

**MINISTERUL EDUCAȚIEI, CULTURII ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII  
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei  
Facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică  
Departamentul Informatică și Ingineria Sistemelor**

**Admis la susținere  
Șef departament:  
Conf. univ., dr. Ion Fiodorov**

\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2021

**Dezvoltarea sistemului electronic de alegeri (e-voting),  
prin implementarea tehnologiei blockchain pentru  
securizarea datelor**

**Teză de master**

**Student: \_\_\_\_\_ (Hîrjeu Anna, TIA-191M)  
Conducător: \_\_\_\_\_ (Ludmila Peca,  
lector univ. mag.)**

**Chișinău, 2021**

## ADNOTARE

### **Hîrjeu Anna. Dezvoltarea sistemului electronic de alegeri (e-voting), prin implementarea tehnologiei blockchain pentru securizarea datelor**

**Chișinău, 2021**

**Structura tezei:** Lucrarea conține adnotări în limbile română și engleză, cuprins, introducere, 3 capitole, concluzii și bibliografie.

**Cuvintele-cheie:** alegeri, electronic, blockchain, securitate, sesiune,

Domeniul de studiu al lucrării reprezintă alegerile din Republica Moldova și electronizarea acestora.

Scopul acestei lucrări a fost stabilit de a dezvolta un sistem care va respecta mai multe aspecte ce țin de ușurința expunerii deciziei, securitatea datelor circulante în procesul de alegeri și infrastructură ce nu va permite fraudalizare a alegerilor.

Obiectivele lucrării sunt compuse din: studierea situației actuale despre sistemele de alegeri utilizate în Republica Moldova; studierea problemei din cadrul sistemelor utilizate; analiza mai multor soluții ce ar putea rezolva problema, bazându-ne pe experiența altor țări; stabilirea soluției și a procesului de dezvoltare; implementarea soluției și a nivelelor de securitate.

Valoarea teoretică a lucrării constă în analiza situației actuale a sistemelor de alegeri din Republica Moldova. Prin urmare, în urma analizei, determinarea problemei de bază și studierea soluțiilor posibile. Soluția aleasă implică analiza tehnologiilor actuale ce permit dezvoltarea unui sistem electronic de alegeri.

Valoarea aplicativă a lucrării constă în aplicarea rezultatelor studiului în funcționalitatea unui sistem electronic de alegeri. Sistemul final reprezintă un sistem intuitiv și ușor de utilizat pentru toți utilizatorii. La fel acesta este unul securizat datorită tehnologiei blockchain și a algoritmului arborelui Merkle.

Sistemul electronic din cadrul tezei de master a fost elaborată utilizând limbajul de programare Java, pentru backend, și limbajul de programare TypeScript pentru frontend, mediul de dezvoltare IntelliJ IDEA, cadrele specifice limbajului, Spring și Hibernate pentru simplificarea modului de lucru și accesului la baza de date, platforma de dezvoltare Angular pentru stilizarea paginilor WEB.

## ANNOTATION

### **Hîrjeu Anna. Development of the electronic election system (e-voting), using blockchain technology for data security**

**Chişinău, 2021**

**Thesis structure:** The thesis contains annotations in Romanian and English language, contents, introduction, 3 chapters, conclusions and bibliography.

**Keywords:** elections, electronic, blockchain, security, Java.

The study domain represents the elections in the Republic of Moldova and their electronicization.

The purpose of this thesis is to develop a system that will respect several aspects related to the ease of presentation of the decision, the data security used in the election process and infrastructure that will not allow election fraud.

The objectives of the thesis are composed of: studying the current situation about the election systems used in the Republic of Moldova; studying the problem within the systems used; analysis of several solutions that could solve the problem, based on the experience of other countries; establishing the solution and the development process; implementation of the solution and security levels.

The theoretical value of the thesis consists in the analysis of the current situation of the election systems in the Republic of Moldova. Therefore, following the analysis, determining the basic problem and studying possible solutions. The chosen solution involves the analysis of current technologies that allow the development of an electronic election system.

The practical value of the paper consists in applying the results of the study in the functionality of an electronic election system. The final system is an intuitive and easy to use system for all users. It is also secure because of blockchain technology and the Merkle tree algorithm.

The electronic system within the master's thesis was developed using the Java programming language, for backend, and the TypeScript programming language for frontend, IntelliJ IDEA development environment, language-specific frameworks, Spring and Hibernate to simplify the way of working and access to the database, Angular development platform for stylizing WEB pages.

## CUPRINS

<b>INTRODUCERE.....</b>	<b>10</b>
<b>1. STUDIUL SISTEMELOR ACTUALE UTILIZATE ÎN ALEGERILE DIN</b>	
<b>REPUBLICA MOLDOVA.....</b>	<b>11</b>
1.1 Procesul de alegeri actual în Republica Moldova.....	11
1.2 Procesul de luare a deciziei prin vot în cadrul instituțiilor de stat din Republica Moldova.....	13
1.3 Procesul de luare a deciziei prin vot în cadrul instituțiilor private din Republica Moldova.....	14
1.4 Situația din Republica Moldova cu privire în ansamblu a cadrului legal, platformelor și instrumentelor disponibile.....	15
1.5 Riscurile tehnice și constrângerile sistemului online de vot.....	19
1.6 Percepția și încrederea cetățenilor din Republica Moldova față de utilizarea tehnologiilor informaționale și a votului prin internet.....	21
1.7 Experiența internațională a implementării votului electronic.....	22
1.7.1 Estonia .....	22
1.7.2 Elveția .....	26
1.8 Planificarea soluției problemei cercetate.....	27
<b>2. ANALIZA TEHNOLOGIEI CE VA RĂSPUNDE DE SIGURANȚA PROCESULUI DE</b>	
<b>ALEGERI ȘI A DATELOR PROCESATE.....</b>	<b>28</b>
2.1 Definierea tehnologiei Blockchain.....	28
2.2 Structura de depozitare într-un blockchain.....	29
2.3 Concepte cheie ale tehnologie.....	30
2.3.1 Descentralizarea.....	30
2.3.2 Transparență.....	31
2.4 Siguranța pe care o oferă tehnologia.....	32
2.5 Modalitățile de utilizare.....	33
2.5.1 Vot.....	33
2.5.2 Bancă și finanțe.....	33
2.5.3 Valută.....	34

2.5.4 Sănătate.....	35
2.5.5 Înregistrările proprietății.....	35
2.5.6 Contracte inteligente.....	35
2.6 Avantajele și dezavantajele tehnologiei Blockchain.....	36
2.6.1 Avantaje ale Blockchain.....	36
2.6.2 Dezavataje ale Blockchain.....	39
2.7 Algoritmul arborelui Merkel.....	40
<b>3. ELABORAREA SISTEMULUI ELECTRONIC DE ALEGERI ȘI TESTAREA</b>	
<b>ACESTUIA.....</b>	<b>43</b>
3.1. Descrierea tehnologiilor ce stau la baza creării unui sistem electronic de alegeri .....	43
3.1.1. Descrierea mediului de dezvoltare a aplicației de autoservire.....	43
3.1.2. Analiza tehnologiilor de baza utilizate pentru elaborarea sistemului electronic de alegeri.....	47
3.2. Descrierea funcționalităților unui sistem electronic de alegeri .....	49
3.3. Baza de date utilizată de către sistem.....	49
3.4. Descrierea scenariilor de utilizare a sistemului de autoservire creat .....	52
3.4.1. Scenarii de utilizare a sistemului electronic de alegeri pentru administrator.....	52
3.4.2. Scenarii de utilizare a sistemului electronic de alegeri pentru alegător .....	53
3.4.3. Scenarii de utilizare a sistemului electronic de alegeri pentru candidat .....	54
3.5. Testarea sistemului creat.....	55
3.6. Modalități de îmbunătățire a sistemului de alegeri creat.....	70
<b>CONCLUZII.....</b>	<b>72</b>
<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>73</b>

## INTRODUCERE

Deseori suntem supuși procesului de luare a unei decizii în legătură cu anumite activități, fie ele la nivel de țară, sau fie la nivel de organizație din care facem parte. În mare parte, acestea sunt confidențiale, respectiv securitatea procesului de luare a deciziei trebuie să fie la un nivel înalt.

Sistemele de alegeri utilizate în Republica Moldova, în unitățile de stat, sunt sisteme vechi, în mare parte prin intermediul votului pe hârtie. În grupuri mai mici, organizații private, sunt utilizate diferite instrumente a căror securitate lasă de dorit. Acestea în ansamblu formează o problemă destul de gravă, ce cuprinde în sine securitatea joasă a datelor utilizatorilor și fraudalizarea oricărui tip de alegeri, fără depistarea acestui fapt.

Scopul acestei lucrări este de a dezvolta un sistem care va respecta mai multe aspecte ce țin de ușurința expunerii deciziei, securitatea datelor circulante în procesul de alegeri și infrastructură ce nu va permite feudalizare a alegerilor.

Obiectivele acestei lucrări sunt:

- Studierea situației actuale despre sistemele de alegeri utilizate în Republica Moldova;
- Studierea problemei din cadrul sistemelor utilizate;
- Analiza mai multor soluții ce ar putea rezolva problema, bazându-ne pe experiența altor țări;
- Stabilirea soluției și a procesului de dezvoltare;
- Implementarea soluției și a nivelelor de securitate.

Această lucrare va culmina cu o soluție pentru problema determinată, și anume prin implementarea unui sistem modernizat de alegeri, un sistem de vot electronic, un program universal sigur, care ne va permite să creăm și să începem sesiuni de vot independent de subiecte și mai multe condiții.

Utilizatorii acestui sistem vor fi companii, grupuri specifice, guvern, orice persoană care are nevoie de un sistem de vot securizat, care să garanteze confidențialitatea votului.

## BIBLIOGRAFIE

1. Codul electoral al Republicii Moldova: nr. 1381-XIII din 21.11.97. Publicat: 08.12.1997 în *Monitorul Oficial* Nr. 81, art. Nr: 667. Republicat la 29.12.2017, *Monitorul Oficial* nr. 451-463, art. 768, în temeiul art.III, alin. (2), lit.d) al Legii nr.154 din 20.07.2017 – *Monitorul Oficial al Republicii Moldova*, 2017, nr.253-264, art.422.
2. *Știri.md*: Alegeri 2020: Cele 15 încălcări documentate de polițiști până acum. [citat 02.03.2021] Disponibil: <https://stiri.md/article/social/alegeri-2020-cele-15-incalcari-documentate-de-politisti-pana-acum>
3. *Gov.md*: Încă 43 de sate vor avea puncte de acces la fibra optică. [citat 28.02.2021] Disponibil: <https://gov.md/en/content/another-43-villages-moldova-have-fiber-optic-access-spots>
4. LEGE Nr. 101 din 15.05.2008 cu privire la Concepția Sistemului informațional automatizat de stat “Alegeri”. Publicat : 04.07.2008 în *Monitorul Oficial* Nr. 117-119 art Nr : 457. [citat 28.02.2021] Disponibil: <http://lex.justice.md/index.php?action=view&view=doc&lang=1&id=328369>
5. NICORICI, Dan, LUPAȘCU, Mihai. *Cum votăm sigur: este votul electronic posibil în Moldova?* [citat 01.03.2021] Disponibil: <https://cpr.md/2020/12/31/cum-votam-sigur-este-votul-electronic-posibil-in-moldova/>
6. NICORICI, Dan. *Votul electronic în Parlament și în consilii: transparență și responsabilitate.* [citat 01.03.2021] Disponibil: <https://cpr.md/2019/12/18/votul-electronic-in-parlament-si-in-consilii-transparenta-si-responsabilitate/>
7. CONWAY, Luke. *Blockchain explained.* [citat 02.04.2021] Disponibil: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp>
8. TOTH, Ludovic Andreas. *Tehnologia Blockchain.* [citat 02.04.2021] Disponibil: <https://www.todaysoftmag.ro/article/2469/tehnologia-blockchain>
9. KAHLERT, Roland, Marc van den Bogaard. *Blockchain for java developers: how to build a blockchain in java.* [citat 06.05.2021] Disponibil: <https://blockchainconf.net/blog/java/blockchain-java-developers-build-blockchain-java/>
10. *Ico.li* How do blockchain networks validate data? [citat 06.05.2021] Disponibil: <https://ico.li/blockchain-validate-data/>

11. PITT, David. *Blockchain Implementation With Java Code* [citat 06.05.2021]  
Disponibil: <https://keyholesoftware.com/2018/04/10/blockchain-with-java/>
12. G2.com. Best Java Integrated Development Environments (IDE). [citat 07.05.2021]  
Disponibil: <https://www.g2.com/categories/java-integrated-development-environments-ide>
13. *IntelliJ IDEA*. [citat 08.05.2021] Disponibil:  
<https://www.jetbrains.com/idea/download/#section=windows>
14. *IntelliJ IDEA*. [citat 08.05.2021] Disponibil:  
<https://www.jetbrains.com/idea/features/>
15. ÖZLÜ, Ahmet. *Mastering REST Architecture — REST Architecture Details* [citat 08.05.2021] Disponibil: <https://ahmetozlu93.medium.com/mastering-rest-architecture-rest-architecture-details-e47ec659f6bc>
16. FRANKENFIELD, Jake. Merkle Tree. [citat 10.05.2021] Disponibil:  
<https://www.investopedia.com/terms/m/merkle-tree.asp>