

**Secția de Științe Matematice**



# Conferința Cercetării Științifice din Academia Română

22-23 noiembrie 2021

---

## PREZENTAREA INSTITUTELOR SECTIEI DE ȘTIINTE MATEMATICE

- Institutul de Matematică Simion Stoilow, *Lucian Beznea*
- Institutul de Statistică Matematică și Matematică Aplicată „Gheorghe Mihoc-Caius Iacob”,  
*Gabriela Marinoschi*
- Institutul Astronomic, *Mirel Bîrlan*
- Institutul de Matematică Octav Mayer, Filiala Iași a Academiei Române, *Cătălin Lefter*
- Institutul de Calcul ”Tiberiu Popoviciu”, Filiala Cluj-Napoca a Academiei Române, *Emil Căținaș*

# Institutul de Matematică "Simion Stoilow" (IMAR)

Activitatea de cercetare a Institutului de Matematică Simion Stoilow al Academiei Române se desfășoară în nouă colective de cercetare. Prezentăm sintetic rezultate deosebite obținute în cadrul acestor colective în ultimii doi ani.

**Algebră.** Au fost obținute rezultate privind:

- structura inelelor de valuare care nu conțin un corp cu aplicații la desingularizarea varietăților,
- categorii tensoriale și de fuziune peste un corp algebric închis de caracteristică zero,
- algebrele Jacobi-Jordan,
- categoriile tensoriale și de fuziune peste un corp algebric închis de caracteristica zero,
- ireductibilitatea polinoamelor într-o singură variabilă cu coeficienți întregi și polinoame în mai multe variabile peste corpuri arbitrare.

*Publicații (selecție):* [D. Popescu, *Transcendence in Algebra, Combinatorics, Geometry and Number Theory, Springer Proc. Math. Stat.*], [A. Agore, *Manuscripta Math.*], [S. Burciu, *Bull. London Math. Soc.*] [ M. Cipu, N. Bonciocat et al. *Bull. Lond. Math. Soc.*].

## Geometrie algebrică.

- S-a stabilit o legătură neașteptată între trei domenii matematice: topologie, geometrie algebrică, teoria reprezentării și, cu ajutorul unor rezultate cunoscute din geometria algebrică, s-au obținut mai multe rezultate complet noi din topologie.
- S-a demonstrat o teoremă de tip Minkowski II în contextul fibratelor pe varietăți algebrice. Pentru un fibrat mare pe o varietate proiectivă, s-au definit minimele succesive ale lui și s-a demonstrat că volumul lui este proporțional cu produsul minimelor lui succesive în punctul general al varietății proiective.
- S-a dat o teoremă de clasificare completă a fibraților de coomologie intermediară zero pe unele suprafețe riglate, iar tehnica de șiruri spectrale introdusă a condus de asemenea la clasificarea fibraților Ulrich.
- S-a obținut un algoritm pentru calculul efectiv al volumelor politopurilor în dimensiune mare ( $>20$ ). Folosind acest algoritm sunt rezolvate câteva probleme interesante din teoria voturilor.

*Publicații (selecție):* [M. Aprodu, C. Raicu, *Duke Math. J.*], [F. Ambro, *Adv. Math.*], [F. Chindea, *Manuscripta Math.*].

## **Analiză complexă și teoria potențialului.**

- Au fost introduse și studiate spațiile complexe local conforme Kähler extinzându-se caracterizările din cazul neted la cazul singular.
- Au fost studiate proprietăți de convexitate analitică pentru spațiile de acoperire a suprafețelor complexe 1-convexe.
- S-a rezolvat Conjectura Eckmann-Ruelle în mai multe cazuri particulare, au fost găsite aplicații în Teoria ergodică a numerelor și au fost studiate aplicații Hénon complexe care au domenii de rotație, demonstrându-se că frontiera discului Siegel este un cerc topologic.
- S-a modelat evoluția în timp a unui sistem de particule care se mișcă pe o suprafață euclidiană sub influența unei forțe date și care se sparg în fragmente cu mase și viteze mai mici, la momente aleatoare de timp, s-a rezolvat ecuația stocastică integro-diferențială de fragmentare asociată.
- S-a studiat extinderea unui proces Markov la un spațiu mai larg de stări, astfel încât mulțimea de puncte adăugată să fie “invizibilă”, cu aplicații la ecuații diferențiale stocastice singulare.

*Publicații (selecție):* [O. Preda, M. Stanciu, *Math. Zeitschrift*], [M. Colțoiu, C. Joița, *J. of Geometric Analysis*], [E. Mihăilescu, M. Urbanski, *Ergodic Theory & Dynamical Systems*], [R. Radu et al., *J. of the European Math. Society*], [L. Beznea, I. Cîmpean, O. Lupașcu-Stamate, C.I. Vrabie, et al., *Nonlinear Analysis, Ann. de l'Institut H. Poincaré, Probab. et Statistiques, J. of Evolution Equations*].

## **Ecuatii diferențiale și control optimal-fizică matematică și ecuații cu derivate parțiale.**

Probleme și metode abordate:

- Studiul echilibrului între unicitate și simetrie în analiza calitativă a sistemelor de ecuații cu soluții multiple,
- Extinderea metodelor de studiu a 'esențial auto-adjuncției' pe domenii mărginite,
- nouă reprezentare constructivă a geometriei prin sisteme Hamiltoniene și teoreme de parametrizare implicită,
- Un criteriu spectral pentru caracterizarea proprietății de detectabilitate exactă pentru un sistem stocastic linear cu coeficienți periodici.
- Un calcul Weyl torsionat pentru tratarea covariantă la etalonare a sistemelor cuantice cu câmp magnetic.
- Modelarea matematică a diverse clase de sisteme fizice și procese: obținerea unor versiuni noi de cristale lichide, studiul confinării particulelor relativiste și a undelor electromagnetice, particularitățile transportului cuantic în câmp magnetic, modele cu mai mulți Laplaceani fracționari cuplați pentru analiza comportării asimptotice a unor procese de difuzie.

*Publicații (selecție):* [V. Drăgan et al., *Automatica, J. Franklin Inst.*], [G. Nenciu, I. Nenciu, R. Obermeyer, *J. Spectral Theory, Commun. Math. Phys.*], [A. Zărnescu et al., *Math. Models Methods Appl. Sci., Ann. Sci. Ec. Norm. Sup.*], [R. Purice et al., *Trans. Amer. Math. Soc.*], [C.M. Murea, D. Tiba, *Math. Control Relat. Fields*], [A. Gárriz, L.I. Ignat, *Bull. Math. Sci.*].



### **Geometrie diferențială și topologie algebrică.**

- S-au obținut rezultate privind punctele critice ale funcției distanță pe o varietate Riemann orientabilă compactă 2-dimensională și structurile generalizate invariante pe grupuri Lie.
- S-au dat condiții de integrabilitate ale structurilor generalizate folosind conexiuni generalizate, operatori de tip Dirac și T-dualitatea între algebroizii Courant tranzitivi.
- S-a demonstrat conjectura lui Wagner și Martin din 2011 despre dimensiunea seriei algebrelor centralizatoare asociate reprezentărilor standard ale unui super-grup cuantic.

*Publicații (selecție):* [C. Vîlcu, T. Zamfirescu, J. Itoh, *Adv. in Math.*], [A. Otiman, *Ann. Sc. Normale Sup. Pisa, Int. Math. Res. Notices*], [L. David, *Moscow Math.J.*], [C. Palmer-Anghel, *Alg. Geom. Topology, J. Algebra*].

### **Analiză funcțională, teoria operatorilor și algebre de operatori.**

- Extensia teoremei lui Carleson asupra convergenței punctuale a seriilor Fourier.
- Problema structurilor algebrice incluse în matricile block Toeplitz.
- Demonstrarea proprietății de aproximabilitate finit dimensională a algebrelor asociate unor clase de grupuri Lie,
- Descrierea urmelor pe algebra grupală a unui grup topologic.
- Studiul problemei pozitivității anumitor polinoame.

*Publicații (selecție):* [V. Lie, *Annals of Math.*], [D. Timotin et al., *Linear Multilinear Algebra, Math. Zeitschrift*], [D. Belțiță I. Belțiță et al., *J. of London Math. Soc., J. Topol. Analysis, J. Geometrical Anal., J. Fourier Anal. Appl., J. of Math. Anal. Appl.*].



### **Modelare matematică, metode numerice și funcționale.**

- Studiarea dinamicii curenților oceanici ecuatoriali și cei atmosferici. A fost elaborat un model tridimensional neliniar și s-au găsit soluții exacte pentru curgerile ecuatoriale care se mișcă încet în direcția azimutală.
- Au fost elaborate soluții exacte de tip Ekman pentru profilurile vitezei vântului cu vâscozități Eddy dependente de înălțime.
- A fost studiat comportamentul asimptotic al valorilor proprii ale conducției printr-un mediu cu interfețe de salt și s-a obținut un model omogenizat cu două temperaturi cuplate.
- S-a studiat transportul convectiv de masă și căldură printr-un mediu poros fracturat când fluidul de filtrație este guvernat de o lege neliniară de tip Forchheimer, iar fluidul din fracturi este guvernat de aproximația Stokes-Boussinesq.
- Au fost construite modele matematice care descriu fenomene generate de interacțiunea dintre un lichid și un solid elastic.

*Publicații (selecție):* [D. Ionescu-Kruse et al., *J. of Diff. Equations, J. of Math. Fluid Mechanics*], [D. Polișevschi et al., *ESAIM: Math. Modelling and Num. Anal.*], [R. Stavre et al., *Appl. Math. and Optim.*].

### **Teoria numerelor și metode computaționale.**

- S-a demonstrat pur algebric formula Eichler-Selberg și un analog p-adic al Teoremei Lebesgue-Radon-Nikodym pe compacti arbitrari din corpuri Tate fără puncte izolate.
- În domeniul teoriei algebrice a numerelor, au fost obținute rezultate despre L-funcțiile Artin, descrierea corpurilor de numere pătratice imaginare cu grupul claselor având exponent mic, studiul mărimii și al factorilor primi ale iteratelor funcției  $\tau$  a lui Ramanujan.
- S-au obținut rezultate în teoria axiomatică a modelelor (AMT), care este într-un sens larg studiul matematic al interpretărilor limbajelor (logice). În AMT, care reprezintă abordarea cea mai novatoare a teoriei modelelor, conceptele și proprietățile definitorii sunt axiomatizate în loc să fie considerate concret.

*Publicații (selecție):* [A. Zaharescu et al. *Math. Ann.*], [A. Popa et al., *J. Reine Angew. Math.*], [F. Nicolae et al., *Forum Math.*], [P. Stănică et al., *Proc. Edinburgh Math. Soc.*].

### **Vedere artificială și învățare automată.**

- Probleme din domeniul vederii artificiale (segmentare semantică din imagini, reconstrucție 3d, estimarea mișcării în video) folosind tehnici computaționale de învățare automată cu accent pe tehnici de optimizare, învățare slab supervizată și nesupervizată, pentru date pe scară largă.
- Aplicațiile prioritare sunt estimarea/reconstrucția 3d a corpului uman, recunoașterea de acțiuni și obiecte, reconstrucția 3d a scenelor.

*Publicații (selecție):* [M. Fieraru, V. Olaru, C. Sminchisescu, *Thirty-fifth Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS)*], *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*].

### **Colaborări internaționale ale IMAR.**

- S-au continuat colaborările internaționale din cadrul *Rețelei Europene de Cercetare ECO-Math*, proiect finanțat de CNRS (Franța), Academia Română și IMAR. Rețeaua reunește IMAR, Laboratorul de Matematică al Universității Paris Sud (Orsay), Institutul "Alfréd Rényi" al Academiei Ungare de Științe și un număr de 38 de centre din diverse universități din Franța, 3 din Ungaria și 9 din România. Activitatea rețelei a fost structurată pe 6 teme științifice antrenând un număr de 18 colective de mixte axate pe câte un proiect științific. S-au publicat 33 de articole științifice bazate pe rezultatele acestor colaborări internaționale, publicate sau în curs de publicare și s-au finalizat două teze de doctorat.
- Rețeaua a beneficiat de sprijinul *Agenției Universitare a Francofoniei*, care a finanțat un program de patru ani de sprijinire a unui *Centru Francofon de Matematică*, organizat în parteneriat cu Universitatea din București. Având ca scop asigurarea unei deschideri a rețelei către lumea francofonă, Centrul a organizat semestre tematice, stagii de cercetare doctorale și postdoctorale, precum și întruniri științifice, de la workshopuri focalizate tematic până la conferințe mari, cu participarea unor specialiști de vârf la nivel internațional.

# Institutul de Statistică Matematică și Matematică Aplicată „Gheorghe Mihoc-Caius Iacob” (ISMMA)

- ISMMA este structurat, din punct de vedere al cercetării în trei colective, însumând 40 de cercetători.
- Misiunea ISMMA este cercetarea științifică fundamentală și avansată în teoria probabilităților, statistică matematică, cercetări operaționale, optimizare, ecuații cu derivate parțiale, teoria controlului optimal, sisteme dinamice, analiză numerică, mecanica fluidelor, precum și modelare matematica în biologie, științele mediului, economie.
- *Sunt trei programe de cercetare care dezvoltă teme privind:*
  - P1. Analiza și controlul unor modele matematice descrise de sisteme diferențiale și EDP
  - P2. Modele de inferență statistică și optimizare
  - P3. Dependență stocastică și teoreme limită.
- *In 2020-2021 s-au publicat:* 84 articole în reviste WOS, o carte și 10 capitole de cărți în edituri străine, 3 capitole de cărți în EA și s-au prezentat 49 de comunicări la conferințe. În 2020-2021 au fost 1868 de citări ale rezultatelor.
- *Institutul a desfășurat* în 2020-2021 trei proiecte de cercetare, unul în cadrul Acordului de Colaborare Bilaterală între Academia Română și CNR-Italia, și alte două în cadrul competiției PN-III-P1.



- Cercetările în cadrul programului P1 sunt orientate în principal către studiul ecuațiilor diferențiale parțiale neliniare (EDP) și a sistemelor diferențiale care descriu procese fizice, fapt motivat de problematica actuală a implicării matematicii în alte științe prin cercetări interdisciplinare. Cercetările teoretice sunt legate de aplicații, în special în științele mediului, biologie, medicină și inginerie. Astfel amintim: difuzie în medii poroase, probleme la limita cu frontiera liberă, tranziții de fază, procese de reacție-difuzie, dinamica populației, modelare a epidemiilor, a membranelor celulare, dinamica fluidelor, probleme în mecanica continuumului. O parte importantă a cercetărilor acestui grup se referă la controlul optimal, controlabilitatea, stabilizarea, problemele inverse și optimizarea sistemelor de ecuații care modelează fenomene din lumea reală, precum și la analiza și dezvoltarea metodelor numerice inovatoare.
- Cercetările în cadrul programelor P2 și P3 sunt orientate în următoarele direcții: metode statistice de clasificare supervizată și nesupervizată pentru analiza bazelor de date multidimensionale având un grad ridicat de complexitate, cercetări privind modele de teoria portofoliilor, algoritmi de optimizare în spațiul continuu  $n$ -dimensional, studiul unor teoreme limită pentru lanțurile Markov finite, optimizare.
- *Rezultatele cercetărilor din unele colective sunt conduse până la detalii care permit integrarea lor în studii interdisciplinare și aplicarea la probleme practice.*
- **Cateva rezultate științifice**

- **Model matematic si cod numeric pentru curgerea apei într-un bazin hidrografic în prezenta vegetației**

- Modelul are aplicații diverse: studii ale unor probleme de distribuție a apei, determinarea zonelor deșertice sau a celor inundabile, studierea dinamicii apei la nivelul unui bazin hidrografic, studierea eroziunii și a depunerilor de-a lungul unui râu, studierea influenței plantelor asupra curgerilor de suprafață și estimarea rolului plantelor în continuumul sol-plante-atmosfera, studierea problemelor de rupere a barajelor.

S. Ion, D. Marinescu, S.G. Cruceanu, *Numerical Scheme for Solving a Porous Saint-Venant Type Model for Water Flow on Vegetated Hillslopes*, Applied Numerical Mathematics 172, pp. 67–98, 2022.

- **Modelare matematică în medicină, biologie**

- S-a stabilit și analizat un model matematic de tranziții de fază pentru cancerul de prostată, incluzând un tratament prin chimioterapie citotoxică și angiogeneză, care ar putea permite medicilor să testeze și să proiecteze, *in silico*, protocoale chimioterapeutice personalizate. S-au rulat o serie de simulări reprezentative pentru explorarea creșterii tumorii netratate, precum și pentru analiza efectelor chimioterapiei citotoxice și terapiei antiangiogenice combinate. Rezolvarea unei probleme de control optimal a ilustrat modul optim în care efectele citotoxice calculate în aceste simulări pot fi valorificate cu succes pentru a ghida strategiile de livrare a medicamentelor.

P. Colli, H. Gomez, G. Lorenzo, G. Marinoschi, A. Reali, E. Rocca, *Mathematical Analysis and Simulation Study of a Phase-Field Model of Prostate Cancer Growth with Chemotherapy and Antiangiogenic Therapy Effects*, Math. Models Methods Appl. Sci., 30 (7), 1253-1295, 2020; Optimal control for a prostate tumor growth model, Math. Models Methods Appl. Sci. 31, 7, 1419-1468, 2021.



- **Probleme inverse. Reconstrucția câmpului termic în solide.** S-au propus patru proceduri de reconstrucție a câmpului termic într-un corp solid anizotrop prin măsurarea temperaturii și a fluxului de căldură doar pe o parte a frontierei accesibile a corpului respectiv, în ipoteza în care partea remanentă a frontierei se presupune a fi inaccesibilă măsurătorilor (de exemplu, partea inaccesibilă a frontierei corpului solid anizotrop se găsește într-un mediu ostil). Implementarea numerică se realizează în cazul bidimensional și confirmă rezultatele teoretice demonstrate.

L. Marin, *Landweber-Fridman algorithms for the Cauchy problem in steady-state anisotropic heat conduction*, Mathematics and Mechanics of Solids 25(6) 1340-1363, 2020.

- **Controlabilitate.** Se investighează proprietățile de controlabilitate ale unui model neliniar constând dintr-o generalizare de ordin superior a sistemului clasic Boussinesq care modelează propagarea în două direcții a unor unde de amplitudini mici și lungimea de undă mare în medii dispersive (de exemplu, valuri oceanice)

G.J. Bautista, S. Micu, A.F. Pazoto, *On the controllability of a model system for long waves in nonlinear dispersive media*, Nonlinearity, 34(2) (2021), pp. 989-1013.

- Se studiază modele de contact cu frecare descrisă printr-o lege de tip putere, și se abordează controlul optimal de pe frontieră al modelului, acordând o atenție specială condițiilor de optimalitate și metodelor de calcul al controlului.

- **Studiul inegalităților Hardy**

- S-au demonstrat noi rezultate optime pentru o familie de inegalități functionale de tip Caffarelli-Kohn-Nirenberg (CKN). care joacă un rol fundamental în înțelegerea ecuațiilor Navier-Stokes ce modelează mișcarea fluidelor vâscoase

C. Cazacu, Joshua Flynn, Nguyen Lam: *Short proofs of refined sharp Caffarelli-Kohn-Nirenberg inequalities*, J. Differential Equations 302, 533-549, 2021.

- **Modele de fragmentare.** S-a stabilit un model stochastic si s-a abordat o tehnica numerica pentru evolutia in timp a unui sistem de particule care se misca pe o suprafata si fiecare particula se poate sparge in doua fragmente de dimensiuni mai mici. Acest model se poate folosi in modelarea fazei de curgere a unei avalanse de zapada.

L. Beznea, I.R. Ionescu, O. Lupașcu-Stamate, *Random multiple-fragmentation and flow of particles on a surface*, accepted to Journal of Evolution Equations, 2021.

- **Modele statistice si aplicatii cu date in spatii infinit dimensionale.** Inregistrarea de date structurate – in special date structurate temporal, imagini sau grafuri - a devenit o rutina pentru producatorii de date din diferite domenii: medicina (parametrii biologici observati in timp real, imagerie medicala, parcurs intra-spitalicesc), economie (indicatori de performanta, bursa), industrie (captorii de control al proceselor). Una din principalele probleme teoretice intalnite de cercetatori in estimarea modelelor este dimensiunea spatiilor in care aceste date sunt reprezentate. De exemplu, seriile temporale sau imaginile sunt vazute ca obiecte apartinand unor spatii de functii a caror dimensiune este teoretic infinita. Majoritatea problemelor de estimare statistica sunt probleme de optimizare ale caror solutii apar ca fiind acelea a unor probleme inverse. Rezultatele obtinute se referă la date reprezentate prin serii temporale si la construirea de algoritmi de invatare statistica supervizati (regresie) si nesupervizati (clasificare). Teoria este aplicată la date reale (Danone, meteorologie, Parkinson).

S. Dabo, C. Preda, V. Vandewalle (2021) *Clustering spatial functional data, Geostatistical Functional Data Analysis: Theory and Methods*. Editors: Jorge Mateu, Ramon Giraldo, John Wiley and Sons, Chichester. ISBN: 978-1-119-38784-8, sectiunea 7 :

<https://www.wiley.com/en-au/Geostatistical+Functional+Data+Analysis-p-9781119387848>, disponibil online : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01948934v1>

C. Preda, Q. Grimonprez, V. Vandewalle (2020) *cfda: an R Package for Categorical Functional Data Analysis*. Disponibil la : <https://hal.inria.fr/hal-02973094/document>

# Institutul Astronomic al Academiei Române



- Institutul Astronomic al Academiei Române reprezintă un institut de interes național, unic ca domeniu de activitate, cu o vechime remarcabilă în cercetarea românească (înființat în anul 1908).
- În perioada 2020-2021 misiunile Institutului Astronomic au vizat: cercetarea științifică în domeniul astronomiei, crearea de cunoaștere (concepție științifică despre Univers), difuzarea cunoștințelor astronomice cu impact economic, social și cultural și integrarea cercetării românești de astronomie în cadrul cercetărilor europene și mondiale de profil.
- Cercetarea realizată în cadrul Institutului Astronomic vizează următoarele domenii din cadrul **Astronomiei și Astrofizicii**: Fizică Solară, Astrometria și Astrofizica obiectelor din Sistemul Solar, Astrofizică Stelară, Astronomie Galactică, Astronomie Extragalactică, Cosmologie, Mecanică Cerească, Planetologie, Istoria și Învățământul Astronomiei. Efectiv: 29 de astronomi.

- **Cooperări științifice internaționale**

Institutul Astronomic a participat în consorții internaționale în domeniul astronomiei:

1. “ESA/GAIA Space Mission, Coordination Unit CU9”, Gaia/DPAC (Data Processing and Analysis) International Consortium
2. “GAIA Science Alerts Working Group”, GSA-Working Group 2: Cataclysmic Variables (CVs) and X-ray binaries (Xbs)
3. “Project DWARF - Eclipsing binaries as precise clocks to discover exoplanets”, International Observing Campaign
4. “SEEING & ASTROPT” programe de mobilitate bilaterala între Observatorul din Paris si Institutul Astronomic
5. “NEOROCKS”- Program European de caracterizare a riscurilor natural legate de asteroizii ce intersecteaza orbita Pamantului
6. Consorțiul Proba 3 – misiune tehnologica de sateliti ce zboara in formatie, dezvoltata de Agentia Spatiala Europeana
7. Consorțiul “Fireball Recovery and InterPlanetary Observation Network” organizat la nivel european ce vizeaza monitorizarea meteorilor



## **Proiecte ale Institutului Astronomic la nivel national si european: 15 proiecte.**

### **Exemple:**

- *Consortiul European SST* – România este membru cu drepturi depline al Consortiului European Space and Surveillance Tracking - Cadrul de sprijin pentru supraveghere și urmărire spațială alături de statele fondatoare Germania, Spania, Franța, Italia și Regatul Unit.
- Proiectul SSA Space Weather Coordination Centre (SSCC) Evolution, încheiat cu Agenția Spațială Europeană (ESA), privind asigurarea bunei funcționari a Centrului de Coordonare SSA Space Weather (SSCC) la nivel european.
- Contract European Space Agency (ESA) “SWARM IOP Support Contract – Time Dependent Analysis of Magnetic Perturbations On-Board”, ESA contract no 4000134769/21/NL/IA, 2021-2022, Prime-contractor: Romanian Academy – Cluj-Napoca Branch, Astronomical Observatory Cluj





## **Activitatea AIRA in cifre pe parcursul perioadei 2020-2021**

- 2 manifestări științifice internaționale organizate de Institutul Astronomic:
- 41 de articole ISI- Web of Science; 34 articole in BDI; 1297 citari
- Seminar instituțional (circumstanțial online, 20 conferențieri, 17 internaționali)
- Romanian Astronomical Journal (indexată Emerging journal în Web of Science)
- Anuarul Astronomic (carte redactată integral de cercetătorii AIRA)
- Activități de reprezentare: ONU – COPUOS (grupul de planificare a misiunilor spațiale), European Space Agency – Science Programme Committee, International Astronomical Union, European Astronomical Society

## **Interfata cu societatea civila si mass media:**

- Prezența la manifestări naționale (*SciFest, AstroFest, Noaptea Cercetătorilor, Bucharest Science Festival*) si internaționale (*Asteroid Day, Space Week, Astronomy Week*)
- Interventii perene la *Radio România Cultural, RockFM, DigiTV, TVR1, TVR2, Antena 1, Antena3, ProTV, Kanal D, AlephTV*
- *Institutul Astronomic a fost prezentat in cadrul emisiunii Prezentul Continuu-Academia Română.*





## ***Investitii in infrastructura astronomica din comuna General Berthelot si Observatorul astronomic Feleacu***

- Trei noi telescoape utilizate în activitatea de retea europeana Space and Surveillance Tracking si in consorțiul national condus de Agentia Spatiala Romana
- Instalarea unei retele de camera allsky (17 camera) pentru monitorizarea meteorilor si studiul interactiei materiei interplanetare cu Pamântul. Integrarea bazei de date in rețeaua europeana FRIPON

### ***Rezultate notabile:***

- Colas F., Zanda, B.,..., **Birlan M.,... Nedelcu ... Anghel, S. ..., Blagoi, T., Boaca, I., Boata, R.,..., Danescu, C.,..., Ionescu, D.** (305 autori) 2020, *FRIPON: a worldwide network to track incoming meteoroids*, Astronomy & Astrophysics, 644, A53, December 2020 – **Modelarea fluxului de materie interplanetara in interactia cu Terra**
- **Danila, B., Mocanu, G., Turcu, V., Junge, A., Blaga, S.,** *Magnetic field created by the thermoelectric effect*, IEEE Transactions on Magnetics 57, 1-6, 2021,
- Blaga, R., Calinoiu, D., Stefu, N., **Boata, R.,** Sabadus, A., Paulescu, E., Pop, N., Mares, O., Bojin, S., Paulescu, M., *Quantification of the aerosol-induced errors in solar irradiance modeling*, Meteorology and Atmospheric Physics, 133(4), pp. 1395–1407, 2021 .

# **Institutul de Matematică Octav Mayer, Filiala din Iași a Academiei Române**

***Misiune: Cercetare avansată în diverse ramuri ale matematicii aplicate, modelarea matematică a unor fenomene și procese din lumea reală, dezvoltarea aparatului matematic necesar studiului teoretic calitativ al acestor modele și al unor probleme de control și optimizare asociate.***

***Componența Institutului: 18 cercetători.***

***Grupuri de cercetare:***

**I. Ecuații diferențiale deterministe și stochastice, Teoria controlului.**

**II. Analiză matematică, Teoria optimizării.**

**III. Mecanică teoretică.**

## **Câteva modele matematice studiate**

### **• Ecuatii Fokker-Planck**

Ecuatiile neliniare Fokker-Planck sunt utilizate pe scară largă în fizica statistică pentru a descrie difuzia anormală și sistemele fizice deschise, departe de echilibru. Mai multe ecuații care apar în difuzia lui Bose-Einstein, statistica Fermi-Dirac, termodinamică sunt de această formă. Soluțiile acestor ecuații reprezintă densități de probabilitate pentru dinamica aleatorie a particulelor descrisă de anumite ecuații stochastice.

### **• Modele ale tranziției de fază**

Există o clasă de modele matematice asociate proceselor de tranziție de fază. De exemplu, un astfel de model poartă numele de problemă Stefan și descrie evoluția frontierei de separație a două faze ale unui material ce trece printr-un proces de schimbare de fază.

### **• Modele și metode matematice de procesare a imaginilor**

Se studiază de exemplu diferite abordări, de tip statistic, sau bazate pe analiza Fourier (wavelets) în segmentarea de imagini.

Se au în vedere și tehnicile de procesare de imagine bazate pe unele ecuații neliniare.

### **• Modele matematice pentru dinamica populațiilor. Modele pentru propagarea unor epidemii**

Este vorba despre modele ce apar în biologia matematică, respectiv în epidemiologia matematică.

De exemplu, sunt studiate modele matematice pentru dinamica unor populații stratificate după vârstă, modele de propagare pentru epidemii (cum ar fi epidemiile cu vectori de transmisie țânțarii, e.g. malaria).

- **Modele matematice pentru elasticitatea neliniară. Modele matematice pentru medii cu microstructură**

Dezvoltarea tehnologiei și utilizarea materialelor avansate (spume polimerice, materiale celulare, nanotuburi de carbon, materiale poroase etc.) conduc la necesitatea elaborării de modele teoretice adecvate pentru a descrie comportarea mecanică a acestora.

- **Modele matematice pentru fluide**

Sunt studiate ecuațiile Navier-Stokes pentru fluidele vâscoase incompresibile, ecuațiile magnetohidrodinamicii pentru fluidele incompresibile, conducătoare de electricitate, ce evoluează în câmp magnetic (plasmă, metale lichide, etc.).

- **Sisteme de reacție-difuzie**

În mod uzual modelează procese/reacții chimice. Există și modele din biologie, fizică, etc. ce se exprimă matematic prin astfel de sisteme.

- **Modele matematice în economie**

Modele reprezentate prin ecuații cu derivate parțiale stochastice.

Modele de echilibru în economie exprimate matematic prin probleme de optimizare.

## Problematică și unele direcții de cercetare în care s-au obținut rezultate semnificative

- **Studiul matematic riguros al existenței și comportamentului asimptotic al soluțiilor ecuațiilor considerate și al diferitor aspecte calitative și cantitative ale acestora: regularitate, estimări *a priori* etc.:** *H-teoreme pentru ecuații Fokker-Planck neliniare, studiul sistemelor diferențiale stochastice, sisteme de reacție-difuzie, etc.*

- **Studiul unor probleme de control și/sau de stabilizare pentru modelele studiate.**

Sistemele controlate reprezintă modele în care, prin intermediul unor operatori de control putem influența comportarea soluțiilor. De exemplu, se studiază:

- probleme de control optimal: determinarea controalelor care, introduse în sistem, fac ca soluția acestuia să satisfacă un criteriu prescris de optimalitate (*e.g. Probleme de recoltare optimală în modele de dinamica populațiilor sau controlul/limitarea răspândirii unor epidemii în modelele epidemiologice, probleme de control stochastic cu aplicații în teoriile 'mean-field game' ce intervin în anumite modele economice*).

➤ probleme de controlabilitate: determinarea controalelor ce fac ca soluția corespunzătoare a sistemului studiat să evolueze între două stări date, inițială și finală, urmărind eventual și anumite criterii de optimalitate (*e.g. controlabilitate pentru sisteme de reacție-difuzie cu controale interne sau frontieră ce acționează numai asupra unor variabile ale sistemului, controlabilitate pentru modele ale dinamicii fluidelor*).

➤ probleme de stabilizare: determinarea unor controale feedback care, introduse în sistem, îl stabilizează global sau în vecinătatea unei stări de echilibru (*e.g. stabilizare feedback pentru modelele epidemiologice sau pentru sistemele de reacție-difuzie*).

• **Probleme inverse.**

Acestea se referă la determinarea unor parametri ai sistemului (surse, coeficienți etc.), care nu sunt cunoscuți *a priori*, prin măsurători suplimentare asupra soluțiilor acestuia (*e.g. Stabilitate în probleme inverse de estimare a surselor, cu observații interne sau frontieră, în probleme parabolice, cu aplicații la sisteme de reacție-difuzie*).



- **Optimizarea.**

Se studiază diverse probleme de optimizare scalară, sau vectorială, în formă abstractă și se urmărește obținerea unor condiții de optimalitate. Aceste condiții servesc apoi, în situații concrete, la determinarea soluțiilor optimale sau la construirea de algoritmi pentru aproximarea acestora. (e.g. *Condiții de optimalitate pentru minime de tip Pareto în probleme de optimizare vectorială, multiplicatori Lagrange în probleme de minimizare a entropiei din mecanica statistică, etc.*).

- **Modelarea matematică.**

- Elaborarea și studiul teoretic al unor modele mecanice și studiul acestor modele în diferite contexte ce pot apărea în practică (e.g. *modele din elasticitate pentru materiale cu microstructură, studiul anumitor tipuri de deformări în diferite condiții de încărcare și de temperatură*).

- Elaborarea și analiza unor modele matematice pentru procesarea de semnal/imagini și validarea lor folosind simulări computerizate.

•**Rezultatele cercetarii (2020, 2021)**

- articole științifice în reviste de specialitate: 59 de lucrări în reviste cotate ISI, 5 lucrări BDI;
- peste 2500 de citări în lucrări de specialitate;
- 1 monografie: V. Barbu, *Semigroup Approach to Nonlinear Diffusion Equations*, World Scientific, London. Singapore. Beijing. Tokyo, 2021.
- comunicări la manifestări științifice naționale (36) și internaționale (23).

• **Manifestări științifice organizate anual:**

- *Current Trends in Applied Mathematics*, workshop cu participare internațională, organizat împreună cu Institutul de Statistică Matematică și Matematică Aplicată, București.
- Sesiunea de comunicări științifice a Institutului de Matematică Octav Mayer împreună cu Comisia de automatică teoretică și teoria controlului, cu prilejul Zilelor Academice Ieșene.

## • Câteva lucrări reprezentative

- **Viorel Barbu**, Boundary controllability of phase-transition region of a two-phase Stefan problem, *Systems & Control Letters*, 150 (2021).
- **Viorel Barbu**, M. Röckner, From nonlinear Fokker-Planck equations to solution distribution dependent SDE, *The Annals of Probability*, 48 (4) (2020).
- Lucian Maticiuc, **Aurel Răşcanu**,  $L^p$ -Variational solutions of multivalued backward stochastic differential equations, *Control, Optimisation and Calculus of Variations*, (ESAIM-COCV), 27 (88) (2021).
- **Sebastian Aniţa**, V. Capasso, S. Scacchi, Controlling the spatial spread of a Xylella epidemic *Bulletin of Mathematical Biology* 83 (4) (2021).
- **Ciomaga Adina**, Ghilli D., Topp E., Periodic homogenization for nonlocal Hamilton-Jacobi equations at a critical diffusive regime, *Communications in Partial Differential Equations*, (2021).
  
- **Constantin Zălinescu**, On the global shape of convex functions on locally convex spaces, *J. Math. Anal. Appl.*, 488(2) (2020).
- **Constantin Zălinescu**, On quadratically constrained quadratic optimization problems and canonical duality theory, *Optim. Lett.*, 14 (2020).
- **Marius Durea**, R. Strugariu, On the sensitivity of Pareto efficiency in set-valued optimization problems, *Journal of Global Optimization*, 78 (2020).
  
- **Dorin Ieşan**, On a strain gradient theory of porous thermoelastic solids, *Journal of Thermal Stresses*, 44:5 (2021).
- **Dorin Ieşan**, Generalized plane strain of chiral elastic solids, *Mechanics Research Communications*, 107 (2020).
- **Ionel-Dumitrel Ghiba**, Birsan, M., Lewintan, P., Neff, P., A Constrained Cosserat Shell Model up to Order  $O(h(5))$ : Modelling, Existence of Minimizers, Relations to Classical Shell Models and Scaling Invariance of the Bending Tensor, *Journal of Elasticity*. 146 (1) (2021)

# Institutul de Calcul „Tiberiu Popoviciu” (ICTP) Filiala din Cluj-Napoca a Academiei Române

Institutul a fost înființat în 1951, matematicienii formați aici constituind așa numita *Școală Clujeană de Analiză Numerică și Teoria Aproximării*.

*Direcțiile de cercetare din prezent: Analiză și Modelare Numerică.*

## **Valorificarea rezultatelor cercetării în 2020-2021 (11 posturi):**

- articole științifice în reviste de specialitate: **32 lucrări** (din care **27** în reviste cotate ISI), o carte, **229 de citări**;
- 19 comunicări la manifestări științifice naționale și internaționale.

## **Manifestări științifice organizate:**

- *70 de ani de la înființarea Institutului* (Zilele Academice Clujene)

**Granturi:** 1 grant DAAD (Germania)

## **Resurse umane notabile:**

- cercetători cu experiență în programarea la supercalculatoare.
- Dr. rer. nat. habil. **N. Suci**: indice Hirsch **12**, habilitat la Univ. Erlangen-Nuernberg (2013), nominalizat în 2021 la unul din premiile Academiei Române.
- Dr. **M. Nechita**: **premiul Sir George Jessel** (*University College London, 2020*) pt. rezultate din cadrul programului de doctorat.

In 2020-2021, remarcăm articole în reviste prestigioase precum *Advances in Water Resources* (SRI 2.5):

- N. Suciu, et al., *Global random walk solvers for fully coupled flow and transport in saturated/unsaturated porous media*, Adv. Water Res., (2021)
- C.D. Alecsa, I. Boros, ..., M. Nechita, ..., N. Suciu, *Numerical benchmark study for flow in highly heterogeneous aquifers*, Adv. Water Res., (2020)

(s-a investigat fezabilitatea soluțiilor numerice pentru curgere în medii poroase heterogene pentru patru abordări numerice diferite; s-au realizat algoritmi "Global Random Walk" pentru rezolvarea sistemelor de ecuații neliniare și eliptic/parabolic degenerate pentru **procese de bio-remediere a solurilor/apelor subterane contaminate**, de mare importanță practică).

*Numerische Mathematik* (SRI 2.5):

- E. Burman, M. Nechita, L. Oksanen, *A stabilized finite element method for inverse problems subject to the convection-diffusion equation. I: diffusion-dominated regime*, Numer. Math. (2020)

(se studiază o problemă de convecție și difuzie, modelată prin ecuații cu derivate parțiale. Aceste rezultate au aplicații în asimilarea datelor pentru probleme de curgere a fluidelor.)

*SIAM Review* (IF 7.2, SRI 9.4)

- E. Cătinaș, *How many steps still left to  $x^*$ ?*, SIAM Rev. (2021)

Se studiază o noțiune de bază din matematică - *viteza de convergență a unui șir* - măsurată prin ordine de convergență, cu aplicații la trei metode iterative fundamentale.

Se analizează calculul practic al ordinului de convergență (atunci când nu este cunoscut *a priori*).

