

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea Calculatoare Informatică și Microelectronică**  
**Departamentul Ingineria Software și Automatică**

**Admis la susținere**  
**Șef de departament:**  
**Fiodorov I. dr., conf. univ.**

-----  
„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025

**ANALIZA SISTEMULUI DE VOT ELECTRONIC**

**Teza de master**

**Student:** \_\_\_\_\_ **Zabolotnii Iana, TI-231M**

**Coordonator:** \_\_\_\_\_ **Cernei Irina, asis. univ.**

**Consultant:** \_\_\_\_\_ **Cojocaru Svetlana, lect. univ.**

**Chișinău, 2025**

## REZUMAT

Această lucrare explorează analiza, proiectarea și implementarea unui sistem electronic de vot bazat pe tehnologii avansate, oferind o alternativă modernă și sigură la sistemele tradiționale de votare. Relevanța cercetării este subliniată de nevoia crescută de a îmbunătăți transparența, securitatea și eficiența proceselor electorale, răspunzând astfel provocărilor întâlnite în metodele tradiționale.

Primul capitol este dedicat unei analize aprofundate a sistemelor de vot existente, incluzând atât metodele tradiționale, cât și cele electronice. Sunt discutate problemele specifice sistemelor tradiționale, cum ar fi complexitatea logistică, riscurile de fraudă și dificultățile accesibilității. Totodată, este realizată o comparație detaliată între diferite metode de vot electronic. Analiza are ca scop identificarea celei mai potrivite metode, luând în considerare aspecte precum securitatea, ușurința de utilizare și încrederea publicului. Sunt prezentate studii de caz din țări precum Estonia și Elveția, unde votul electronic a fost implementat cu succes, subliniind lecțiile învățate și provocările rămase.

Al doilea capitol se concentrează pe proiectarea unui sistem electronic de vot realist, cu accent pe integrarea blockchain-ului pentru asigurarea securității datelor și a inteligenței artificiale pentru procesele de autentificare a alegătorilor. Acest capitol detaliază arhitectura sistemului, algoritmi fundamentali care guvernează funcționarea acestuia, precum și măsurile de protecție împotriva fraudelor. Sunt explicate fluxurile de lucru ale proceselor-cheie, cum ar fi înregistrarea alegătorilor, autentificarea și procesul efectiv de votare. În plus, sunt analizate posibilele scenarii de utilizare, oferind o perspectivă practică asupra modului în care sistemul ar putea funcționa în condiții reale.

Al treilea capitol prezintă implementarea prototipului sistemului și demonstrează funcționalitatea acestuia. Prototipul include procesele principale, cum ar fi înregistrarea și autentificarea utilizatorilor, precum și depunerea și procesarea voturilor. Este descrisă metodologia utilizată pentru dezvoltarea prototipului, iar rezultatele sunt analizate pentru a evalua performanța și viabilitatea soluției propuse. Capitolul se încheie cu o demonstrație a prototipului, subliniind modul în care acesta poate răspunde cerințelor unui proces electoral sigur, eficient și transparent.

## АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена анализу, проектированию и реализации электронного голосования, основанного на современных технологиях, как альтернативы традиционным системам голосования. Актуальность исследования обоснована растущей потребностью в повышении прозрачности, безопасности и эффективности избирательных процессов, что позволяет преодолеть проблемы, присущие традиционным методам голосования.

Первая глава посвящена углубленному анализу существующих систем голосования, включая как традиционные методы, так и электронные. Рассматриваются проблемы традиционных систем, такие как организационная сложность, риски фальсификаций и проблемы доступности. Также проводится детальное сравнение различных методов электронного. Анализ направлен на выявление наиболее подходящего метода с учетом таких факторов, как безопасность, удобство использования и доверие граждан. Приводятся примеры из стран, таких как Эстония и Швейцария, где электронное голосование успешно внедрено, с акцентом на уроки, извлеченные из опыта и оставшиеся вызовы.

Вторая глава сосредоточена на проектировании реальной системы электронного голосования, с акцентом на интеграцию блокчейна для обеспечения безопасности данных. В этой главе подробно рассматриваются архитектура системы, основные алгоритмы работы и меры защиты от фальсификаций. Описываются ключевые рабочие процессы, такие как регистрация избирателей, аутентификация и сам процесс голосования. Также рассматриваются возможные сценарии использования, что позволяет получить практическое представление о том, как система будет функционировать в реальных условиях.

Третья глава посвящена реализации прототипа системы и демонстрации его работы. Прототип включает в себя основные процессы, такие как регистрация и аутентификация пользователей, а также подача и обработка голосов. Описана методология разработки прототипа, а результаты анализируются с целью оценки производительности и жизнеспособности предложенного решения. Глава завершается демонстрацией прототипа, подчеркивающей, как система может удовлетворить требования для безопасных, эффективных и прозрачных выборов.

## **ABSTRACT**

This work focuses on the analysis, design, and implementation of electronic voting based on modern technologies, as an alternative to traditional voting systems. The relevance of the research is grounded in the increasing need to enhance transparency, security, and efficiency in electoral processes, addressing the challenges inherent in traditional voting methods.

The first chapter provides an in-depth analysis of existing voting systems, including both traditional methods and electronic solutions. It discusses the problems of traditional systems, such as organizational complexity, risks of fraud, and accessibility issues. A detailed comparison of various electronic voting methods is presented. The analysis aims to identify the most suitable method considering factors such as security, ease of use, and public trust. Examples from countries like Estonia and Switzerland, where electronic voting has been successfully implemented, are provided, with a focus on lessons learned and remaining challenges.

The second chapter focuses on designing a real-world electronic voting system, emphasizing the integration of blockchain for data security and artificial intelligence for voter authentication. This chapter outlines the system architecture, core algorithms, and anti-fraud measures. Key processes such as voter registration, authentication, and the voting process are described in detail. Possible use cases are explored, providing practical insights into how the system will function in real-world conditions.

The third chapter is dedicated to the implementation of the system prototype and its demonstration. The prototype includes the core processes such as user registration, authentication, and vote casting and processing. The methodology of prototype development is discussed, and the results are analyzed to evaluate the performance and viability of the proposed solution. The chapter concludes with a demonstration of the prototype, highlighting how the system can meet the requirements for secure, efficient, and transparent elections.

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>9</b>
<b>1 АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>10</b>
1.1 Актуальность темы.....	10
1.2 Традиционные избирательные системы .....	12
1.3 Устройство электронного голосования.....	14
1.4 Основные модели электронного голосования .....	16
1.5 Технологии блокчейна в голосовании .....	19
1.5 Экономическая эффективность электронного голосования .....	25
1.6 Проблемы и вызовы при внедрении электронного голосования.....	28
<b>2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>31</b>
2.1 Требования к системе .....	31
2.2 Архитектура системы.....	32
2.3 Алгоритм регистрации и аутентификации .....	34
2.4 Алгоритм процесса голосования .....	35
<b>3 РЕАЛИЗАЦИЯ И ДЕМОНСТРАЦИЯ ПРОТОТИПА СИСТЕМЫ.....</b>	<b>39</b>
3.1 Выбор технологий и инструментов.....	39
3.2 Объяснение архитектуры модулей и их кода .....	41
3.3 Развертывание смарт-контрактов .....	43
3.4 Демонстрация работы прототипа.....	44
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>49</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....</b>	<b>50</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В условиях активной цифровой трансформации, охватывающей практически все сферы жизни, избирательные процессы не остаются в стороне. Традиционные системы голосования, основанные на бумажных бюллетенях и физическом присутствии избирателей, демонстрируют целый ряд недостатков. Среди них — уязвимость к фальсификациям, затянутые сроки подсчёта голосов, а также сложности доступа для некоторых категорий граждан. Эти проблемы стали особенно заметны в период пандемии COVID-19, когда посещение избирательных участков представляло угрозу для здоровья населения.

Электронное голосование предлагает эффективное решение этих задач, обеспечивая процесс, который отличается скоростью, доступностью и безопасностью. Однако электронные системы голосования также имеют свои особенности и ограничения, которые требуют детального анализа. В рамках данного исследования будут рассмотрены основные методы электронного голосования, включая их преимущества и недостатки. На основе этого анализа будет выбран оптимальный подход, который станет основой для дальнейшего проектирования и моделирования системы.

Цель работы заключается не только в теоретическом изучении электронного голосования, но и в построении модели системы, включающей описание её архитектуры и ключевых алгоритмов. Основное внимание уделяется алгоритмам регистрации, аутентификации пользователей, а также процессу голосования, которые обеспечивают безопасность и надёжность системы.

Для подтверждения жизнеспособности предложенных решений создаётся прототип системы, демонстрирующий её основные функции. Это позволяет на практике проверить концепцию и проанализировать возможные улучшения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] El Kafhali S., “Blockchain-Based Electronic Voting System: Significance and Requirements”. In: *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 14, no. 4, pp. 34–42, 2023. Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2024/5591147>
- [2] Krimmer R. And Krivonosova I., “New methodology for calculating cost-efficiency of different ways of voting: Is internet voting cheaper?”. In: *Public Money & Management*, vol. 40, no. 3, pp. 205–211, 2020. Режим доступа: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09540962.2020.1732027?scroll=top&needAccess=true#abstract>
- [3] Сравнение процедур в электронном голосовании и голосовании посредством бумажного бюллетенях. Цитирован 05.10.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [valimised.ee/ru/elektronnoe-golosovanie/podrobnee-ob-e-golosakh/sravnenie-procedur-v-elektronnom-golosovanii-i](http://valimised.ee/ru/elektronnoe-golosovanie/podrobnee-ob-e-golosakh/sravnenie-procedur-v-elektronnom-golosovanii-i)
- [4] De Faveri, C.; Moreira, A.; Araújo, J.; Amaral, V., “Towards security modeling of e-voting systems”. In: *Proceedings of the 2016 IEEE 24th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)*, Beijing, China, 12–13 September 2016; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2016; pp. 145–154
- [5] Электронное голосование в Эстонии. Цитирован 05.10.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.valimised.ee/index.php/ru/elektronnoe-golosovanie>
- [6] Blockchain Facts: What Is It, How It Works, and How It Can Be Used. Цитирован 05.10.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
- [7] Berenjestanaki, M.H.; Barzegar, H.R.; El Ioini, N.; Pahl, C., “Blockchain-Based E-Voting Systems: A Technology Review”. In: *Electronics*, vol. 13, no. 1, pp. 1-17, Dec. 2023. Режим доступа: <https://www.mdpi.com/2079-9292/13/1/17>
- [8] Jones D. W., “The evaluation of voting technology”. In: *Secure Electronic Voting*. New York, NY, USA: Springer, 2003, pp. 3–16. Режим доступа: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-0239-5\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-0239-5_1)
- [9] Jafar, U.; Ab Aziz, M.J.; Shukur, Z., “Blockchain for Electronic Voting System—Review and Open Research Challenges”. In: *Sensors* 2021, 21, 5874. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/s21175874>
- [10] Zabolotnii I., “Искусственный интеллект в борьбе с мошенничеством: применение, алгоритмы и преимущества”. In: *Conferința Tehnico-Științifică a Studenților, Masteranzilor și Doctoranzilor*, vol. 1, 2024, pp. 399–402. ISBN 978-9975-64-459-4
- [11] Huang, J.; He, D.; Obaidat, M.S.; Vijayakumar, P.; Luo, M.; Choo, K. R. “The application of the blockchain technology in voting systems: A review”. In: *ACM Comput. Surv. (CSUR)* 2021, 54, 1–28

- [12] S. Ibrahim, M. Kamat, M. Salleh, And Sh. R. Abdul Aziz, “Secure E-voting with Blind Signature”, (NCTT 2003), February 2003, doi: 10.1109/NCTT.2003.1188334
- [13] Шифрование в блокчейне: зачем нужна цифровая подпись. Цитирован 15.11.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.maff.io/media/private\\_public\\_key/](https://www.maff.io/media/private_public_key/)
- [14] Как использовать Ganache для разработки блокчейн-проектов. Цитирован 15.11.2024. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.block-chain24.com/articles/kak-ispolzovat-ganache-dlya-razrabotki-blokcheyn-proektov>
- [15] Создаём, подписываем и отправляем Ethereum транзакцию при помощи web3.js и Ganache проектов. Цитирован 15.11.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/738234/>
- [16] How to Launch Web3 Apps with MetaMask? Цитирован 15.11.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://101blockchains.com/launch-web3-apps-with-metamask/>
- [17] Блокчейн на JavaScript. Цитирован 15.11.2024. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/companies/ruvds/articles/587726/>