалізованих інформаційних систем. З огляду на це, важливим науково-практичним завданням є визначення основних способів застосування сучасних інформаційних технологій для вирішення завдань електронного волевиявлення. Новизна роботи полягає у деталізованому дослідженні способів та засобів організації захищених голосувань з метою розроблення ефективного механізму волевиявлення. Розв'язання зазначеного завдання надасть необхідний апарат із формування методологічного підґрунтя для проектування та конструювання інформаційної системи супроводу захищених голосувань.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Проаналізувавши статистичні дані щодо явки на місцеві вибори (рис. 1), можна зауважити, що в Україні ситуація вкрай складна, і з кожним роком чисельність виборців зменшується.

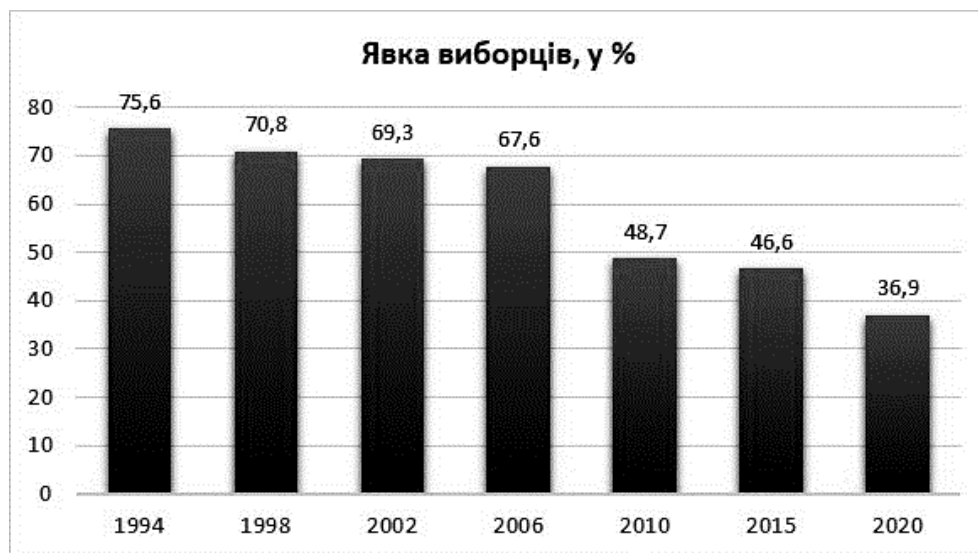


Рис. 1. Явка на місцеві вибори в Україні за період незалежності

Віковий аналіз показав, що зі всіх громадян, які в 2020 р. взяли участь у виборах, 72 % – це люди віком від 40 до 60 років, і лише 11 % – молодь від 18 до 29 років [9], що свідчить про необхідність зміни системи голосування у напрямі створення “комфортних умов”. Варто проаналізувати особливості проведення виборів за кордоном. Зокрема, у Швейцарії є декілька варіантів волевиявлення, громадяни можуть голосувати дистанційно – за допомогою пошти [10]. За два місяці до дня проведення виборів кожна особа, яка має право голосувати, отримує лист, що містить бюлетень та конверт для анонімності. Виборець може проголосувати та відправити конверт назад або прийти із ним на виборчу дільницю. З 2015 р. Федеральна Рада запровадила електронне голосування для громадян Швейцарії, які проживають за кордоном, а з 2019 р. в багатьох містах працює система інтернет-голосування. В Естонії, зокрема, перші онлайн-вибори відбулися у 2005 р. [11, 12]. Громадянину потрібно було мати власну ID-картку та пристрій з підключенням до інтернету. Тоді можливістью онлайн-голосування скористався 1 % виборців, проте вже наступного разу показник зріс до 3,4 %. В 2019 р. чисельність осіб, які скористалися електронною системою, досягла 43,8 %, що свідчить про значний прогрес.

Як свідчить аналіз наукових праць, питаннями електронного голосування займалась низка дослідників [3, 6, 13, 14], серед яких можна виділити науковців під керівництвом О. М. Букраби [5], предметом дослідження яких став аналіз сучасних поглядів щодо доцільності запровадження моделі електронного голосування та використання технології блокчейн для її реалізації. Я. Турчин [10] розглядала сутність електронного голосування як складової е-демократії. С. В. Фомін [11] проаналізував поняття голосування та його особливості як стадії виборчого процесу в інших країнах. А. М. Готун [15] вивчав застосування сучасних інформаційних технологій у виборчому процесі та шляхи їх запровадження в Україні.

У типовому сценарії процедури електронного голосування виділяють п'ять основних етапів: налаштування, реєстрація, голосування, перевірка та підрахунок голосів. Етап налаштування призначений для встановлення параметрів електронного волевиявлення, до яких належать: вид волевиявлення, правила підрахунку голосів, критерії дійсності бюлетеня тощо. На етапі реєстрації здійснюється автентифікація користувача та допуск його до системи волевиявлення. Етап голосування є найвідповідальнішим, оскільки у визначений законом час необхідно авторизуватись у системі, сформувати бюлетень та здійснити процес волевиявлення. На етапі перевірки відбувається валідація бюлетеня та надсилання результату волевиявлення. Усі дані повинні бути анонімними. І нарешті, власне етап підрахунку, що відображає результат волевиявлення.

Наведені дослідження свідчать про перспективність галузі та необхідність переходу до системи електронного голосування, що підтверджується, зокрема, проектом Закону “Про концепцію запровадження системи електронного голосування в Україні”, в якому автори регламентують запровадження такої інформаційної системи відповідно до рекомендацій Венеціанської комісії [16]. Якщо проаналізувати особливості диджиталізації документообігу, то не можна оминати перші кроки України, втілені у проєкті “Цифрової держави” під назвою “Дія”. Сьогодні цей інструмент є не лише сховищем документів, але й інструментарієм, за допомогою якого можна отримувати множину послуг – від пошуку обтяжень до запису на вакцинацію [17]. Враховуючи виконаний аналіз, вважаємо актуальним завданням створення інформаційної системи, яка буде зручною для всіх категорій населення та дасть змогу самостійно здійснювати волевиявлення.

### **Основні завдання дослідження та їх значення**

Мета дослідження – проектування та реалізація інформаційної системи, що забезпечить громадян достовірною інформацією та надасть засоби для здійснення захищених голосувань незалежно від місця перебування. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання: здійснити аналіз предметної області та оцінити перспективи розвитку; виконати системний аналіз об'єкта дослідження; здійснити проектування інформаційної системи з використанням структурного підходу; розробити алгоритм функціонування системи; виконати конструювання та верифікацію інформаційної системи для супроводу захищених голосувань.

Результати виконаної роботи у сукупності полягають у деталізованому дослідженні способів та засобів організації захищених голосувань з метою формування ефективного механізму волевиявлення, а також створення методологічного забезпечення для розроблення програмної системи у цій предметній області.

### **Основні результати досліджень**

Сучасне суспільство досягло значних успіхів у розвитку інформаційних технологій та кібербезпеки, що сприяє їх широкому застосуванню у різних галузях життєдіяльності людини. Не є винятком і галузь електронного волевиявлення, яка охоплює не лише виборчу діяльність, але й різноманітні опитування, голосування (петиції) тощо. Поряд із широким запровадженням сучасних технологій, все ще є низка проблем: від загрози безпеки (вірусне програмне забезпечення, атаки із отриманням несанкціонованого доступу, фальсифікації) до низького рівня комп'ютерної грамотності в значній частині населення. Зазначені проблеми можна поділити на два види: пов'язані із комп'ютерною грамотністю та кібербезпекою. І якщо перший вид можна подолати одночасним застосуванням традиційної технології волевиявлення, то другий – складніший та визначається використовуваними технологіями із захисту, передавання та збереження конфіденційної інфор-

мації. З огляду на зазначені вимоги, проєктована інформаційна система має бути частиною проєкту “Цифрової держави” та побудованою на одній платформі.

Сьогодні уже існують схеми електронного волевиявлення, за якими забезпечується конфіденційність, із приховуванням голосу виборця або його особистості. Особливістю цієї системи є подальша інтеграція із застосунком “Дія”, що вимагає ідентифікації особи. З огляду на це, під час дослідження розглянуто методи, які застосовуються для приховання результату волевиявлення. Проаналізовано відомі криптосхеми: Venaloh, Cramer–Shoup, ElGamal, RSA і встановлено, що з огляду на співвідношення обчислювальні затрати/криптостійкість [18] доцільне застосування гомоморфної схеми депонування повідомлень [19]. Ця схема депонування повідомлень передбачає перетворення та збереження повідомлень без можливості їх подальшої модифікації. Отже, зацікавлена сторона не зможе побачити вміст повідомлення до визначеного моменту часу, години завершення процесу голосування. У статті для реалізації цієї структури запропоновано використати схему Ель-Гамалю (ElGamal) [20]. Криптосистема містить алгоритми шифрування і цифрового підпису, які застосовано задля приховання результату волевиявлення.

Наступним етапом побудови інформаційної системи стало її проєктування із використанням структурного підходу та методології проєктування IDEF0, яка призначена для формалізації та описання бізнес-процесів [21]. Для створення діаграм розроблюваної системи використано методологію SADT (Structured Analysis and Design Technique) та CASE-засіб для розроблення інформаційних систем, їх проєктування та управління ними – AllFusion Process Modeler [22].

На контекстній діаграмі (рис. 2) зображено здійснення супроводу захищених голосувань. Вхідні дані процесу – унікальний код доступу, дані автентифікації, банківські реквізити, вибір типу операції. Вихідні дані процесу – результати волевиявлення, благодійна діяльність. Для управління використано правила та процедури користування системою, стандарти розроблення програмного забезпечення та закони України про вибори та петиції. Механізми – система зв’язку з банком, система обліку користувачів та система інтеграції із застосунком “Дія”.

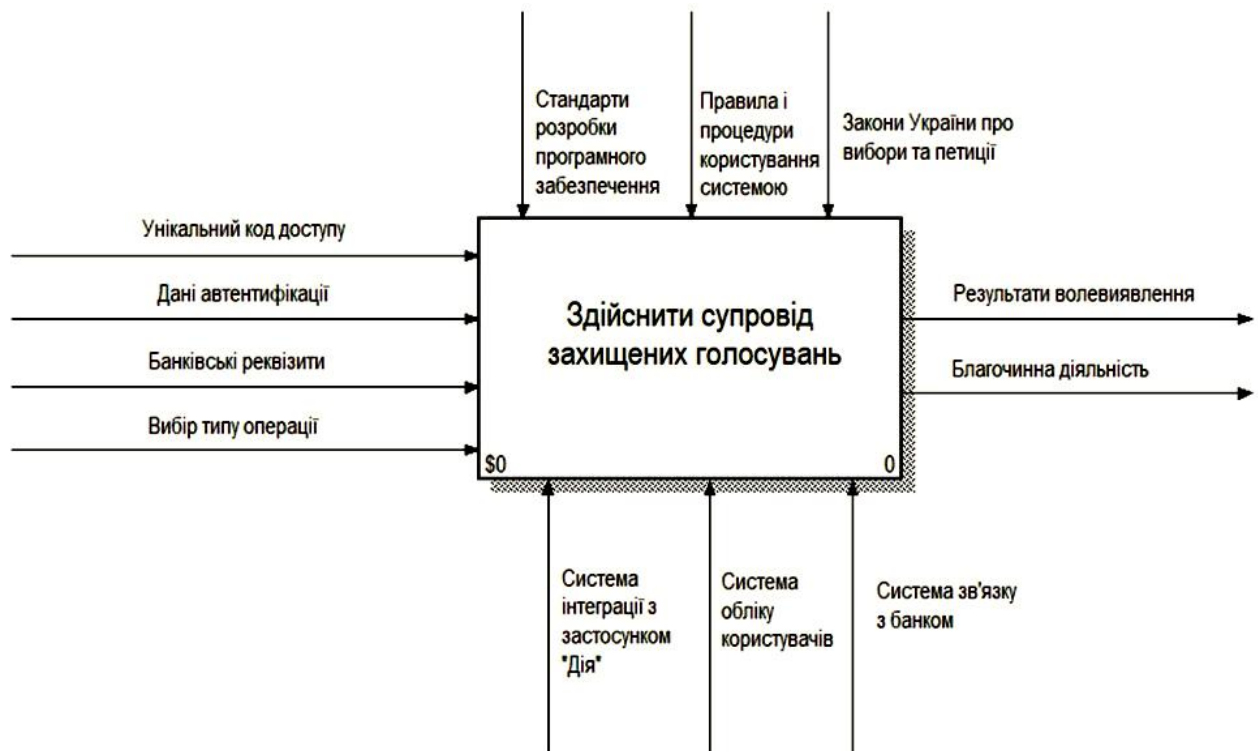


Рис. 2. Контекстна діаграма

Після побудови контекстної діаграми здійснюється декомпозиція її головного процесу – “Здійснити супровід захищених голосувань”, тобто розподіл контекстної IDEF0 діаграми на головні процеси, що відбуваються в системі. Важливо зберігати ієрархічну нумерацію процесів, а також

забезпечити наявність на діаграмі нижчого рівня процесів та накопичувачів даних, з якими є інформаційний зв'язок на діаграмі вищого рівня.

Проведене дослідження показало, що доцільно розширити функціонал системи підтримкою додаткових функцій, а саме можливість створення проєкту/петиції, перерахування коштів на благодійність та безпосередньо проведення голосування. Відтак зазначені процеси відображено на діаграмі декомпозиції (рис. 3).

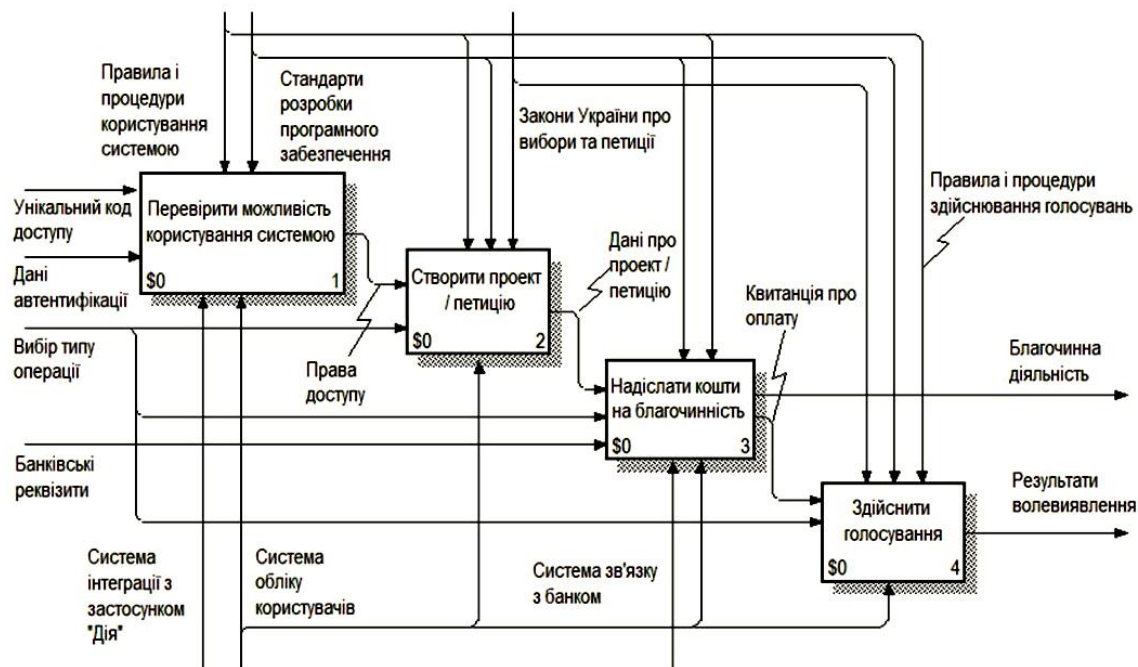


Рис. 3. Деталізована (декомпозиція першого рівня) діаграма IDEF0

Процес “Перевірити можливість користування системою” передбачає надання можливості громадянину користуватися системою, передаючи на вхід унікальний код доступу та дані автентифікації. Вихідні дані – права доступу користувача. З метою реалізації цієї функціональності планується інтеграція із застосунком “Дія” із одночасним використанням системи обліку користувачів. Процес “Створити проєкт/петицію” відповідає за створення проєктів та петицій громадян. Вхідні дані – права доступу на виконання дій у системі та вибір операції. Вихідні дані – дані про проєкт чи петицію. Для цього процесу здійснюється інтеграція з системою обліку користувачів. Процес “Надіслати кошти на благодійність” підтримує операції зі здійснення благодійної діяльності за допомогою ресурсів системи. Для цього застосовано системи онлайн-банкінгу та обліку користувачів. Користувач через додаток може переказати кошти на банківські рахунки. Вхідні дані – інформація про проєкт чи петицію, банківські реквізити, вибір типу операції. Вихідні дані цього процесу – квитанція про оплату. Процес “Здійснити голосування” відповідає за здійснення голосування за допомогою системи. Користувач може проголосувати за кандидата/партію/президента, якщо в цей час в Україні відбуваються вибори. Вихідні дані – результати волевиявлення. Всі процеси реалізуються відповідно до стандартів розроблення програмного забезпечення та описані в правилах і процедурах користування системою.

Як апарат моделювання послідовності дій системи використано мережу Петрі. У загальному випадку просту марковану мережу Петрі можна подати залежністю:  $MN = \{S, T, F\}$ , де  $S = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$  – множина станів мережі;  $T = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  – множина переходів;  $F$  – множина дуг. Мережу Петрі для проєктованої системи наведено на рис. 4.

Призначення кожної позиції та переходів наведено в табл. 1 та 2.

У ході подальших досліджень було проаналізовано поширені засоби та технології для реалізації інформаційної системи супроводу захищених голосувань. Для розроблення клієнтської частини вебзастосунку вибрано мову програмування TypeScript, інтерфейс розроблено за допомогою мови гіпер-

текстової розмітки HTML та доповнення до каскадної таблиці стилів SCSS. Для розроблення клієнтської частини вебзастосунку вибрано фреймворк Angular [23], клієнтську частину мобільного додатка для операційної системи Android розроблено мовою програмування Kotlin, а для операційної системи iOS – мовою Swift. На платформі Node.js розроблена серверна частина застосунку. Для проектування архітектури серверної частини застосунку вибрано стиль REST. Також було прийнято рішення про використання інструменту Docker, щоб уникнути можливих проблем доставки та масштабованості системи на інших пристроях. Хмарним сервісом вибрано платформу Amazon Web Services.

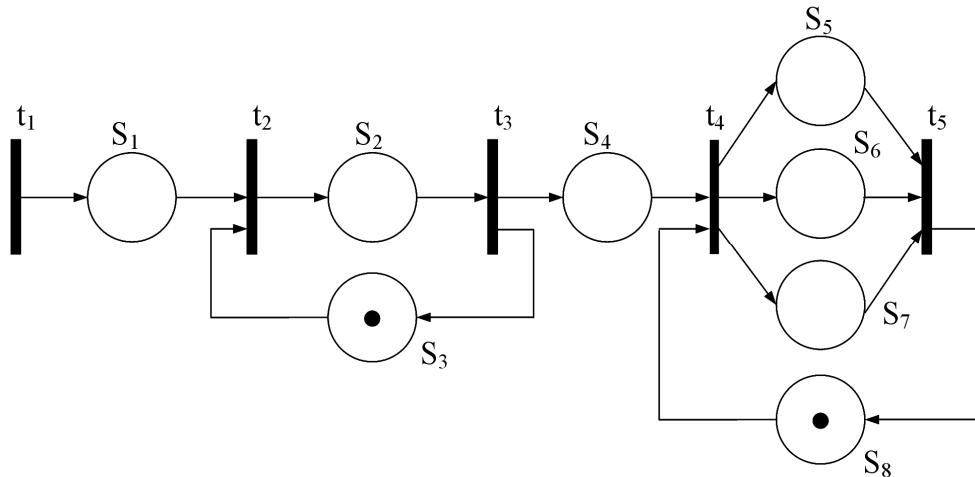


Рис. 4. Мережа Петрі, що ілюструє роботу системи

Таблиця 1

Таблиця позицій мережі Петрі

Позиція	Призначення
$S_1$	Надання дозволу на опрацювання персональних даних
$S_2$	Опрацювання даних системою
$S_3$	Очікування дії користувача
$S_4$	Доступ отримано
$S_5$	Створення проекту/петиції
$S_6$	Здійснення голосування
$S_7$	Надсилання коштів на благодійність
$S_8$	Зміна сервісу

Таблиця 2

Таблиця переходів

Позиція	Призначення
$t_1$	Запустити систему
$t_2$	Початок опрацювання даних автентифікації
$t_3$	Завершення опрацювання даних автентифікації
$t_4$	Вибір типу сервісу
$t_5$	Зберегти дані та завершити роботу системи

Результатом виконаної роботи є інформаційна система супроводу захищених голосувань, що працює у формі прототипу та реалізована у вигляді вебсайта. Розроблений програмний продукт призначений для супроводу захищених голосувань під час проведення виборів, для створення проектів та петицій, які можна підтримати, та благодійної діяльності. Користувачу доступний розділ для здійснення голосування тільки у день проведення місцевих, парламентських та президентських виборів в Україні. Всі інші функції доступні після автентифікації. Функціональні обмеження з'являються тоді, коли користувач не надає інформаційній системі доступу до застосунків "Дія" та відповідного банку-партнера, що необхідно у разі благодійної діяльності.

Робота з інформаційною системою розпочинається із завантаження головної сторінки, на якій за замовчуванням відображається перелік проєктів, за які можна віддати свій голос (рис. 5). Кожен проєкт містить таку інформацію: тема проєкту (категорія, до якої він належить); назва проєкту; кількість зібраних голосів (кількість користувачів, які підтримали проєкт); кількість днів до завершення голосування; кнопка голосування, натискаючи на яку, користувач віддає голос за проєкт.

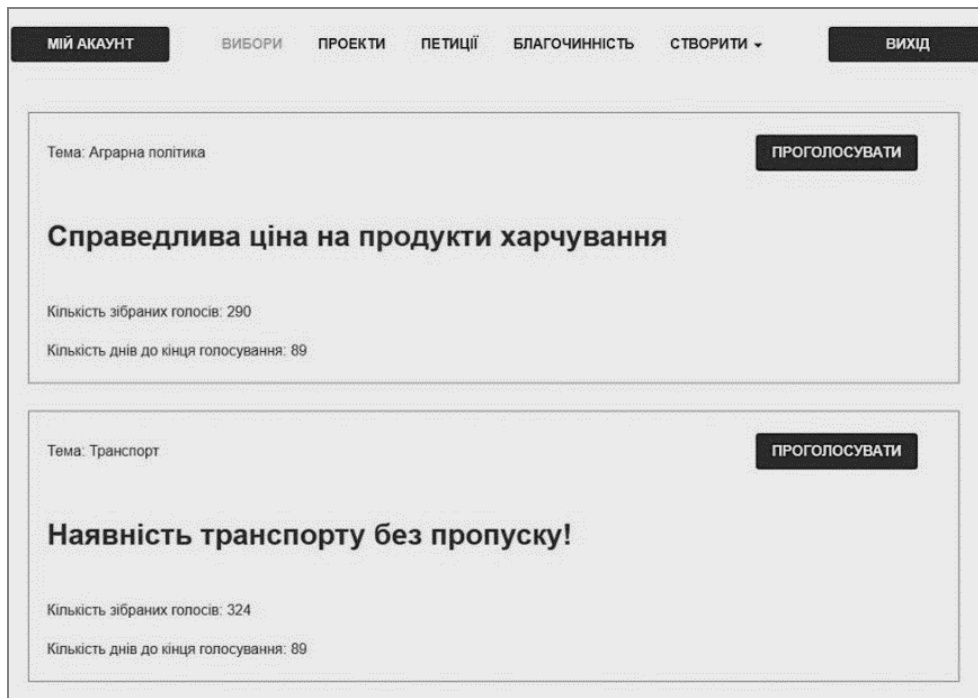


Рис. 5. Сторінка з проєктами на голосування

Подібна структура вікна з петиціями. Сторінка з благодійними організаціями містить перелік організацій, кожна з яких збирає кошти із певною метою. Кожен запис містить таку інформацію: назва благодійної організації, мета організації, кнопка пожертвування, натискаючи на яку, користувач може зробити благодійний внесок (рис. 6).

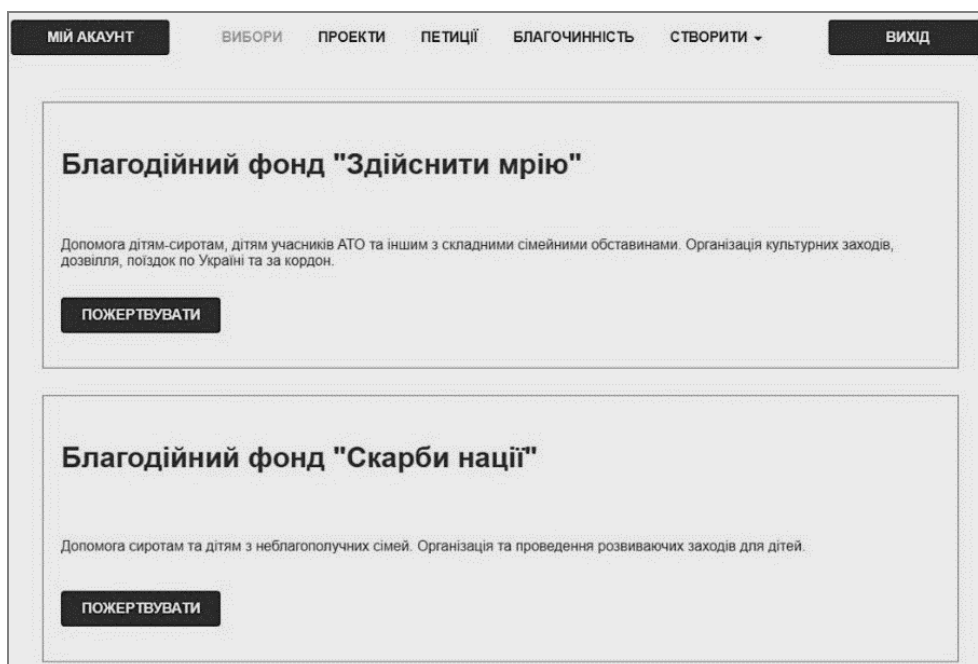


Рис. 6. Сторінка з благодійними організаціями

Також користувач може відобразити сторінку із особистими даними, які заплановано отримувати за допомогою запиту до застосунку “Дія”.

### Висновок

У дослідженні детально описано розроблення та конструювання інформаційної системи супроводу захищених голосувань, що надає можливість здійснювати захищені голосування, незалежно від місця перебування. Проаналізовано відомі криптосистеми, які застосовують для приховання результату волевиявлення, та зроблено вибір на користь схеми Ель-Гамала. Здійснено системний аналіз предметної області та проектування інформаційної системи з використанням методології функціонального моделювання та графічного описання процесів (IDEF0), що дало змогу формалізувати та виконати опис бізнес-процесів. Розроблено алгоритм роботи системи, необхідний для кращого розуміння особливостей роботи зі створеним ресурсом та відображений за допомогою мереж Петрі. Аналіз мережі Петрі дає змогу отримати інформацію про структуру та динамічну поведінку модельованої системи. Описано особливості роботи із інформаційною системою, яка реалізована на поточний момент у вигляді інтернет-ресурсу, подано основні вікна програми, що демонструють особливості створення проекту/петиції та надсилання коштів на благодійність. Результати виконаної роботи у сукупності полягають у деталізованому дослідженні способів та засобів організації захищених голосувань з метою формування ефективного механізму волевиявлення, а також створення методологічного забезпечення для розроблення програмної системи у цій предметній області. Розроблений прототип системи відрізняється від аналогів можливістю здійснювати захищені голосування дистанційно, застосуванням механізму багатофакторної автентифікації, можливістю використання на портативних пристроях, що мають доступ до глобальної мережі інтернет.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розроблення мобільних версій інформаційної системи, їх інтеграцію із застосунком “Дія” та верифікацію роботи.

### Список літератури

1. Сіденко І. Г. (2012). Перспективи впровадження електронного голосування в Україні. Харків. URL: <http://www.kbuara.kharkov.ua/ebook/conf/2012-2/doc/1/12.pdf/>
2. Прищепа Я. (2020). Чому українці не прийшли на вибори. Пояснюють соціологи. URL: <https://susplne.media/74169-sociologi-zasovali-pricini-cerez-aki-ukrainci-ne-pisli-na-vibori/>
3. Hite R. (2004) Electronic Voting Offers Opportunities and Presents Challenges. URL: <https://www.gao.gov/assets/gao-04-766t.pdf>
4. Скільки коштують вибори – українська преса. (2015). URL: [https://www.bbc.com/ukrainian/press\\_review/2015/10/151021\\_press\\_review\\_ko](https://www.bbc.com/ukrainian/press_review/2015/10/151021_press_review_ko)
5. Букраба О. М., Мазепа Ф. С., Карнишов К. Р., Яковенко О. О., Кушніренко Н. І. (2018). Система електронного голосування на основі технології блокчейн. *Системи обробки інформації*, № 4(155). С. 41–46. DOI: 10.30748/soi.2018.155.06.
6. Gritzalis, D. (2003). Secure Electronic Voting. 7th Computer Security Incidents Response Teams Workshop, Springer: Advances in Information Security.
7. Everett, S., Greene, K., Byrne, M., Wallach, D., Derr, K., Sandler, D., Torous, T. (2008). Electronic Voting Machines versus Traditional Methods: Improved Preference, Similar Performance. *Proceedings of Measuring, Business, and Voting*. Florence, Italy. DOI:10.1145/1357054.1357195
8. Bickerstaff, S. (2020). Election Systems and Gerrymandering Worldwide. Springer International Publishing.
9. А ви знаєте, яка вікова категорія вирішила результат місцевих виборів? (2020). URL: <https://rudana.com.ua/uk/news/vy-znayete-yaka-vikova-kategoriya-vyrishyla-rezultat-miscevyh-vyboriv>
10. Турчин Я. Б. (2013). Світовий досвід у реалізації концептуальних засад електронного голосування. Гілея. Київ: ВІР УАН, Вип. 73, С. 308–310.
11. Фоміна С. В. (2012). Поняття та ознаки голосування як стадії виборчого процесу в зарубіжних країнах. *Збірник наукових праць ХНПУ імені Сковороди “Право”*, № 19, С. 188–195.
12. Граціотова Г., Ткач К., Пульча Д. (2021). Впровадження електронних виборів в Україні в умовах пандемії. *Закордонний досвід*. URL: <https://economics.net.ua/files/archive/2020/No5/14.pdf>, doi: 10.15276/ETR.05.2020.2.



13. Дубас О. П. (2011). Електронна демократія: сутність і перспективи розвитку в Україні. *Вісник Держ. академії керівних кадрів культури і мистецтв*. Київ: Міленіум, № 1'2011, С. 187–190.
14. Грицяк Н. В., Соловйов С. Г. (2013). Електронна демократія як механізм політичної взаємодії. Київ: НАДУ. URL: [http://academy.gov.ua/NMKD/library\\_nadu/Monografiy/c25fded6-553e-4264-8a5e-3a14cea16bfc.pdf](http://academy.gov.ua/NMKD/library_nadu/Monografiy/c25fded6-553e-4264-8a5e-3a14cea16bfc.pdf).
15. Готун А. М. (2008). Використання нових інформаційних технологій у виборчому процесі: світовий досвід і практика застосування в Україні. *Вісник Київського нац. ун-ту ім. Т. Шевченка*. Київ: Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, С. 52–57.
16. Концепція “Запровадження системи електронного голосування в Україні”: Проект Закону України від 10.06.2011 року. № 8656. URL: <http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34?id=&pf3511=40636&pf35401=194626>
17. Цифрова держава (2021). URL: <https://plan2.diia.gov.ua/>
18. Chaum, D., Jakobsson, M., Rivest, R., Ryan, P., Benaloh, J., Kutyłowski, M., Adida, B. (2010). *Towards Trustworthy Elections: New Directions in Electronic Voting*. Springer International Publishing.
19. Traverso, G., Demirel, D., Buchmann, J. (2016). *Homomorphic Signature Schemes: A Survey (SpringerBriefs in Computer Science)*. Springer International Publishing.
20. Stinson, D., Paterson, M. (2018). *Cryptography: Theory and Practice*. Chapman and Hall.
21. IDEFO – Function Modeling (2021). URL: [https://www.idef.com/idefo-function\\_modeling\\_method/](https://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/)
22. Маклаков С. В. (2003). Моделирование бизнес-процессів з ALLFusion Process Modeler. *Основи роботи з ALLFusion Process Modeler*. Москва: Диалог МИФИ.
23. Daityari S. Angular vs React vs Vue: Which Framework to Choose. URL: <https://www.codeinwp.com/blog/angular-vs-vue-vs-react/>

## References

1. Sidenko, I. G. (2012). Prospects for the introduction of electronic voting in Ukraine. Kharkiv. Retrieved from: <http://www.kbuapa.kharkov.ua/ebook/conf/2012-2/doc/1/12.pdf>
2. Prischepa, Y. (2020). Why Ukrainians did not come to the polls. Sociologists explain. Retrieved from: <https://suspinne.media/74169-sociologi-zasuvali-pricini-cerez-aki-ukrainci-ne-pisli-na-vibori/>
3. Hite, R. (2004) Electronic Voting Offers Opportunities and Presents Challenges. Retrieved from: <https://www.gao.gov/assets/gao-04-766t.pdf>.
4. How much are the elections – Ukrainian press (2015). Retrieved from: [https://www.bbc.com/ukrainian/press\\_review/2015/10/151021\\_press\\_review\\_ko](https://www.bbc.com/ukrainian/press_review/2015/10/151021_press_review_ko).
5. Bukraba, O. M., Mazepa, F. S., Karnyshov, K. R., Yakovenko, O. O., Kushnirenko, N. I. (2018). Electronic voting system based on blockchain technology. *Information processing systems*, No. 4 (155), 41–46. DOI: 10.30748/soi.2018.155.06
6. Gritzalis, D. (2003). *Secure Electronic Voting. 7th Computer Security Incidents Response Teams Workshop*, Springer: Advances in Information Security.
7. Everett, S., Greene, K., Byrne, M., Wallach, D., Derr, K., Sandler, D., Torous, T. (2008). Electronic Voting Machines versus Traditional Methods: Improved Preference, Similar Performance. *Proceedings of Measuring, Business, and Voting*. Florence, Italy. DOI: 10.1145/1357054.1357195
8. Bickerstaff, S. (2020). *Election Systems and Gerrymandering Worldwide*. Springer International Publishing.
9. Do you know what age category decided the result of the local elections? (2020). Retrieved from: <https://rudana.com.ua/uk/news/vy-znayete-yaka-vikova-kategoriya-vyrishyla-rezultat-miscevyh-vyboriv>.
10. Turchin, Y. B. (2013). World experience in the implementation of the conceptual foundations of electronic voting. Gileya. Kyiv: VIR UAN, Is. 73, 308–310.
11. Fomina, S. V. (2012). Concepts and signs of voting as a stage of the election process in foreign countries. *Collection of scientific works of KhNPU named after Skovoroda “Law”*, No. 19, 188–195.
12. Graciotova, G., Tkach, K., Pulcha, D. (2020) Introduction of electronic elections in Ukraine in a pandemic state. Foreign experience. Retrieved from: <https://economics.net.ua/files/archive/2020/No5/14.pdf>. DOI: 10.15276/ETR.05.2020.2.
13. Dubas, O. P. (2011). Electronic democracy: essence and prospects of development in Ukraine. *Bulletin of the State Academy of Management of Culture and Arts*. Kyiv: Millennium, No. 1'2011, 187–190.
14. Gritsyak, N. V., Solovyov, S. G. (2013). Electronic democracy as a mechanism of political interaction. Kyiv: NAPA. Retrieved from: [http://academy.gov.ua/NMKD/library\\_nadu/Monografiy/c25fded6-553e-4264-8a5e-3a14cea16bfc.pdf](http://academy.gov.ua/NMKD/library_nadu/Monografiy/c25fded6-553e-4264-8a5e-3a14cea16bfc.pdf).

15. Gotun A. M. (2008). The use of new information technologies in the electoral process: world experience and practice in Ukraine. *Bulletin of the Kyiv National University. T. Shevchenko*. Kyiv: Kyiv University Publishing and Printing Center, 52–57.
16. Concept “Introduction of electronic voting system in Ukraine”: Draft Law of Ukraine of June 10, 2011, No. 8656. Retrieved from: <http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc34?id=&pf3511=40636&pf35401=194626>.
17. Digital Power (2021). Retrieved from: <https://plan2.diiia.gov.ua/>
18. Chaum, D., Jakobsson, M., Rivest, R., Ryan, P., Benaloh, J., Kutyłowski, M., Adida, B. (2010). *Towards Trustworthy Elections: New Directions in Electronic Voting*. Springer International Publishing.
19. Traverso, G., Demirel, D., Buchmann, J. (2016). *Homomorphic Signature Schemes: A Survey* (Springer Briefs in Computer Science). Springer International Publishing.
20. Stinson, D., Paterson, M. (2018). *Cryptography: Theory and Practice* Chapman and Hall.
21. IDEF0 – Function Modeling (2021). Retrieved from: [https://www.idef.com/idefo-function\\_modeling\\_method/](https://www.idef.com/idefo-function_modeling_method/)
22. Maklakov, S. V. (2003). *Modeling of business processes with ALLFusion Process Modeler Basics of working with AllFusion Process Modeler*. Moscow: Dialogue of MEFPhI.
23. Daityari, S. *Angular vs React vs Vue: Which Framework to Choose*. Retrieved from: <https://www.codeinwp.com/blog/angular-vs-vue-vs-react/>

## INFORMATION SYSTEM FOR SUPPORTING THE PROCESS OF PROTECTED VOTING

Sofiia Tatchyn<sup>1</sup>, Taras Basyuk<sup>2</sup>

Lviv Polytechnic National University,

<sup>1</sup>sofiia.tatchyn.mitup.2021@lpnu.ua, ORCID 0000-0002-8735-915X,

<sup>2</sup>Taras.M.Basyuk@lpnu.ua, ORCID 0000-0003-0813-0785

**The authors of the article have developed methodological grounds, designed and constructed an information system to implement protected voting. The analysis of the main ways of using information technology in voting area has resulted in the finding that mobile devices with certain software can significantly reduce the number of visits to polling stations, which make political voting much more accessible to people. The authors have designed the information system using a structural approach and design model Data Flow Diagrams (DFD). They have also developed a context diagram of the information system and decomposed its main process to demonstrate ways to convert input into output. Algorithm of work have been presented in the form of a Petri net, also the authors have specified on the tables of positions and transitions of this network for a better understanding of system features. The functional purpose has been presented, the analysis of software tools has been done that allows us to achieve the set goals in designing the system. Verification of work has been carried out which is proved in screenshots of program windows of the system and contents of the main pages has also been described.**

**Key words: electronic voting; information technology; election process; Data Flow Diagram.**