

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru  
Cercetare și Dezvoltare \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2021

AVIZAT

Secția AȘM \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2021

## RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

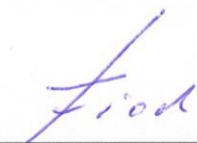
privind implementarea proiectului din cadrul Programului de Stat (2020-2023)

„Modele, algoritmi și tehnologii de conducere,  
optimizare și securizare a sistemelor Ciber- Fizice”

20.80009.5007.26

Prioritatea Strategică V, „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

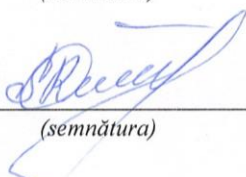
Conducătorul proiectului Dr. Ion FIODOROV  
(numele, prenumele)

  
\_\_\_\_\_  
(semnătura)

Rector U.T.M. dr. hab. Viorel BOSTAN  
(numele, prenumele)

  
\_\_\_\_\_  
(semnătura)

Consiliul științific UTM dr. hab. Vasile TRONCIU  
(numele, prenumele)

  
\_\_\_\_\_  
(semnătura)



Chișinău 2021

### 1. Scopul etapei anuale conform proiectului depus la concurs

Metode, algoritmi și tehnici de sinteză, conducere, optimizare și securizare a sistemelor ciber-fizice.

### 2. Obiectivele etapei anuale

1. Elaborarea/ adaptarea/ dezvoltarea de metode, concepte, arhitecturi și modele de securitate informatică în Republica Moldova.
2. Identificarea/ crearea de modele inteligente de instruire personalizată, adaptate la necesitățile naționale.
3. Metode, algoritmi și tehnici de sinteză, conducere și optimizare a sistemelor ciber-fizice.

### 3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Crearea primei tranșe a sitului Web INFOSEC de informare diferențiată a agenților economici și a populației privind pericolele, vulnerabilitățile, mijloacele și activitățile cu securizarea informatică, inclusiv: colectare materiale; elaborare concept, arhitectură, interfețe, bază de date, programe, pagini Web; lansare. Crearea primei tranșe a platformei extensibile SECIM. Elaborarea/adaptarea/dezvoltarea unor module SECIM, ținând cont de prioritățile determinate la etapa anterioară. Elaborarea conceptului sistemului de modele SIMOSI. Elaborarea unor modele ale sistemului SIMOSI. Implementarea de module SECIM în cadrul sistemului SIMOSI.

2. Elaborarea modelelor inteligente de instruire personalizată. Se vor studia cele mai recente și apropiate tehnici de învățare automată (machine learning) cu aplicabilitate în procesele educaționale la nivel internațional. Se vor identifica cele care pot fi adaptate la necesitățile naționale. Se vor adopta, modifica, crea după caz și necesități tehnici pentru a obține rezultate optime.

3. Se vor cerceta și adapta metode moderne de sinteză a algoritmilor tipizați de conducere automată (PID) și cu reprezentare în spațiul stărilor și/sau se vor elabora noi algoritmi de conducere adaptivă/ robustă/ inteligentă și de optimizare a sistemelor eterogene complexe și distribuite. Se vor analiza și aprecia performanțele sistemelor automate, atât convenționale, cât și cu reprezentare în spațiul stărilor, proiectate după metodele și algoritmi elaborați, în comparație cu alte metode, în prezent pe larg utilizate: Ziegler-Nichols, Coon; Optimizării Parametrice, Polilor Dominanți etc.

4. Vor fi descrise modelele probabiliste noi ale fiabilității rețelelor mixte: serial-paralele și paralel-seriale în următoarele variante:

a) numărul de subrețele și numărul de unități în subrețele sunt **constante**;

b) numărul de subrețele este **constant** iar numărul de unități în subrețele este **aleatoriu**.

Vor fi deduse formule și descriși algoritmi pentru calcularea și cercetarea fiabilității rețelelor în variantele descrise mai sus. În baza algoritmilor elaborați va fi rezolvată problema alegerii

(configurației) rețelei celei mai fiabile.

#### 4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei anuale

1. Au fost studiate un șir de publicații și standarde de securitate informatică, inclusiv CWE, CERT, PA DSS și OWASP. Au fost analizate:

a) *tipurile actuale de vulnerabilități și modalitățile de exploatare a lor, inclusiv prin intermediul scannerelor Nessus, OpenVAS, QualisGuard, GFI LANGuard, Retina, Nikto, w3af, Paros, BurpSuite, WebScarab, DirBuster, Spike, Peach, Sulley și JBroFuzz;*

b) *mai multe platforme educaționale în securitatea informatică, inclusiv Cyberbit, picoCTF, cyberEDU și RoCSC.*

A fost efectuată analiza comparativă a unor produse comerciale și, de asemenea, a unor produse cu sursă deschisă de detectare a intruziunilor și de prevenire a intruziunilor. Au fost efectuate cercetări privind șase module SECIM.

2. Au fost studiate diverse tehnici de învățare automată (machine learning) cu aplicabilitate în procesele educaționale la nivel național și internațional. A fost realizată colectarea datelor referitor la implementarea modelelor inteligente de instruire personalizată. Datele au fost prelucrate, după care analizate și antrenate pentru generarea modelelor educaționale.

3. Au fost cercetate un șir de metode moderne de sinteză a algoritmilor tipizați de conducere automată (PID) și cu reprezentare în spațiul stărilor și s-au elaborat noi algoritmi de conducere adaptivă/robustă/inteligentă și de optimizare a sistemelor automate complexe în baza criteriului gradului maximal de stabilitate și a algoritmului genetic. Algoritmii dezvoltați au fost verificați și testați în pachetul de programe Matlab Simulink. Au fost analizate și apreciate performanțele sistemelor automate, atât convenționale, cât și cu reprezentare în spațiul stărilor, proiectate după metodele și algoritmii elaborați, în comparație cu alte metode, în prezent pe larg utilizate: Ziegler-Nichols, Coon; Optimizării Parametrice, Polilor Dominanți etc. Pentru verificarea metodelor și algoritmilor dezvoltați este elaborat un sistem inteligent de sădire și îngrijire a culturilor agricole.

4. Au fost identificate și descrise patru variante de modele dinamice ale fiabilității rețelelor de tipul serial-paralel și paralel-serial. Au fost obținute formule analitice pentru calcularea fiabilității rețelelor în variantele:

a) *numărul de subrețele și numărul de unități în subrețele sunt constante;*

b) *numărul de subrețele este constant, iar numărul de unități în subrețele este aleatoriu;*

c) *numărul de subrețele este aleatoriu, iar numărul de unități în subrețele este constant;*

d) *numărul de subrețele și numărul de unități în subrețele este aleatoriu. Au fost identificate condițiile suficiente ca rețelele de tip serial-paralel să fie mai fiabile decât rețele de tip paralel-serial.*

#### 5. Rezultatele obținute.

**5.1** A fost formalizată problema, alcătuit algoritmul, elaborată aplicația informatică SIMSEC și efectuate calcule privind prioritizarea măsurilor de securitate informatică în cadrul întreprinderilor/organizațiilor/instituțiilor. Calculele efectuate au confirmat actualitatea și utilitatea ipotezelor aferente și a aplicației SIMSEC.

Au fost elaborate recomandări privind implementarea soft-ului specializat cu licență liberă de detectare și prevenire a intruziunilor Snort. Acesta efectuează înregistrarea, analiza și căutarea de conținut, fiind utilizat pe scară largă pentru a bloca activ sau a detecta pasiv o serie de atacuri și scanări.

Au fost elaborate recomandări specifice ce țin de recuperarea datelor în caz de incidente de securitate informatică. Au fost specificate strategiile de recuperare și recomandate punctele de reper în alegerea periodicității de generare a copiilor de rezervă a datelor prin determinarea obiectivelor de recuperare (RTO și PRO).

A fost elaborat chestionarul „Structurarea procesului de gestionare a vulnerabilităților în companiile din Republica Moldova”, care urmează să fie lansat pentru a se obține imaginea exactă a procesului respectiv în Republica Moldova și a defini recomandările de rigoare.

Este creat produsul „Sistem de notificare a vulnerabilităților bazat pe resursele informatice existente”. Fiecare notificare conține atât informații despre vulnerabilitatea nou apărută, cât și recomandări de remediere a acesteia. Sistemul oferă posibilitatea de a genera rapoarte, ceea ce poate fi util pentru utilizatorii ordinari și foarte util pentru administratorii de sisteme. Sistemul conține o aplicație client prin care utilizatorii pot configura notificările și un API prin care sistemul poate fi integrat cu alte soluții, astfel facilitând integrarea în cadrul sistemului SIMOSI pe baza platformei SECIM.

Este dezvoltată platforma UTMCTF de instruire și desfășurare a concursurilor de securitate în format CTF. Aceasta facilitează instruirea în securitatea informatică și organizarea de concursuri în domeniu. Un asemenea concurs a fost realizat în anul de raportare.

Este elaborat conceptul sistemului de modele SIMOSI, inclusiv a fost definit un set de criterii, în baza căruia a fost efectuată clasificarea preliminară a beneficiarilor acțiunilor de securitate informatică. Au fost constituite modelele de securitate informatică a două categorii de beneficiari.

Este instalată și configurată resursa <https://secim.isa.utm.md> ca - platforma SECIM (prima tranșă). Se implementează primele module SECIM pe platforma SECIM.

Este creată prima tranșă a sitului Web INFOSEC (<https://www.infosec.utm.md>) de informare diferențiată a agenților economici și a populației privind pericolele, vulnerabilitățile, mijloacele și activitățile cu securizarea informatică. În cadrul sitului Web pot fi accesate așa informații în domeniul securității informatice ca: ghiduri și recomandări; instrumente la domiciliu și pentru companii mici, medii și mari; incidente; cărți, reviste și articole; indicatori de securitate informatică; statistici; sondaje; acte normative; referințe către unele portaluri utile în domeniu ș.a. Periodic, situl Web se completează cu noi informații aferente.

**5.2** În baza datelor colectate au fost generate trei modele educaționale fiabile. S-a pus accent, în special, pe identificarea emoțiilor în procesul educativ. În baza modelelor educaționale obținute, în

urma evaluării acestora și a cercetărilor realizate pentru tehnicile de învățare automată, s-a realizat un model inteligent de instruire personalizată. Modelul prevede evaluarea atenției și identificarea emoțiilor de bază în funcție de diferite evenimente în procesul educațional bazat pe material digital. Modelul de instruire este în proces de implementare în cadrul unei aplicații educaționale pentru copii.

**5.3** A fost dezvoltat algoritmul de sinteză a reguletoarelor în spațiul stărilor în baza criteriului gradului maximal de stabilitate, utilizând algoritmul genetic. În baza algoritmului propus, se caută valoarea gradului maximal de stabilitate, în conformitate cu care se calculează valorile vectorului de control al regulatorului în spațiul stărilor.

A fost dezvoltat algoritmul de auto-acordare a regulatorului PID la sistemele de ordinul doi. Algoritmul propus de auto-acordare a fost dezvoltat în baza criteriului gradului maximal de stabilitate, criteriu care oferă sistemului automat proiectat un grad înalt de stabilitate, performanțe și robustețe ridicată. În conformitate cu algoritmul propus, regulatorul PID se acordează în dependență de parametrii ce caracterizează procesul, care pot fi determinați din răspunsul indicial al sistemului deschis. Pentru a demonstra eficacitatea algoritmului propus a fost efectuată simularea pe calculator, iar rezultatele obținute au fost comparate cu metoda Haeri, metoda gradului maximal de stabilitate cu iterații și metoda optimizării parametrice.

S-a efectuat analiza comparativă a metodelor de sinteză a algoritmului de reglare PID la:

a) Modelul obiectului cu astatism de gradul doi:

$$H(s) = \frac{1}{Ts^2} = \frac{k}{s^2}.$$

b) Modelul obiectului cu astatism de gradul doi și inerție:

$$H(s) = \frac{k}{s^2(Ts+1)} = \frac{k}{Ts^3+s^2} = \frac{k}{a_0s^3+a_1s^2}.$$

c) Modelul obiectului cu astatism de gradul unu și timp mort:

$$H(s) = \frac{ke^{-ds}}{Ts}.$$

d) Modelul obiectului cu astatism de gradul doi, inerție și timp mort:

$$H(s) = \frac{ke^{-ds}}{s^2(Ts+1)} = \frac{ke^{-ds}}{Ts^3+s^2} = \frac{ke^{-ds}}{a_0s^3+a_1s^2}.$$

În practica automatizării proceselor industriale și tehnologice, dinamica diverselor instalații tehnice și a proceselor conduse este descrisă cu astfel de modele de obiecte. Sistemele cu elemente de transfer cu timp mort nu au realizări sistemice finit dimensionale, dar au un număr infinit de poli-zero-uri. Aceste modele pot fi aproximate cu forme raționale cunoscute, ca aproximații Pade cu fază minimă și neminimă. S-au analizat metodele care pot fi aplicate pentru acordarea algoritmilor de conducere la aceste tipuri de modele ale proceselor. Se propun metodele analitică și cu iterații de acordare a regulatorului PID, în baza criteriului gradului maximal de stabilitate, unde componenta timpului mort se aproximează cu aproximații Pade cu fază neminimă.

Au continuat lucrările de proiectare a sistemul inteligent de cultivare și monitorizare a culturilor agricole. Sistemul dat este un sistem complex, care include un șir de subsisteme (Fig. 1): sistemul de deplasare pe trei axe; sistemul de reglare automată a temperaturii; sistemul inteligent de recunoaștere și procesare a imaginilor culturilor agricole în miniseră; sistemul de reglare automată a umidității solului și procesare a imaginilor culturilor agricole; sistemul de reglare automată a umidității solului.

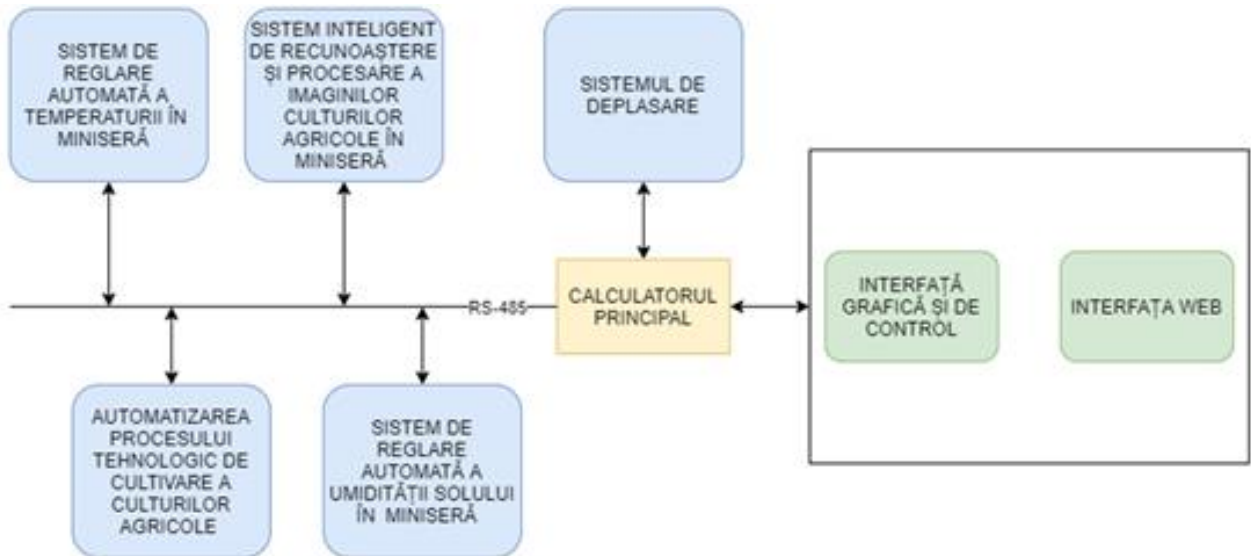
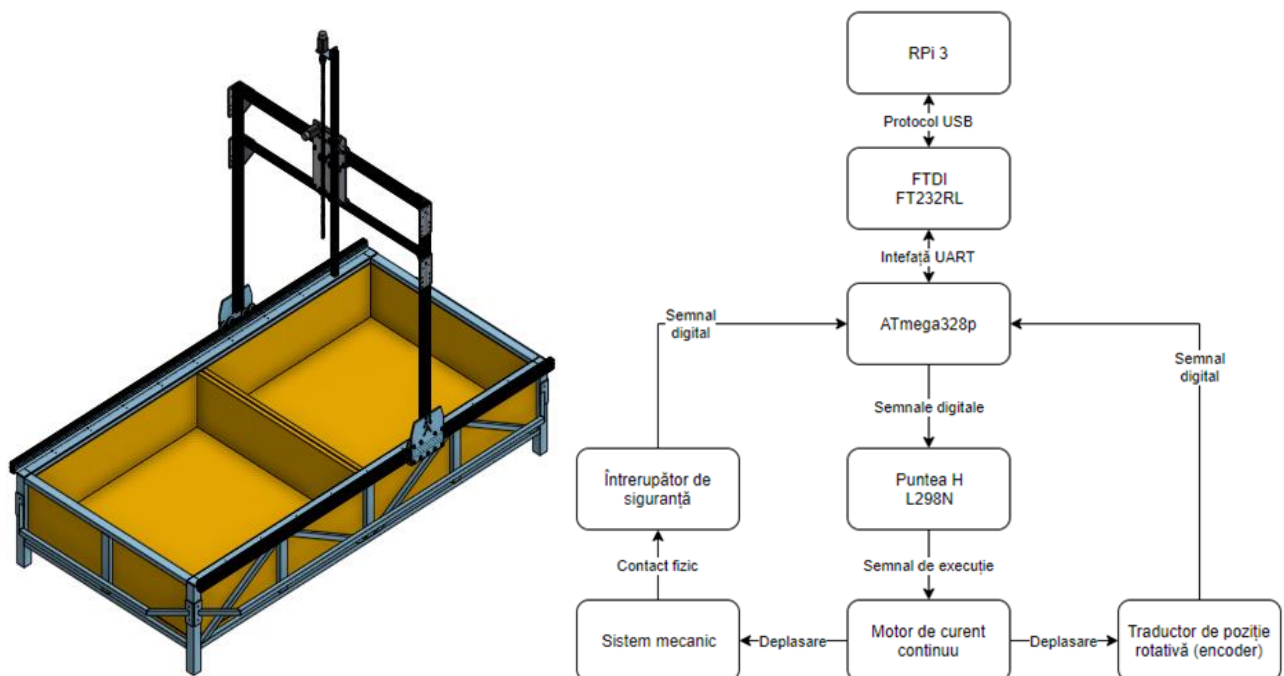


Figura 1. Schema bloc-structurală a sistem inteligent de cultivare și monitorizare a culturilor agricole.

Nucleul de conducere al sistemului este reprezentat de două unități logice de control (Figura 2): mini-computerul Raspberry Pi 3 (RPi 3) și microcontrolerul Atmega328P. RPi 3 este responsabil de implementarea algoritmilor generali de control a sistemului și de executarea legăturii dintre sistem și interfața grafică. Microcontrolerul ATmega328P este responsabil de conducerea motoarelor de curent continuu.



a)

b)

Figura 2. Sistem inteligent de cultivare și monitorizare a culturilor agricole:

a) *modelul 3D al structurii mecanice;*

b) *schema bloc-structurală a sistemului de deplasare.*

Deplasarea se efectuează prin intermediul motoarelor de curent continuu „Faulhaber 23421012CR”. De asemenea, se utilizează diverse componente electronice pentru control și comunicare. Pentru monitorizarea deplasării se utilizează traductoare de poziție rotative (encodere).

Algoritmii de reglare a temperaturii, umidității solului și de poziționare pe trei axe au fost sintetizați în baza metodelor elaborate în cadrul proiectului, utilizând limbajul de programare C și implementați pe microcontroler.

**5.4** Fiabilitatea rețelelor de tip  $A$ =serial-paralel sau de tip  $B$ =paralel-serial, chiar dacă este bine studiată, mai ales prin prisma modelelor statice, a revenit în actualitate, prin prisma modelelor dinamice. Aceasta se explică prin faptul că astfel de rețele se întâlnesc frecvent în calitate de subrețele ale unor rețele mai complexe ca structura/topologie. Prin urmare este actuală întrebarea (problema), în ce condiții un tip de rețea e mai fiabil decât celalalt tip. Răspuns la aceasta întrebare poate fi obținut doar în baza unor formule corespunzătoare de calcul a fiabilității.

Deoarece modelul matematic dinamic este determinat de funcția de distribuție (f.d.) a duratei vieții unităților rețelei, dar și de caracterul aleator sau nu al numărului de subrețele și de unități în subrețele, au fost analizate 4 variante, de fapt, 8 clase de modele. Acestea sunt cazurile când f.d. a duratelor vieții, fiind variabile aleatoare independente, identic distribuite:

a) *numărul de subrețele și numărul de unități în subrețele sunt constante;*

b) *numărul de subrețele este constant iar numărul de unități în subrețele este aleatoriu;*

c) *numărul de subrețele este aleatoriu iar numărul de unități în subrețele este constant;*

d) *numărul de subrețele și numărul de unități în subrețele sunt aleatorii.*

Rezultatele cercetării respective se bazează pe presupunerea că numărul de subrețele și numărul de unități în subrețele sunt variabile aleatoare de clasa Power Series Distributions (PSD), independente între ele, dar și independente de duratele de viață ale unităților.

Pentru modelele probabiliste în variantele a)-b) au fost obținute următoarele rezultate:

1) Cercetarea modelelor descrise mai sus au arătat că durata vieții rețelei de tip  $A$  reprezintă o variabilă aleatoare  $X$  de forma PSD

$$X = \min(\max(X_1, X_2, \dots, X_{N1}), \max(X_1, X_2, \dots, X_{N2}), \dots, \max(X_1, X_2, \dots, X_{NM})),$$

iar durata vieții rețelei de tip  $B$  reprezintă o v.a.  $Y$  de forma

$$Y = \max(\min(X_1, X_2, \dots, X_{N1}), \min(X_1, X_2, \dots, X_{N2}), \dots, \min(X_1, X_2, \dots, X_{NM})),$$

unde  $M$  este numărul subrețelor,  $P(M > 1) = 1$  și  $N_1, N_2, \dots, N_M$  sunt numerele de unități în fiecare subrețea.

2) Formulele de calcul obținute pentru fiecare clasă a)-d) de modele conduc, de fapt, la introducerea a 8 clase noi de distribuții probabiliste, notate precum urmează:

a)  $X \sim \min(\max), Y \sim \max(\min);$

b)  $X \sim \min(\max-PSD), Y \sim \max(\min-PSD);$

- c)  $X \sim \min(\max)\text{-PSD}$ ,  $Y \sim \max(\min)\text{-PSD}$ );  
 d)  $X \sim \min(\max\text{-PSD})\text{-PSD}$ ,  $Y \sim \max(\min\text{-PSD})\text{-PSD}$ .

- 3) Drept consecință, formulele de calcul ale fiabilității rețelelor de tip A și B coincid cu “cozile distribuțiilor” de la punctul 2.
- 4) A fost demonstrat că proprietatea unui tip de rețele de a fi mai fiabil decât celalalt tip de rețele nu depinde de f.d. a duratei vieții fiecărei unități din rețea, indiferent de clasa de modele a)-d).
- 5) A fost demonstrat matematic că dacă numărul de subrețele  $M$  este mai mare ca unu (cu probabilitatea 1) iar numerele de unități în subrețele satisfac condiției  $P(N_I > M) = \dots = P(N_M > M) = 1$ , atunci rețele de tip serial-paralel sunt mai fiabile decât rețele de tip paralel-serial. În caz contrar situația se schimbă, dar rămânând confuză.
- 6) Rezultatele analitice menționate la punctul 5 au fost confirmate și graphic pe o multitudine de cazuri particulare ale modelelor de tip a)-d).

## 6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații

### 6.1. Monografii

- 1) BOLUN, I. *Paradoxes and favoring in apportionments*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021. 214 p. ISBN 978-620-4-19960-3. Disponibil: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/paradoxes-and-favoring-in-apportionments/isbn/978-620-4-19960-3>)

### 6.2. Capitle în monografii naționale/internaționale

- 2) BOLUN, I.T. Generating of linear divisor methods' full favoring apportionments. In: BOLUN, I.T., BURENNIKOVA, N.V., LVOVICH, Y.E., KOSYCHENKO, O., PREOBRAZHENSKIY, A.P. et al. *Innovative economics and management in the modern world*. Monographic series "European Science". Karlsruhe, Germany, 2021. Book 4, part 11, pp. 139-149. ISSN 2709-2313. ISBN 978-3-949059-21-6. DOI: 10.21893/2709-2313.2021-04-11. Disponibil: <https://www.sworld.com.ua/monoge3/mge3-11.pdf>  
<https://www.sworld.com.ua/index.php/kongress/collectiv-monograf/arhiv-mono-ua/apr2021>

### 6.3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale

- 3) CIORBĂ, Dumitru. Culegerile de materiale a 10-ei Conferințe Internaționale de Electronică, Comunicații și Calculatoare (*"Electronics, Communications and Computing"*) /IC-ECCO-2021, organizată în cadrul Universității Tehnice a Moldovei, în perioada 21-22 octombrie 2021. Disponibil: <https://ecco.utm.md/ecco21-organizing-committee/>

### 6.4. Articole în reviste științifice

- 6.4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)
- 6.4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute



- 4) BOLUN, I., BULAI, R., CIORBĂ, D. Support of education in cybersecurity. In: *Pro Publico Bono – Public Administration*. 2021, Vol. 9, No. 1, pp. 128-147. ISSN 2063-9058 (print), ISSN 2786-0760 (online). DOI: 10.32575/ppb.2021.1.8. Disponibil: [http://real-j.mtak.hu/17937/1/PPB\\_2021\\_1.pdf](http://real-j.mtak.hu/17937/1/PPB_2021_1.pdf)

6.4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

- 5) BOLUN, I. Total favoring in proportional apportionments. În: *Journal of Engineering Science*. 2021, vol. XXVIII, no. 1, pp. 47-60. ISSN 2587-3474, eISSN 2587-3482. (categoria B+). Disponibil: [https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2021/04/JES-1-2021\\_47-60.pdf](https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2021/04/JES-1-2021_47-60.pdf)
- 6) BOLUN, I. Determining total favoring apportionments using the General linear divisor method. În: *Economica*. 2021, no.1(115), pp. 109-122. ISSN 1810-9136. (categoria B). Disponibil: [http://cris.utm.md/bitstream/5014/793/1/109-122\\_5.pdf](http://cris.utm.md/bitstream/5014/793/1/109-122_5.pdf)
- 7) COJUHARI, I. Self-tuning PID controller to the second order systems. In: *Journal of Engineering Science*, 2021 (**transmis spre recenzare**). (**categoria B+**).

6.4.4. în alte reviste naționale

## 6.5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

6.5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

- 8) IVASCHIV, D., ZGUREANU, A. Aspects of data security in Geographic Information Systems. In: *Society Consciousness Computers*, Alma Mater Pub. Bacău, 2021, vol. 7, pp. 64-65 Systems. ISSN 2359-7321, ISSN-L 2359-7321.
- 9) BAZENIUC, I., ZGUREANU, A. Security features of information system that use microservice architecture. In: *Society Consciousness Computers*, Alma Mater Pub. Bacău, 2021, vol. 7, pp. 63-64. ISSN 2359-7321, ISSN-L 2359-7321.
- 10) TATARU, VICTOR, TATARU, VICTORIA, ZGUREANU, AURELIU. Deploying Enterprise Root Certificate Authority. In: *Society Consciousness Computers*, Alma Mater Pub. Bacău, 2021, vol. 7, pp. 58-59. ISSN 2359-7321, ISSN-L 2359-7321.

6.5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

## 6.6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- 11) BOLUN, I., BULAI, R., CĂLIN, R. The infosecurity polygon concept. In: *Proceeding of the Smart Cities International Conference*, 8th Edition, December 03-04, 2020, Bucharest: Universul Academic Publishing House. București, 2021, pp. 273-281. ISBN 978-606-9062-74-6, ISSN 2501-1677, ISSN-L 2501-1677. Disponibil: [http://smartcitiasevents.eu/files/Proceedings/Smart\\_cities\\_Orasul\\_inteligent\\_2020.pdf](http://smartcitiasevents.eu/files/Proceedings/Smart_cities_Orasul_inteligent_2020.pdf)
- 12) COJUHARI, I., FIODOROV, I., IZVOREANU, B., MORARU, D. Synthesis of PID Controller for the Automatic Control System with Imposed Performance based on the Multi-Objective Genetic Algorithm. In: *Proceedings of the 23rd International*

*Conference on Control Systems and Computer Science, CSCS-2021*, 26-28 mai 2021. București, România, 2021, pp. 83-88. DOI 10.1109/CSCS52396.2021.00021. Disponibil:<https://ieeexplore.ieee.org/document/9481058>  
[https://ibn.idsi.md/ru/vizualizare\\_articol/137147](https://ibn.idsi.md/ru/vizualizare_articol/137147)

- 13) IZVOREANU, B.; COJUHARI, Irina; FIODOROV, I.; SECRIERU, A.; MORARU, D.; POTLOG, M. Synthesis of the Control Algorithm to the Models of Objects with Inertia First Order and Second Order Astatism, In: *The 13<sup>th</sup> International Conference on Electromechanical and Power Systems*, Chișinău, 7 – 8 October, 2021. Chișinău, 2021, pp. 299-303. ISBN: 978-1-6654-0078-7.
- 14) IZVOREANU, B.; COJUHARI, Irina; FIODOROV, I.; SECRIERU, A.; MORARU, D.; POTLOG, M. Synthesis of the PID Control Algorithm for the Models of Objects with Second Order Astatism. In: *The 13<sup>th</sup> International Conference on Electromechanical and Power Systems*, Chișinău, 7 – 8 October, 2021. Chișinău, 2021, pp. 203-206. ISBN: 978-1-6654-0078-7.
- 15) ГУМЕНЮК, А.С., БАЛАБАНОВ, А.А. Применение 3-D моделирования в миниинвазивном хирургическом лечении хронических травматических субдуральных гематом. В: *Материалах VI Международная научная конференция „Industry 4.0”*, 08 - 11 декабря 2021 (acceptat spre publicare).

#### 6.6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

- 16) BOLUN, I. Hamilton full favoring apportionments. In: *Proceedings of Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2021*, October 14-15, 2021. Chisinau: IMI, 2021, pp. 46-57. ISBN 978-9975-68-415-6. Disponibil: [http://www.math.md/wiis2021/Composed\\_Proc\\_WIIS2021\\_25\\_10\\_2021.pdf](http://www.math.md/wiis2021/Composed_Proc_WIIS2021_25_10_2021.pdf)
- 17) ZGUREANU, A. Strategii de backup și recuperare și rolul lor în continuitatea afacerii. In: *Economic security in the context of sustainable development, conf., șt. intern.*, Chișinău, ASEM, 11 decembrie, 2020. Chișinău, 2020, pp. 285-293. ISBN 978-9975-155-01-4. Disponibil:[http://cris.utm.md/bitstream/5014/794/1/Collection\\_Scientific\\_Papers-Conference\\_December\\_2020\\_286-294.pdf](http://cris.utm.md/bitstream/5014/794/1/Collection_Scientific_Papers-Conference_December_2020_286-294.pdf)
- 18) BOLUN, I. Generating of Hamilton full favoring apportionments. In: *30 Years of Economic Reforms in the Republic of Moldova: Economic Progress via Innovation and Competitiveness: intern. sci. conf*, Sept. 24-25, 2021. Chisinau: ASEM, 2021 (**la editură**).
- 19) ZGUREANU, A. Despre importanța RTO și RPO în recuperarea în caz de dezastru, *Conferință Științifică Internațională*, In: *”30 de ani de reformă economică prin inovare și competitivitate spre progres economic”*, 24-25 septembrie 2021. Chișinău, ASEM, 2021 (**la editură**).
- 20) BAZENIUC, I., ZGUREANU, A. Information security in microservices architectures. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC|ECCO – 2021)*, Chișinău, 21-22 October, 2021, (**la editură**). <https://ecco.utm.md/ecco21-track3/>

- 21) BOLUN, I. Prioritizing cybersecurity measures. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track3/>
- 22) IZVOREANU, B.; SECRIERU, A.; FIODOROV, I.; COJUHARI, Irina; MORARU, D.; POTLOG, M. Comparative Analysis of the PID Algorithm Synthesis at the Object Model with Astatism and Dead Time. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>
- 23) IZVOREANU, B.; FIODOROV, I.; COJUHARI, Irina; SECRIERU, A.; MORARU, D.; POTLOG, M. Synthesis of the PID Algorithm for Models of Objects with Double Astatism and Dead Time. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>
- 24) LISNIC, I.; COJUHARI, I. Context Free Grammar Representation by the Colored Petri Net In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>
- 25) COJUHARI, I. The Tuning Method of the PID Controller to the Underdamped Systems. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>
- 26) LEAHU, A., ANDRIEVSCHI-BAGRIN, V., CIORBA, D., FIODOROV, I. Once again about the reliability of serial-parallel networks vs parallel-serial networks. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>

6.6.3. în lucrările conferinţelor ştiinţifice naţionale cu participare internaţională

6.6.4. în lucrările conferinţelor ştiinţifice naţionale

## **6.7. Teze ale conferinţelor ştiinţifice**

6.7.1. în lucrările conferinţelor ştiinţifice internaţionale (peste hotare)

6.7.2. în lucrările conferinţelor ştiinţifice internaţionale (Republica Moldova)

- 27) LEAHU, A., ANDRIEVSCHI-BAGRIN, V., CIORBA, D., FIODOROV, I. Reliability for the networks with random number of units in each subnet. In: *Abstracts of International Conference Mathematics & IT: Research and Education (MITRE- 2021)*, Moldova State University, Chişinău, Republic of Moldova, July 01–03, 2021. Chişinău, 2021, p.49. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/17520>

6.7.3. în lucrările conferinţelor ştiinţifice naţionale cu participare internaţională

6.7.4. în lucrările conferinţelor ştiinţifice naţionale

## **6.8. Alte lucrări științifice** (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)

6.8.1. cărți (cu caracter informativ)

6.8.2. enciclopedii, dicționare

6.8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

## **6.9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții**

a) BALABANOV, A., KUNEV, V., BALABANOV, A., CERNOMOREȚ, E. Metoda de criptare a informațiilor binare în spațiul spectral și unui dispozitiv de transmisie în baza lui. Clase MPK7:

06F12/16, cerere de înregistrare a brevetului din 15 aprilie 2021.

## **6.10. Lucrări științifico-metodice și didactice**

6.10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)

6.10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)

6.10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice.

## **7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului**

1. Regula de prioritizare a măsurilor de securitate informatică obținută este una fundamentală și va contribui semnificativ la eficientizarea folosirii resurselor financiare în scopul securizării informatice a agenților economici și a societății în ansamblu.
2. În prezent a crescut mult necesitatea de abordare individuală în procesul de instruire/învățare și din cauza incluziunii persoanelor cu necesități speciale. Situația ar putea fi ameliorată prin aplicarea tehnologiilor informaționale și inteligenței artificiale în procesul de învățământ. Abordarea personalizată ar permite ameliorarea procesului de instruire per ansamblu, astfel cercetarea dată va conduce la soluții inteligente fiabile.
3. În sistemele de conducere a proceselor complexe, gestionarea evenimentelor din rețelele de comunicații poate consuma timp imprevizibil, iar întârzierea nu poate fi modelată ușor pentru implementarea conducerii în timp real. Astfel, dinamica dintre calculatoare, rețea și sistemele fizice interacționează în moduri care necesită noi abordări și tehnologii fundamentale de analiză și proiectare.
4. În fiabilitatea sistemelor un mare interes reprezintă elaborarea și cercetarea modelelor dinamice, fiabilitatea fiind privită ca funcție de timp, prin prisma distribuțiilor probabiliste a duratelor vieții unităților sistemului, dar și în funcție de numărul acestor unități, care poate fi și unul aleator, astfel au fost obținute formule de calcul a fiabilității rețelelor abordate pentru clase întregi de distribuții probabiliste. Deoarece rețelele de tip mixt (serial-paralel, paralel-serial) se regăsesc în calitate de subrețele în orice rețea de structura complexă, rezultatele cercetării privind identificarea condițiilor suficiente ca o subrețeaua de tip serial-paralel să fie

mai fiabilă decât subrețeaua de tip paralel-serial și va ajuta la proiectarea rețelelor reale în sensul augmentării fiabilității lor.

#### 8. Infrastructura de cercetare utilizată în cadrul proiectului

- a) Rețea informatică virtuală în cadrul infrastructurii informatice a blocului de studii nr. 3 al facultății de Calculatoare, Informatică și Microelectronică, UTM.
- b) Centrul de cercetare și instruire CIRCLE (<https://fcim.utm.md/cercetari-stiintifice/centre-si-laboratoare-stiintifice/centrul-de-cercetare-si-instruire-circle/>), facultatea Calculatoare, Informatică și Microelectronică, UTM, care include un șir de laboratoare dotate cu echipament modern: Măsurări, Traductoare și Elemente de Eczeuție; Sisteme integrate de conducere; Internetul lucrurilor; Sisteme cu circuite integrate și microprocesoare.

#### 9. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului

- a) A fost discutată posibilitatea aplicării rezultatelor obținute la îmbunătățirea schemelor de calcul paralel, folosite în metodele numerice de calcul cu ajutorul cluster-ului Wolfram Mathematica, folosit la Universitatea de Stat din Moldova (Facultatea de Matematică și Informatică, conducător de proiect, conf. Univ. dr., Hâncu Boris).
- b) Colaborare cu Centrul de Știință și Inginerie InformInstrument S.A. în vederea verificării și implementării algoritmilor elaborați de conducere automată în cadrul sistemelor de creștere a structurilor epitaxiale de arseniură de galiu GaAs.

#### 10. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului

Colaborarea cu compania internațională *ISD – Inther Software Development din Chișinău, parte a Inthergroup, Olanda*:

- <https://utm.md/blog/2020/10/01/isd-interesata-de-dezvoltarea-in-continuare-a-parteneriatului-cu-fcim-utm>

Astfel, în rezultatul colaborării în cadrul proiectului a fost procurat un conveier industrial:

- <https://fcim.utm.md/in-prim-plan/conveier-industrial-la-fcim-utm/>

#### 11. Dificultățile în realizarea proiectului

Financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.

Dificultăți de realizare sunt legate de perioada pandemiei, astfel multe activități sunt trecute în format online. Altă dificultate apărută, fiind cauzată de pandemie este legată de faptul că pentru colectarea datelor și realizarea experimentelor este nevoie de mult mai mult timp.

#### 12. Diseminarea rezultatelor obținute **în proiect** în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor, reflectate în p. 6)

*Lista forurilor la care au fost prezentate rezultatele obținute în cadrul proiectului de stat (Opțional) se va prezenta separat (conform modelului) pentru:*

- Manifestări științifice internaționale (în străinătate)

- a) BOLUN I., prof. univ., dr. hab; International Conference Smart Cities, 8th Edition; Universitatea Națională de Studii Politice și Administrația Publică; București, România; 03-04 decembrie 2020; The infosecurity polygon concept (prezentarea lucrării oral).
- b) COJUHARI Irina, conf. univ., dr.; The 23rd International Conference on Control Systems and Computer Science, CSCS-2021; Universitatea Politehnică București, România, 26-28 mai 2021; Synthesis of PID Controller for the Automatic Control System with Imposed Performance based on the Multi-Objective Genetic Algorithm (prezentarea în format online).
- c) ZGUREANU A., conf. univ., dr.; Society Consciousness Computers, International TELECONFERENCE of young researchers "Creation of the Society of Consciousness" (TELE-2021); Bacău, România; 12-13 mai 2021; Aspects of data security in Geographic Information Systems (prezentarea lucrării oral).
- d) ZGUREANU A., conf. univ., dr.; Society Consciousness Computers, International TELECONFERENCE of young researchers "Creation of the Society of Consciousness" (TELE-2021); Bacău, România; 12-13 mai 2021; Security features of information system that use microservice architecture (prezentarea lucrării oral).
- e) ZGUREANU A., conf. univ., dr.; Society Consciousness Computers, International TELECONFERENCE of young researchers "Creation of the Society of Consciousness" (TELE-2021); Bacău, România; 12-13 mai 2021; Deploying Enterprise Root Certificate Authority (prezentarea lucrării oral).

➤ Manifestări științifice internaționale (în Republica Moldova)

- a) BOLUN I., prof. univ., dr. hab; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; Prioritizing cybersecurity measures (prezentarea lucrării în format online).
- b) BOLUN I., prof. univ., dr. hab; Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2021; Republica Moldova; 14-15 octombrie 2021; Hamilton full favoring apportionments (prezentarea lucrării în format online).
- c) BOLUN I., prof. univ., dr. hab; Conferință Științifică Internațională, In: "30 de ani de reformă economică prin inovare și competitivitate spre progres economic"; ASEM; Republica Moldova; 24-25 septembrie 2021; Generating of Hamilton full favoring apportionments (prezentarea lucrării oral).
- d) COJUHARI Irina, conf. univ., dr.; The 13<sup>th</sup> International Conference on Electromechanical and Power Systems – SIELMEN2021; Universitatea Gheorghe Asachi din Iași, Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 6 octombrie- Iași, 7-8 octombrie 2021- Chișinău; Synthesis of the Control Algorithm to the Models of Objects with Inertia First Order and Second Order Astatism (prezentarea lucrării în format online).
- e) COJUHARI Irina, conf. univ., dr.; The 13<sup>th</sup> International Conference on Electromechanical and Power Systems – SIELMEN2021; Universitatea Gheorghe Asachi din Iași, Universitatea Tehnică a Moldovei; România, Republica Moldova; 6 octombrie – Iași, 7-8 octombrie 2021 -

Chișinău; Synthesis of the PID Control Algorithm for the Models of Objects with Second Order Astatism (prezentarea lucrării în format online).

- f) ZGUREANU A., conf. univ., dr.; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; Information security in microservices architectures (prezentarea lucrării în format online).
- g) ZGUREANU A., conf. univ., dr.; International Conference on Economic security in the context of sustainable development; ASEM; Republica Moldova; 11 decembrie 2020; Strategii de backup și recuperare și rolul lor în continuitatea afacerii (prezentarea lucrării oral).
- h) ZGUREANU A., conf. univ., dr.; Conferință Științifică Internațională, In: ”30 de ani de reformă economică prin inovare și competitivitate spre progres economic”; ASEM; Republica Moldova; 24-25 septembrie 2021; Strategii de backup și recuperare și rolul lor în continuitatea afacerii (prezentarea lucrării oral).
- i) COJUHARI I., conf. univ., dr.; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; The Tuning Method of the PID Controller to the Underdamped Systems (prezentarea lucrării în format online).
- j) LEAHU A., prof. univ., dr. hab; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; Once again about the reliability of serial-parallel networks vs parallel-serial networks (prezentarea lucrării în format online).
- k) LEAHU A., prof. univ., dr. hab International Conference Mathematics & IT: Research and Education (MITRE- 2021); Republica Moldova; Universitatea de Stat din Moldova; 1-3 iulie 2021; Reliability for the networks with random number of units in each subnet (prezentarea lucrării).
- l) MORARU D., lect. asistent, drd; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; Comparative Analysis of the PID Algorithm Synthesis at the Object Model with Astatism and Dead Time (prezentarea lucrării în format online).
- m) MORARU D., lect. asistent, drd; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; Synthesis of the PID Algorithm for Models of Objects with Double Astatism and Dead Time (prezentarea lucrării în format online).
- n) LISNIC I., lect. asistent, drd; International Conference ECCO–2021: Computer engineering & Computer Science; Universitatea Tehnică a Moldovei; Republica Moldova; 21-22 octombrie 2021; Context Free Grammar Representation by the Colored Petri Net (prezentarea lucrării în format online).

➤ Manifestări științifice naționale

➤ Manifestări științifice cu participare internațională

**13.** Aprecieră și recunoașterea rezultatelor obținute **în proiect** (premi, medalii, titluri, alte aprecieri).

**14.** Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute **în proiect** în mass-media:

➤ Emisiuni radio/TV de popularizare a științei

COJUHARI, Irina/Publica-Noutăți/ Prezentarea miniserei automatizate, realizate în cadrul proiectului. [https://www.publika.md/roboti-teleghidati-creati-in-moldova-tinerii-cercetatori-din-tara-noastra-si-au-prezentat-inventiile\\_3111274.html](https://www.publika.md/roboti-teleghidati-creati-in-moldova-tinerii-cercetatori-din-tara-noastra-si-au-prezentat-inventiile_3111274.html)

➤ Articole de popularizare a științei

FIODOROV, Ion/ Pe pagina web a facultății Calculatoare, Informatică și Microelectronică; pe pagina web a Universității Tehnice a Moldovei/ Conveier industrial la FCIM-UTM:

- <https://fcim.utm.md/in-prim-plan/conveier-industrial-la-fcim-utm/>
- <https://utm.md/en/blog/2021/07/27/a-new-industrial-conveyor-at-fcim-utm/>

**15.** Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2021 de membrii echipei proiectului

**Nu sunt.**

**16.** Materializarea rezultatelor obținute **în proiect**

- Este implementat un sistem inteligent de cultivare și monitorizare a culturilor agricole, care permite sădirea automată a semințelor în pământ, reglarea automată a temperaturii și umidității, monitorizarea în timp real a parametrilor climaterici în baza aplicației web.
- Sunt elaborate recomandări privind implementarea soft-ului de detectare și prevenire a intruziunilor și, de asemenea, de recuperare în caz de incidente de securitate cibernetică.
- Este creat produsul „Sistem de notificare a vulnerabilităților” și dezvoltată platforma UTMCTF de instruire și desfășurare a concursurilor de securitate informatică în format CTF.
- Este instalată și configurată prima tranșă a platformei SECIM, în cadrul căreia se implementează primele module SECIM.
- Este elaborat conceptul sistemului de modele SIMOSI, sunt constituite modele de securitate informatică și creată prima tranșă a sitului Web INFOSEC de informare a agenților economici și a populației în domeniul securizării informatice.

**17.** Informație suplimentară referitor la activitățile membrilor echipei în anul 2021

➤ Membru/președinte al comitetului organizatoric/științific, al comisiilor, consiliilor științifice de susținere a tezelor

1. BOLUN, Ion/Consiliului științific specializat ad-hoc D 232.01-42 din cadrul UTM D 211.03-27 (dr. Ciobanu Natalia)/ 23.04.2021/în calitate de președinte al Consiliului.
2. BOLUN, ION/Comisia de evaluare a dosarului privind conferirea titlului științifico-didactic de profesor universitar d-lui conf.univ.dr, Victor Beșliu, UTM/26.03.2021)/ în



calitate de președinte al comisiei.

3. BOLUN, Ion/ Comisia de evaluare a dosarului privind conferirea titlului științifico-didactic de profesor universitar d-lui conf.univ.dr, Vasile Moraru, UTM/12.04.2021/ în calitate de președinte al Comisiei.
4. FIODOROV, Ion/ Consiliului Științific Specializat ad-hoc D 232.01-42 la UTM de susținerea tezei de doctor a dlui CĂRBUNE Viorel/ 18 decembrie 2020/ în calitate de secretar al Consiliului.
5. FIODOROV, Ion/ Seminarului Științific de Profil la specialitatea 232.02. Tehnologii, produse și sisteme informaționale, UTM, de examinare a tezei de doctor dlui DANILESCU Marcel/ 9 aprilie, 2021/ în calitate de membru.
6. COJUHARI, Irina/ Consiliului Științific Specializat ad-hoc D 221.01-51 la UTM de susținerea tezei de doctor a dlui CAZAC Vadim/ 16 septembrie 2021/ în calitate de membru.
7. COJUHARI, Irina/ Seminarului Științific de Profil la specialitatea 232.02. Tehnologii, produse și sisteme informaționale, UTM, de examinare a tezei de doctor dlui DANILESCU Marcel, 9 aprilie, 2021, membru.

➤ Redactor / membru al colegiilor de redacție al revistelor naționale / internaționale

- a) BOLUN, Ion/ Revista „Computer Science Journal of Moldova” (Chișinău, IMI, indexat în Web of Science)/ În calitate de membru al Colegiului de redacție.
- b) BOLUN, Ion/ Revista „Economica” (Chișinău, ASEM, categoria B)/ În calitate de membru al Colegiului de redacție.

#### **18. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect.**

Lucrările în cadrul proiectului PS2019-154-MATCOSC (20.80009.5007.26), planificate pentru anul 2021, au fost îndeplinite integral și în termenii stabiliți. Astfel:

1. Sunt elaborate recomandări privind implementarea soft-ului de detectare și prevenire a intruziunilor și, de asemenea, de recuperare în caz de incidente de securitate cibernetică.
2. Este creat produsul „Sistem de notificare a vulnerabilităților” și dezvoltată platforma UTMCTF de instruire și desfășurare a concursurilor de securitate informatică în format CTF.
3. Este instalată și configurată prima tranșă a platformei SECIM, în cadrul căreia se implementează primele module SECIM.
4. Este elaborat conceptul sistemului de modele SIMOSI, sunt constituite modele de securitate informatică și creată prima tranșă a sitului Web INFOSEC de informare a agenților economici și a populației în domeniul securizării informatice.
5. În baza datelor colectate, utilizând aplicația elaborată, au fost generate 3 modele educaționale fiabile. S-a pus accent, în special, pe identificarea emoțiilor în procesul educativ.
6. În urma evaluării modelelor educaționale obținute și a cercetărilor realizate pentru tehnicile de învățare automată, s-a realizat un model inteligent de instruire. Modelul prevede evaluarea atenției și identificarea emoțiilor de bază în funcție de diferite evenimente în procesul educațional bazat pe material digital.

7. A fost dezvoltat algoritmul de sinteză a reguletoarelor în spațiul stărilor în baza criteriului gradului maximal de stabilitate, utilizând algoritmul genetic.
8. A fost elaborat algoritmul de auto-acordare a regulatorului PID la sistemele de ordinul doi.
9. S-a efectuat analiza comparativă a metodelor de sinteză a algoritmului de reglare PID la:
  - a) *Modelul obiectului cu astaticism de gradul doi;*
  - b) *Modelul obiectului cu astaticism de gradul doi și inerție;*
  - c) *Modelul obiectului cu astaticism de gradul unu și timp mort;*
  - d) *Modelul obiectului cu astaticism de gradul doi, inerție și timp mort.*
10. În baza metodelor elaborate au fost proiectate blocurile funcționale ale sistemului inteligent de cultivare și monitorizare a culturilor agricole: subsistemul de deplasare pe trei axe; subsistemul de reglare automată a temperaturii; subsistemul inteligent de recunoaștere și procesare a imaginilor culturilor agricole; subsistemul de reglare automată a umidității solului.
11. A fost abordată problema comparării fiabilității a două tipuri standard de rețele: seriale-paralele și paralele-seriale.
12. Sunt analizate patru variante de modele matematice dinamice ale rețelelor în dependență de funcția de distribuție cumulativă pe durata de viață a fiecărei unități din rețea, caracterul non-aleatoriu/aleatoriu al numărului de unități din fiecare subrețea și al numărului de subrețele.
13. Au fost determinate condițiile suficiente pentru ca rețelele seriale-paralele să fie mai fiabile decât rețelele paralel-seriale. Rezultatul principal rezidă în faptul că aceste condiții nu implică distribuția pe durata de viață a fiecărei unități ci doar distribuția probabilistică a numărului de unități și subsisteme ale rețelelor.

Rezultatele cercetărilor au fost publicate în 26 lucrări științifice, comunicate la 9 conferințe științifice naționale sau internaționale.

The tasks within PS2019-154-MATCOSC (20.80009.5007.26) project, planned for the 2021 year were completed in established terms. So:

1. Recommendations were developed for the implementation of intrusion detection and prevention software and also for recovery in the event of cybersecurity incidents.
2. The product "Vulnerability Notification System" is created and the UTMCTF platform for training and conducting cybersecurity competitions in CTF format is developed.
3. The first tranche of the SECIM platform is installed and configured, within which the first SECIM modules are implemented.
4. The concept of the SIMOSI model system is elaborated, cybersecurity models are established and the INFOSEC website first tranche for informing economic agents and the population in the field of cybersecurity is created.
5. Based on the collected data, using the developed application, there are generated three reliable education models. In particular, it was focused on identifying emotions in the educational process.
6. After evaluation of the obtained educational models and the research conducted to the techniques of automated learning, it was developed an intelligent training model. The model provides assessment of attention and identification of basic emotions according to the different events in the educational process based on the digital material.

7. It was elaborated the synthesis algorithm of the controller in the state-space, based on the maximum stability degree criterion, using the genetic algorithm.
8. It was elaborated the self-tuning algorithm of the PID controller to the second order systems.
9. It was done the comparative analysis of synthesis methods the PID control algorithm to:
  - a) The model of object with astatism second order.
  - b) The model of object with astatism second order and inertia.
  - c) The model of object with astatism first order and time delay.
  - d) The model of object with astatism second order, inertia and time delay.
10. Based on the developed methods, the functional blocks of the intelligent system for cultivation and monitoring of agricultural crops were designed: the three-axis displacement subsystem; automatic temperature control subsystem; the intelligent subsystem for image recognition and processing of the agricultural crops; subsystem for automatic soil moisture control.
11. The problem of comparing the reliability of two standard types of networks was approached: serial-parallel and parallel-serial.
12. Four variants of dynamic mathematical models of networks are analyzed depending on the lifetime cumulative distribution function of each units of the network, the non-random / random character of the number of units in each subnet and of the number of subnets.
13. Sufficient conditions have been determined for serial-parallel networks to be more reliable than parallel-serial networks. The main result is that these conditions do not imply the lifetime distribution of each unit but only the probabilistic distribution of the numbers of units and subsystems of the networks.

The research results were published in 26 scientific papers and were presented at 9 national/international scientific conferences.

#### 19. Recomandări, propuneri

- În scopul reducerii pierderilor și a costurilor aferente, se recomandă aplicarea regulii de prioritizare a măsurilor de securitate informatică la securizarea infrastructurilor informatice ale agenților economici.
- Pentru detectarea și prevenirea intruziunilor cibernetice, se recomandă implementarea, în cadrul infrastructurilor informatice ale întreprinderilor/organizațiilor/instituțiilor, a soft-ului specializat cu licență liberă Snort.
- 

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / **dr. Ion FIODOROV**

**Data: 15.11.2021**

**LS**

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice  
publicate în anul de referință în cadrul proiectului din Programul de Stat**

**„Modele, algoritmi și tehnologii de conducere, optimizare  
și securizare a sistemelor ciber-fizice”**

Cifrul Proiectului **20.80009.5007.26**

**1. Monografii**

- 1) BOLUN, I. *Paradoxes and favoring in apportionments*. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2021. 214 p. ISBN 978-620-4-19960-3. Disponibil: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/paradoxes-and-favoring-in-apportionments/isbn/978-620-4-19960-3>)

**2. Capitle în monografii naționale/internaționale**

- 2) BOLUN, I.T. Generating of linear divisor methods' full favoring apportionments. In: BOLUN, I.T., BURENNIKOVA, N.V., LVOVICH, Y.E., KOSYCHENKO, O., PREOBRAZHENSKIY, A.P. et al. *Innovative economics and management in the modern world*. Monographic series "European Science". Karlsruhe, Germany, 2021. Book 4, part 11, pp. 139-149. ISSN 2709-2313. ISBN 978-3-949059-21-6. DOI: 10.21893/2709-2313.2021-04-11. Disponibil: <https://www.sworld.com.ua/monoge3/mge3-11.pdf>  
<https://www.sworld.com.ua/index.php/kongress/collectiv-monograf/arhiv-mono-ua/apr2021>

**3. Editor culegere de articole, materiale ale conferințelor naționale/internaționale**

- 3) CIORBĂ, Dumitru. Culegerile de materiale a 10-ei Conferințe Internaționale de Electronică, Comunicații și Calculatoare (*"Electronics, Communications and Computing"*) /IC-ECCO-2021, organizată în cadrul Universității Tehnice a Moldovei, în perioada 21-22 octombrie 2021. Disponibil: <https://ecco.utm.md/ecco21-organizing-committee/>

**4. Articole în reviste științifice**

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS (cu indicarea factorului de impact IF)

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

- 8) 4) BOLUN, I., BULAI, R., CIORBĂ, D. Support of education in cybersecurity. In: *Pro Publico Bono – Public Administration*. 2021, Vol. 9, No. 1, pp. 128-147. ISSN 2063-9058 (print), ISSN 2786-0760 (online). DOI: 10.32575/ppb.2021.1.8. Disponibil: [http://real-j.mtak.hu/17937/1/PPB\\_2021\\_1.pdf](http://real-j.mtak.hu/17937/1/PPB_2021_1.pdf)

4.3. în reviste din Registrul National al revistelor de profil, cu indicarea categoriei

- 9) BOLUN, I. Total favoring in proportional apportionments. În: *Journal of Engineering Science*. 2021, vol. XXVIII, no. 1, pp. 47-60. ISSN 2587-3474, eISSN 2587-3482. (categoria B+). Disponibil: [https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2021/04/JES-1-2021\\_47-60.pdf](https://jes.utm.md/wp-content/uploads/sites/20/2021/04/JES-1-2021_47-60.pdf)

- 10) BOLUN, I. Determining total favoring apportionments using the General linear divisor method. În: *Economica*. 2021, no.1(115), pp. 109-122. ISSN 1810-9136. (categoria B). Disponibil: [http://cris.utm.md/bitstream/5014/793/1/109-122\\_5.pdf](http://cris.utm.md/bitstream/5014/793/1/109-122_5.pdf)
- 11) COJUHARI, I. Self-tuning PID controller to the second order systems. In: *Journal of Engineering Science*, 2021 (transmis spre recenzare). (categoria B+).

4.4. în alte reviste naționale

## 5. Articole în culegeri științifice naționale/internaționale

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

- 8) IVASCHIV, D., ZGUREANU, A. Aspects of data security in Geographic Information Systems. In: *Society Consciousness Computers*, Alma Mater Pub. Bacău, 2021, vol. 7, pp. 64-65 Systems. ISSN 2359-7321, ISSN-L 2359-7321.
- 9) BAZENIUC, I., ZGUREANU, A. Security features of information system that use microservice architecture. In: *Society Consciousness Computers*, Alma Mater Pub. Bacău, 2021, vol. 7, pp. 63-64. ISSN 2359-7321, ISSN-L 2359-7321.
- 10) TATARU, VICTOR, TATARU, VICTORIA, ZGUREANU, AURELIU. Deploying Enterprise Root Certificate Authority. In: *Society Consciousness Computers*, Alma Mater Pub. Bacău, 2021, vol. 7, pp. 58-59. ISSN 2359-7321, ISSN-L 2359-7321.

5.2 culegeri de lucrări științifice editate în Republica Moldova

## 6. Articole în materiale ale conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- 11) BOLUN, I., BULAI, R, CĂLIN, R. The infosecurity polygon concept. In: *Proceeding of the Smart Cities International Conference*, 8th Edition, December 03-04, 2020, Bucharest: Universul Academic Publishing House. București, 2021, pp. 273-281. ISBN 978-606-9062-74-6, ISSN 2501-1677, ISSN-L 2501-1677. Disponibil: [http://smartcitiess-events.eu/files/Proceedings/Smart\\_cities\\_Orasul\\_inteligent\\_2020.pdf](http://smartcitiess-events.eu/files/Proceedings/Smart_cities_Orasul_inteligent_2020.pdf)
- 12) COJUHARI, I., FIODOROV, I., IZVOREANU, B., MORARU, D. Synthesis of PID Controller for the Automatic Control System with Imposed Performance based on the Multi-Objective Genetic Algorithm. In: *Proceedings of the 23rd International Conference on Control Systems and Computer Science, CSCS-2021*, 26-28 mai 2021. București, România, 2021, pp. 83-88. DOI 10.1109/CSCS52396.2021.00021. Disponibil: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9481058>  
[https://ibn.idsi.md/ru/vizualizare\\_articol/137147](https://ibn.idsi.md/ru/vizualizare_articol/137147)
- 13) IZVOREANU, B.; COJUHARI, Irina; FIODOROV, I.; SECRIERU, A.; MORARU, D.; POTLOG, M. Synthesis of the Control Algorithm to the Models of Objects with Inertia First Order and Second Order Astatism, In: *The 13<sup>th</sup> International Conference on Electromechanical and Power Systems*, Chișinău, 7 – 8 October, 2021. Chișinău, 2021, pp. 299-303. ISBN: 978-1-6654-0078-7.

- 14) IZVOREANU, B.; COJUHARI, Irina; FIODOROV, I.; SECRIERU, A.; MORARU, D.; POTLOG, M. Synthesis of the PID Control Algorithm for the Models of Objects with Second Order Astatism. In: *The 13<sup>th</sup> International Conference on Electromechanical and Power Systems*, Chişinău, 7 – 8 October, 2021. Chişinău, 2021, pp. 203-206. ISBN: 978-1-6654-0078-7.
- 15) ГУМЕНЮК, А.С., БАЛАБАНОВ, А.А. Применение 3-D моделирования в миниинвазивном хирургическом лечении хронических травматических субдуральных гематом. В: *Материалы VI Международная научная конференция „Industry 4.0”*, 08 - 11 декабря 2021 (acceptat spre publicare).

## 6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

- 16) BOLUN, I. Hamilton full favoring apportionments. In: *Proceedings of Workshop on Intelligent Information Systems WIIS2021*, October 14-15, 2021. Chisinau: IMI, 2021, pp. 46-57. ISBN 978-9975-68-415-6. Disponibil: [http://www.math.md/wiis2021/Composed\\_Proc\\_WIIS2021\\_25\\_10\\_2021.pdf](http://www.math.md/wiis2021/Composed_Proc_WIIS2021_25_10_2021.pdf)
- 17) ZGUREANU, A. Strategii de backup și recuperare și rolul lor în continuitatea afacerii. In: *Economic security in the context of sustainable development, conf., șt. intern.*, Chişinău, ASEM, 11 decembrie, 2020. Chişinău, 2020, pp. 285-293. ISBN 978-9975-155-01-4. Disponibil: [http://cris.utm.md/bitstream/5014/794/1/Collection\\_Scientific\\_Papers-Conference\\_December\\_2020\\_286-294.pdf](http://cris.utm.md/bitstream/5014/794/1/Collection_Scientific_Papers-Conference_December_2020_286-294.pdf)
- 18) BOLUN, I. Generating of Hamilton full favoring apportionments. In: *30 Years of Economic Reforms in the Republic of Moldova: Economic Progress via Innovation and Competitiveness: intern. sci. conf*, Sept. 24-25, 2021. Chisinau: ASEM, 2021 (**la editură**).
- 19) ZGUREANU, A. Despre importanța RTO și RPO în recuperarea în caz de dezastru, *Conferință Științifică Internațională*, In: "30 de ani de reformă economică prin inovare și competitivitate spre progres economic", 24-25 septembrie 2021. Chişinău, ASEM, 2021 (**la editură**).
- 20) BAZENIUC, I., ZGUREANU, A. Information security in microservices architectures. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (**la editură**). <https://ecco.utm.md/ecco21-track3/>
- 21) BOLUN, I. Prioritizing cybersecurity measures. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (**la editură**). <https://ecco.utm.md/ecco21-track3/>
- 22) IZVOREANU, B.; SECRIERU, A.; FIODOROV, I.; COJUHARI, Irina; MORARU, D.; POTLOG, M. Comparative Analysis of the PID Algorithm Synthesis at the Object Model with Astatism and Dead Time. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chişinău, 21-22 October, 2021, (**la editură**). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>
- 23) IZVOREANU, B.; FIODOROV, I.; COJUHARI, Irina; SECRIERU, A.; MORARU, D.;

POTLOG, M. Synthesis of the PID Algorithm for Models of Objects with Double Astatism and Dead Time. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chișinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>

24) LISNIC, I.; COJUHARI, I. Context Free Grammar Representation by the Colored Petri Net In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chișinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>

25) COJUHARI, I. The Tuning Method of the PID Controller to the Underdamped Systems. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chișinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>

26) LEAHU, A., ANDRIEVSCHI-BAGRIN, V., CIORBA, D., FIODOROV, I. Once again about the reliability of serial-parallel networks vs parallel-serial networks. In: *Proceedings of the 11th edition of the International Conference on Electronics, Communications and Computing (IC/ECCO – 2021)*, Chișinău, 21-22 October, 2021, (la editură). <https://ecco.utm.md/ecco21-track2/>

6.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

6.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

## **7. Teze ale conferințelor științifice**

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

27) LEAHU, A., ANDRIEVSCHI-BAGRIN, V., CIORBA, D., FIODOROV, I. Reliability for the networks with random number of units in each subnet. In: *Abstracts of International Conference Mathematics & IT: Research and Education (MITRE- 2021)*, Moldova State University, Chișinău, Republic of Moldova, July 01–03, 2021. Chișinău, 2021, p.49. Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/17520>

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

## **8. Alte lucrări științifice (recomandate spre editare de o instituție acreditată în domeniu)**

8.1. cărți (cu caracter informativ)

8.2. enciclopedii, dicționare

8.3. atlase, hărți, albume, cataloage, tabele etc. (ca produse ale cercetării științifice)

## **9. Brevete de invenții și alte obiecte de proprietate intelectuală, materiale la saloanele de invenții**

a) BALABANOV, A., KUNEV, V., BALABANOV, A., CERNOMOREȚ, E. Metoda de criptare

a informațiilor binare în spațiul spectral și unui dispozitiv de transmisie în baza lui. Clase MPK7:

06F12/16, cerere de înregistrare a brevetului din 15 aprilie 2021.

#### **10. Lucrări științifico-metodice și didactice**

- 10.1. manuale pentru învățământul preuniversitar (aprobate de ministerul de resort)
- 10.2. manuale pentru învățământul universitar (aprobate de consiliul științific /senatul instituției)
- 10.3. alte lucrări științifico-metodice și didactice.



## Executarea devizului de cheltuieli, conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare

Cifra proiectului 20.800009.5007.26Contract de finanțare: 163-PS din 04.01.2021

Cheltuieli, mii lei				
Denumirea	Codul economic	Anul de gestiune: 2021		
		Aprobat	Modificat (+/-)	Precizat
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	667,2		667,2
Contribuții de asigurări sociale de stat obligatorii (24%)	212100	160,1		160,1
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720			
Servicii editoriale	222910	15,0	-15,0	
Servicii de cercetări științifice contractate	222930			
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	21,7	-15,4	6,3
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110	146,6	30,4	177,0
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
<b>TOTAL</b>		<b>1010,6</b>		<b>1010,6</b>

Rector U.T.M.

---

*(semnătura)***dr. hab. Viorel BOSTAN**

---

*(numele, prenumele)*

Contabil (economist)

---

*(semnătura)***Victoria IOVU**

---

*(numele, prenumele)*

Conducătorul de proiect

---

*(semnătura)***dr. Ion FIODOROV**

---

*(numele, prenumele)*

Data: 15.11.2021

LȘ

## Componenta echipei proiectului

Cifrul proiectului 20.80009.5007.26

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului)						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Fiodorov Ion	1968	0,50	E6017	04.01.2021	
2.	Balabanov Anatolii	1942	0,50	E6015	04.01.2021	
3.	Bolun Ion	1947	0,50	E6015	04.01.2021	
4.	Leahu Alexei	1948	0,50	E6015	04.01.2021	
5.	Izvoreanu Bartolomeu	1940	0,50	E6017	04.01.2021	
6.	Cojuhari Irina	1983	0,50	E6017	04.01.2021	
7.	Beșliu Victor	1948	0,25	E6017	04.01.2021	
8.	Cotelea Vitalie	1952	0,25	E6017	04.01.2021	
9.	Ciorbă Dumitru	1978	0,25	E6018	04.01.2021	
10.	Corlat Andrei	1957	0,25	E6018	04.01.2021	
11.	Zgureanu Aureliu	1970	0,25	E6018	04.01.2021	
12.	Rusu Mariana	1981	0,25	E6018	04.01.2021	
13.	Moraru Dumitru	1985	0,50	E6022	04.01.2021	
14.	Ghetmanenco Svetlana	1976	0,25	E6022	04.01.2021	
15.	Bulai Rodica	1977	0,25	E6022	04.01.2021	
16.	Andrievschi-Bagrin V.	1978	0,25	E6026	04.01.2021	
17.	Popovici Nadejda	1995	0,25	E6026	04.01.2021	
18.	Potlog Mihail	1987	0,25	E6026	04.01.2021	
19.	Călin Rostislav	1980	0,25	E6026	04.01.2021	
20.	Bodoga Cristina	1993	0,25	E6026	04.01.2021	
21.	Lisnic Inga	1987	0,25	E6026	04.01.2021	
22.	Scrob Sergiu	1988	0,25	E6026	04.01.2021	
23.	Rusu Viorel	1980	0,25	E6026	04.01.2021	
24.	Braga Vasili	1979	0,25	E6026	04.01.2021	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor conform contractului de finanțare	20
--	----

<b>Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2021</b>					
<b>Nr</b>	<b>Nume, prenume</b>	<b>Anul nașterii</b>	<b>Titlul științific</b>	<b>Norma de muncă conform contractului</b>	<b>Data angajării</b>
1.					

<b>Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor la data raportării</b>	<b>20</b>
--	-----------

**Rector U.T.M.**

\_\_\_\_\_  
*(semnătura)*

**dr. hab. Viorel BOSTAN**

\_\_\_\_\_  
*(numele, prenumele)*

**Contabil (economist)**

\_\_\_\_\_  
*(semnătura)*

**Victoria IOVU**

\_\_\_\_\_  
*(numele, prenumele)*

**Conducătorul de proiect**

\_\_\_\_\_  
*(semnătura)*

**dr. Ion FIODOROV**

\_\_\_\_\_  
*(numele, prenumele)*

Data: 15.11.2021

LȘ