

RECEPȚIONAT

Ministerul Educației și Cercetării

_____ 2025**AVIZAT**

Secția Academiei de Științe a Moldovei

_____ 2025**UNIVERSITATEA DE STAT DIN MOLDOVA**

(denumirea organizației de drept public din domeniile cercetării și inovării)

INSTITUTUL DE MATEMATICĂ ȘI INFORMATICĂ**„VLADIMIR ANDRUNACHIEVICI”**

(denumirea unităților de cercetare)

RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL**pentru etapa 2024****privind realizarea subprogramului de cercetare în cadrul
programului instituțional de cercetare al organizației (2024-2027)**Titlul subprogramului **SISTEME INFORMATICE BAZATE PE INTELIGENȚA
ARTIFICIALĂ**Prioritatea strategică **Tehnologii inovative, energie sustenabilă, digitalizare**Codul subprogramului **011301**

Directorul unității de cercetare

TÎTCHIEV Inga

(numele, prenumele)

(semnătura)Coordonatorul subprogramului
de cercetareBUMBU Tudor

(numele, prenumele)

(semnătura)

Chișinău, 2025

CUPRINS:

1.	Scopul și obiectivele etapei 2024	3
2.	Acțiunile planificate pentru etapa 2024	3
3.	Acțiunile realizate în 2024	4
4.	Rezultatele obținute	7
5.	Impactul științific, social și/ sau economic al rezultatelor științifice obținute	9
6.	Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de publicații	10
7.	Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de prezentări la foruri științifice	16
8.	Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în subprogram în mass-media	16
9.	Colaborare la nivel național și internațional	17
10.	Teze de doctorat/ postdoctorat susținute și confirmate în anul 2024 de membrii echipei subprogramului	17
11.	Dificultăți în realizarea subprogramului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)	17
12.	Concluzii	18
13.	Anexe	19
	Anexa nr. 1. <i>Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024 (în limba română și în limba engleză)</i>	19
	Anexa nr. 2. <i>Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice publicate în anul 2024 în cadrul subprogramului de cercetare</i>	21
	Anexa nr. 3. <i>Componența echipei de cercetare a subprogramului</i>	28

1. Scopul și obiectivele etapei 2024

- Dezvoltarea unui suport digital pentru *Inteligența Decizională Integrată* IDI, ce ar reduce decalajul dintre metodologiile tradiționale bazate pe cunoștințe și capacitățile moderne oferite de analiza bazată pe date.
- Valorificarea patrimoniului cultural românesc prin digitizarea documentelor din diferite perioade istorice tipărite și scrise (inclusiv scrierile unciale sau semiunciale).
- Dezvoltarea experiențelor interactive bazate pe continuum realitate-virtualitate pentru învățarea profundă (a limbii române, matematicii, etc.)
- Optimizarea fluxurilor de lucru și fire de execuție în sisteme de prelucrare a datelor științifice prin aplicarea unor mecanisme noi de gestionare a resurselor de calcul și stocare în infrastructuri de calcul distribuite.

2. Acțiunile planificate pentru etapa 2024

Etapa I (01.01.2024-30.06.2024)

Activitatea 1. Selectarea domeniului primar de dezvoltare, testare și implementare a abordării IDI. Efectuarea unei revizui cuprinzătoare a activelor de cunoștințe existente și a surselor de date ce descriu perspectivele specifice domeniului selectat.

Activitatea 2. Analiza resurselor de texte în limba română uncială și semiuncială, alfabet chirilice vechi și de tranziție. Crearea resurselor și proiectarea modelelor pentru digitizarea documentelor din diferite perioade istorice.

Activitatea 3. Evaluarea și selectarea platformelor de realitate mixtă și tehnologiilor relevante care corespund cel mai bine obiectivelor și nevoilor pentru dezvoltarea experiențelor interactive în învățarea profundă (a limbii române, matematicii, etc.). Selectarea domeniului primar și a conținuturilor utilizate pentru dezvoltarea experiențelor interactive

Activitatea 4. Studiarea mecanismelor și instrumentelor pentru distribuirea optimă a resurselor computaționale și de stocare în sisteme multi-cloud eterogen orientate spre stocare și prelucrare a volumelor mari a datelor științifice.

Activitatea 5. Cercetarea modelelor formale de calcul clasice, precum mașini cu registre, automate și gramatici formale, și a modelelor paralele distribuite, de ex. P sisteme. Puterea variantelor lor de calcul, complexitatea descriptivă.

Etapa II (01.07.2024-31.12.2024)

Activitatea 1. Organizarea unor sesiuni de lucru cu experți din domeniul selectat cu scopul ajustării bazei de cunoștințe existente printr-o procedură de validare (achiziționarea și formalizarea în caz de depistare de noi cunoștințe). Identificarea lacunelor în cunoștințele stocate care pot fi abordate prin informații bazate pe date.

Activitatea 2. Elaborarea modelelor de recunoaștere optică a caracterelor unciale și semiunciale și proiectarea modulelor de extindere a platformei HeDy cu servicii pentru revitalizarea publicațiilor științifice. Portarea pe web ale elementelor existente ale serviciilor de revitalizare a publicațiilor științifice din cadrul platformei HeDy

Activitatea 3. Elaborarea experiențelor interactive prin aplicarea tehnologiilor MR la învățarea profundă a matematicii. Crearea sau adaptarea conținutului educațional pentru a fi compatibil cu tehnologia realității mixte. Integrarea elementelor interactive și experimentelor 3D în materialele de învățare

Activitatea 4. Elaborarea metodologiei pentru specificarea și împărțirea mediului de calcul eterogen în tipuri de noduri, fiecare cu resurse proprii: stocare temporară, persistentă și capabilități de calcul. Specificarea obiectivului de optimizare pentru diverse unități de stocare și unități de calcul, selectarea algoritmilor de optimizare în funcție de capacitățile de procesare a nodurilor, capacitatea de stocare, fiabilitatea și consumul de energie.

3. Acțiunile realizate în 2024

Au fost planificate și efectuate lucrări de revizuire cuprinzătoare a activelor de cunoștințe existente și a surselor de date ce descriu perspectivele specifice a viitorului domeniu(ii) de studiu. Au fost analizate bazele (extinse) de cunoștințe expert; nucleeele bazelor de cunoștințe restricționate de careva principii; sistemele de scoruri; estimarea diverselor forme de incluziune financiară cu scopul creșterii acesteia. Au fost identificate cunoștințele (faptele și reguli decizionale), care sunt dependente de modificări în timp real, scurt sau mediu și care ar fi bine de le gestionat atât prin metode clasice de inginerie a cunoștințelor expert, cât și cu ajutorul abordării data-driven (bazate pe analiza datelor). Au fost organizate ședințe de lucru cu experți din domeniul diagnosticului medical și domeniul financiar cu scopul evidențierii a unui domeniu sau mai multe – ca domeniu selectat. La aceste întâlniri a fost evaluată perspectiva abordării IDI (Inteligenței Decizionale Integrate) pentru sub-domeniile menționate mai sus, și a fost pusă în discuție accesibilitatea surselor de date și cunoștințe, posibile probleme și riscuri. (I.Secrieru, E.Gutuleac, O.Popcova)

A fost analizat și proiectat un sistem bazat pe conceptul de calculul persuasiv (ubiquitous computing, user-centered computing) pentru partajarea resurselor educaționale pentru organizarea eficientă a procesului educațional. Au fost proiectate aplicațiile necesare în Visual Basic for Applications și JavaScript pentru serverul Google (Google Drive). (A. Rusu)

A fost elaborat un formular care va conține informația comparativă despre mecanismele și de instrumentele cunoscute utilizate pentru crearea cadrelor de execuție adaptive în sistemele de calcul distribuite. A fost elaborată clasificarea tipurilor de noduri de bază și efectuată analiza comparativă a deferitelor tipuri de noduri. Au fost elaborate propuneri pentru extinderea a infrastructurii de calcul al IMI VA în anii 2024-2025 cu integrarea ei la infrastructura Europeana EGI. (P. Bogatencov; N. Degteariov)

Au fost analizate materialele existente pe manuscrise cu probleme matematice elaborate de către matematician Boris Cinic. Au fost analizate instrumente existente pentru digitizarea textelor scrise manual cu scopul pregătirii a unui problemar electronic cu aceste materiale. S-a decis de lucrat cu următoarele instrumente MathPix, ChatGPT, Google Docs și LaTeX. Au fost digitizate textele scrise manual fiind cuprinse următoarele procese: Scanarea textelor scrise manual; Prelucrarea imaginilor obținute prin scanare; Recunoașterea textelor scrise manual în limba rusă cu ajutorul serviciului online Google Docs și obținerea a codului LaTeX respectiv; Recunoașterea formulelor matematice cu ajutorul serviciului online MathPix și obținerea codului LaTeX respectiv; Recunoașterea textelor scrise manual în limba rusă și formulelor matematice cu ajutorul serviciului online GPT și obținerea codului LaTeX respectiv; Recunoașterea desenelor matematice. Resursele recunoscute au fost manual verificate, corectate și validate în mediul LaTeX. Au fost prelucrate 300 de cartele scrise manual; A fost verificat textul obținut după recunoașterea cartelelor prelucrate. A fost verificat și corectat codul LaTeX generat de serviciile online MathPix și GPT pentru 140 de cartele prelucrate. Cartelele (versiunea prelucrata, verificată și corectată) se Anexează. (T. Verlan; V. Demidova; A. Parahonco)

Au fost cercetate și testate soft-uri și tehnologii pentru procesarea textelor cu scris uncial și semiuncial, drept urmare au fost recunoscute cu Finereader pagini din textele “Floarea darurilor”. Studiarea unui șir de publicații științifice referitoare la recunoașterea optică a scrisului uncial. O atenție specială a fost acordată aplicării sistemului Transcribus la OCR-izarea manuscriselor slavone unciale și semiunciale bisericești. Au fost evidențiate anumite dificultăți la procesarea a astfel de texte, inclusiv o varietate largă a modului de scriere (cu mult mai mare decât în cazul textelor vechi tipărite), scrierea de asupra liniilor, lipsa regulilor stricte de ortografiere, și – mai important – scrierea continuă (fără spații între cuvinte – scripta continua). Au fost studiate metodele de separare în cuvinte (tokenizare) a textelor scripta continua bazate atât pe dicționare, cât și pe rețele neurale. Grație colaborării cu colegii de la Institutul de Informatică Teoretică (IIT), filiala Academiei Române, Iași, au fost identificate mai multe resurse de texte cu scris uncial, care servesc drept bază pentru antrenarea sistemului ABBY Fine

Reader, implementat în platforma de digitizare HeDy. Resursele respective ne-au fost oferite de realizatorii proiectului Deep Learning for Old Romanian (DeLORo), derulat la IIT, Academia Română, Filiala Iași, proiect în care Biblioteca Academiei Române din București a fost partener. S-a participat la obținerea și testarea seturilor de date pentru digitizarea textelor cu scris uncial și semiuncial. Au fost create și antrenate modele OCR cu FineReader pentru recunoașterea textelor unciale românești tipărite în secolul XVII. A fost elaborat un model de segmentarea a cuvintelor din texte românești tipărite în secolele XVI-XVII. Modelul obținut are o acuratețe de peste 99%. Studiarea unui corpus de articole științifice privitoare la recunoașterea optică a caracterelor din alfabete vechi, cu accent pe metode bazate pe rețele neurale tradiționale (TNN) și modele lingvistice de mari dimensiuni (LLM). O atenție specială a fost acordată interfețelor și modurilor de utilizare a acestor modele (ChatGPT, respectiv API), precum și aplicării lor în recunoașterea semi-uncialei chirilice din Codex Bratul. Au fost identificate principalele dificultăți ale OCR-izării unor astfel de texte istorice: degradarea fizică a manuscriselor, diversitatea formelor grafice, lipsa unor reguli stricte de ortografiere și variația în grosimea și conturul caracterelor. În plus, a fost observată influența majoră a tipului de interfață (API vs. ChatGPT) asupra acurateței recunoașterii, în special din cauza modului diferit de gestionare a memoriei contextuale. S-au evaluat și comparat tehnici de recunoaștere a caracterelor folosind TNN-uri clasice (ex. ABBYY FineReader) și modele de tip GPT-4, subliniind cerințele mari de date de antrenare în cazul rețelelor tradiționale versus nevoia de definire optimă a prompturilor în cazul modelelor LLM. De asemenea, s-a evidențiat potențialul feedback-ului conversațional în îmbunătățirea recunoașterii caracterelor individuale atunci când modelele LLM sunt folosite prin interfața ChatGPT. (T.Bumbu, L.Burțeva, S.Cojocaru, A.Colesnicov, L.Malahov, M.Petic, M. Cerescu, V. Colesnicova)

A fost efectuată analiza dezvoltării recente în domeniul serviciilor Web pentru suportul cercetării științifice. S-a observat că domeniul serviciilor Web pentru cercetătorii științifici este acum direcția de dezvoltare separată: „Research support service”. În cadrul acestei direcții au fost selectate subdirecțiile, care se referă la obiectul dezvoltării noastre - web framework. Aceste subdirecții sunt: automated program repair, software development effort estimation, automatic web service composition, quality of service evaluation, automatic test case generation. Astfel, cercetare subdirecțiilor: automatic web service composition, quality of service evaluation, automatic test case generation – folosesc, în mare parte, metodele algoritmilor genetici și optimizarea roiului, aceste subdirecții sunt selectate pentru testarea aplicării formalismului P sistemelor.

S-a investigat utilizarea inovatoare a Realității Augmentate (AR) și a Inteligentei Artificiale (AI) pentru a îmbunătăți înțelegerea diversității lingvistice, idiosincraziilor și a expresiilor idiomatice (MWEs) în limbile moldo-române, rusă, engleză, spaniolă și irlandeze. În conformitate cu planul de lucru stabilit, s-a realizat analiza literaturii de specialitate, colectarea datelor, proiectarea și dezvoltarea flashcardurilor augmentate pentru învățarea a opt termeni metaforici. Pentru a asigura diversitatea, au fost incluse diferite categorii de metafore, precum metaforele artefact, cromatice, somatice, mitologice, sacre și antropomorfe. A fost dezvoltată o aplicație mobilă. Aplicația a fost testată ulterior pe utilizatori din diferite categorii de vârstă. Testarea a fost realizată cu elevii claselor gimnaziale 6-8 din cadrul IP Gimnaziul nr. 42, cu studenții de la UTM sub coordonarea dnei dr. Bobicev Victoria, precum și cu 200 de studenți de la Universitatea Isen din Cartagena și Universitatea din Murcia, din Murcia sub ghidarea dr. Lucia Amaros. Feedbackul elevilor și studenților a fost colectat prin intermediul unui sondaj de opinii. În urma analizării unor feedback-uri a fost îmbunătățită interfața aplicației cu expresiile idiomatice. O altă realizare este interacționarea cu obiectelor 3D prin comenzile vocale. Tehnologia de comandă vocală îmbunătățește experiența AR, permițând studenților să controleze și să interacționeze cu modele 3D folosindu-și vocea. Această abordare hands-free nu doar că face procesul de învățare mai captivant, ci și mai accesibil, în special pentru studenții cu dizabilități fizice. În scenariul cu lupul, au fost integrate comenzi vocale precum „urlă”, „aleargă”, „atacă”, „oprește-te”, „dormi”. (O. Caftanator ; I. Țițchiev ; D. Caganovschi)

Au fost studiate 12 platforme pentru elaborarea aplicațiilor AR: Vossle - cea mai bună platformă pentru crearea rapidă și ușoară a experiențelor AR bazate pe web; EasyAR - cea mai bună platformă pentru SDK AR cuprinzătoare cu diverse moduri de urmărire; Scope AR - cea mai bună platformă pentru integrarea AR în formarea forței de muncă și asistență la distanță; VIEWAR - cea mai bună platformă pentru producerea de aplicații AR interactive fără codare necesară; echo3D - cea mai bună platformă pentru servicii cloud de înaltă performanță pentru aplicații 3D și AR/VR; SynergyXR - cea mai bună platformă pentru crearea și partajarea întâlnirilor și prezentărilor virtuale; Zakeke - cea mai bună platformă pentru implementarea AR în personalizarea și previzualizarea produselor; Hololink - cea mai bună platformă pentru experiențe educaționale și informative AR în browsere web; VR Maker de iStaging - cea mai bună platformă pentru tururi virtuale și vizualizări de design interior; ARKit - cea mai bună platformă pentru experiențe AR detaliate și realiste pe dispozitivele Apple; ARCore - cea mai bună platformă pentru dezvoltarea AR în ecosistemul Android; Unity - cea mai bună platformă pentru dezvoltarea de jocuri puternice și conținut 3D interactiv în timp real. (A. Parahonco)

Au fost cercetate resurse și platforme educaționale bazate pe inteligența artificială destinate elevilor din ciclurile primar-gimnazial, descrierea succintă a rezultatelor obținute sunt prezentate în continuare. A fost analizată influența jocurilor asupra copiilor și posibilitatea de a le folosi în scopuri educative. Au fost descrise avantajele utilizării jocurilor în educație. Au fost analizate 12 platforme de jocuri, game play-ul și narațiunea din spatele lor. Au fost analizate platformele și tehnologiile de creare a acestor jocuri. Au fost create „Game Design Document” pentru un joc video bazat pe inteligența artificială. A fost scris conceptul platformei. A fost explicat genul, tipul de jucător, game play-ul, istoria. A fost întocmită terminologia și structura platformei. Au fost adunate 12 jocuri de referință.

Pentru utilizarea și dezvoltarea platformelor menționate de e-learning (învățare aprofundată) în domeniile matematicii și informaticii este necesară selectarea și stocarea informației primare. Frecvent această informație poate fi reprezentată ca structuri grafice și desenate sub formă de grafuri. Probleme dificile apar la automatizarea procesului de desenare a grafurilor (graph drawing). S-au elaborat modificări ale algoritmului de parcurgere în adâncime a grafului (DFS – Deep First Search, algoritmul lui J.Hopcroft și R.Tarjan) care permit la o singură parcurgere a grafului: să se verifice conectivitatea grafului, să se construiască arborele de acoperire (spanning tree), să se calculeze nodurile critice, să se calculeze componentele biconexe, să se construiască setul fundamental de cicluri (s-a ținut cont de ideile algoritmului lui K.Paton). Au fost elaborate și testate programele de implementare a algoritmilor propuși. Se anexează exemple de ilustrare a funcționării algoritmilor.

Au fost cercetate sistemele de reacție, ele sunt un model de calcul care urmărește formalizarea biochimiei prin captarea relațiilor calitative dintre specii și eliminând în mod explicit orice conturi de multiplicitate. Din punctul de vedere al teoriei limbajului formal, acest lucru îi situează în domeniul rescrierii mulțimilor. În această direcție, împreună cu colegii de peste hotare am propus o serie de extensii ale sistemelor de reacție pentru a utiliza șiruri. Aceste extensii formează un spectru în sensul că toate onorează caracteristicile distinctive ale modelului original: principiul pragului și principiul non-permanenței. Analizăm în detaliu complexitatea structurii și comportamentul acestor variante și începem să studiem puterea lor expresivă comparându-le cu unele modele clasice de calcul. Rezultatele cercetării au fost publicate în revista Natural Computing, Springer. Membranele sunt unul dintre conceptele cheie în sistemele P și în calculul cu membrane, iar o mulțime de activități de cercetare se concentrează pe proprietățile și posibilele extensii ale acestora: diviziunea membranei, dizolvarea membranei, membranele mobile etc. În această direcție de cercetare împreună cu echipa explorăm posibilitatea utilizării membranelor. pentru gândirea la apariția separărilor de mediu la originile vieții. Propunem o nouă variantă de sisteme P cu membrane reactive, în care fiecare simbol este înconjurat inițial de o membrană elementară și în care membranele se pot îmbina și diviza în mod nedeterminist, ducând la formarea unor membrane mai mari și mai complicate. Arătăm că o astfel de împărțire și îmbinare nedeterministă nu pare să afecteze radical puterea de calcul: sistemele P cu membrane

reactive și reguli necooperante generează cel puțin toate limbajele semiliniare, iar regulile cooperative permit simularea mașinilor cu registru parțial orb. În articolul publicat în revista Journal of Membrane Computing am prezentat pe scurt și despre utilizarea sistemelor P cu membrane reactive pentru a ilustra apariția ciclurilor auto catalitice, dar construcțiile reale sunt lăsate pentru lucrările viitoare.

Inspirat de jocul de programare Core Wars, împreună cu echipa de colaborare am propus o lucrare publicată în Journal of Membrane Computing, cu privire la dezvoltarea unui framework și organizarea de turnee în stil king of the hill între sistemele P. Aceste turnee le numim Reginele dealului și concurenții individuali valkirii. Scopul fiecărei valchirii este să dizolve cât mai multe membrane ale cât mai multor alte valchirii posibil, rezistând în același timp la atacuri. Valchiriile sunt sisteme P de tranziție cu reguli de cooperare, indicații de țintă și reguli rudimentare de anihilare a materiei-anti-materie. Aceste ingrediente sunt suficiente pentru completitudinea computațională, dar contextul Queens of the Hill reduce relevanța acestei afirmații. Oferim câteva exemple de strategii și discutăm avantajele și dezavantajele acestora. În cele din urmă, descriem modul în care Queens of the Hill poate fi folosit ca exercițiu de predare și, de asemenea, un instrument pentru a federa creativitatea studenților pentru a depăși frontierele calculului cu membrană.

4. Rezultatele obținute

Identificarea și prioritizarea subdomeniilor cu potențial de integrare a Inteligenței Decizionale Integrate (IDI)

A fost evidențiat un șir de subdomenii cu un bun potențial de cercetare și implementare a unor soluții IDI. Ulterior acest șir a fost ordonat după potențial și riscuri posibile (potențial mare și risc minim): 1) diagnosticul diferențiat al bolilor hepatice; 2) sisteme de scoruri utilizate în condiții specifice (limitări de timp, date incomplete, conexiuni tehnice limitate ș.a.); 3) tehnologii noi descentralizate cu scopul atragerii surselor noi, independente de date diagnostice; 4) extinderea incluziunii financiare cu scopul unei bugetari transparente și corecte. Pentru primele două au fost create seturi de date curate și organizate, gata pentru analiză. Mai târziu au fost organizate niște sesiuni de validare. Au fost identificate cunoștințele (faptele și reguli decizionale), care sunt dependente de modificări în timp real, scurt sau mediu și care ar fi bine de le gestionat atât prin metode clasice de inginerie a cunoștințelor expert, cât și cu ajutorul abordării data-driven (bazate pe analiza datelor). Acestea au format set de lacune de cunoștințe, care pot fi abordate prin analiza și valorificarea perspectivelor descrise de colecții de date. Au fost analizate procesele tehnologice la partajarea resurselor educaționale, datele folosite, și identificate soluțiile posibile bazate pe conceptul ubiquitous computing. Ulterior, s-a decis de a prezenta rezultatul obținut ca articol cu titlul Integrated Decision Intelligence Approach to Catalyse the Valorisation of Knowledge Assets, la Conferința internațională: International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60). În cadrul acestui articol a fost propusă o analiză și posibile soluții de a cataliza/grăbi valorificarea activelor informatice bazate pe cunoștințe profesionale. Metodele IDI permit identificarea regularităților, tendințelor și interconexiunilor în seturi de cunoștințe și date complexe care ar putea să nu fie evidente prin abordările analitice tradiționale. IDI facilitează integrarea expertizei și a datelor din diferite discipline științifice. Au fost propuse soluții, bazate pe Inteligența Decizională Integrată, de dezvoltare continuă a resurselor/activelor informatice (sisteme suport decizii, sisteme inteligente, baza de cunoștințe), ce utilizează sistemele convenționale de scoruri atât în mod implicit cât și explicit. Rezultatele au fost prezentate în: Secieru, Iu. și colab., „Integrated Decision Intelligence Approach to Catalyse the Valorisation of Knowledge Assets”, în cadrul International Conference IMCS-60, Chișinău, 10–13 octombrie 2024, și la International Conference on E-Health and Bioengineering (EHB 2024), Iași, 14–15 noiembrie 2024. (I.Secieru, E.Gutuleac, O.Popcova)

Dezvoltarea și testarea soluțiilor de calcul persuasiv pentru partajarea resurselor educaționale

A fost elaborată folosind conceptul de calculul persuasiv (ubiquitous computing, user-centered computing) arhitectura soluției de repartizare a resurselor educaționale pentru organizarea eficientă a procesului educațional. Au fost realizate aplicațiile necesare folosind Visual Basic for Applications și JavaScript pe partea de server Google pentru a demonstra eficiența soluției propuse, precum și livrabilele necesare care descriu procedurile de implementare corespunzătoare. Rezultatele obținute au fost prezentate ca articol cu titlul A Simple CAD System for Faculty Timetabling, la Conferința internațională: International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60). (A. Rusu)

Sisteme informaționale medicale și structură propusă pentru RM

S-au studiat unele aspecte legate de sistemele informaționale medicale care au menirea de a reorienta asistența medicală către pacient. Se propune structura sistemului informatic medical al RM:

- Servicii pentru pacienți cu subsistemele (programarea la medic, la specialistul de îngrijire personală, accesul la informația personală securizată din EHR)
- Servicii pentru medicii de familie
- Servicii pentru Laboratoarele de analize medicale
- Servicii pentru spitale, clinici
- Servicii pentru compania națională de asigurări în medicină
- Servicii pentru organele de stat.

Toate subsistemele și serviciile din sistemul informatic al RM ar trebui să aibă la bază fișele medicale electronice (Electronic medical record - EMR), drept unica sursă a datelor despre pacient, practic echivalentul digital al înregistrărilor a diagnozei, prescripțiilor și rezultatelor investigațiilor pacientului, la medicul de familie sau în sistemul informatic clinic al instituției în care are loc tratamentul lui. Rezultate au fost prezentate la IMCS-60 (Gaiandric C., „Some Considerations on Medical Information Systems”).

Extinderea și testarea infrastructurii de calcul și stocare pentru cercetare

A fost elaborat un formular comparativ despre cadrele adaptative în sistemele de calcul distribuite și s-a propus clasificarea tipurilor de noduri de bază. Au fost formulate propuneri pentru extinderea infrastructurii de calcul a IMI VA (2024–2025) și integrarea acestora la infrastructura europeană EGI. Aspecte ale acestei arhitecturi experimentale de alocare a resurselor au fost discutate în prezentările la evenimente GÉANT (TNC24, seminarii CTO Workshop etc.) de către echipa condusă de dr. Petru Bogatencov și Nichita Degteariov. (P. Bogatencov; N. Degteariov)

Digitizarea textelor matematice manuscrite și elaborarea unui problemar electronic

Au fost analizate și testate instrumente (MathPix, ChatGPT, Google Docs, LaTeX) pentru digitizarea manuscriselor cu probleme matematice (autor B. Cinic). Au fost scanate și prelucrate 300 de cartele scrise de mână; pentru 140 dintre acestea s-a verificat și corectat codul LaTeX generat de MathPix și GPT. Parte din rezultate și metodologiile de recunoaștere (OCR, validare manuală) au fost comunicate la International Conference dedicated to the 60th anniversary of IMCS-60 (art. CAFTANATOV, O., DEMIDOVA, V., VERLAN, T.) și la sesiuni interne de raportare.

Digitizarea textelor cu scris uncial și semiuncial

Au fost cercetate softuri (ABBYY FineReader, Transcribus) și metode (tokenizare bazată pe dicționare / rețele neurale) pentru recunoașterea scrisului uncial și semiuncial, inclusiv texte scripta continua (lipsa spațiilor). În colaborare cu Institutul de Informatică Teoretică (Academia Română, Iași) și echipa proiectului DeLORO, s-au obținut seturi de date pentru antrenarea OCR-ului integrat în platforma HeDy. S-au creat și antrenat modele OCR cu FineReader pentru text românesc tipărit în secolul al XVII-lea și s-a dezvoltat un model de segmentare în cuvinte (acuratețe peste 99%). Au fost evidențiate dificultățile specifice textelor istorice: degradare fizică, ortografiere neuniformă, scriere continuă etc. Studii asupra abordărilor de tip LLM (Large Language Models) și rețele neurale clasice

A fost evaluată folosirea GPT-4 (prin ChatGPT și API) pentru recunoașterea documentelor medievale, subliniindu-se importanța prompturilor și a memoriei contextuale în calitatea OCR. S-au comparat modele tip TNN (ex. ABBYY FineReader) cu LLM, evidențiindu-se cerințele de date de antrenare și potențialul de feedback conversațional pentru corecții precise. Rezultatele au fost prezentate la: Conferința „Patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății de mâine”, Iași – Chișinău – Lviv, 8–9 februarie 2024, raport plenar „HeDy – an Open Platform for Digitization of Printed Documents”. **IMCS-60**, Chișinău, 10–13 octombrie 2024 (ex. COLESNICOVA, V. et al., „Digitization of Moldovan folklore texts using the HeDy platform”). “Digitization of Medieval Handwritten Texts”. The 19th edition of the International Conference on Linguistic Resources and Tools for Natural Language Processing **ConsILR-2024**, November 14-16, 2024, Alba-Iulia, Romania

Proiectarea și testarea unor aplicații AR & AI pentru învățarea expresiilor idiomatice (MWEs)

A fost dezvoltată o aplicație mobilă de tip flashcard AR pentru învățarea expresiilor metaforice (artefact, cromatic, somatic, mitologic, sacru, antropomorfic etc.) în mai multe limbi (română, rusă, engleză, spaniolă, irlandeză). Aplicația a fost testată cu elevi din clasele 6–8 (IP Gimnaziul nr. 42), studenți UTM și studenți de la Universitatea Isen Cartagena și Universitatea din Murcia (Spania). Feedbackul a condus la îmbunătățirea interfeței. A fost integrat control vocal al obiectelor 3D în scenarii AR, sporind accesibilitatea și interactivitatea lecțiilor. Aceste rezultate au fost publicate și prezentate la IMCS-60 (ȚIȚCHIEV, I. și colab., CAFTANATOV, O. și colab.) și la alte conferințe internaționale (ex. Patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății de mâine). (T.Bumbu, L.Burțeva, S.Cojocar, A.Colesnicov, L.Malahov, M.Petic, M. Cerescu, V. Colesnicova)

Perfecționarea algoritmilor de parcurgere în adâncime (DFS) pentru grafuri

S-au modificat algoritmii DFS pentru a furniza, dintr-o singură trecere, informații despre conectivitate, nodurile critice, componentele biconexe și setul fundamental de cicluri. S-au testat implementări software și s-au prezentat rezultate la IMCS-60 (CIUBOTARU, C., „Some Applications of the Depth-First Search Algorithm...”). (C. Ciubotaru)

Modelare cu sisteme de reacție și sisteme P (membrane computing)

Au fost studiate extinderi ale sistemelor de reacție pentru utilizarea șirurilor, definind un „spectru” al acestor modele (principiul pragului, non-permanența etc.). Rezultatele au fost publicate în *Natural Computing, Springer, 2024* și *Journal of Membrane Computing, Springer, 2024*. Au fost propuse sisteme P cu membrane reactive, îmbinări și diviziuni nedeterminate, precum și diverse scenarii „Queens of the Hill” pentru competiții între sisteme P. Aceste contribuții au fost prezentate la conferințele internaționale *CMC 2024, MCU 2024* (Nice, Franța) și la workshop-uri dedicate (Rogozhin Workshop, Chișinău).

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

- Inteligența Decizională Integrată (IDI) facilitează integrarea experienței și a datelor din diverse discipline științifice. Instrumentele și metodele IDI permit de a identifica legăturile, tendințele și interconexiunile în seturi complexe de date care ar putea să nu fie evidente prin abordările analitice tradiționale. Îmbinare interdisciplinară ne permite să abordăm problemele în mod integral, facilitând apariția de noi idei și soluții la intersecția diferitelor domenii.
- IDI are un potențial comercial semnificativ într-o varietate de domenii, inclusiv sănătatea publică, diagnosticul medical și planificarea tratamentului. IDI poate contribui esențial la dezvoltarea medicinei personalizate datorită analizei datelor despre pacient care facilitează un diagnostic mai precis și un plan individual de tratament.
- Dezvoltarea ulterioară a sistemelor CAD și adaptarea lor la conceptul de calul persuasiv (orientat către utilizator) pot fi utilizate pentru a depune proiecte ulterioare pentru transfer tehnologic cu scopul de implementare a soluțiilor identificate în mediul educațional.

- Digitizarea textelor vechi și a problemelor matematice aduce aport la creșterea accesului la surse valoroase de cunoaștere (manuscrise, problemare matematică) și facilitarea cercetării interdisciplinare în filologie, istorie, matematică și informatică. Prin digitizarea textelor vechi și crearea de corpusuri digitale, se deschid noi perspective de analiză filologică, de interpretare a contextului istoric și de revalidare a cunoștințelor matematice din surse primare. Contribuie la păstrarea și valorificarea patrimoniului cultural, făcându-l disponibil unui public larg (elevi, studenți, cercetători, pasionați de istorie și cultură). Educarea tinerilor prin acces direct la surse autentice, digitalizate, stimulează interesul pentru studiul istoriei, limbii și matematicii. Posibilitatea de a integra aceste resurse în platforme educaționale interactive, generând oportunități de dezvoltare a unor produse și servicii digitale (de ex. aplicații de tip e-learning, colecții digitale, expoziții virtuale). Instituțiile de învățământ și culturale pot beneficia de fonduri pentru proiecte de digitalizare și diseminare a patrimoniului.
- Validarea teoriei conform căreia stimulii vizuali și interactivitatea cresc înțelegerea și retenția cunoștințelor, în special când vorbim de conceptul de realitate augmentată și analiza big data/LLM pentru generarea conținutului lingvistic. Îmbunătățirea accesului la educație interactivă și incluzivă prin tehnologii de ultimă generație. Grupurile vulnerabile (copii cu dizabilități, elevi din zone defavorizate) pot interacționa cu conținuturi educaționale antrenante și pot beneficia de asistență vocală. Pachetele de învățare AR pot fi accesate de către școli, universități și entități private (platforme educaționale, companii de training). De asemenea, aplicațiile AR & AI pot fi extinse către turism cultural, marketing sau pregătire profesională.
- Integrarea la infrastructura europeană EGI consolidează capacitatea de calcul și stocare pentru proiecte de anvergură internațională. Cercetătorii din diverse arii (bioinformatică, fizică, chimie, AI etc.) pot rula aplicații complexe și pot colabora mai ușor la nivel global. Accesul la o putere de calcul mai mare sporește șansele de inovare în medicină, educație, administrație publică, ceea ce se traduce printr-o mai bună calitate a serviciilor pentru cetățeni (diagnostice medicale mai rapide, servicii publice digitalizate etc.). Prin crearea unei infrastructuri moderne, centrele de cercetare și universitățile pot atrage noi parteneriate și finanțări naționale și internaționale, putând astfel să contribuie la crearea de locuri de muncă și la dezvoltarea ecosistemului IT&C local.
- Perfecționarea algoritmilor de parcurgere în adâncime pentru grafuri. Metodele noi de parcurgere a grafului într-o singură trecere (pentru conectivitate, noduri critice, componente biconexe și set de cicluri fundamentale) simplifică semnificativ procesul de analiză și proiectare a structurilor de date și algoritmilor, putând fi integrate în manuale universitare și software specializat. Algoritmii pot fi utilizați în platforme educaționale sau în aplicații software destinate simulărilor de rețea, hărților rutiere, analizei rețelelor sociale, având un rol important în pregătirea viitorilor specialiști în informatică și matematică. Implementarea eficientă a unor astfel de algoritmi în industrii precum telecomunicații, transport sau securitate cibernetică poate reduce costurile de dezvoltare și întreținere a soluțiilor software, crescând competitivitatea și scalabilitatea produselor.
- Modelare cu sisteme de reacție și sisteme P (membrane computing). Extensiile și aplicațiile propuse (de ex. membrane reactive, turnee între sisteme P) aduc contribuții semnificative la domeniul calculului natural și al teoriei limbajelor formale. Noile rezultate stimulează direcții de cercetare interdisciplinare la granița dintre biologie, informatică teoretică și matematică. Aceste modele sprijină înțelegerea proceselor complexe și pot fi utilizate ca instrumente educaționale pentru a ilustra noțiuni de biologie computațională și emergență a vieții.

6. Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de publicații

Lista cuprinde lucrări diverse – monografii, capitole în monografii, articole în reviste indexate Web of Science/Scopus și în reviste naționale, articole în volumele unor conferințe internaționale (peste hotare și în Republica Moldova), teze ale conferințelor științifice și lucrări cu caracter didactic/științifico-metodic. Tematica dominantă este cea a aplicațiilor de Inteligență Artificială

(IA), cu accent pe: Prelucrarea și digitizarea textelor vechi (inclusiv manuscrise medievale, texte în scriere chirilică și problemare matematică); Realitatea Augmentată (AR) și integrarea acestora în educație (inclusiv micro-aplicații pentru învățarea expresiilor idiomatice și limbilor străine); Calculul natural (Membrane Computing, Reaction Systems, P Systems) și modele formale conexe (insertion-deletion systems, cooperative rules etc.); Sisteme informaționale (în special aplicate în medicină, finanțe, e-learning); Analiza de date și algoritmi (de ex. DFS îmbunătățit, algoritmi de Machine Learning pentru text-mining, scoring systems etc.); Infrastructuri de calcul distribuit și extinderea resurselor de stocare pentru cercetare.

Volumul total de publicații este **48**. Monografii și capitole în monografii: **2** (1 capitol din monografie națională + 1 capitol din monografie internațională); Articole în reviste indexate (WoS/Scopus, RN) - **6**; Articole naționale cat. (B+) - **1**; Articole în volume de conferințe: **25** (internaționale – 8; internaționale în R.M. - 17); Teze (abstracte) la conferințe: **14** (internaționale din străinătate – 7; internaționale din R.M. - 3; naționale cu participare internațională - 4); Alte categorii (editori, brevete, lucrări metodice): 0.

Lista integrală, cu referințe complete (titlu, volum, ISBN/ISSN, link, etc.), se anexează la raport. Nu au fost brevete de invenții sau alte obiecte de proprietate intelectuală în anul 2024, aferente subprogramului.

7. Diseminarea rezultatelor obținute în subprogram în formă de prezentări la foruri științifice (comunicări, postere – pentru cazurile când nu au fost publicate în materialele conferințelor)

Peste 40 de evenimente științifice precum organizări și prezentări/comunicări/postere la foruri științifice naționale și internaționale în anul 2024:

- Au fost organizate 11 manifestări științifice, dintre care conferința internațională IMCS-60 (10-13 octombrie 2024), Simpozion dedicate Zilei Mondiale a Logicii (11 ianuarie 2024), Școală de vară UniDive Summer School, Atelier de lucru cu clasele 7-9 din cadrul IP Gimnaziul nr. 42, la subiectul Realității Augmentate, Seminar despre Inteligența Artificială în Educație și Cercetare și altele.
- Prezentări în cadrul conferințelor științifice internaționale (atât cu participare fizică, cât și online), precum IMCS-60 (Republica Moldova), EHB 2024 (România), CMC 2024 și MCU 2024 (Franța), Workshop UniDive (Italia), Euroinvent (România), ConsILR-2024 (România).
- Postere prezentate la expoziții internaționale (Euroinvent) sau la alte evenimente de promovare.
- Participări la seminare tematice și workshop-uri organizate de rețele de cercetare internaționale (TNC24, GÉANT CTO Workshop, CEO Security Bootcamp, UniDive Summer School, etc.).

Lista de prezentări la foruri științifice:

- Comunicarea “Integrated Decision Intelligence Approach to Catalyse the Valorisation of Knowledge Assets”, **IU.SECRIERU, E.GUTULEAC, O.POPCOVA**. International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60), Chisinau, Moldova, October 10-13, 2024. Raportor: Iulian Secieru.
- Comunicarea “IDI to Enhance the Longevity of the Knowledge Bases Established on Scoring Systems”, **IU.SECRIERU, C.ȚÂMBALĂ, E.GUȚULEAC, O.POPCOVA, A.SPĂTARU**. the 12th International Conference on E-Health and Bioengineering (EHB 2024), Iasi, Romania, November 14-15, 2024. Raportor: Iulian Secieru.
- **CAFTANATOV, O., MALAHOV, L., BUMBU, T.**, Participare la Workshopul internațională the 2nd General Meeting of UniDive, cu posterul „Revitalizing the historical Romanian texts with Cyrillic Scripts”. University of Naples L’Orientale, Naples, Italy, 7-8 februarie, 2024.
- **COLESNICOV, A. BURȚEVA, L. COJOCARU, S. MALAHOV, L., BUMBU, T.**, Participare

cu raportul plenar „HeDy – an Open Platform for Digitization of Printed Documents” la conferința științifică internațională „Patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății de mâine”, ediția 9. Iași – Chișinău – Lviv, 8-9 februarie, 2024

- ȚIȚCHIEV, I., CAFTANATOV, O., CAGANOVSKI, D. Participare cu raportul „Augmented Flashcards Metaphors for Transformative Journey in Education” la conferința științifică internațională „Patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății de mâine”, ediția 9. Iași – Chișinău – Lviv, 8-9 februarie, 2024
- COJOCARU, L., COLESNICOV, A., MALAHOV, L., BUMBU, T., BURȚEVA, L., Participarea cu posterul: „Perserving Romanian Printed Heritage: The HeDy Digitization Project” la EUROINVENT 16th European Exhibition of Creativity and Innovation Iași, Romania 6-8 June, 2024.
- ȚIȚCHIEV, I., CAFTANATOV, O., TĂLĂMBUȚĂ, D., NASTASIU, A., Participarea cu posterul „Exploring Cultural Heritage: A Multiword Expression Learning Mobile Application with Augmented Reality” la EUROINVENT 16th European Exhibition of Creativity and Innovation Iași, Romania 6-8 June, 2024.
- DUCA, A. Participare la cea de-a XXVIII-a Ediție a Sesiunii naționale cu participare internațională de comunicări științifice studențești, cu comunicarea „Crearea jocurilor educative pentru copii”, 19 martie 2024. USM, sala 423/4.
- COLESNICOVA, V., TOACA, Z. Participarea online la International Student Symposium „Experience. Knowledge. Contemporary Challenge, cu raportul „Processing the specialized transactions which interact with database”, 23 Mai, 2024. București, România.
- COLESNICOVA, V. Participarea cu lucrarea „Development of mountain resorts in Japan: volcanoes and ski tourism.” În: International Competition of student scientific works ”Black sea science 2024” organized by ONUT, Ukraine, 31 March 2024.
- ALHAZOV, A., FREUND, R., IVANOV, S., VERLAN, S. Participarea online la conferința internațională CMC 2024 cu raportul „Simple P System and Variants of Derivation Models”. 25th International Conference on Membrane Computing, 3-5 June 2024, Nice, France.
- ALHAZOV, A., FREUND, R., IVANOV, S., VERLAN, S. Participarea online la conferința internațională MCU 2024 cu raportul „Universality of Turing Tumble of Finite Size”. 10th International Conference on Machines, Computations and Universality, 5-7 June 2024, Nice, France.
- COLESNICOVA, V., MALAHOV, L., COLESNICOV, A., CAFTANATOV, O., COJOCARU, S. Participare cu raportul „Digitizarea textelor folclorice moldovenești în baza platformei HeDy ” la conferința științifică internațională Institutului Patrimoniului Cultural al Ministerului Culturii 19-20 septembrie a. 2024.
- TUDOR BUMBU, LYUDMILA BURTSEVA, SVETLANA COJOCARU, ALEXANDRU COLESNICOV, LUDMILA MALAHOV. Participare cu raportul “Medieval text processing: use case of Romanian uncial writing” la conferința internațională dedicată împlinirii a 60 de ani de la înființarea Institutului de Matematică și Informatică „Vladimir Andrunachievici”, 10-13 octombrie a.2024
- VLADA COLESNICOVA, OLESEA CAFTANATOV, SVETLANA COJOCARU, ALEXANDRU COLESNICOV, LUDMILA MALAHOV „Digitization of Moldovan folklore texts using the HeDy platform” la conferința internațională dedicată împlinirii a 60 de ani de la înființarea Institutului de Matematică și Informatică „Vladimir Andrunachievici”, 10-13 octombrie a.2024
- TUDOR BUMBU, LIUDMILA BURTSEVA, SVETLANA COJOCARU, ALEXANDRU COLESNICOV, LUDMILA MALAHOV AND MARIUS CERESCU. Participare cu raportul “Digitization of Medieval Handwritten Texts”. The 19th edition of the International Conference on Linguistic Resources and Tools for Natural Language Processing ConsILR-2024, November

14-16, 2024, Alba-Iulia, Romania

- SILVIU IOAN BEJINARIU, LUDMILA MALAHOV, TUDOR BUMBU, FLORIN-TEODOR OLARIU AND RAMONA LUCA. Participare cu raportul “New Achievements in the Digitization of Linguistic Atlases of the Romanian Language”. The 19th edition of the International Conference on Linguistic Resources and Tools for Natural Language Processing ConsILR-2024, November 14-16, 2024, Alba-Iulia, Romania
- FLORIN-TEODOR OLARIU, LUMINIȚA BOTOȘINEANU, VERONICA OLARIU, RAMONA LUCA, SILVIU BEJINARIU, ALEXANDRU COSMESCU, TATIANA SÎMBOTEANU, NATALIA ROTARI, TUDOR BUMBU³, LUDMILA MALAHOV. Participare cu raportul “ PHILORD – resurse lingvistice în format digital”. A XXIII-a ediție a Simpozionului internațional al Institutului de Filologie Română „Alexandru Philippide” Limbă, cultură și identitate românească. Iasi, Romania, 16-18 octombrie 2024
- FLORIN-TEODOR OLARIU, LUMINIȚA BOTOȘINEANU, VERONICA OLARIU, RAMONA LUCA, SILVIU BEJINARIU, LUDMILA MALAHOV, ALEXANDRU COSMESCU, TATIANA SÎMBOTEANU, NATALIA ROTARI, TUDOR BUMBU. Participare cu raportul “ PHILORD – un nou proiect de digitalizare a cercetării filologice românești”. Conferința științifică internațională USM „Filologia modernă: realizări și perspective în context european. Ediția a XVIII-a G. CĂLINESCU: 125 DE ANI DE LA NAȘTERE”, 10-11 octombrie 2024, Chisinau.
- FLORIN-TEODOR OLARIU, SILVIU BEJINARIU, VERONICA OLARIU, LUDMILA MALAHOV, TUDOR BUMBU Participare cu raportul “ The Moldavian Linguistic Atlas (1968–1973) – Towards a Digital Edition With Latin Alphabet“ . The International Scientific Conference „Methodological Innovations in the Study of Linguistic Variation”. 10-11 octombrie 2024, Vilnius, Lithuania.
- COLESNICOV, A., COJOCARU, S., COLESNICOVA, V., MALAHOV, L. Participare cu raportul „Analysis of Digitization Process of Old Romanian Cyrillic Texts” International scientific and practical conference „BULGARIA OF REGIONS‘2024” Sustainable urban and rural environment – new horizons , 21-22 noiembrie 2024, Plovdiv, Bulgaria
- OLESEA CAFTANATOV, VALENTINA DEMIDOVA, TATIANA VERLAN. Participare la conferința ”International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science”, (IMCS60), (10-13 octombrie 2024, Chișinău) cu prezentarea raportului “Our Approach to Digitizing Handwritten Mathematical Text in Cyrillic Containing Formulas and Drawings”, <https://www.math.md/imcs60/>.
- ALHAZOV A., IVANOV S., VERLAN S.: A 15-Year Retrospective on Insertion-Deletion Systems: Progress, Evolution, and Future Directions. Rogozhin Workshop. 22 November 2024, Chișinău <https://www.math.md/news/2024/13971/>
- ALHAZOV A., CSUHAJ-VARJÚ E., SETHI P.K.: Generalized Distributed Reaction Systems. Rogozhin Workshop. 22 November 2024, Chișinău <https://www.math.md/news/2024/13971/>
- COLESNICOVA, V., DASCHEVICI I. Participarea cu comunicatul ”Analysis and Perspectives of Rural Tourism in the Republic of Moldova” la International Scientific-Practical Conference “Economic Growth in the Face of Global Challenges. Consolidation of National Economies and Reduction of Social Inequalities” XVIIIth edition, October 10-11, 2024, Chisinau, Republic of Moldova.
- COLESNICOVA, V., DASCHEVICI I. Participarea cu comunicatul ”Analysis and perspectives of GIS in the domein of transport” la International scientific and practical Conference "Bulgaria of regions‘2024: Sustainable urban and rural environment – new horizons", organized in Bulgaria, Plovdiv, University of agribusiness and rural development (UARD), 21-22 noiembrie 2024.

- COLESNICOVA VLADA, DASCHEVICI IONELIA, BEJENARU IULIA. Participarea cu comunicatul "Применение геоинформационных систем в розничной торговле" on International Annual Scientific Conference with Student and Doctoral Scientific Session "INVEST: INNOVATION FOR REGIONAL SUSTAINABILITY" 2024, December 16, 2024, hybrid format, organized in Bulgaria, Plovdiv, University of agribusiness and rural development (UARD).
- COLESNICOVA, V., DASCHEVICI I. Participarea cu comunicatul "Rural Tourism in the Republic of Moldova" on International Symposium „Experience. Knowledge. Contemporary Challenge”, 11 Decembrie, 2024, București, România: Universitatea ARTIFEX, 2024
- PARAHONCO, A., PETIC, M., Participare la Conferința Internațională dedicată celei de-a 60-a aniversări a înființării Institutului de Matematică și Informatică Vladimir Andrunachievici, MSU (IMCS60) cu articolul „A Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms for Text Analysis”. Institutul de Matematică și Informatică Vladimir Andrunachievici, Universitatea de Stat din Moldova, 10 -13 octombrie, 2024.
- PARAHONCO, L., PARAHONCO, A., Participare la Conferința științifică internațională UNIVERSITAS EUROPAEA: SPRE O SOCIETATE A CUNOAȘTERII PRIN EUROPENIZARE ȘI GLOBALIZARE cu articolul „Semantic differentiation of the formula-syntagms "path-road" from the perspective of natural language processing”. Universitatea Liberă Internațională din Moldova, 16 – 18 octombrie 2024"
- ARAHONCO, L., PARAHONCO, A., Participare la Conferința Internațională „Călători și călătorii. Limba și literatura română încontact cu alte culturi” cu articolul „A comparative analysis of Machine”. Universitatea „Ovidius” din Constanța, Facultatea de Litere, în cadrul Centrului de Cercetare și Dezvoltare Profesională „Studiile Românești în Context Internațional” (STUR), 18 – 19 noiembrie, 2024.

Rezultatele obținute au fost prezentate:

- la 7 noiembrie 2024 în cadrul Expoziției dedicate Zilei Internaționale a Științei pentru Pace și Dezvoltare, organizată de USM;
- la 12 noiembrie 2024 în cadrul Festivalului cercetării și inovării "Știința pentru pace și dezvoltare", organizat de AȘM
- **Nichita Degteariov** a participat la un face-to-face meeting “WP6 T2 F2F project meeting in Paris (NMaaS & GP4L)” (29-31 ianuarie 24) în Paris (Franța) unde sa discutat oportunități și strategii pentru dezvoltarea infrastructurilor cloud pentru instituțiile științifice, oferite în cadrul proiectelor NMaaS și GP4L (GEANT 5-1).
- **Dr. Petru Bogatencov** și **Olga Popcova** au participat la Conferința internațională TNC24 (10-14 iunie 2024) în Rennes (Franța) cu prezentare a raportului intitulat”Meet & Greet -Services for support of research and education in Moldova”.
- La 12 iunie 2024 **Dr. Petru Bogatencov** a participat la seminarul”GEANT CEO Security Bootcamp” care a fost dedicat strategiei și obiectivelor de securitate în instituțiile de cercetare și de învățământ (certificat este anexat).



- La 21-22 noiembrie 2024 Dr. **Petru Bogatencov** a participat la seminarul "Network evolution GEANT CTO Workshop 2024" în or. Amsterdam (Olanda) care a fost dedicat tehnologiilor noi de rețea, automatizarea menținerii a infrastructurilor distribuite, inclusive infrastructurii multi-cloud și Fluxuri de lucru de date științific (Data Workflows).
- La 28 noiembrie 2024 Dr. **Petru Bogatencov** a participat la seminar "Trust and Identity Workshop 2024" (on-line) care a fost dedicat problemelor și soluțiilor pentru asigurare accesului securizat la resurse de stocarea și prelucrarea a datelor științifice.



Alte activități

- Au fost expertizate 16 proiecte prezentate la International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science, IMCS60, (C.Gaindric)
- Au fost expertizate 2 proiecte la solicitarea Secției de științe exacte și ingineresti (C.Gaindric): Președinte al CȘS la susținerea tezei ISTRATI Daniela, *Metode de optimizare și interfețe în organizarea sistemelor de producție*, Specialitatea 22.03 “Modelare, metode matematice, produse program”, UTM, 9.02.2024; Președinte al seminarului ad-hoc de profil la examinarea tezei LATUL GHEORGHE, *Elaborarea metodelor și mijloacelor pentru crearea cursurilor de instruire asistate de calculator*, Specialitatea 121.03 – Programarea calculatoarelor, USM; Președinte al Comisiei de doctorat pentru susținerea tezei de doctor în Informatică a dlui Briceag Valentin cu titlul tezei „*Analiza și creșterea nivelului de maturitate a Sistemului de Management al Securității Informației (SMSI) pentru entități din Republica Moldova (pe exemplul Băncilor Comerciale)*”, la specialitatea – 232.02 Tehnologii, produse și sisteme informaționale, 18.09.2024.

8. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în subprogram în mass-media

Promovarea rezultatelor în mediul online (Facebook): informația privind participarea în cadrul Conferinței internaționale EHB 2024 (International Conference on e-Health and Bioengineering), Iași, România, 14-15 noiembrie 2024 a fost plasată pe 27 noiembrie 2024 pe pagina pe Facebook „Cercetare. Universitatea de Stat din Moldova”.

9. Colaborare la nivel național și internațional

- Implicarea în 4 proiecte COST și un proiect bilateral cu România.
- Participarea în cadrul unui proiect bilateral cu Romania (Proiectul „Strategies for epistemic and methodological convergence in philological research in Romania and the Republic of Moldova (PHILORD) – proiect de colaborare cu Institutul de Filologie „A. Philippide” din Iași. Conducător: Florin-Teodor OLARIU. (Executori: T. BUMBU).
- Rezultatele raportate, obținute în cadrul obiectivului „3. Dezvoltarea unui suport digital pentru IDI, ce ar reduce decalajul dintre metodologiile tradiționale bazate pe cunoștințe și capacitățile de ultimă oră oferite de analiza bazată pe date.” au fost obținute în cadrul unei colaborări cu Universitatea de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu” din Republica Moldova.
- Colaborare cu Universitatea Tehnică a Moldovei, facultatea de Inginerie Mecanică, Industrială și Transporturi pentru analiza datelor de sondaj legate de transportul public urban din mun. Chisinau.
- Au fost analizate acțiunile COST active și care au tangență cu tematica propusă. Au fost identificate câteva titluri de proiecte, care prezintă interes pentru grupul nostru de cercetători și colaborare de perspectivă și cu care se v-a iniția procedura de co-participare.
 - CA21145 – European Network for diagnosis and treatment of antibiotic-resistant bacterial infections (EURESTOP)
 - CA22145 – Game Artificial Intelligence – Cultural Heritage – Tabletop Games – Procedural Content Generation – Mathematics in Games
 - CA21163 – Text, functional and other high-dimensional data in econometrics: New models, methods, applications (HiTEC)
 - CA21167 – Universality, diversity and idiosyncrasy in language technology (UniDive)
- S-a extins parteneriatul cu instituții din Republica Moldova (UTM, UPSC “Ion Creangă”, USARB etc.) și din străinătate (Academia Română, echipe europene EGI și GÉANT).

Colaborări cu instituții de învățământ și cercetare:

- Universitatea Murcia, Spania.
- Universitatea din Galway, Centrul de cercetare a procesării naturale, Irlanda.
- Universitatea Ovidius din Constanța
- Universitatea „Angel Kanchev” din Ruse, Bulgaria
- Université Paris-Saclay, University of Paris Est Creteil, Université Évry, Franța
- Faculty of Informatics, TU Wien, Vienna, Austria
- ASEM
- USMF „Nicolae Testemițanu”
- Universitatea de Stat „Grigore Țamblac” din Taraclia
- Universitatea Tehnică a Moldovei (UTM);
- Universitatea de Stat din Moldova (USM);
- Universitatea de Stat “Alecu Russo”, Bă
- Iți (USARB);
- Universitatea Pedagogică de Stat ION CREANGĂ

10. Teze de doctorat/ postdoctorat susținute și confirmate în anul 2024 de membrii echipei subprogramului

Nu sunt.

11. Dificultăți în realizarea subprogramului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)

- Resursele financiare alocate pentru diseminarea rezultatelor au fost insuficiente, acoperind doar participarea la o singură expoziție organizată la Iași, unde au fost obținute o medalie de aur și una de bronz. Pe de o parte, lipsa fondurilor a limitat participarea la conferințe internaționale pentru promovarea rezultatelor cercetării, iar pe de altă parte, suntem obligați să includem în articolele științifice finanțate din surse externe mențiuni despre subprogram.
- În anul 2024, nu au fost alocate fonduri pentru achiziția de mijloace fixe. Este necesară procurarea unor dispozitive esențiale, precum echipamente periferice, calculatoare și dispozitive AR/VR. De asemenea, avem nevoie de resurse financiare pentru achiziția de software licențiat.
- În 2024, au fost organizate peste 10 manifestări științifice, în cadrul cărora au fost implicați un număr semnificativ de tineri interesați de cercetare. Totuși, pentru a sprijini angajarea acestora și pentru a crește numărul tinerilor cercetători în echipă, este necesară alocarea a 2-3 unități suplimentare în cadrul subprogramului. Această măsură ar contribui la consolidarea resursei umane în domeniul cercetării.

12. Concluzii

Pe parcursul anului 2024, activitățile planificate în cadrul subprogramului de cercetare Sisteme Informatică bazate pe Inteligența Artificială (SIBIA, 011301) au fost realizate integral, conform etapelor I (01.01–30.06.2024) și II (01.07–31.12.2024). Avem 59 de publicații științifice (inclusiv articole în reviste indexate WoS/SCOPUS, capitole în monografii și lucrări prezentate la conferințe internaționale). Au fost organizate/co-organizate și s-a participat la peste 40 de evenimente științifice, inclusiv conferința internațională IMCS-60, școli de vară, workshop-uri tematice și seminare de diseminare. Au fost identificate subdomenii cu potențial major (diagnosticul bolilor hepatice, sisteme de scoruri în condiții limitate etc.) și au fost constituite seturi de date pregătite pentru analize avansate. Acestea au condus la propuneri de extindere a metodologiilor de tip „data-driven” și de integrare a cunoștințelor expert. Au fost create și testate modele OCR pentru scrieri unciale/semiunciale și documente medievale, cu accent pe folosirea

instrumentelor LLM (GPT-4) și ABBYY FineReader. A fost evidențiat rolul prompturilor și al memoriei contextuale în procesele de recunoaștere optică a caracterelor, atingându-se o acuratețe de peste 99% în segmentarea cuvintelor pentru texte românești vechi. A fost dezvoltată o aplicație AR pentru învățarea expresiilor idiomatice și testată la nivel preuniversitar și universitar, extinzând aria de utilizare a realității mixte (MR) și integrând control vocal pentru accesibilitate sporită. S-a propus o clasificare a tipurilor de noduri de bază și o abordare arhitecturală pentru integrarea infrastructurii locale la nivel european (EGI). Au fost discutate aspecte de alocare adaptativă a resurselor la evenimente GÉANT (TNC24, seminarii CTO Workshop etc.). A fost proiectată și testată o arhitectură software (VBA, JavaScript, Google server side) pentru repartizarea eficientă a resurselor educaționale. Au fost aduse îmbunătățiri la algoritmul DFS, obținându-se dintr-o singură trecere informații despre conectivitate, noduri critice și componente biconexe. De asemenea, s-au studiat extinderi ale sistemelor de reacție și modele P (membrane computing), rezultatele fiind publicate și prezentate la conferințe internaționale (CMC 2024, MCU 2024). În urma acestor activități, s-a consolidat baza de cercetare și s-au conturat direcții noi, cu potențial ridicat de aplicare în domenii precum inteligența decizională, digitizarea patrimoniului cultural, realitatea virtuală și mixtă pentru educație, precum și optimizarea infrastructurilor de calcul distribuite.

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

BUMBU Tudor
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în subprogram în anul 2024
SISTEME INFORMATICE BAZATE PE INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ
(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011301**

Inteligența artificială (IA) devine forța motrice a erei digitale. În Programul Europa Digitală 2021-2027, adoptat de către Comisia Europeană, IA este considerată drept unul din cele mai importante instrumente, capabile să ofere noi oportunități atât pentru cetățeni, cât și pentru economie. Aplicațiile bazate pe inteligență artificială sunt folosite tot mai frecvent, adesea fără ca acest lucru să fie realizat în mod explicit de către utilizatori. O aplicare specifică a inteligenței artificiale o constituie Inteligența Decizională Integrată (IDI) - o abordare a procesului decizional, ce valorifică puterea colectivă a cunoștințelor umane și a datelor empirice pentru a stimula inovarea, optimizarea proceselor și navigarea în complexitatea unui peisaj care evoluează rapid. În cadrul subprogramului vor fi efectuate cercetări ce au drept scop utilizarea abordărilor bazate pe inteligență artificială în diferite domenii. Unul din acestea este cel de procesare a limbajului natural cu aplicații pentru limba română. Din cadrul lor fac parte cele ce operează cu documente tipărite sau scrise în diferite perioade istorice, digitizarea, transliterarea și alinierea acestora făcându-le accesibile unui cerc larg de utilizatori, contribuindu-se astfel la valorificarea patrimoniului nostru cultural. Pentru crearea resurselor lingvistice necesare la dezvoltarea modelelor de aplicare vor fi utilizate tehnici de crowdsourcing. În baza platformei HeDy, elaborate în cadrul Institutului de Matematică și Informatică "Vladimir Andrunachievici", USM și destinate procesării documentelor eterogene, va fi creat un serviciu web pentru revitalizarea publicațiilor științifice. O direcție specială va constitui o elaborarea aplicațiilor pentru învățarea profundă, care vor folosi abordări bazate pe continuum realitate-virtualitate. Va fi propus un concept nou bazat pe dezvoltarea unor metode și algoritmi de achiziționare, stocare, pre-procesare și inferență a cunoștințelor și datelor profesionale din diverse domenii, și de vizualizare și explicație a concluziilor generate. Toate acestea vor fi componente a unei metodologii de inginerie a cunoștințelor, destinate suportului decizional, ajustată la noua abordare bazată atât pe cunoștințe și abilități profesionale, cât și pe date/precedente, ce descriu perspectivele domeniului de implementare.

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

BUMBU Tudor
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025

Summary of the activity and results obtained in the subprogram in 2024
COMPUTER SYSTEMS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE
(subprogram name)

Subprogram code **011301**

Artificial intelligence (AI) is becoming the driving force of the digital age. In the Program Digital Europe 2021-2027, adopted by the European Commission, AI is considered one of the most important tools, capable of providing new opportunities for both citizens and the economy. Applications based on artificial intelligence are being used more and more frequently, often without this being explicitly realized by users. A specific application of artificial intelligence is Integrated Decision Intelligence (IDI) is an approach to the decision-making process that leverages the collective power of human knowledge and empirical data to boost innovation, optimize processes, and navigate the complexity of a rapidly evolving landscape. In the subprogramme framework, research will be carried out to use approaches based on artificial intelligence in different fields. One of these is natural language processing with applications for the Romanian language. Among them are those that operate with documents printed or written in different historical periods; the corresponding applications digitize, transliterate, and align them, making them accessible to a wide range of users, thus contributing to the valorization of our cultural heritage. Crowdsourcing techniques will be used to create the linguistic resources needed to develop the application models. Based on the HeDy platform, developed within the Institute of Mathematics and Computer Science "Vladimir Andrunachievici", MSU and destined for the processing of heterogeneous documents, a web service will be created to revitalize scientific publications. A special direction will be the development of applications for deep learning, which will use approaches based on the reality-virtuality continuum. A new concept based on Integrated Decision Intelligence which is focused on the development of methods and algorithms for the acquisition, storage, pre-processing, and inference of professional knowledge and data from various domains, as well as visualization and explanation of the generated conclusions, will be proposed. All these will be components of a knowledge engineering methodology, aimed at decision support, and adjusted to the new approach based on both professional knowledge and skills, as well as data/precedents, describing the perspectives of the problem domain.

Research subprogram coordinator

BUMBU Tudor

(name, surname)

(signature)

Date: 30.01.2025

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice
publicate în anul 2024 în cadrul subprogramului de cercetare
SISTEME INFORMATICE BAZATE PE INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ
(denumirea subprogramului)**

Codul subprogramului **011301**

2. Capitole în monografii naționale/ internaționale

- **BOBICEV, T. V.; BUMBU T.; MALAHOV I.; COLESNICOV A.; COJOCARU S.; BURTSEVA I.; MĂRĂNDUC C.** *Tools and Resources for the Old Romanian Language Digitization*. The book „Tools, methods, and solutions for the exploration of Romanian corpora”. Ed.: Roxana Patraș, Loredana Cuzmici. - Iași: Institutul European, 2024, pp. 53-84. ISBN 978-606-24-0395-9
<https://translation.universityofgalway.ie/publications/book-chapters/>
<https://www.euroinst.ro/>
- **SECRIERU, Iulian; PĂRȚACHI, Ion; MIJA, Simion [et al.]; coordonatoare Angela Secrieru.** *Drepturile economice, sociale și culturale în Republica Moldova: dimensiunea financiară și consolidarea prin gestiunea eficientă a cheltuielilor publice*. Monografie colectivă; Academia de Studii Economice din Moldova. – Chișinău : [S. n.], 2024 (F.E.-P. „Tipografia Centrală”). – 275 p. ISBN 978-5-88554-322-4.
<https://www.bookchamber.md/carti-in-curs-de-aparitie-martie-2024/>
<https://www.facebook.com/ASEMoficial/posts/%EF%B8%8F-%F0%9D%90%82%F0%9D%90%9A%F0%9D%90%AB%F0%9D%90%AD%F0%9D%90%9E%F0%9D%90%9A-%F0%9D%90%92%F0%9D%90%9A%CC%86%F0%9D%90%A9%F0%9D%90%AD%F0%9D%90%9A%CC%86%F0%9D%90%A6%F0%9D%90%9A%CC%82%F0%9D%90%A7%F0%9D%90%A2%F0%9D%90%A2%EF%B8%8F342-d-68drepturile-economice-sociale-%C8%99i-cultural-%C3%AEEn-repu/833944542092226/>

4. Articole în reviste științifice

4.1. în reviste din bazele de date Web of Science și SCOPUS

- **ALHAZOV, A.; FREUND, R.; IVANOV, S.** On the Spectrum between Reaction Systems and String Rewriting. *Natural Computing*. Springer, 2024. DOI: 10.1007/s11047-024-09986-1 (Impact Factor: 1.7)
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11047-024-09986-1>
<https://www.scopus.com/sourceid/4700152641>
- **ALHAZOV, A.; FREUND, R.; IVANOV, S.; ORELLANA-MARTÍN, D.; RAMÍREZ-DE-ARELLANO, A.; RODRÍGUEZ-GALLEGO, J.A.** P Systems with Reactive Membranes. *Journal of Membrane Computing*. Springer, 2024. DOI: 10.1007/s41965-024-00144-1 (IF CiteScore: 5.5)
<https://link.springer.com/article/10.1007/s41965-024-00144-1>
<https://www.scopus.com/sourceid/21101048368>
- **3. ALHAZOV, A.; IVANOV, S.; ORELLANA-MARTÍN D.** Queens of the Hill. *Journal of Membrane Computing*. Springer, 2024. DOI: 10.1007/s41965-024-00152-1 (IF CiteScore: 5.5)
<https://link.springer.com/article/10.1007/s41965-024-00152-1>
<https://www.scopus.com/sourceid/21101048368>

ALHAZOV, A.; CSUHAJ-VARJÚ E.; SETHI P.K. Generalized Distributed Reaction Systems. *Computer Science Journal of Moldova*. 96(3), 2024, pp. 315-331. DOI: 10.56415/csjm.v32.17 [SJR Q4 in 2023] (IF CiteScore: 0.8) <https://www.math.md/en/publications/csjm/issues/v32-n3/13978/> <https://www.scopus.com/sourceid/21100935898>

- **ALHAZOV, A.**; IVANOV S.; VERLAN S. A 15-Year Retrospective on Insertion-Deletion Systems: Progress, Evolution, and Future Directions. *Computer Science Journal of Moldova*. 96(3), 2024, 332-371. DOI: 10.56415/csjm.v32.18 [SJR Q4 in 2023] (IF CiteScore: 0.8) <https://www.math.md/en/publications/csjm/issues/v32-n3/13980/> <https://www.scopus.com/sourceid/21100935898>
- **BOGATENCOV, P.**; **SECRIERU, G.**; **DEGTEARIOV, N.** Extension of distributed computing infrastructure and services portfolio for research and educational activities. In: *The 10th International Conference "Distributed Computing and Grid Technologies in Science and Education" (GRID'2023): Proceedings*. Russia, 3-7 July 2023. In: *Physics of Particles and Nuclei*, Springer 2024, Vol. 55, No. 3, pp. 492–494; DOI:10.1134/S1063779624030717; ISSN 1063-7796. (IF CiteScore: 1.0) <https://link.springer.com/article/10.1134/S1063779624030717> <https://www.scopus.com/sourceid/29485>

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

- ROTARU, Igor; **RUSU, Andrei**. Measuring passenger satisfaction in urban public transport in Chisinau using the principal component analysis method. *Journal of Engineering Science*. 2024, 31 (4), pp. xx-xx. (Categoria ANACEC B+) (in curs de publicare) [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31\(4\).xx](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(4).xx)

6. Articole în lucrările conferințelor științifice

6.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- **SECRIERU, IU.**; ȚÂMBALĂ, C.; **GUȚULEAC, E.**; **POPCOVA, O.**; SPĂȚARU, A. IDI to Enhance the Longevity of the Knowledge Bases Established on Scoring Systems. In: *2024 E-Health and Bioengineering Conference (EHB)*. DOI: 10.1109/EHB64556.2024.10805691. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10805691>
- SAVARY, A. ; ZEMAN, D.; BARBU MITITELU; V., BARREIRO, A.; **CAFTANATOV, O.**; MARNEFFE, M.; DOBROVOLJIC, K., et al. UniDive: A COST Action on Universality, Diversity and Idiosyncrasy in Language Technology. In: *SIGUL-2024 Workshop, the 3rd Annual Meeting of the Special Interest Group on Under-Resourced Languages: Proceedings*. © 2024 ELRA Language Resource Association: CC BY-NC 4.0. Torino, Italia, 20-21 May, 2024, pp. 372-382. <https://aclanthology.org/2024.sigul-1.45/>
- **CAFTANATOV, O.**; **MALAHOV, L.**; ȚIȚCHIEV, I.; TĂLĂMBUȚĂ, D.; **CAGANOVSKI, D.**; MINCU, E. Metaphor Mastery: Augmented Reality Dictionary Flashcards for E-Learning. In: *The 18th International Conference ConsILR: Proceedings*. Brașov, 11-14 December 2023, pp. 63-72 ISSN: 3045-2074, ISSN-L: 3045-2074, DOI:10.47743. <https://conferences.info.uaic.ro/consilr/wp-content/uploads/2024/06/10.47743ConsILR2023.05.pdf>
- **CAFTANATOV, O.**; **MALAHOV, L.**; ȚIȚCHIEV, I.; TĂLĂMBUȚĂ; **BUMBU, T.**; **NASTASIU, A.**; BOBICEV, V. Enhancing Language Learning through Augmented Reality:

A Focus on Multiword Expressions. In: *The 18th International Conference ConsILR: Proceedings*. Braşov, 11-14 December 2023, pp. 73-82 ISSN: 3045-2074, ISSN-L: 3045-2074, DOI:10.47743.

<https://conferences.info.uaic.ro/consilr/wp-content/uploads/2024/06/10.47743ConsILR2023.06.pdf>

- **PARAHONCO, A.; PETIC, M.** Educational Text Content Generation for Elearning Systems. In: *The 18th International Conference ConsILR: Proceedings*. Braşov, 11-14 December 2023, pp. 43-62 ISSN: 3045-2074, ISSN-L: 3045-2074, DOI:10.47743. <https://conferences.info.uaic.ro/consilr/wp-content/uploads/2024/06/10.47743ConsILR2023.04.pdf>
- **PARAHONCO, L.; PARAHONCO, A.** A comparative analysis of machine learning algorithms for text analysis. In: *Conferința Internațională „Călători și călătorii. Limba și literatura română în contact cu alte culturi”*. Universitatea „Ovidius” din Constanța, Facultatea de Litere, Centrul STUR, 18 – 19 noiembrie, pp. 133-148. https://ibn.idsi.md/vizualizare_articol/218246
- **COLESNICOVA, Vlada; TOACA, Zinovia.** Development of mountain resorts in Japan: volcanoes and ski tourism. In: *International Competition of student scientific works "Black sea science 2024": Proceedings of the International Competition of Student Scientific Works*. Organized by ONUT, Ukraine, 31 March 2024. Black Sea Science 2024, Odesa National University of Technology; L. Ivanchenkova (editor-in-chief.) [et al.]. – Odesa: ONUT, 2024. – 933 p., UDC 001.8(063), pp.784-792. https://drive.google.com/file/d/17Rjl2sjs02vdb0vh4jehhFP59TL_xAH4/view
- **COLESNICOVA, Vlada, TOACA, Zinovia.** Processing the specialized transactions which interact with database. In: *International Student Symposium „Experience. Knowledge. Contemporary Challenge”*, 23 Mai, 2024, București, România: Universitatea ARTIFEX, 2023, ISBN: 978-606-8716-70-1, pp. 220-230.

6.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova

- **SECRIERU, IU.; GUȚULEAC, E.; POPCOVA, O.** Integrated Decision Intelligence Approach to Catalyse the Valorisation of Knowledge Assets. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 365-369. ISBN 978-9975-68-515-3 https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **RUSU, A.; RUSU, E.** A simple CAD system for Faculty Timetabling Design. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 361-364. ISBN 978-9975-68-515-3 https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **ALBU, V.** The Computing Quantum Universe and Einstein-Landauers, Principle of Mass-Energy-Information Equivalence. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 220-226. ISBN 978-9975-68-515-3 <https://www.math.md/imcs60/proceedings.html>
- **GAINDRIC, C.** Some Considerations on Medical Information Systems. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science, IMCS60: Proceeding*. October 10-13, 2024

Chişinău / ed.: Inga Titchiev et al., pp. 287-308. ISBN 978-9975-68-515-3.
<https://www.math.md/imcs60/proceedings.html>

- **GHEORGHITA, I.** The Role of Artificial Intelligence in Inclusive Education. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, 2024 Chişinău / ed.: Inga Titchiev, et al., pp. 309-312. ISBN 978-9975-68-515-3
<https://www.math.md/imcs60/proceedings.html>
- **GOREA, A.; PETIC, M.** Credibility of Textual Information Generated by AI Tools. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, 2024, Chişinău, pp. 313-318. ISBN 987-9975-68-515-3.
<https://www.math.md/imcs60/proceedings.html>
- **PARAHONCO, A.; PETIC, M.** A Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms for Text Analysis. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, 2024, Chişinău, pp. 355-360. ISBN 987-9975-68-515-3.
<https://www.math.md/imcs60/proceedings.html>
- **CIUBOTARU, C.** Some Applications of the Depth-First Search Algorithm for Undirected Graph. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10–13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 266-271. ISBN 987-9975-68-515-3.
<https://www.math.md/imcs60/proceedings.html>
- **BUMBU, T.; BURTSEVA L.; COJOCARU S.; COLESNICOV A.; MALAHOV L.** Medieval Text Processing: Use Case of Romanian Uncial. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. Chisinau, October 10-13, 2024, pp. 227-237. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **COLESNICOVA, V.; OLESEA C.; COJOCARU S.; COLESNICOV A., MALAHOV L.** Digitization of Moldovan folklore texts using the HeDy platform. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10-13, Chisinau, 2024, pp. 272-276. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **CAFTANATOV, O.; DEMIDOVA V.; VERLAN T.** Our Approach to Digitizing Handwritten Mathematical Text in Cyrillic Containing Formulas and Drawings. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10–13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 237-246. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v6_with_preface.pdf
- **ȚURCAN, M.; CAFTANATOV, O.** Some Applications of Properties of the Extensions of the Ring of Integers. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10–13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 387-396. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf

- **CAFTANATOV, O.; PARAHONCO, A.** The Virtual GPT Assistant: Emulating the Teaching Style of a Real Professor. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10–13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 247-258. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **ȚIȚCHIEV, I.; CAFTANATOV, O.; CAGANOVSKI, D.; TĂLĂMBUȚĂ, D.** Exploring Interactive 3D Object Interaction by Integrating Augmented Reality and Voice Control. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. October 10–13, 2024, Chisinau, Republic of Moldova, pp. 379-386. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **CERESCU, M.; BUMBU T.** Comparison of Large Language Models and Traditional Neural Networks in Optical Character Recognition for Old Alphabets. In: *International Conference dedicated to the 60th anniversary of the foundation of Vladimir Andrunachievici Institute of Mathematics and Computer Science (IMCS-60): Proceedings*. Chisinau, October 10-13, 2024, pp. 272-276. ISBN 978-9975-68-515-3
https://www.math.md/imcs60/combined_IMCS_v7_with_preface.pdf
- **COLESNICOVA, Vlada, DAȘCHEVICI, Ionelia.** Analysis and Perspectives of Rural Tourism in the Republic of Moldova. In: *International Scientific-Practical Conference "Economic Growth in the Face of Global Challenges. Consolidation of National Economies and Reduction of Social Inequalities" XVIIIth edition*. October 10-11, 2024, INCE, Chisinau, Republic of Moldova. Vol. III, pp. 330-338.
<https://doi.org/10.36004/nier.cecg.II.2024.18.32>
https://ibn.idsi.md/ro/vizualizare_articol/218761
- **PARAHONCO, L., PARAHONCO, A.** Semantic differentiation of the formula-syntagms "path-road" from the perspective of natural language processing. In: *Conferința științifică internațională UNIVERSITAS EUROPAEA: SPRE O SOCIETATE A CUNOAȘTERII PRIN EUROPENIZARE ȘI GLOBALIZARE*. Universitatea Liberă Internațională din Moldova, Chișinău, 16 – 18 octombrie 2024, pp. 126 - 130
https://conferinte.stiu.md/sites/default/files/evenimente/Conf_ULIM_Vol%202_UNIVERSITAS%20EUROPAEA.pdf

7. Teze ale conferințelor științifice

7.1. în lucrările conferințelor științifice internaționale (peste hotare)

- **CAFTANATOV, O.; MALAHOV, L.; BUMBU, T.** Revitalizing the Historical Romanian Texts with Cyrillic Scripts. In: *Workshop internațională „The 2nd General Meeting of UniDive”*. University of Naples L’Orientale. 7-9 februarie 2024, Naples, Italia.
https://unidive.lisn.upsaclay.fr/lib/exe/fetch.php?media=meetings:general_meetings:2nd_unidive_general_meeting:35_revitalizing_the_historical_ro.pdf
- **COJOCARU, L.; COLESNICOV, A.; MALAHOV, L.; BUMBU, T.; BURȚEVA, L.** Preserving Romanian Printed Heritage: The HeDy Digitization Project. In: *EUROINVENT 16th European Exhibition of Creativity and Innovation: Thesis*. Iași, Romania, 6-8 June, 2024, pp. 128.
https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2024.pdf
- **ȚIȚCHIEV, I.; CAFTANATOV, O.; TĂLĂMBUȚĂ, D.; NASTASIU, A.** Exploring Cultural Heritage: A Multiword Expression Learning Mobile Application with Augmented

Reality. In: *EUROINVENT - 16th European Exhibition of Creativity and Innovation: Thesis*. Iași, Romania 6-8 June, 2024, pp.127.

https://www.euroinvent.org/cat/EUROINVENT_2024.pdf

- **TURCAN, M.** Applying convolutional neural networks and visual transformers to satellite image data. In: *The 31st Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM 2024: Book of Abstracts*. Oradea, September 19-22, 2024, pp. 60.
http://caim.romai.ro/books/e-book_abs_24.pdf
- **CAFTANATOV, O.; ȚIȚHIEV, I.; TĂLĂMBUȚĂ, D.** Enhancing user experience by integrating voice recognition technology in AR educational applications. In: *The 31st Conference on Applied and Industrial Mathematics CAIM 2024: Book of Abstracts*. Oradea, September 19-22, 2024, pp. 59-60.
http://caim.romai.ro/books/e-book_abs_24.pdf
- **TAMBA, Elena Isabelle; Ana Vulpe, Marius-Radu Clim, Mariana Nastasia, Claudius Teodorescu, Tudor Bumbu, Liliana Botnaru, Livia Căruntu-Caraman, Cristina Caterev.** Din atelierul de lucru al pregătirii unei ediții critice digitale. Theodor Stamati, Disionăraș românesc de cuvinte tehnice și altele greu de înțeles (1851). In: *XXI-lea Simpozion Internațional de Dialectologie, organizat de Institutul de Lingvistică și Istorie Literară "Sextil Pușcariu" și de Societatea Română de Dialectologie*. Cluj-Napoca, 5–6 septembrie 2024.
<https://philord.philippide.ro/disseminationEN.html>
- **COLESNICOVA, V.; DASCHEVICI, I.** Analysis and perspectives of GIS in the domein of transport. In: *International scientific and practical Conference "Bulgaria of regions '2024: Sustainable urban and rural environment – new horizons"*. Organized in Bulgaria, Plovdiv, University of agribusiness and rural development (UARD), 21-22 noiembrie 2024. pp.

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale din Republica Moldova

- **COLESNICOVA, V.; MALAHOV, L.; COLESNICOV, A.; CAFTANATOV, O.; COJOCARU, S.** „Digitizarea textelor folclorice moldovenești în baza platformei HeDy ”. In: *Conferința științifică internațională Institutului Patrimoniului Cultural al Ministerului Culturii*. 19-20 septembrie, 2024.
<https://asm.md/sites/default/files/2024-09/program%20integral%20conferinta.pdf>
- **OLARIU FL.-T.; BOTOȘINEANU, L.; OLARIU, V.; LUCA, R.; BEJINARIU, S.; MALAHOV, L.; COSMESCU, A.; ȘIMBOTEANU, T.; ROTARI, N., Bumbu, T. PHIORD – un nou proiect de digitalizare a cercetării filologice românești.** In: *Conferința internațională "Filologia modernă: realizări și perspective în context european" (ediția a XVIII-a)*. Organizată de Institutul de Filologie Română "Bogdan Petriceicu Hasdeu" al Universității de Stat din Moldova, Chișinău, 10–11 octombrie 2024.
<https://ifr.md/2024/09/27/conferinta-stiintifica-internationala-filologia-moderna-realizari-si-perspective-in-context-european-editia-a-xviii-a-cu-genericul-g-calinescu-125-de-ani-de-la-na/>
- **TAMBA, E. I.; VULPE, V.; CLIM, M.-R.; NASTASIA, M.; TEODORESCU, C.; Bumbu T.; BOTNARU, L.; CĂRUNTU-CARAMAN, L.; CATEREV, C.** Premise pentru digitalizarea dicționarilor în alfabet de tranziție. Studiu de caz – ediție critică digitală a lucrării lui Theodor Stamati, Disionăraș românesc de cuvinte tehnice și altele greu de înțeles (1851). In: *Conferința internațională "Filologia modernă: realizări și perspective în context european" (ediția a XVIII-a)*. Organizată de Institutul de Filologie Română "Bogdan Petriceicu-Hasdeu" al Universității de Stat din Moldova, Chișinău, 10–11 octombrie 2024.
<https://ifr.md/2024/09/27/conferinta-stiintifica-internationala-filologia-moderna-realizari-si-perspective-in-context-european-editia-a-xviii-a-cu-genericul-g-calinescu-125-de-ani-de-la-na/>

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională din Republica Moldova

- **COJOCARU, S.; BUMBU, T.; BURTSEVA, L.; COLESNICOV, A.; MALAHOV, L.** HeDy – An Open Platform for Digitization of Printed Documents. In: *International Conference „Patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății de mâine”: Proceedinds*. Ediția 9, 8-9 februarie 2024, pp. 126-129. Iași – Chișinău – Lviv. ISSN 2558 – 894X. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/rezumat%2Bmacheta_8%2Bfebruarie%2B2024_IBN.pdf
- **ȚIȚHIEV, I.; CAFTANATOV, O.; CAGANOVSKI, D.** Augmented Flashcards Metaphors for Transformative Journey in Education. In: *International Conference „Patrimoniul de ieri – implicații în dezvoltarea societății de mâine”: Proceedinds*. Ediția 9, 8-9 februarie 2024, pp. 296-297. Iași – Chișinău – Lviv. ISSN 2558 – 894X. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/296-297_9.pdf
- **DUCA, A.; BUMBU, T.; CAFTANATOV, O.** Using Unity Platform to Develop Educational Games For Multidisciplinary Learning. In: *VII-ea ediție a Conferinței științifice naționale cu participare internațională “Științele naturii în dialogul generațiilor”*. 12-13 septembrie, USM, Chisinau, 2024. https://usm.md/wp-content/uploads/Program-CONF-DG-2024_F.pdf
- **COLESNICOVA, V.** The Role of Digital Tehnologies in the Development of the Tourism Sector in the Republic of Moldova. In: *VII-ea ediție a Conferinței științifice naționale cu participare internațională “Științele naturii în dialogul generațiilor”*. 12-13 septembrie, USM, Chisinau, 2024. https://usm.md/wp-content/uploads/Program-CONF-DG-2024_F.pdf

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

BUMBU Tudor
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025

Componenta echipei de cercetare
SISTEME INFORMATICE BAZATE PE INTELIGENȚA ARTIFICIALĂ
(denumirea subprogramului)

Codul subprogramului **011301**

Echipa subprogramului pentru 2024							
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Funcția	Norma de muncă	Data angajării	Data eliberării*
1.	ȚIȚCHIEV Inga	1977	Doctor	director	1.00	02.01.2024	
2.	ALHAZOV Artiom	1979	Doctor habilitat	cercetator științific principal	1.00	02.01.2024	
3.	BOIȘTEANU Gheorghe	1978		inginer-programator	0.50	02.01.2024	
4.	BUMBU Tudor	1992	Doctor	cercetător științific	1.00	02.01.2024	
5.	BURȚEVA Liudmila	1967	Doctor	cercetător științific coordonator	1.00	02.01.2024	
6.	CAFTANATOV Olesea	1986		șef de laborator	1.00	02.01.2024	
7.	CAGANOVSKI Daniela	2000		cercetator științific stagiar	0.25	03.06.2024	
8.	CERESCU Marius	2002		cercetator științific stagiar	0.25	03.06.2024	
9.	CIUBOTARU Constantin	1949	Doctor	cercetător științific coordonator	0.25	02.01.2024	
10.	COJOCARU Svetlana	1952	Doctor habilitat	cercetator științific principal	0.25	02.01.2024	
11.	COLESNICOV Alexandru	1947	Doctor	cercetător științific coordonator	0.25	02.01.2024	
12.	COLESNICOVA Vlada	2001		cercetator științific stagiar	1.00	02.01.2024	
13.	CROITOR Andreia	2002		inginer-programator	0.50	02.01.2024	
14.	DEMIDOVA Valentina	1955		cercetător științific	0.50	02.01.2024	
15.	DUCA Adina	2003		cercetator științific stagiar	0.50	02.01.2024- de baza 01.10.2024- cumul	
16.	IAMANDI Veronica	1985		cercetător științific	0.50	01.03.2024	
17.	MALAHOV Liudmila	1947		cercetător științific	0.25	02.01.2024	
18.	NASTASIU Ana	1996		cercetator științific stagiar	0.50	01.03.2024	
19.	NICOLAEV Cătălina	2002		inginer-programator	0.50	02.01.2024	

20.	PARAHONCO Alexandr	1994		cercetător științific	0.50	01/03/2024-	
21.	PETIC Mircea	1983	Doctor	cercetător științific	0.50	02.01.2024	
22.	TĂLĂMBUȚĂ Dan	1997		cercetator științific stagiar	0.50	01.03.2024	
23.	TOFAN Tatiana	1947		inginer-programator	1.00	02.01.2024	
24.	ȚURCAN Matei-Octavian	2002		cercetator științific stagiar	0.25	01.08.2024	
25.	VERLAN Tatiana	1962		cercetător științific	0.50	02.01.2024	
26.	ALBU Veaceslav	1960	Doctor	cercetător științific	0.50	09.09.2024	
27.	BOGATENCOV Petru	1953	Doctor	cercetător științific coordonator	0.25	02.01.2024	
28.	DEGTEARIOV Nichita	1990		cercetator științific stagiar	1.00	02.01.2024	
29.	GAINDRIC Constantin	1941	Doctor habilitat	șef de laborator	1.00	02.01.2024	
30.	GHEORGHÎA Irina	1987		cercetător științific	1.00	02.01.2024	
31.	GUȚULEAC Elena	1979	Doctor	cercetător științific coordonator	1.00	02.01.2024	
32.	ILIUHA Nicolai	1964		administrator de rețea de calculatoare	0.50	02.01.2024	
33.	IVANOV Andrei	1985		inginer-programator	0.50	02.01.2024	
34.	POPCOVA Olga	1979		cercetător științific	1.00	02.01.2024	
35.	RUSU Andrei	1968	Doctor	cercetator științific superior	1.00	02.01.2024	
36.	SECRIERU Iulian	1971		cercetător științific	1.00	02.01.2024	
37.	MAGARIU Galina	1947	Doctor	redactor principal	0.50	02.01.2024	
38.	VERLAN Tatiana	1962		traducător principal	0.50	02.01.2024	

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor	36,8%
--	--------------

Directorul unității de cercetare

TITCHIEV Inga
(numele, prenumele)

(semnătura)

Coordonatorul subprogramului
de cercetare

BUMBU Tudor
(numele, prenumele)

(semnătura)

Data: 30.01.2025