

RECEȚIONAT

Agenția Națională pentru Cercetare
și Dezvoltare _____

_____ 2025

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL

(pentru etapa 2025)

privind implementarea proiectului din cadrul concursului
Programe de postdoctorat pentru anii 2025-2026

Proiectul „Metode și algoritmi software inteligenți pentru terapia intensivă.

Abordare prin prisma științei complexității”

(titlul proiectului)

Cifra proiectului 25.00208.5007.07/PD

Prioritatea Strategică V „Competitivitate economică și tehnologii inovative”

Rector U.T.M.

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)



(semnătura)

Președintele
Consiliului științific UTM

dr. hab. Vasile ERONCH

(numele, prenumele)



(semnătura)

Conducătorul proiectului
(postdoctorandul)

Dr. Victor IAPASCURIA

(numele, prenumele)



(semnătura)

L.Ș.

Chișinău, 2025

CUPRINS:

1. Scopul etapei 2025 conform proiectului depus la concurs.....	3
2. Obiectivele etapei 2025.....	3
3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	3
4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025.....	4
5. Rezultatele obținute	5
6. Diseminarea rezultatelor la foruri științifice.....	11
7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute în cadrul proiectului 2025.....	11
8. Colaborare la nivel național în cadrul implementării proiectului 2025.....	12
9. Colaborare la nivel internațional în cadrul implementării proiectului 2025.....	12
10. Dificultăți în realizarea proiectului.....	12
11. Lista lucrărilor științifice, publicate în anul 2025 (Anexa 1)	13
12. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2025 în limba română și în limba engleză (Anexa 2).....	16
13. Executarea devizului de cheltuieli din contractul de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 3)..	18
14. Componența echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2025 (Anexa 4).....	19

1. Scopul etapei 2025

Scopul general al proiectului, care constă în crearea de metode inovatoare și algoritmi inteligenți, împreună cu aplicații software, pentru a prezice stările clinice, ce poate facilita diagnosticarea precoce pentru pacienții critici, în special pentru cei cu risc de a dezvolta sepsis sau convulsii epileptice este formulat în cadrul etapei incipiente actuale după cum urmează:

Stabilirea parteneriatelor, obținerea datelor și modelarea inițială

2. Obiectivele etapei 2025

- a. Stabilirea metodelor fundamentale de prelucrare a datelor
- b. Dezvoltarea modelelor predictive inițiale pentru sepsis și epilepsie
- c. Identificarea seturilor de date pentru a fi utilizate în cercetare

3. Acțiunile planificate pentru realizarea scopului și obiectivelor etapei 2025

Activitatea 1. Stabilirea metodelor de partajare a datelor.

Activitatea 2. Formare de parteneriate cu specialiști și organizații din domeniul sănătății și cercetării.

Activitatea 3. Începerea colectării și preprocesarea datelor.

Activitatea 4. Efectuarea analizei exploratorii a datelor.

Activitatea 5. Dezvoltarea și testarea modele de bază de învățare automată.

Activitatea 6. Analiza progresul și planificarea pentru etapa următoare

4. Acțiunile realizate pentru atingerea scopului și obiectivelor etapei 2025

Activități/acțiuni în carul proiectului	Indicatori de cuantificare a rezultatelor obținute	Mențiuni despre realizare
Activitatea 1. Stabilirea metodelor de partajare a datelor.	- Modalitățile de partajare a datelor stabilite	<ul style="list-style-type: none"> Obținute 4 seturi de date: <ul style="list-style-type: none"> Set Sepsis – 40366 cazuri Set EEG epilepsie 8002 clipuri câte 10 minute Set EEG sănătoși – 36 subiecți (peste 100 clipuri EEG si ECG) Setul MIMIC – IV-demo
Activitatea 2. Formare de parteneriate cu specialiști și organizații din domeniul sănătății și cercetării.	<ul style="list-style-type: none"> Acorduri de parteneriat cu specialiști în domeniu perfectate (minimum – trei) Articol în Healthcare Informatics Research acceptat pentru publicare 	<ul style="list-style-type: none"> Acorduri cu 4 specialiști din 3 instituții (IMU, INN „Diomid Gherman”, IMC) Articol publicat în <i>Healthcare Informatics Research</i> (FI 2.3): Iapăscurtă, V., Fiodorov, I., Belii, A., Bostan, V. Multi-Agent Approach for Sepsis Management. In: <i>Healthcare Informatics Research</i>. 2025, 31(2), pp. 209-214.
Activitatea 3. Începerea colectării și preprocesarea datelor.	<ul style="list-style-type: none"> Setul de date inițial curățat și organizat Articol în Critical Care Exploration acceptat spre publicare 	<ul style="list-style-type: none"> Seturile de date pregătite pentru procesare Articol în proces de evaluare la <i>Healthcare Informatics Research: A Multi-Agent System for Early Sepsis Management Support: A Follow-up Evaluation Study</i>
Activitatea 4. Efectuarea analizei exploratorii a datelor.	<ul style="list-style-type: none"> Un seminar cu studenți-masteranzi/doctoranzi petrecut Articol în INFUS 2025 acceptat spre publicare Raport de analiză exploratorie a datelor perfectat 	<ul style="list-style-type: none"> Petrecut un seminar (“Modelele de limbaj mari (LLM) pentru suportul decizional în ATI”) pentru rezidenții la specialitatea Anesteziologie-reeanimatologie, USMF “N. Testemițanu” (26.02.2025) Articol publicat în INFUS 2025: Iapascuarta, V. Enhancing Sepsis Management in the Intensive Care Unit: A Multi-agent Methodology for Decision Support. In: <i>Kahraman, C., et al. Intelligent and Fuzzy Systems. INFUS 2025. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 1530. Springer, Cham. pp.345-351</i> Raport de analiză exploratorie perfectat (și folosit pentru publicații)
Activitatea 5. Dezvoltarea și testarea modele de bază de învățare automată.	<ul style="list-style-type: none"> Modele predictive preliminare elaborate Două articole în ICNBME 2025 acceptate spre publicare 	<ul style="list-style-type: none"> Modele predictive pentru sepsis și epilepsie elaborate Publicate 3 articole la ICNBME 2025
Activitatea 6 Analiza progresul și planificarea pentru etapa următoare	- Document de evaluare a progresului perfectat	<ul style="list-style-type: none"> Raport de etapa perfectat (actual)

5. Rezultatele obținute

Context

Diagnosticul medical are și o istorie lungă: de la abordarea empirică la o abordare mai structurată care utilizează metode logice și chiar matematice (de exemplu, diagnostic bazat pe cunoștințe, diagnostic bazat pe reguli, sisteme logice fuzzy, sisteme bazate pe ontologie, diagnostic bazat pe modele, diagnostic bayesian, raționament cauzal pentru diagnostic etc.). Una dintre adăugirile relativ recente la această listă este utilizarea învățării automate/inteligenței artificiale (ML/IA) pentru diagnostic [53]. Din punct de vedere medical, monitorizarea parametrilor fiziologici, a indicilor de laborator și a metodelor radio- și ultrasonografice sunt exemple de metode și instrumente tradiționale care obiectivează starea clinică a pacientului. Toate aceste metode au o rezoluție specifică, iar unele modificări se situează sub acest prag. În acest context, abordările care detectează modificări fiziopatologice subtile ar fi utile, ducând la un diagnostic mai precoce sau la o predicție a stării pacientului, care în acest caz reprezintă un diagnostic „anticipat”. Acesta, fiind unul dintre elementele cheie ale cercetării actuale, este prezentat în Figura 1.

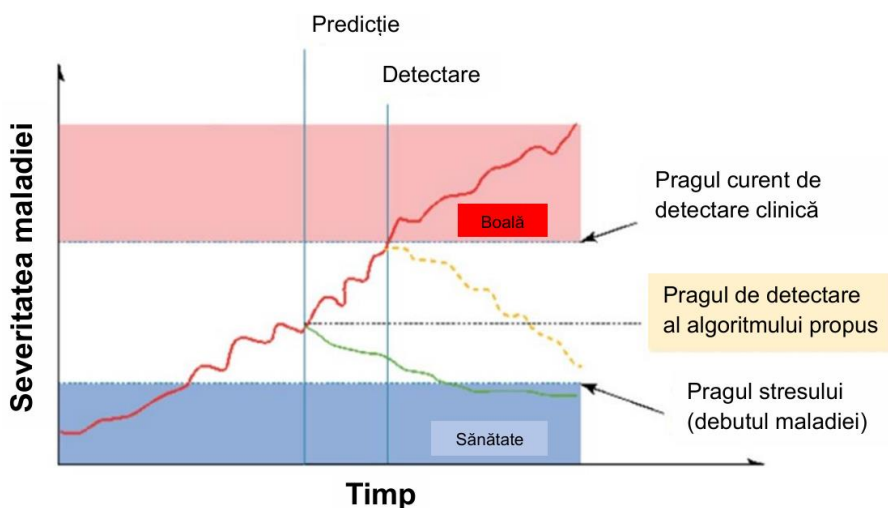


Figura 1. Diagnostic și prognostic: rolul conceptului analizei predictive bazate pe inteligență artificială asupra progresiei bolii.

Aspecte ale învățării reprezentării, științei complexității și învățării automate, relevante pentru domeniul de cercetare

Multe seturi de date moderne sunt multidimensionale. Numărul mare de caracteristici poate face dificilă vizualizarea și înțelegerea datelor. Pentru a rezolva această problemă, se poate utiliza învățarea reprezentării. Unele dintre aceste metode sunt mai vechi, cum ar fi analiza componentelor principale (PCA) și analiza discriminantă liniară (LDA). În schimb, altele sunt mai noi și neliniare, cum ar fi maparea izometrică (Isomap), încorporarea stocastică a vecinilor distribuită pe t (t-SNE) și încorporarea spectrală (SE).

Abordările complexității joacă, de asemenea, un rol în cercetare, inclusiv în domeniul medical. Una dintre cele mai comune metrice aici este entropia lui Shannon (H) sub diferite arome. Dar valoarea unei astfel de metrice este pusă sub semnul întrebării de cercetări recente, iar în schimb este propusă complexitatea Kolmogorov-Chaitin.

În ceea ce privește tehnicile de învățare automată (ML), utilizarea lor în medicină reflectă utilizarea lor în alte domenii ale practicii umane și se poate observa o mare diversitate a acestor tehnici utilizate în diagnostic și tratament.

Prognostic medical folosind învățarea automată în epilepsie și sepsis

Datele din literatura de specialitate arată că detectarea sau prezicerea precoce a sepsisului poate reduce timpul de administrare a antibioticelor, iar intervenția timpurie, la rândul său, s-a dovedit a reduce mortalitatea la acest grup de pacienți. ML/IA câștigă teren în abordarea acestor probleme. O situație similară se observă în cazul crizelor epileptice, unde se așteaptă ca aplicațiile ML să prezică atacuri de epilepsie neanunțate, crescând siguranța pacienților.

Principalele seturi de date utilizate în prezenta cercetare. Recuperarea valorilor lipsă

În acest studiu sunt utilizate trei seturi principale de date: (a) „Set EEG Epileptic”; (b) „Set EEG Non-Epileptic/Sănătos”; și (c) „Set Sepsis”, iar rezumatul acestora este prezentat în Tabelul 1.

Tabelul 1. O prezentare generală a seturilor de date utilizate în cercetare

Caracteristicile datelor	Set (a) – semnale EEG intracraniene de la subiecți epileptici	Set (b) - semnale EEG și ECG de la subiecți sănătoși	Set (c) – date multimodale de la pacienți în ATI
Număr de cazuri în setul original	4 câini și doi oameni cu crize epileptice (total – 8002 subseturi)	36 de voluntari sănătoși care au promovat un test aritmetic	40366 – pacienți (2932 cu sepsis și 37434 cu alte patologii)
Formatul datelor unui caz	Serii temporale multivariate ca semnale EEG de la electrozi intracranieni cu o frecvență de eșantionare de 400 – 5000 Hz	Serii temporale multimodale multivariate, cum ar fi EEG și EKG, cu o frecvență de eșantionare de 500 Hz	40 de parametri fiziologici ca serii temporale multimodale condensate în ferestre orare
Dimensiunile și formatul setului de date original	113,62 GB „.mat”	175 MB „.edf”	242 MB, „.psv”
Dimensiunile unui subset/caz	7,67 MB (.mat) 11,2 MB (.csv)	1285 – 3883 KB (.edf)	2-55 KB (.psv) 5-38 KB (.csv)
Parametri/variabile	Semnale EEG de la 15 – 24 electrozi	Semnale EEG de la 20 de electrozi și un derivat EKG	40 de parametri (semne vitale, de laborator, demografie)
Particularități ale setului	Clipuri/segmente EEG de 10 minute, fără valori lipsă	Clip EEG de 60-180 de secunde, fără valori lipsă	Rata valorilor lipsă până la 80,9%
Problema rezolvată în cadrul tezei	Predicție/clasificare în (a) segment EEG normal vs (b) preictal	Învățare a reprezentării	Predicție a (a) riscului ridicat de sepsis vs (b) Risc scăzut de sepsis

Deoarece datele despre sepsis conțin valori lipsă înainte de a fi utilizate pentru ML, acestea trebuie recuperate. Conform cercetărilor din cadrul proiectului, o tehnică care combină filtrarea Kalman cu algoritmi de învățare automată s-a dovedit a fi cea mai eficientă metodă pentru recuperarea datelor în acest set particular. Această abordare utilizează filtrarea Kalman pentru coloane cu cel puțin trei valori care nu lipsesc și modele liniare generalizate pentru recuperarea

datelor atunci când toate valorile dintr-o coloană lipsesc. Filtrul Kalman utilizează un model de filtrare discret bazat pe modele dinamice și de măsurare gaussiene liniare.

Ciclul de procesare a datelor despre sepsis din acest studiu include mai multe procese, cum ar fi recuperarea valorilor lipsă, și încearcă să ofere seturi de date adecvate pentru învățarea automată.

Algoritmii de învățare automată sunt utilizați în această cercetare în diferite etape, în două scopuri distincte: (a) pentru recuperarea valorilor lipsă și (b) pentru construirea modelului final de predicție a sepsisului (în această etapă, au fost experimentați mai mulți algoritmi). Următoarea este o descriere a principalilor pași de procesare, prezentați într-o diagramă asemănătoare Standardelor Consolidate de Raportare a Studiilor Clinice (CONSORT) (Figura 2). Aceasta arată dimensiunile rezultate ale seturilor de date după ce valorile lipsă sunt recuperate folosind trei metode și transmise algoritmilor de învățare automată.

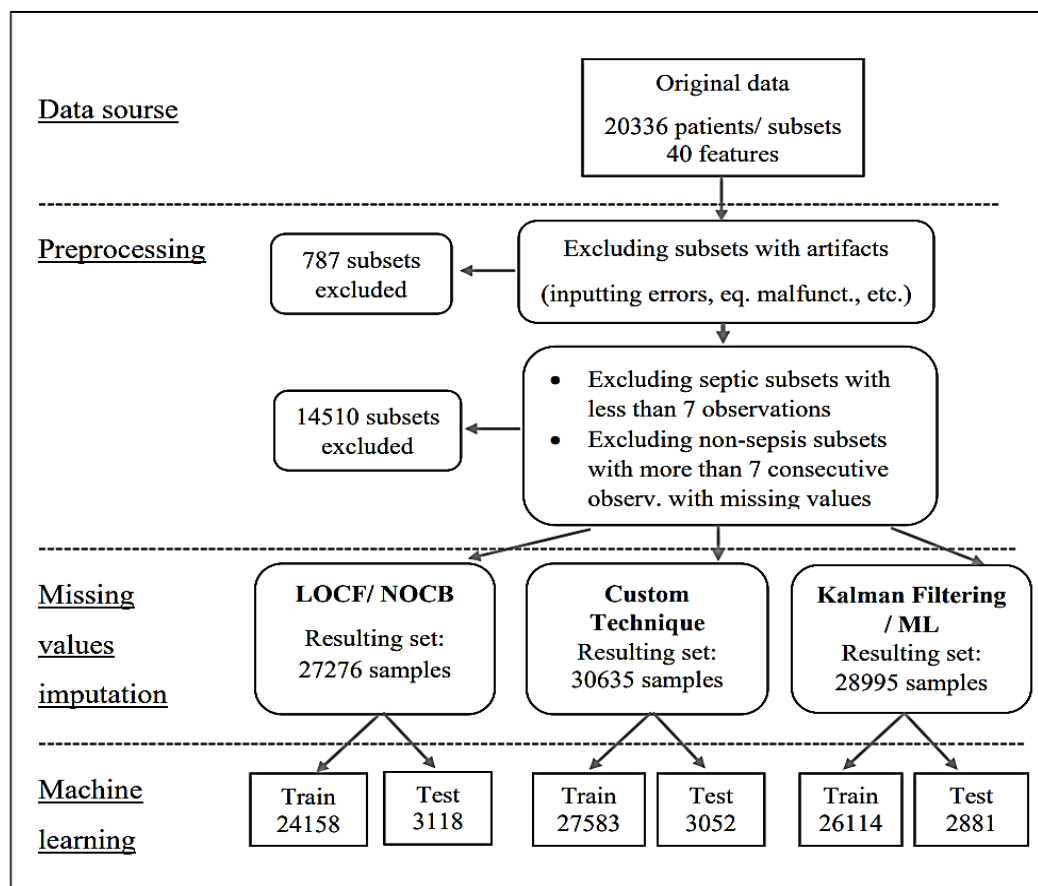


Figura 2. Fluxul de procesare a datelor în cercetarea actuală (diagramă asemănătoare CONSORT).

Un rol central în fluxul de procesare a datelor este atribuit estimării Complexității Algoritmice (Kolmogorov-Chaitin) (CKC) prin Metoda de Descompunere în Blocuri din domeniul Dinamicii Informației Algoritmice. De o importanță primordială aici este definiția complexității algoritmice (Kolmogorov-Chaitin sau a dimensiunii programului):

$$K_T(s) = \min\{|p|, T(p) = s\}, \quad (1)$$

adică lungimea celui mai scurt program p care produce șirul s care rulează pe o mașină Turing

universală T. BDM (Metoda de Descompunere în Blocuri), se bazează pe probabilitatea algoritmică definită de metoda teoremei de codare (CTM):

$$BDM = \sum_{i=1}^n CTM(block_i) + \log_2(|block_i|). \quad (2)$$

Tabelul 2. Formatul datelor despre sepsis utilizate pentru ML

AC1	AC2	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	Eticheta
17.213	17.166	5	3.5	-0.1	12	4	0	6	-2	-0.05	-31.5	-7.5	3.5	0
18.980	17.232	0.5	0.5	-0.05	9	9.5	-3.5	-5	-1	-0.25	0	-13.5	4.5	0
15.942	17.019	8	0	-0.1	8	3	-1.17	-9	0	0	-8	-8	-1.16	0
15.601	16.162	3	0	-0.06	6.5	3	1.5	-1.67	-2	0.03	-4.7	-1.7	0	1
16.476	16.956	-4	-1	-0.7	-2	-2	0	-5.5	1	-0.2	-11	-21.5	-5.5	1

În cazul datelor din setul epileptic după calcularea CKC pentru a vi livrate algoritmilor NLP ele au fost transformate în litere și aspectul lor pentru ML este ilustrat în Tabelul 3.

Tabelul 3. Date din setul epileptic pentru ML bazate pe modele NLP

Eticheta	Text
1	chi dzi czd dcd dbz cbh cid caz dba dcd dgd dbc dce dzi dbd dae dbc dca dei ...
0	afc ahg aiz bii bbi ahi adz bai gh ee cea cez dde cii che cee bff bfb cfb ahi dzd ...
1	dai def ceb dde ciz cec dec dzc dfe ddh def dad dbh dbh dbd dee daf dea dda ...
0	dce chh cid dbc dbe dea dbf cha dfd deg dch dab dag chh dfa ddb dei dae dda ...
0	ddi dei ddb ceg ded ddh dag dbz dfe dbg dga dbg ddf ddg ddg dga dez def dde ...

Rezultatele ML pe datele despre sepsis sunt prezentate în Figura 3 și Tabelul 4.

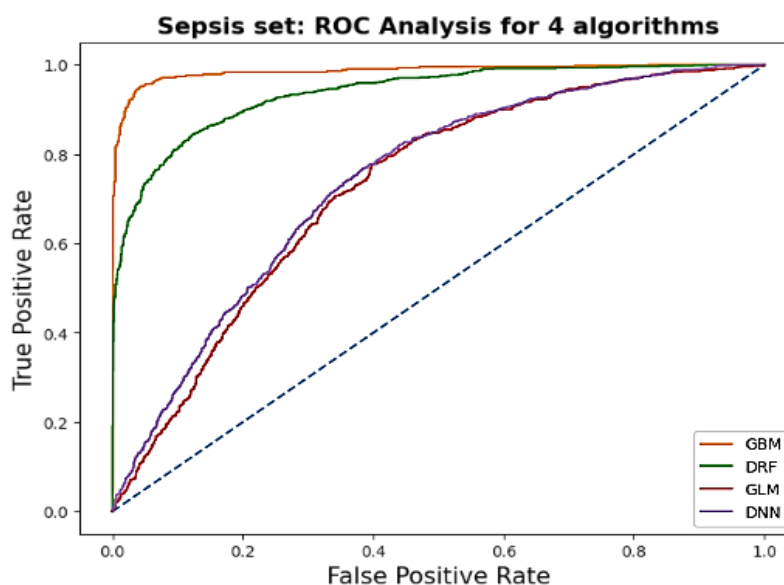


Figura 3. Curbe ROC ale patru algoritmi (DNN, GBM, GLM, DRF).

Tabelul 4. Performanța celor 4 algoritmi/modele ML

Model\ Metrici	GBM		DRF		GLM		DNN	
	Cross- validare (sd)	Test (95% CI)	Cross- validare (sd)	Test (95% CI)	Cross- validare (sd)	Test (95% CI)	Cross- validare (sd)	Test (95% CI)
Aria de sub curba ROC (AUC)	0.974 (0.003)	0.953 (0.944 – 0.961)	0.920 (0.009)	0.827 (0.812 – 0.843)	0.707 (0.010)	0.684 (0.667– 0.700)	0.745 (0.048)	0.539 (0.530– 0.547)
Sensibilitate	0.892 (0.010)	0.942 (0.924 – 0.956)	0.753 (0.021)	0.685 (0.653 – 0.715)	0.820 (0.035)	0.831 (0.805– 0.855)	0.768 (0.064)	0.977 (0.964– 0.985)
Specificitate	0.971 (0.007)	0.964 (0.955 – 0.972)	0.917 (0.016)	0.970 (0.961 – 0.977)	0.528 (0.041)	0.537 (0.515– 0.559)	0.619 (0.114)	0.101 0.088 – 0.115)
Acuratețe	0.946 (0.004)	0.957 (0.949 – 0.964)	0.869 (0.009)	0.882 (0.869 – 0.893)	0.620 (0.019)	0.628 (0.610– 0.646)	0.666 (0.059)	0.372 (0.354– 0.390)
Precizie (PPV)	0.934 (0.015)	0.921 (0.902 – 0.938)	0.809 (0.029)	0.911 (0.886 – 0.931)	0.443 (0.013)	0.446 (0.422– 0.470)	0.489 (0.062)	0.328 (0.310– 0.346)

Notă: Performanța este prezentată atât pentru validarea încrucișată, cât și pentru setul de testare (validare internă).

O comparație între cele mai performante modele dezvoltate în studiul actual și sistemele cu performanțe ridicate descrise în literatura de specialitate este prezentată în Tabelul 5 (date EEG).

Tabelul 5. Performanța comparativă a modelelor dezvoltate pe același set de date EEG

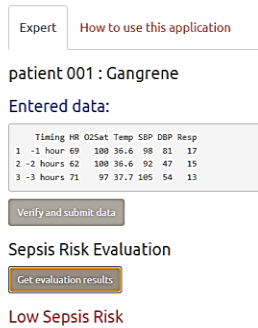
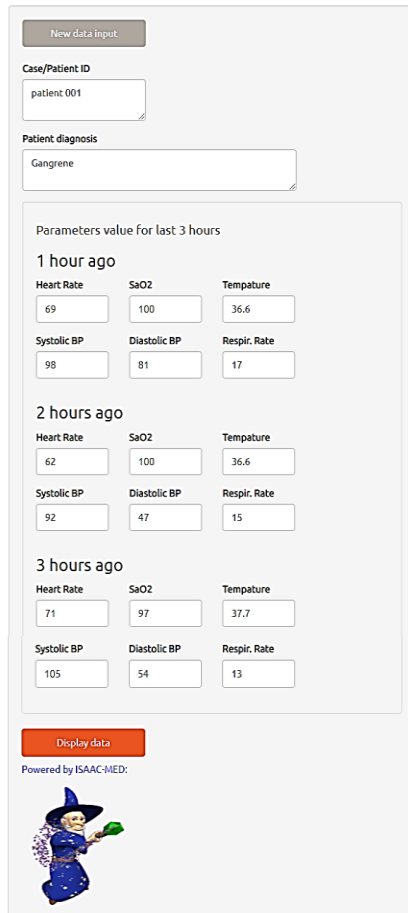
Referințe/ Metrici	2014 Kaggle Competition (primele 10 rezultate)	Usman S. et al. (2021)	Ibrahim A.K. et al. (2023)	Modele din studiu (bazate pe CBOW Word2vec (95% Î)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ROC AUC	0.78 – 0.82	-	-	0.94 – C-1 0.97 – dog 2
Sensibilitate	-	0.94	0.81 ± 0.02 (C-1) 1.00 (C-2)	1.00 (0.86 - 1.00) - C-1 0.98 (0.87-1.00) – C-2
Specificitate	-	0.96	-	0.91 (0.79 - 0.98) – C-1 0.96 (0.86-1.00) – C-2
Acuratețe	-	-	-	0.94 (0.86 - 0.98) – C-1 0.97 (0.91-0.99) – C-2
Rata fals pozitivă	-	-	0.08 ± 0.02 (C-1) 0.04 ± 0.03 (C-2)	0.082 – C-1 0.038 – C-2
Raport de probabilitate pozitiv	-	-	-	11.25 (4.41-28.67) – C-1 24.4 (6.27-94.97) – C-2
Raport de probabilitate negativ	-	-	-	0.00 – C-1 0.02 (0.00-0.17) – C-2

Tabelul 5 (continuare)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Valoare predictivă pozitivă	-	-	-	0.86 (0.67-0.96) – C-1 0.95 (0.84-0.99) – C-2
Valoare predictivă negativă	-	-	-	1.0 (0.91-1.00) – C-1 0.98 (0.89-1.00) – C-2

Aplicații software bazate pe modelele dezvoltate în studiul actual

Cele mai performante modele au fost integrate în cinci aplicații software. Interfețele grafice cu utilizatorul (GUI) pentru două dintre acestea sunt prezentate în Figura 4:

ISAAC Sepsis Expert - 2.1.2



Algorithmic Complexity (by BDM & NLP/Word2Vec model) EEG Analyser

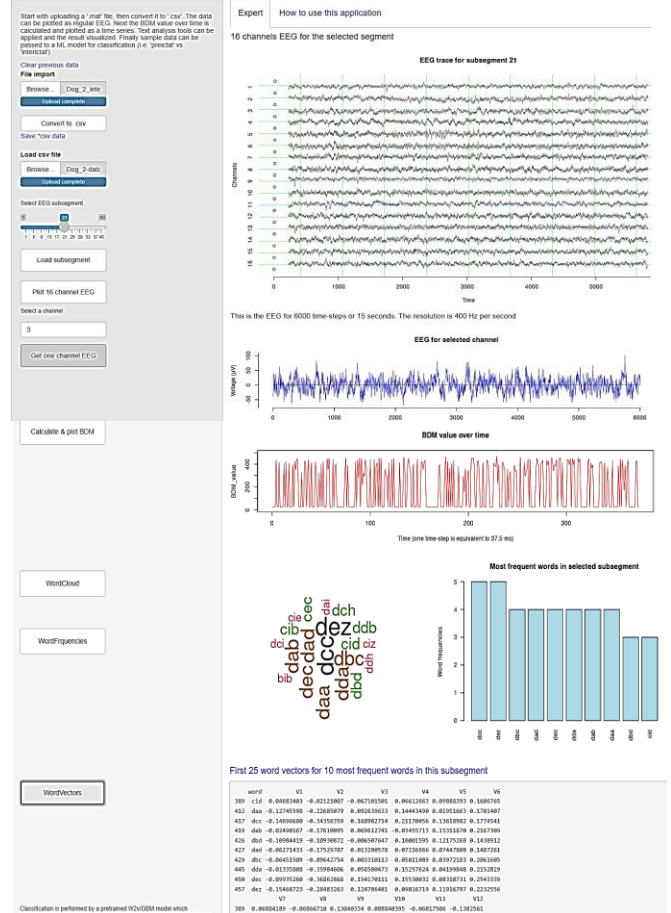


Figura 4. Interfețele grafice a doua aplicații software: stânga – pentru predicția sepsisului, dreapta – pentru analiza EEG.

Cinci aplicații, inclusiv cele descrise mai sus, sunt disponibile online:

https://viapascurta.shinyapps.io/ISAAC_EEG_NLP_2_1/

https://viapascurta.shinyapps.io/ISAAC_EEG_1_2_2/

https://viapascurta.shinyapps.io/ISAAC_sepsis_demo/

https://viapascurta.shinyapps.io/Sepsis_ISAAC_new_2_1/

https://github.com/viapascurta-tech/Palmyra_med_sepsis_app

6. Diseminarea rezultatelor

Rezultatele obținute în proiect au fost diseminate în formă de 9 publicații (vezi *Lista publicațiilor* din Anexa 2) și în formă de prezentări (8) la foruri științifice, după cum urmează:

- Conferința “Cells and tissues transplantation. Actualities and perspectives. The 3rd edition” dedicated to the 80th anniversary of the founding of Nicolae Testemițanu State University of Medicine and Pharmacy.” 21-22 martie 2025 - 2 rapoarte orale.
- Conferința INFUS 2025, 16-19 iulie 2025, Turcia - raport oral
- Congresul SARRM, 12-14 septembrie 2025 - 2 rapoarte orale
- Conferința ICNBME 2025, 7-10 octombrie, 2025 – 3 rapoarte orale

Lista publicațiilor din anul 2025 - în Anexa 2 la actualul raport.

7. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute

Odată obținute, rezultatele cercetării sunt de așteptat să aibă un impact profund asupra domeniului asistenței medicale, în special în mediile de terapie intensivă. Prin îmbunătățirea capacităților de predicție prin algoritmi inovatori, proiectul îmbunătățește diagnosticarea precoce și gestionarea afecțiunilor critice (sepsis și epilepsie).

Impact clinic: Dezvoltarea sistemelor avansate de sprijinire a deciziilor oferă clinicienilor informații oportune, permițând intervenții proactive care pot reduce ratele mortalității și pot îmbunătăți rezultatele pacienților.

Progrese în cercetare: Proiectul contribuie prin furnizarea de noi metodologii pentru analiza datelor biomedicale complexe. Integrarea CA cu modelele de ÎA și NLP oferă cercetătorilor instrumente noi pentru a explora alte afecțiuni medicale, încurajând inovarea și explorarea în continuare în domeniu.

Inovație tehnologică: Crearea unor instrumente robuste de diagnosticare bazate pe IA stabilește un nou punct de referință pentru tehnologia asistenței medicale. Aceste instrumente pot fi adaptate și extinse pentru a aborda diverse alte provocări medicale, conducând la dezvoltarea unor soluții de asistență medicală mai sofisticate și mai fiabile.

Beneficii economice: Rezultatele obținute au potențialul de scădere a costurilor de asistență medicală asociate cu tratamente pe termen lung și spitalizări. Acest impact economic poate aduce potențiale beneficii atât furnizorilor de servicii medicale, cât și pacienților, făcând îngrijirea mai eficientă și mai accesibilă.

Beneficiul pacientului: Proiectul îmbunătățește îngrijirea pacientului, oferind indivizilor rezultate mai bune. Pacienții vor beneficia de diagnostice mai precise și planuri de tratament personalizate, oferindu-le mai multă încredere.

În sumă, impactul acestei cercetări este o îmbunătățire transformatoare în furnizarea de asistență medicală, metodologiile de cercetare și rezultatele pacienților, ceea ce îl face o contribuție esențială în domeniul TI și medical.

8. Colaborare la nivel național

Principalele colaborări la această etapă sunt cu:

- a. Clinica de Anestezie și Terapie Intensivă, IMU, unde rezultatele proiectului sunt experimentate
- b. Catedra de Anesteziologie-reanimatologie a USMF "N. Testemițanu", unde rezultatele proiectului sunt integrate în procesul de studii pentru studenții anului V și medicii rezidenți la specialitatea Anesteziologie și terapie intensivă.

9. Colaborare la nivel internațional

Acest aspect include colaborarea cu:

- grupul dlui Hector Zenil de la King's Institute for Artificial Intelligence, Londra (în cadrul proiectului internațional privat de cercetare „Algorithmic Information Dynamics”, subproiectul „AID and (patho)physiological and clinical models”.
- grupul dlui Florin Pop de la Politehnica, București (tangențe cu proiectul 25.80013.5007.56 RO MD "DACISLab: Laborator virtual de date deschise și știință în noua generație de sisteme de calcul continuu")

10. Dificultățile în realizarea proiectului

Nu au fost.



**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2025 în cadrul proiectului**

“Metode și algoritmi software inteligenți pentru terapia intensivă. Abordare prin prisma științei
complexității”

1. **Monografii** (recomandate spre editare de consiliul științific/senatul organizației din domeniile cercetării și inovării)

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

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

4. **Articole în reviste științifice**

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

- IAPĂSCURTĂ, V., FIODOROV, I., BELÎI, A., BOSTAN, V. Multi-Agent Approach for Sepsis Management. În: *Healthcare Informatics Research*. 2025, 31(2), pp. 209-214. ISSN 2093-3681. <https://doi.org/10.4258/hir.2025.31.2.209>. IF 2.3

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute

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

- IAPĂSCURTĂ, V., BELÎI, A. Rolul potențial al abordării bazate pe inteligența artificială pentru managementul sepsisului: un studiu de caz pilot, În: *Arta Medica* 2024, 4 (93), pp. 46-49, DOI: 10.5281/zenodo.14549531. <https://zenodo.org/records/14549531>
- IAPĂSCURTĂ, V., Exploring the human circulatory system through system dynamics: a model-based approach. În: *Journal of Engineering Science* 2024, 31(4), pp. 95-104. ISSN:2587-3474. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31\(3\).01](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(3).01)

4.4. în alte reviste naționale

5. **Articole în culegeri științifice naționale/internaționale**

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

- IAPASCUARTA, V. Enhancing Sepsis Management in the Intensive Care Unit: A Multi-agent Methodology for Decision Support. In: Kahraman, C., et al. *Intelligent and Fuzzy Systems. INFUS 2025. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 1530. Springer, Cham. pp.345-351. https://doi.org/10.1007/978-3-031-98565-2_38
- IAPĂSCURTĂ, V., FALENCIUC, R., MUNTEANU, V., ARNAUT, O. Advancing Biomedical Engineering: An Agent-Based Approach to Pulmonary Edema Simulation. În: Sontea, V., Tiginyanu, I., Railean, S. (eds) *7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBME 2025*.

IFMBE Proceedings, vol. 135. Springer, Cham. pp. 66-75.

https://doi.org/10.1007/978-3-032-06497-4_7

- IAPĂSCURTĂ, V., MUNTEANU, V., BELÎÎ, A. Exploring Maternal-Placental-Fetal Interactions: A Hybrid Modeling Approach for Biomedical Engineering. În: Sontea, V., Tiginyanu, I., Railean, S. (eds) 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBME 2025. IFMBE Proceedings, vol. 135. Springer, Cham. pp. 94-303. https://doi.org/10.1007/978-3-032-06497-4_30
- CIUBARA, R., ODAJIU, O., MUNTEANU, V., ARNAUT, O., BELÎÎ, A., IAPĂSCURTA, V. Multi-agent Decision Support for Sepsis: Balancing Precision and Hallucination Risks in Biomedical Engineering. În: Sontea, V., Tiginyanu, I., Railean, S. (eds) 7th International Conference on Nanotechnologies and Biomedical Engineering. ICNBME 2025. IFMBE Proceedings, vol. 135. Springer, Cham. pp. 645-654. https://doi.org/10.1007/978-3-032-06497-4_63

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)
- 6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)
- 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)
- 7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională
 - IAPĂSCURTĂ, V. Agent-based modeling of fluid dynamics in lung tissue engineering. În: The Materials of the National Scientific Conference with International Participation „Cells and tissues transplantation. Actualities and perspectives. The 3rd edition” dedicated to the 80th anniversary of the founding of Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy. Chisinau, March 21-22, 2025. ISBN: 978-9975-82-413-2
<http://repository.usmf.md/handle/20.500.12710/30460>
 - IAPĂSCURTĂ, V. Building a RAG system for tissue engineering: insights from domain specific text and sepsis management, In: The Materials of the National Scientific Conference with International Participation „Cells and tissues transplantation. Actualities and perspectives. The 3rd edition” dedicated to the 80th anniversary of the founding of Nicolae Testemitanu State University of Medicine and Pharmacy. Chisinau, March 21-22, 2025. ISBN: 978-9975-82-413-2
<http://repository.usmf.md/handle/20.500.12710/30459>

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

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

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2025

Cifra proiectului 25.00208.5007.07/PD

Denumirea Proiectului “Metode și algoritmi software inteligenți pentru terapia intensivă. Abordare prin prisma științei complexității”

REZUMAT

Proiectul “Metode și algoritmi software inteligenți pentru terapia intensivă. Abordare prin prisma științei complexității”, anul 2025

Scopul etapei 2025 în cadrul scopului general al proiectului: Scopul general al proiectului, care constă în crearea de metode inovatoare și algoritmi inteligenți, împreună cu aplicații software, pentru a prezice stările clinice, ce poate facilita diagnosticarea precoce pentru pacienții critici, în special pentru cei cu risc de a dezvolta sepsis sau convulsii epileptice este formulat în cadrul etapei incipiente actuale după cum urmează: stabilirea parteneriatelor, obținerea datelor și modelarea inițială. **Obiectivele etapei 2025:** Stabilirea metodelor fundamentale de prelucrare a datelor; Dezvoltarea modelelor predictive inițiale pentru sepsis și epilepsie; Identificarea seturilor de date pentru a fi utilizate în cercetare. **Noutate științifică și originalitate:** Cercetarea introduce o integrare nouă a științei complexității cu terapia intensivă, valorificând neliniaritatea și emergența pentru a aborda lacunele de diagnostic. Este pionieră în utilizarea complexității Kolmogorov-Chaitin (CKC) prin descompunerea în blocuri pentru preprocesarea semnalelor biomedicale, îmbunătățind detectarea tiparelor în datele nestaționare. Aplicarea modelelor de limbaj mari cu generare augmentată prin recuperare și sisteme multi-agent pentru gestionarea sepsisului reprezintă o abordare de ultimă generație a deciziilor clinice în timp real, distingând această lucrare de metodele reduționiste tradiționale. **Principalele rezultate:** Cercetarea stabilește un cadru științific al complexității. Preprocesarea avansată, inclusiv estimarea KCC, transformă datele EEG și sepsis pentru învățarea automată, atingând performanțe predictive ridicate. Instrumente software create precum ISAAC-EEG-BDM-NLP și ISAAC Sepsis Expert permit detectarea și gestionarea precoce, sistemele bazate pe modele de limbaj mari îmbunătățind respectarea ghidurilor privind sepsisul. **Semnificația teoretică a cercetării:** promovează știința complexității prin formalizarea aplicării sale în terapia intensivă, integrând-o cu modelare, învățare automată și inteligență artificială. Aceasta contribuie cu o nouă paradigmă a științei datelor despre complexitate, conectând teoria sistemelor și abordările bazate pe date. Utilizarea CKC pentru analiza semnalelor biomedicale oferă un salt teoretic în captarea dinamicii emergente, în timp ce modelarea hibridă și sistemele multi-agent oferă noi cadre pentru înțelegerea fenomenelor comune pentru terapia intensivă, îmbogățind cercetarea transdisciplinară. **Valoarea aplicativă a lucrării:** Instrumentele dezvoltate oferă soluții practice pentru predicția și gestionarea timpurie a sepsisului și prognoza convulsiilor bazată pe EEG, îmbunătățind luarea deciziilor clinice și îngrijirea personalizată. Aceste aplicații sunt scalabile pentru medii cu resurse limitate, cum ar fi Moldova, sprijinind triajul critic, planificarea intervențiilor și educația medicală prin simulări interactive. **Implementarea rezultatelor științifice:** Prototipurile software, ISAAC-EEG-BDM-NLP pentru cercetarea epilepsiei și ISAAC Sepsis Expert și MA System pentru gestionarea sepsisului clinic, sunt concepute pentru integrarea în sistemul de sănătate

din Republica Moldova. Sunt planificate implementări pilot în unitățile de terapie intensivă, în așteptarea aprobării autorităților de reglementare și a validării prospective.

SUMMARY

Project “Intelligent methods and software algorithms for intensive care. A complexity science-based approach”, year 2025

Goal of the 2025 stage within the general goal of the project: The general goal of the project, which consists in creating innovative methods and intelligent algorithms, together with software applications, to predict clinical states, which can facilitate early diagnosis for critically ill patients, especially for those at risk of developing sepsis or epileptic seizures, is formulated within the current incipient stage as follows: establishing partnerships, obtaining data and initial modeling. **Objectives of the 2025 stage:** Establishing fundamental data processing methods; Developing initial predictive models for sepsis and epilepsy; Identifying datasets for use in research. **Scientific novelty and originality:** The research introduces a novel integration of complexity science with intensive care, leveraging nonlinearity and emergence to address diagnostic gaps, pioneering the use of Kolmogorov-Chaitin (CKC) complexity by block decomposition for preprocessing biomedical signals and improving pattern detection in non-stationary data. The application of large language models with retrieval-augmented generation and multi-agent systems for sepsis management represents a state-of-the-art approach to real-time clinical decisions, distinguishing this work from traditional reductionist methods. **Main results:** The research establishes a scientific framework for complexity. Advanced preprocessing, including KCC estimation, transforms EEG and sepsis data for machine learning, achieving high predictive performance. Created software tools such as ISAAC-EEG-BDM-NLP and ISAAC Sepsis Expert enable early detection and management, with large language model-based systems improving adherence to sepsis guidelines. **Theoretical significance of the research:** advances the science of complexity by formalizing its application in intensive care, integrating it with modeling, machine learning, and artificial intelligence. It contributes a new paradigm of data science on complexity, connecting systems theory and data-driven approaches. The use of CKC for biomedical signal analysis provides a theoretical leap in capturing emerging dynamics, while hybrid modeling and multi-agent systems provide new frameworks for understanding common phenomena for intensive care, enriching transdisciplinary research. **Applicative value of the work:** The developed tools provide practical solutions for early sepsis prediction and management and EEG-based seizure prognosis, improving clinical decision-making and personalized care. These applications are scalable for resource-limited settings such as Moldova, supporting critical triage, intervention planning and medical education through interactive simulations. **Implementation of scientific results:** The software prototypes, ISAAC-EEG-BDM-NLP for epilepsy research and ISAAC Sepsis Expert and MA System for clinical sepsis management, are designed for integration into the healthcare system of the Republic of Moldova. Pilot implementations in intensive care units are planned, pending regulatory approval and prospective validation.

Conducătorul de proiect **Iapăscurtă Victor**

Data

LS



**Executarea devizului de cheltuieli,
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2025**

Cifrul proiectului 25.00208.5007.07/PD

Cheltuieli, lei				
Denumirea	Cod		Anul de gestiune	
	Eco (k6)	Aprobat	Modificat +/-	Precizat
Burse de studii a studenților autohtoni	281211	157 700,0		157 700,0
Deplasări de serviciu în interiorul țării	222710			
Deplasări de serviciu peste hotare	222720			
Servicii editoriale	222910			
Servicii de cercetări științifice contractate	222930			
Servicii poștale	222980			
Servicii neatribuite altor aliniate	222999	28 000,0	-1 100,0	26 900,0
Alte cheltuieli în bază de contracte cu persoane fizice	281600	7 600,0	+1 100,0	8 700,0
Cheltuieli curente neatribuite la alte categorii	281900			
Procurarea mașinilor și utilajelor	314110			
Procurarea activelor nemateriale	317110			
Procurarea combustibilului, carburanților și lubrifianților	331110			
Procurarea produselor alimentare	333110			
Procurarea materialelor pentru scopuri didactice, științifice și alte scopuri	335110			
Procurarea materiale de uz gospodăresc și rechizite de birou	336110			
TOTAL		193 300,0		193 300,0

Notă: În tabel se prezintă doar categoriile de cheltuieli din contract ce sunt în execuție și modificările aprobate (după caz)

Rector U.T.M.



(semnătura)

dr. hab. Viorel BOSTAN

(numele, prenumele)

Contabil (economist)



(semnătura)

Victoria IOVU

(numele, prenumele)

Conducătorul de proiect



(semnătura)

Dr. Victor IAPĂSCURTĂ

(numele, prenumele)



Data:

Componența echipei conform contractului de finanțare pentru anul 2025

Conducător de proiect – Iapăscuță Victor, dr.

Membrii echipei (consultanți științifici):

- Bostan Viorel, dr. hab., prof. univ., mc AȘM
- Belii Adrian, dr. hab., prof. univ.

EXTRAS
din Procesul Verbal
al ședinței Consiliului Științific UTM
din 02 decembrie 2025

Prezenți: 14 membri ai Consiliului științific al UTM – Vasile Tronciu, *Prorector pentru cercetare, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Ion, *Academician AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Bostan Viorel, *Rector UTM, prof. univ., dr. hab.*; Siminiuc Rodica, *Directoare a ȘD UTM, conf. univ., dr.*; Sturza Rodica, *Membru cor. AȘM, prof. univ., dr. hab.*; Ghendov-Moșanu Aliona, *conf. univ., dr. hab.*; Caisin Larisa, *prof. univ., dr. hab.*; Cepoi Liliana, *Director, Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al UTM, conf. univ., dr.*; Gheorghică Maria, *prof. univ., dr.*; Monaico Eduard, *dr., conf. cercet.*; Țurcanu Dinu, *dr., conf. univ.*; Țirșu Mihai, *Director Institutul de Energetică UTM, conf. univ., dr.*; Popovici Mihail, *conf. univ., dr.*; Muntean Viorel, *Doctorand UTM*

S-A DISCUTAT: audierea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte Postdoctorat: 25.00208.5007.07/PD „Metode și algoritmi software inteligenți pentru terapia intensivă. Abordare prin prisma științei complexității”, Conducător de proiect: *dr. Victor IAPĂSCURTĂ.*

S-A DECIS: aprobarea rezultatelor științifice obținute pe parcursul anului 2025 al proiectului din cadrul Concursului de proiecte Postdoctorat: 25.00208.5007.07/PD „Metode și algoritmi software inteligenți pentru terapia intensivă. Abordare prin prisma științei complexității”, Conducător de proiect: *dr. Victor IAPĂSCURTĂ.*

Președinte al CȘ UTM,
Vasile TRONCIU, dr. hab., prof. univ.

Secretar al CȘ UTM,
Liliana CEPOI, dr. hab.