

**RECEȚIONAT**

Agenția Națională pentru Cercetare  
și Dezvoltare \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2024

**AVIZAT**

Secția AȘM \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ 2024

**RAPORT ȘTIINȚIFIC ANUAL**

**pentru etapa 2023**

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

Proiectul Metode deterministe și stocastice de soluționare ale problemelor de optimizare și control  
(titlul proiectului)

Cifra proiectului 20.80009.5007.13

Prioritatea Strategică V. Tehnologii inovative, energie sustenabilă, digitalizare

Rectorul/Directorul organizației

Șarov Igor \_\_\_\_\_

Consiliul științific/Senatul

Țițhiev Inga \_\_\_\_\_

Conducătorul proiectului

Lozovanu Dmitrii \_\_\_\_\_

L.Ș.

## **CUPRINS:**

1. Scopul și obiectivele etapei 2023
2. Acțiunile planificate și realizate în 2023
3. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2023 în limba română (Anexa nr. 1)
4. Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect 2023 în limba engleză (Anexa nr. 1)
5. Impactul științific/social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute
6. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect 2023:
  - Lista publicațiilor științifice 2023 (Anexa nr. 2)
  - Lista participărilor la conferințe
  - Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media
7. Executarea devizului de cheltuieli (Anexa nr. 3)
8. Componența echipei proiectului pentru anul 2023 (Anexa nr. 4)
9. Informații suplimentare (Anexa nr.5)

## **1. Scopul etapei 2023**

Cercetările efectuate în anul 2023 au avut ca scop elaborarea și argumentarea teoretică a noilor metode și algoritmi numerici pentru următoarele clase de probleme aplicative:

- Aflarea strategiilor optime staționare în procesele Markov decizionale și a echilibrului Nash staționar în jocurile stocastice poziționale dinamice;
- Soluționarea problemelor teoriei elasticității și termo-elasticității și problemelor de încărcare dinamică a solidelor și formarea fluxurilor de gaze.
- Aflarea caracteristicilor probabilistice de bază pentru procesele de difuzie (procesele telegraf), pentru problemele teoriei așteptării și deservirii cu priorități

## **2. Obiectivele**

- Elaborarea noilor metode analitice și a algoritmilor numerici eficienți pentru problemele stocastice de control și pentru problemele mecanicii corpurilor solide și formării fluxurilor de gaze;
- Obținerea noilor expresii analitice pentru caracteristicile de bază a proceselor de difuzie și pentru sistemele de servire cu priorități;
- Testarea și estimarea complexității de calcul a metodelor și a algoritmilor numerici elaborați.

## **3. Acțiunile planificate**

- Elaborarea și argumentarea metodelor analitice pentru soluționarea problemelor de elasticitate și termoelasticitate și pentru problemele de încărcare dinamică a solidelor și formarea fluxurilor de gaze;
- Analiza asimptotică a proceselor de difuzie și elaborarea metodelor de aflare a caracteristicilor de bază pentru astfel de procese și pentru problemele teoriei așteptării;
- Testarea și estimarea complexității de calcul a algoritmilor elaborați; aplicarea algoritmilor pentru soluționarea problemelor teoriei așteptării.

## **4. Acțiunile realizate**

- S-au elaborat și s-au argumentat noi metode analitice și algoritmi numerici pentru soluționarea problemelor de elasticitate și termoelasticitate și pentru problemele de încărcare dinamică a solidelor și formare a fluxurilor de gaze;
- Au fost formulate noi modele și probleme dinamice stocastice decizionale, pentru care s-au elaborat noi metode de soluționare a lor ce extind și generalizează metodele clasice de optimizare pentru problemele stocastice de control.
- A fost efectuată analiza asimptotică a proceselor de difuzie și au fost obținute expresiile analitice a caracteristicilor de bază pentru astfel de procese și pentru problemele teoriei așteptării;
- Algoritmii numerici elaborați au fost testați și teoretic estimați din punct de vedere a complexității de calcul

## 5. Rezultatele obținute

În anul 2023 executanții proiectului au efectuat cercetări în cadrul următoarelor etape:

- 1. Elaborarea metodelor analitice și numerice de soluționare a problemelor elasticității și termoelasticității, problemelor de încărcare dinamică a solidelor și formarea fluxurilor de gaze.
- 2. Testarea metodelor și algoritmilor elaborați și aplicarea lor la analiza modelelor de creștere economică, problemelor de servire și problemelor aplicative de difuzie.

În cadrul primei etape a fost elaborată și dezvoltată o metodă deterministă nouă de construire a funcțiilor de influență pentru deplasările create de o sursă punctiformă unitară de căldură aplicată în interiorul corpurilor solide termo-elastic deformabile. Metoda propusă se referă la teoria termoelasticității necuplate și a fost numită *Metoda ecuațiilor integrale armonice*. Pe anumite reprezentări integrale această metodă permite de a obține expresia analitică pentru dilatarea termo-elastică de volum. S-a demonstrat că nucleele funcțiilor de influență principale a sursei punctiforme de căldură a deplasărilor termo-elastice pot fi obținute din ecuațiile fundamentale Lamé și Poisson și condițiile mecanice și termice de limită. Mai mult ca atât s-a arătat că pentru obținerea reprezentărilor integrale pot fi utilizate funcțiile Green și ecuația Poisson care țin cont de forma geometrică a corpului deformabil termo-elastic și care permite construirea funcțiilor de influență pentru procesele și problemele de influență. Cercetările referitor la elaborarea metodelor analitice pentru soluționarea problemelor teoriei elasticității și termoelasticității au fost efectuate de **Prof. Șeremet Victor** și **Dr. Crețu Ion**. Aceste rezultate au fost publicate în cunoscuta revista internațională cu impact factor *Acta Mechanica*. Cercetările legate de problemele formării fluxurilor de gaz care apar sisteme de contact au fost efectuate de **Dr. Secrieru Grigorie**. D-lui a cercetat problema modelării matematice a procesului de formare a fluxurilor de gaz vâscos termic-conductiv care apare în sisteme de contact gaz-solid. Cercetările efectuate de Dl Secrieru au inclus studiul caracteristicilor fluxurilor care se formează în cazul reflectării de la un perete impenetrabil a unei unde de șoc slabe, precum și în cazul interacțiunii unui flux staționar de gaz cu un perete rigid, având temperaturi inițiale diferite. S-a estimat impactul unor efecte fizice ca vâscozitatea, conductibilitatea termică și a altor efecte în procesele dinamice a curgerilor gazelor. Analiza acestor fenomene se bazează pe modelul cunoscut al ecuațiilor dinamicii gazelor Navier – Stokes, care modelează cu succes legile de conservare a masei, impulsului și energiei pentru o gamă largă de modificare a parametrilor. Distribuția temperaturii solidului este modelată prin ecuația lineară cunoscută de propagare a căldurii. În cazul intensități moderate a undei de șoc incidente și saltului mic al temperaturilor inițiale a gazului și solidului, perturbațiile parametrilor gazului și ale peretelui sunt mici, iar ecuația Navier-Stokes se liniarizată în raport cu valorile parametrilor în starea inițială. Dinamica formării curgerii de gaz a fost analizată în baza soluției sistemului liniarizat de ecuații Navier-Stokes și a ecuației de conductivitate termică a solidului cu condiții inițiale și de limită concrete. S-a arătat că ansamblul ecuațiilor Navier-Stokes și ecuației conductivității termice cu condițiile inițiale și de limită formează modelul matematic care descrie evoluția parametrilor gazului și distribuția temperaturii peretelui. Utilizând metoda transformărilor integrale Laplace au fost obținute soluțiile în imagini a modelelor liniarizate care reprezintă expresiile parametrilor în funcție de variabilă complexă. Aceste soluții fac posibilă stabilirea principalelor trăsături caracteristice ale structurii fluxurilor care se dezvoltă într-un mediu de gaz.

Cercetări importante în cadrul primei etape s-au efectuat asupra elaborării metodelor și algoritmilor numerici de soluționare a problemelor stocastice dinamice decizionale, în special a problemelor Markov decizionale pe intervale finite și infinite de timp. În cazul intervalului finit de timp ca cercetat problema Markov decizională cu criteriile de optimizare valorilor medii a costului total și a costului total cu discount. S-a arătat ca în acest caz problema poate fi soluționată utilizând algoritmi numerici eficienți bazați pe metoda programării dinamice. Problema Markov decizională pe intervalul infinit de timp s-a cercetat în cazurile criteriilor de optimalitate a costului mediu per tranziție și criteriului de optimalitate a costului total cu discount. Pentru aceste cazuri a problemelor Markov decizionale au fost elaborați și argumentați algoritmi numerici polinomiali bazați pe metodele programării lineare și a programării linear-fracționare. Procesele Markov decizionale fost extinse și generalizate utilizând conceptele problemelor multicriteriale, teoriei jocurilor cooperatiste și necooperatiste și a jocurilor ierarhice. Pentru variantele multicriteriale și de joc a problemelor Markov decizionale s-au cercetat problemele de existență a soluțiilor în care soluțiile se consideră în sensul Pareto, Nash și Stackelberg. Pentru diverse clase de probleme stocastice decizionale multicriteriale și de jocuri stocastice s-au elaborat algoritmi de aflare a soluțiilor problemelor stocastice decizionale generalizate. Rezultatele menționate au fost sistematizate și publicate în forma de monografie cu un volum de 396 de pagini la editura Springer în anul 2023. Aceste cercetări au fost efectuate de **Prof. Lozovanu Dmitrii, Dr. Capcelea Titu, Dr. Capcelea Maria și Dr. Buzatu Radu**. Pentru elaborarea și argumentarea algoritmilor numerici pentru problemele decizionale dinamice a fost necesar de cercetat și soluționat unele probleme auxiliare, cum ar fi probleme de optimizare combinatorice de optimizare, probleme de aproximare a funcțiilor discontinue și probleme de optimizare pe grafuri și rețele dinamice. Astfel de probleme au fost cercetate de **Dr. Capcelea Titu, Dr. Capcelea Maria și Dr. Buzatu Radu**. Rezultate importante de asemenea au fost obținute de **Dr. Lazari Alexandru** care a efectuat cercetări referitor la proprietățile sistemelor recurent liniare omogene și potențialul lor de aplicare la soluționarea problemelor definite pe sisteme stocastice cu secvențe finale de stări. A fost finalizată analiza recurențelor liniare omogene peste submulțimi ale numerelor complexe, în particular fiind considerate recurențele liniare omogene Littlewood, Newman și Borwein. S-a investigat comportamentul asimptotic al proceselor stocastice și perturbațiilor mici ale acestora cu ajutorul criteriului de stabilitate Jury. La caracterizarea asimptotică a acestor procese s-au utilizat și criteriile de convergență, periodicitate și mărginire a dinamicilor recurent liniare omogene, elaborate în cadrul proiectului. De asemenea, algoritmi de determinare a matricei limită și a componentelor diferențiale au fost ajustați și simplificați astfel încât să optimizeze procesul de determinare a comportamentului asimptotic. O altă clasă importantă de sisteme dinamice stocastice studiată pe parcursul acestui an este reprezentată de procesele Markov de ordin zero cu multiple secvențe finale de stări. Aceste procese sunt sisteme dinamice cu treceri independente, de timp unitar, care își finalizează evoluția imediat ce una din secvențele finale de stări, apriori date, este atinsă. Astfel, ele reprezintă o generalizare a cazului când stoparea sistemului este determinată de o singură secvență finală de stări. Se demonstrează că și în cazul generalizat, la fel, repartitia timpului de evoluție este o recurență liniară omogenă, a cărei stare inițială și vector generator pot fi determinați cu ajutorul unui algoritm de complexitate polinomială. Având aceste detalii, pot fi aplicați algoritmi, dezvoltați anterior, pentru a determina caracteristicile probabilistice principale ale timpului de evoluție. Rezultatele obținute au fost diseminate la două forumuri internaționale: Congresul Matematicienilor Români și Conferința MITRE-2023. De asemenea, un articol științific a fost publicat în Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova.

In cadrul etapei 2 rezultate importante noi au fost obținute de **Dr. h. Kolesnik Alexander**. Dl Kolesnik a cercetat procesele de difuzie (numite de asemenea procese de tip telegraf). Aceste procese prezintă procese dinamice continue cu două stări discrete și au o aplicație largă în diverse domenii, cum ar fi, în fizică, biologie, economie, ecologie, sisteme de comunicații etc. Dl Kolesnik a creat și a sistematizat teoria generală a proceselor de mișcări aleatoare cu viteză finită (așa numite, evoluții aleatoare) în spațiile Euclid de diverse dimensiuni, bazată pe metodele performante ale teoriei probabilităților, statisticii matematice, analizei matematice, astfel ca transformări integrale, funcții generalizate, hipergeometrice și speciale. Au fost obținute într-o formă explicită repartițiile proceselor de evoluție în spațiile Euclid  $\mathbf{R}^2$ ,  $\mathbf{R}^4$  și  $\mathbf{R}^6$ . Pentru procesele în spațiile  $\mathbf{R}^2$  și  $\mathbf{R}^4$  au fost obținute funcțiile caracteristice și momentele proceselor date. Pentru procesul de tip telegraf în spațiul  $\mathbf{R}^3$  au fost obținute formulele asimptotice pentru funcția caracteristică și densitatea de tranziție pe intervale de timp mici. Aceste rezultate au o aplicație directă la analiza proceselor de difuzie lentă și obținerea repartițiilor staționare, modelarea fluctuațiilor de apă în rezervoare și proceselor de transport, studierea efectelor relativistice, modelarea procesului de radiație relicvă a universului și modelarea evoluțiilor pețelor financiare. Pentru astfel de procese, au fost obținute caracteristicile de bază pe dreaptă (densitatea și funcția de repartiție, funcția caracteristică, transformata Laplace, funcția momentelor pentru mișcări asimetrice și altele) și a fost dovedită convergența procesului telegraf spre mișcarea Brown unu-dimensională, când se îndeplinește condiția Kac la viteza și intensitatea de tranziție a procesului. Toate aceste rezultate au fost publicate și sistematizate în monografiile editate în anul 2022. În anul curent 2023 Dl Kolesnik a continuat cercetările în această direcție și a obținut noi expresii analitice pentru caracteristicile de bază a proceselor de difuzie în spațiile Euclid multidimensionale. Rezultatele cercetărilor au fost sistematizate în 2 articole care au fost prezentate pentru publicare.

Activitățile legate de aplicarea rezultatelor obținute la cercetarea diverselor probleme aplicative din mecanică, economice, problemelor teoriei așteptării și sistemelor de tip Polling au fost efectuate de **Dr. Crețu Ion, Dr. Naval Elvira și Dr. Mitev Lilia**. Dl Crețu I. a utilizat rezultatele obținute asupra determinării parametrilor corpului deformabil termo-elastic pentru problemele de proiectare în construcție. Dna Naval E. a formulat și a analizat modelul de evoluție economică pentru Republica Moldova în condiții specifice, iar Dna Mitev L. a elaborat algoritmi de aflare a caracteristicilor de performanță pentru diverse sisteme de așteptare și de servire cu prioritate și a estimat complexitatea de calcul a algoritmilor pentru determinarea acestor caracteristici.

Pentru elaborarea algoritmilor eficienți de soluționare a problemelor de optimizare pe mulțimi poliedrice ce descriu mulțimile admisibile ale problemelor a fost necesar de a cerceta proprietățile structurale ale acestora. Astfel de cercetări au fost efectuate de **Dr. Damian Florin și Dr. Zamorzaeva E.** care au elaborat metode geometrice ce permit construirea și studierea unor varietăți hiperbolice de dimensiunile 3, 4 și 5, cu anumite proprietăți predefinite, precum geometria caspurilor, geometria unei subvarietate total geodezice etc. Au fost propuse și verificate metode de reconstrucție metrică pentru obținerea schemelor de incidență nu-față în față pentru poliedre fundamentale. Ca urmare s-au obținut noi varietăți hiperbolice și descompuneri exotice pe acoperirea universală. S-a reușit transferul unor metode din geometrie discretă în topologie și invers. Au fost propuse reconstrucțiile metrice de-a lungul unei subvarietăți de codimensiune unu și

de gen doi. Rezultatele au fost interpretate în termeni de 3-poliedre echidistante (generalizate) peste suprafața platonica  $\{5, 5\}$  de gen 4 cu indicația incidențelor hiperfețelor bidimensionale. Au fost de asemenea construite, și investigată geometria, pentru 5 din cele mai simetrice scheme de incidențe peste poliedre echidistante cu hărți Platonice de tip  $\{5, 5\}$ ,  $\{5, 4\}$  și  $\{4, 5\}$  realizate pe suprafața de gen 4. În baza lor au fost propuse serii numerabile de 3-varietăți hiperbolice.

## **6. Impactul științific, social și/sau economic al rezultatelor științifice obținute**

- Rezultatele cercetărilor științifice obținute au un impact științific, tehnologic și socioeconomic înalt deoarece modelele și problemele noi formulate și cercetate reprezintă o generalizare a modelelor și problemelor clasice decizionale și de control;
- Metodele analitice noi și algoritmi numerici elaborați pentru problemele decizionale stocastice extind metodele clasice ale programării dinamice în cazul problemelor deterministe și permit de a soluționa probleme stocastice dinamice decizionale pe intervale finite și infinite de timp;
- Rezultatele obținute noi în proiect referitor la problemele din mecanica corpurilor solide și a gazelor au o aplicație directă în inginerie;
- Impactul științific al cercetărilor este justificat de asemenea de publicațiile executorilor proiectului în anul 2023 în ediții internaționale și naționale de prestigiu;
- Rezultatele cercetărilor vor contribui la pregătirea tinerilor specialiști în domeniul matematicii aplicate și modelării matematice în diverse domenii.

## **7. Colaborare la nivel național și internațional**

La nivel național cercetările în proiect s-au efectuat în colaborare cu colaboratorii facultății de matematică și informatică a USM, cu colaboratorii de la UTM, ASEM și ULIM. Executorii proiectului țin cursuri normative și speciale pentru studenți la universitățile menționate (Buzatu Radu, Damian Florin, Capcelea Maria, Capcelea Titu, Crețu Ion, Mitev Lilia).

La nivel internațional s-au efectuat cercetări comune cu colaboratorii de la Universitatea Forțelor Armate din Munchen (Germania), cu colaboratorii de la Universitatea din Atlanta (USA, Georgia State University), cu colaboratorii de la facultate de matematică aplicată și management a universității din St. Petersburg și cu colaboratorii de la Institutul de Cibernetică V. Glușcov din Ucraina. Timp de 23 de ani Prof. Lozovanu Dmitrii efectuează cercetări comune cu Prof. Stefan Pickl și cu Prof. Zelikovskiy Alexander. În rezultatul colaborării îndelungate cu Prof. Stefan Pickl din Germania în anul 2023 s-au publicat 1 monografie la editura Springer și 2 articole științifice.

## **8. Dificultățile în realizarea proiectului (financiare, organizatorice, legate de resursele umane etc.)**

Dificultățile sunt legate de lipsa cadrelor tinere, care nu sunt motivați să se implice în cercetare.

## **9. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de publicații**

Rezultatelor cercetărilor, obținute în proiect, sunt reflectate în monografia Lozovanu D., Pickl S. "Markov decision processes and stochastic positional games" publicată la editura Springer în anul 2023, 5 articole științifice publicate în reviste științifice prestigioase (1 articol cu IF 2.65, 3

articole in reviste cat A, 1 articol in culegere internațională) și în materialele conferințelor științifice naționale și internaționale. Lista publicațiilor din anul 2023 este prezentată în Anexa 2.

**10. Diseminarea rezultatelor obținute în proiect în formă de prezentări la foruri științifice.**

Rezultatele obținute au fost raportate la 2 conferințe internaționale (Romania și Germania) și 9 rapoarte la o conferință internațională (în Republica Moldova).

**11. Promovarea rezultatelor cercetărilor obținute în proiect în mass-media (Opțional):**

**12. Teze de doctorat / postdoctorat susținute și confirmate în anul 2023 de membrii echipei proiectului**

Toți executorii proiectului au titluri științifice.

**13. Concluzii**

- Modelele matematice și problemele noi formulate și cercetate extind și generalizează problemele clasice de control;
- Rezultatele obținute pentru procesele Markov decizionale permit de a soluționa în timp polinomial problemele stocastice decizionale;
- S-a elaborat și s-a argumentat *Metoda ecuațiilor integrale armonice* de construirea funcțiilor de influență a deplasărilor corpurilor solide termo-elastic deformabile.
- S-au obținut noi expresii analitice pentru caracteristicile probabilistice de bază în procesele de difuzie.
- S-a demonstrat existența echilibrului Nash staționar pentru jocurile stocastice poziționale și s-au elaborat algoritmi de aflare a strategiilor optime staționare pentru astfel de jocuri.
- Algoritmi elaborați au fost testați și estimați din punct de vedere a complexității de calcul.

Conducătorul de proiect Lozovanu Dmitrii

Data: \_\_\_\_\_

LȘ



**Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect în anul 2023**

*Metode deterministe și stocastice de soluționare ale problemelor de optimizare și control*  
(denumirea proiectului)

**Cifra proiectului** 20.80009.5007.13

Pentru anul 2023

Planul calendaristic pentru anul 2022 a fost realizat complet. S-au efectuat cercetări referitor la elaborarea metodelor analitice și algoritmilor numerici pentru soluționarea problemelor dinamice decizionale ce extind problemele clasice de control și unele probleme a mecanicii corpurilor solide și a gazelor. Rezultate esențiale noi s-au obținut pentru procesele Markov decizionale și jocurile poziționale stocastice. S-au elaborat noi algoritmi de aflarea strategiilor optime staționare în procesele Markov decizionale și s-a demonstrat existența echilibrului Nash staționar pentru jocurile stocastice poziționale. Rezultate importante noi s-au obținute de asemenea pentru procesele de difuzie (proces de tip telegraf). Au fost elaborată o nouă metodă de aflare repartițiilor pentru procesele de evoluție de tip telegraf în spațiile Euclid  $\mathbf{R}^2$ ,  $\mathbf{R}^4$  și  $\mathbf{R}^6$  și a fost sistematizată teoria generală pentru aceste procese. Rezultate marcante noi au fost obținute pentru procesele dinamice a mecanicii corpurilor solide și a gazelor, în special pentru problemele teoriei elasticității și termoelasticității, problemelor de încărcare dinamică a solidelor și formarea fluxurilor de gaze. A fost elaborată și dezvoltată o metodă deterministă nouă de construire a funcțiilor de influență pentru deplasările create de o sursă punctiformă unitară de căldură aplicată în interiorul corpurilor solide termo-elastic deformabile, bazată pe teoria funcțiilor Green și ecuației Poisson. A fost cercetată problema formării fluxurilor de gaz vâscos termic-conductiv pentru sistemele de contact a gazului cu un solid în baza ecuațiilor Navier – Stoks și transformărilor integrale Laplace. Aceasta a permis de a simula procesul formării structurii fluxurilor care se dezvoltă în mediul gazos. Metodele analitice noi sunt teoretic argumentate iar algoritmi numerici elaborați sunt testați și estimați din punct de vedere a complexității de calcul. Rezultatele cercetărilor sunt publicate în ediții internaționale și naționale prestigioase.

For the year 2023

The research plan for 2021 has been fulfilled. Research has been carried out regarding the elaboration of analytical methods and numerical algorithms for solution of dynamic decision-making problems that extend the classical control problems and some problems of the mechanics of solid bodies and gases. Essential new results have been obtained for Markov decision processes and stochastic positional games. New algorithms for determining stationary optimal strategies in Markov decision processes were elaborated and the existence of the stationary Nash equilibrium for positional stochastic games has been proved. Important new results were also obtained for diffusion processes (telegraph processes). A new method of determining distribution functions for telegraph evolution processes in Euclid spaces  $R^2$ ,  $R^4$  and  $R^6$  was proposed and the general evolution theory for these processes was systematized. Significant new results were obtained for the dynamic processes of the mechanics of solid bodies and gases, especially for the problems of the theory of elasticity and thermo-elasticity, the problems of dynamic loading of solids and the formation of gas flows. A new deterministic method for constructing the influence functions for the displacements created by a unitary point source of heat applied inside thermo-elastically deformable solids based on the theory of Green's functions and Poisson's equation, was designed and developed. The problem of the formation of thermal-conductive viscous gas flows for gas-solid contact systems based on Navier-Stokes equations and integral Laplace transformations was investigated. This made it possible to simulate the formation process of the flow structure that develops in the gaseous environment. The new analytical methods are theoretically argued and the elaborated numerical algorithms are tested and estimated from the from the computational complexity point of view. The research results are published in prestigious international and national editions.

Conducătorul de proiect Lozovanu Dmitrii

Data: \_\_\_\_\_

LȘ

**Lista lucrărilor științifice, științifico-metodice și didactice  
publicate în anul 2023 în cadrul proiectului din Programul de Stat**

Metode deterministe și stocastice de soluționare ale problemelor de optimizare și control

Cifra proiectului 20.80009.5007.13

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

1.1. monografii internaționale

1. LOZOVANU D. PICKL S. *Markov decision processes and stochastic positional games*. Springer, 2023 396 pages, ISBN: 3031401794, 9783031401794

**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

1. SEREMET V. , CRETU I. *New Green's. Acta functions for a thermos-elastic unbounded parallelepiped under a point heat source and their applications* *Mecanica*, 234 (12), 2023, p 1 - 14., <http://dx.doi.org/10.1007/s00707-023-03675-3>, rev. ISI, IF. 2,65;

4.2. în alte reviste din străinătate recunoscute -

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

1. LOZOVANU D, PICKL S. *On the existence of stationary Nash equilibria for mean payoff games on graphs*. *Bul. Acad. Științe Repub. Mold. Mat.*, 2023, No. 2 (102), p. 41 - 51., Cat. A;ISSN 1024-7696.

2. LAZARI A. *Zero-Order Markov Processes with Multiple Final Sequences of States*. *Bul. Acad. Științe Rep. Moldova. Mat.*, 2023, No. 2 (102), p. 110 - 115., Cat. A; ISSN 1024-7696.

3. CAPCELEA M., CAPCELEA T. *B-spline collocation method for solving Fredholm integral equations with discontinuous right-hand side*. *Bul. Acad. Științe Rep. Moldova. Mat.*, 2023, No. 2 (102), p. 92 - 101., Cat. A; ISSN 1024-7696.

4.4. în alte reviste naționale -

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

5.1. culegeri de lucrări științifice editate peste hotare

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)

1. LOZOVANU, D., PICKL, S. *Pure and mixed stationary Nash equilibria for dynamic positional games on graphs*. Proceedings of 19th Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization, Munchen. Germany, 2023, pp 53-56

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)

1. LAZARI A. *Advanced Properties of Homogeneous Linear Recurrences with Applications to Stochastic Problems*. Abstracts of "The Tenth Congress of Romanian Mathematicians", Pitesti, Romania, June 30 - July 5, 2023, p. 56.
2. LOZOVANU, D., PICKL, S. *Pure and mixed stationary Nash equilibria for dynamic positional games on graphs*. Abstract of 19th Cologne-Twente Workshop on Graphs and Combinatorial Optimization, CTW-2023, Garmisch-Partenkirchen, Germany, June 20-23, 2023, pp 52.

7.2. în lucrările conferințelor științifice internaționale (Republica Moldova)

1. BUZATU R. *Exact approaches for solving the convex covering problem of graphs*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova, June 26 - 29, 2023, p. 57.
2. CAPCELEA M., CAPCELA T. *Algorithm for approximation the solution of the Fredholm integral equation with discontinuous right-hand side*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova, June 26 - 29, 2023, p. 58 – 59.
3. LAZARI A. *Asymptotic Behavior of Markov Processes*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova, June 26 - 29, 2023, p. 62 - 63.
5. DAMIAN F. *Hyperbolic manifolds built on the geometries of their cusps or submanifolds*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova June 26 – 29, 2023, p. 23.
6. LOZOVANU D. *Optimal stationary strategies for stochastic positional games*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova, June 26 - 29, 2023, p. 65 - 66.
7. NAVAL E. *The evolution of the omicron virus and the influenza virus in Moldova*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova, June 26 - 29, 2023, p. 66-67.

8. SECRIERU G. *Dynamics of the one-dimensional flows in gas-wall contact system in the presence of thermal impacts*. Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova, June 26 - 29, 2023, p. 7071.
9. ZAMORZAEVA E. On discerning Delone classes of 3-isohedral spherical tiling. International Abstracts of International Conference "Mathematics & Information Technologies: Research and Education", Chisinau, Republic of Moldova June 26 – 29, p. 33

7.3. în lucrările conferințelor științifice naționale cu participare internațională

7.4. în lucrările conferințelor științifice naționale

Notă: vor fi considerate teze și nu articole materialele care au un volum de până la 0,25 c.a.

## **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

**Executarea devizului de cheltuieli,  
conform anexei nr. 2.3 din contractul de finanțare pentru anul 2023**

**Cifrul proiectului: 20.80009.5007.13, conducător de proiect **Dmitrii Lozovanu****

<b>Cheltuieli, mii lei</b>				
<b>Denumirea</b>	<b>Cod</b>		<b>Anul de gestiune</b>	
	<b>Eco (k6)</b>	<b>Aprobat</b>	<b>Modificat +/-</b>	<b>Precizat</b>
Remunerarea muncii angajaților conform statelor	211180	955.7		955.7
Contribuții de asigurări de stat obligatorii	212100	229.4		229.4
Deplasări în interes de serviciu peste hotare	222720	41.4		41.4
Servicii neatribuite altor aliniate	222990	1.2		1.2
Îndemnizații pentru incapacitatea temporară de muncă achitată de patron	273500	6.0		6.0
Alte prestații sociale ale angajatorilor	273900		30.0	30.0
Procurarea materialelor de uz gospodăresc și rechizitelor de birou	336110	2.3		2.3
<b>Total</b>		<b>1236.0</b>	<b>30.0</b>	<b>1266.0</b>

Conducătorul organizației \_\_\_\_\_ / **ȘAROV Igor**

Contabil șef \_\_\_\_\_ / **COJOCARU Liliana**

Conducătorul de proiect \_\_\_\_\_ / **LOZOVANU Dmitrii**

Data: \_\_\_\_\_

LȘ

### Componența echipei conform contractului de finanțare 2023

Cifrul proiectului \_\_\_\_\_

Echipa proiectului conform contractului de finanțare (la semnarea contractului) pentru 2023						
Nr	Nume, prenume (conform contractului de finanțare)	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării	Data eliberării
1.	Lozovanu Dmitrii	1948	Dr. h	1	02.01.2023	31.12.2023
2.	Kolesnik Alexander	1957	Dr. h	1	02.01.2023	31.12.2023
3.	Naval Elvira	1945	Dr.	0.75	02.01.2023	31.12.2023
4.	Secrieru Grigorie	1942	Dr.	0.75	02.01.2023	31.12.2023
5.	Șeremet Victor	1945	Dr. h	0.5	02.01.2023	31.12.2023
6.	Lazari Alexandru	1984	Dr.	0.5	02.01.2023	31.12.2023
7.	Damian Florin	1963	Dr	0.5	02.01.2023	31.12.2023
8.	Capcelea Maria	1978	Dr.	0.5	02.01.2023	31.12.2023
9.	Capcelea Titu	1980	Dr.	0.25	02.01.2023	31.12.2023
10.	Buzatu Radu	1989	Dr.	0.25	02.01.2023	31.12.2023
11.	Mitev Lilia	1986	Dr.	0.25	02.01.2023	31.12.2023
12.	Crețu Ion	1986	Dr.	0.25	02.01.2023	31.12.2023
13.	Zamorzaeva Elizaveta	1954	Dr.	0.25	02.01.2023	31.12.2023

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

Modificări în componența echipei pe parcursul anului 2023					
Nr	Nume, prenume	Anul nașterii	Titlul științific	Norma de muncă conform contractului	Data angajării
1.	Damian Florin	1963	Dr.	0.5	02.02.2023

Ponderea tinerilor (%) din numărul total al executorilor : 35 % - la începutul proiectului în anul 2020;  
23 % - la finisarea proiectului în anul 2023.

Conducătorul organizației Șarov Igor \_\_\_\_\_

Contabil șef Cojocaru Liliana \_\_\_\_\_

Conducătorul de proiect Lozovanu Dmitrii \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

LȘ

### INFORMAȚIE SUPLIMENTARĂ

1. **Nu vor fi examinate** rapoartele incomplete, fără toate semnăturile și parafa instituției și care nu corespund cerințelor de tehnoredactare (pct. 6).
2. Rapoartele anuale privind implementarea proiectelor ce implică activități de cercetare **pe animale** vor fi însoțite de avizul Comitetului de etică național/instituțional în corespundere cu HG nr.318/2019 *privind aprobarea Regulamentului cu privire la organizarea și funcționarea Comitetului național de etică pentru protecția animalelor folosite în scopuri experimentale sau în alte scopuri științifice* ([https://www.legis.md/cautare/getResults?doc\\_id=115171&lang=ro](https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=115171&lang=ro)).
3. Rapoartele anuale privind implementarea proiectelor ce implică activități de cercetare **cu implicarea subiecților umani** vor fi însoțite de avizul Comitetului instituțional de etică a cercetării, în corespundere cu prevederile *Convenției europene pentru protecția drepturilor omului și a demnității ființei umane față de aplicațiile biologiei și medicinei*, adoptată la Oviedo la 04.04.1997, semnată de către RM la 06.05.1997, **ratificată prin Legea nr. 1256-XV din 19.07.2002, în vigoare pentru RM din 01.03.2003**) și a protocoalelor adiționale.
4. **Nu pot fi prezentate informații identice în Rapoartele anuale ale mai multor proiecte.**
5. Se acceptă publicațiile în care expres sunt stipulate datele de identificare ale proiectului (denumire și/sau cifrul).
6. **Cerințe de tehnoredactare a Raportului:**
  - a) Se va exclude textul în culoare roșie din raport, întrucât reprezintă precizări referitor la informația solicitată ( de ex. *denumirea și cifrul, perioada de implementare a proiectului, anul/anii*); *nume, prenume; etc.*).
  - b) Câmpurile cu mențiunea „*optional*” se completează dacă sunt rezultate ce se încadrează în activitățile respective. În absența rezultatelor, câmpurile rămân **necompletate (nu se exclud rubricile respective)**.
  - c) Raportul se completează cu caractere TNR – 12 pt, în tabelele referitor la buget și personal – 11 pt; interval 1,15 linii; margini: stânga – 3 cm, dreapta – 1,5 cm, sus/jos – 2 cm.
  - d) **Copertarea se va face după modelul european – spirală.**