

**TRADIȚII
ȘI CONTEMPORANITATE.
INSTITUTUL
DE MATEMATICĂ
ȘI INFORMATICĂ
LA 50 DE ANI**

Dr. hab., prof. Svetlana COJOCARU
Membriu corespondent al AȘM
Constantin GAINDRIC
Institutul de Matematică și Informatică
al AȘM

Summary. A brief overview of the results of scientific schools that have functioned and are working in the Institute of Mathematics and Computer Science of the Academy of Sciences from its foundation until now is presented.

Rezumat. Sunt trecute în revistă pe scurt rezultatele cercetărilor școlilor științifice care au funcționat sau continuă să activeze în Institutul de Matematică și Informatică al Academiei de Științe a Moldovei de la fondare și până în prezent.

În primăvara acestui an Institutul de Matematică și Informatică al Academiei de Științe a Moldovei și-a sărbătorit aniversarea de 50 de ani. Dacă ar fi să-i descriem cât se poate de succint parcursul, am evidenția următoarele repere istorice:

- Septembrie, 1961 – Fondarea Institutului de Fizică și Matematică.
- Aprilie, 1964 – Fondarea Institutului de Matematică cu Centrul de Calcul.
- Octombrie, 1997 – Schimbarea denumirii în Institut de Matematică și Informatică (IMI).
- Iulie, 2003 – separarea Centrului de Calcul.

Însă aceste evenimente au fost precedate de o preistorie a fondării cercetării matematice în cadrul Filialei Moldovenești a Academiei de Științe a U.R.S.S. În iulie 1959 sunt angajați primii doi cercetători-matematicieni: Victor Vizitei și Alexandru Marcus. Spre sfârșitul anului li se mai asociază încă doi: Israel Gohberg și Israel Feldman, cel dintâi dintre ei fiind numit conducător al grupului de cercetare matematică. Câteva luni mai târziu vine Elena Pavlov, apoi Constantin Sibirschi și Boris Șcerbacov. Acest prim septet matematic s-a îmbogățit în curând cu titluri didactice și științifice: toți și-au luat doctoratele, Constantin Sibirschi a devenit acade-

mician, Israel Gohberg – membru corespondent al AȘM, Boris Șcerbacov, Alexandru Marcus și Israel Feldman – profesori.

În 1961, odată cu inaugurarea Academiei de Științe a RSSM, sunt fondate o serie de institute, inclusiv cel de Fizică și Matematică, în baza căruia ulterior – pe 14 aprilie 1964 – sunt create Institutul de Fizică Aplicată și cel de Matematică cu Centrul de Calcul. Fondator al Institutului de Matematică a fost acad. V. Andrunachievici. Un matematician talentat, care a absolvit facultatea la Iași, doctoratele la Moscova, primul fiind susținut sub conducerea legendarului Erou al Uniunii Sovietice Otto Șmidt, matematician și explorator polar. Vladimir Andrunachievici lucra la una din universitățile din Moscova, când a fost invitat să revină acasă pentru munca care a devenit cea mai importantă operă a vieții sale – formarea unui institut de cercetare. A reușit să găsească specialiști dintre cei mai buni, se preocupa personal de aceasta descoperindu-i nu doar în Chișinău, ci și la Bălți, Tiraspol, Moscova, Erevan.

În scurt timp s-a format un colectiv puternic și funcțional în care s-a stabilit o atmosferă colegială și binevoitoare. Rezultatele nu s-au lăsat așteptate. Institutul reușește să se afirme drept o instituție de excelență, inclusă de organele de conducere ale fostei U.R.S.S. în lista instituțiilor-lider în cercetarea matematică, atribuindu-i-se categoria I – cea mai înaltă din cele existente. Dedicându-și întreaga viață acestui institut, în unul din ultimele interviuri („Moldova Suverană”, 08.10.1996) academicianul Andrunachievici mărturisea cu o uimitoare modestie: „În cadrul Academiei de Științe am participat la fondarea Institutului de Matematică...”

De la fondare și până în prezent, în Institut au fost efectuate cercetări în trei domenii principale: matematica pură, matematica aplicată și informatica. În 1964 au fost formate opt laboratoare: algebră și logică matematică (șef V. Belousov), analiză funcțională și metode aproximative (șef I. Gohberg), ecuații diferențiale și metode de calcul (șef C. Sibirschi), matematică aplicată (șef V. Ceban), metode matematice ale fizicii teoretice (șef V. Moscalenco), cibernetica energetică (șef G. Cealți), programarea și pregătirea problemelor (șef M. Bușko-Juc), exploatarea calculatoarelor (șef A. Rusanov). După cum putem observa din această enumerare, aici își au originea nu doar renumite școli de cercetare în diverse domenii ale matematicilor, dar și cea de fizică teoretică (transferată ulterior la Institutul de Fizică Aplicată), precum și actualul Institut de Energetică.

Obiectul mândriei Institutului îl constituie școlile științifice, care i-au adus faimă în întreaga lume.

Cea fondată și condusă de către acad. V. Andrunachievici includea următoarele direcții de cercetare: teoria structurală a algebrelor (inelelor) asociative, teoria radicalilor în algebre, inele, module și alte sisteme algebrice, teoria aditivă a idealelor în inele, teoria grupurilor și inelelor topologice, radicali în inele topologice, radicali în module și categorii abeliene cu aplicații în teoria inelelor. În cadrul școlii au fost formați 37 doctori și doctori habilitați, inclusiv 20 sub conducerea acad. V. Andrunachievici. „Arborele genealogic” al discipolilor academicianului Andrunachievici numără deja patru niveluri, adică astăzi activează în cercetare doctori în matematică, care sunt elevi ai elevilor primilor doctoranzi ai lui V. Andrunachievici. Au fost publicate 9 monografii, unele dintre cele mai importante fiind *Радикалы алгебр и структурная теория*, semnată de acad. V. Andrunachievici și unul din primii săi discipoli, acad. Iurie Reabuhin (editată la Moscova de Editura „Hayka”). O altă monografie valoroasă, intitulată *Introduction to the theory of topological rings and modules*, este semnată de către acad. V. Arnautov (și el fiind discipol al acad. V. Andrunachievici) cu colegi de la Universitatea „M. Lomonosov” din Moscova (Editura „Marcel Dekker”, SUA).

Este imposibil să enumeri rezultatele obținute în cadrul acestei școli, vom încerca, totuși, să o facem, limitându-ne doar la câteva dintre cele mai importante.

În domeniul teoriei radicalilor în algebre asociative au fost obținute rezultate, devenite de-a dreptul

clasice, anume cele referitoare la radicalii speciali și cei idempotenți cu aplicații importante la descrierea unor clase de algebre (așa-numitele teoreme structurale). În teoria aditivă a idealelor au fost obținute o serie de rezultate fundamentale, care au oferit soluția definitivă a problemelor principale din domeniu. Aceste probleme se referă la existența și unicitatea reprezentării fiecărui ideal al unui inel în formă de intersecție finită de ideale speciale. Teoria generală a radicalilor în inele topologice și-a găsit dezvoltarea prin determinarea particularităților ei în comparație cu cazul inelelor discrete, cercetarea posibilităților prelungirii topologiilor în diferite sisteme algebrice, studiul lăței tuturor topologiilor pe grupuri abeliene și pe module. În domeniul radicalilor în module și categoriilor abeliene cu aplicații în teoria inelelor a fost obținută descrierea completă a lăței claselor naturale de module ca parte booleană a lăței claselor închise de module. Au fost evidențiate preradicalii categoriei modulelor determinați de functorii principali, fiind indicate relațiile dintre ei și criteriile de coincidență, cercetați preradicali de tip special în categorii de module (preradicalii standard) cu ajutorul cărora au fost definite patru operații noi în lățea tuturor submodulelor oricărui modul.

O altă școală remarcabilă, care activează cu mult succes și în prezent, este cea a academicianului Constantin Sibirschi. Domeniul de cercetare îl constituie metodele invarianților algebrici în teoria calitativă a ecuațiilor diferențiale. Școala numără 52 de



doctori și 7 doctori habilitați, inclusiv 19 teze susținute sub conducerea acad. C. Sibirschi. Ca și în cazul scolii Andrunachievici, „arborele genealogic” se extinde pe patru nivele. Acad. C. Sibirschi și discipolii dumnealui au publicat 20 de monografii, inclusiv 6 traduse în alte limbi. Direcții principale de cercetare le constituie invarianții algebrici ai ecuațiilor diferențiale și teoria topologică a sistemelor dinamice. În cadrul celei dintâi dintre ele, aplicând metoda invarianților algebrici și al algebrelor Lie au fost obținute o serie de rezultate importante, precum rezolvarea problemei generalizate Poincaré despre numărul de elemente ale bazei idealului Bautin. Rezultatele celei de a doua direcții sunt axate pe construirea sistematică a teoriei topologice a sistemelor dinamice (cu, și fără unicitate). Este semnificativ faptul, că metodele dezvoltate de către acad. C. Sibirschi și discipolii dumnealui astăzi sunt preluate în calitate de instrument de cercetare într-o serie de centre științifice din Canada, Spania, Brazilia, China etc.

Școala profesorului Valentin Belousov se preocupă de cercetări în domeniul teoriei cuasigrupurilor. Ea numără 45 de doctori și doctori habilitați, inclusiv 22 de teze susținute sub conducerea prof. V. Belousov. Rezonanța internațională s-a manifestat chiar din primii ani de existență a acestei școli, în cadrul căreia au făcut stagii și doctorate matematicieni din Germania, Iugoslavia, Cehoslovacia, România, Polonia, republici ale fostei U.R.S.S. Monografia prof. V. Belousov *Основы теории квазигрупп и лун* (Moscova, Ed. „Hayka”, 1967) este și în prezent una de referință pentru cercetătorii în domeniu. A devenit clasică teorema Belousov despre patru cuasigrupuri unite prin legea asociativă, precum și teorema Belousov despre cuasigrupuri distributive și algebrele Belousov poziționate.

În prezent, în IMI activează cu succes un colectiv de cercetare în domeniul cuasigrupurilor care a reușit nu doar să continue direcția începută de conducătorul lor, dar și să găsească o cale nouă ce a condus spre dezvoltarea unor aplicații de criptografie. Astfel, au fost descrise: spectrul cuasigrupurilor total parastrof-ortogonale, sistemele de codare cu un simbol de control bazate pe cuasigrupurile total parastrof-ortogonale, schemele de partajare a secretului bazate pe sistemele ortogonale de operații parțiale, sistemele de operații ce corespund schemelor de partajare a secretului. Au fost construite criptoalgoritmi noi, la baza cărora se află soluționarea a două probleme dificile din teoria cuasigrupurilor.

Doctorul Alexandru Kuznețov a fost unul din colaboratorii Institutului, pe care acad. Andrunachievici l-a convins să abandoneze Moscova pentru a

face cercetare în Chișinău. Un matematician cu talent de la Dumnezeu, devenit celebru în domeniul logicii matematice fără a avea nici chiar studii medii complete, a dezvoltat cu succes această direcție de cercetare în Moldova, obținând o serie de rezultate importante. Printre acestea se numără criteriul de recunoaștere a completitudinii funcționale pentru logicile multivalente, intrat în manuale sub denumirea de „Teorema lui A. Kuznețov”. Șirul rezultatelor marcante îl continuă demonstrarea decidabilității problemei de expresibilitate pentru logicile superintuiționiste (intermediare între logica clasică și cea intuiționistă) finit axiomatizabile și local tabelare, soluționarea problemelor 5 și 6 ale matematicienilor niponi T. Hosoi și H. Ono despre clasificarea în straturi a logicilor superintuiționiste.

Școlile științifice, ca și orice organism viu, își au perioadele sale de ascensiune și declin. Unele există atât timp, cât există liderul lor, altele dăinuie în timp, se dezvoltă, migrează dintr-o țară în alta. Așa s-a întâmplat și cu școala m.c. AȘM Israel Gohberg. Ea a fost creată în IMI, cu specializare în teoria operatorilor și ecuații integrale. Sub conducerea prof. I. Gohberg au fost susținute 40 de teze de doctor și doctor habilitat, 19 din ele aparținând doctoranzilor din IMI. Odată cu plecarea dumnealui din țară această direcție de cercetare în Institut a început să dispară, centrul deplasându-se împreună cu fondatorul ei. Ilustrul matematician și-a continuat activitatea în Universitatea din Tel-Aviv, devenind fondatorul revistei „Integral equations and operator theory”, Editura Birkhäuser Verlag, Elveția, și al seriei *Operator theory: Advances and Applications*, în cadrul căreia au apărut de sub tipar circa 180 de cărți.

Bazele cercetărilor în domeniul matematicii aplicate le-a pus profesorul Vasile Ceban. Astăzi se conturează două noi școli științifice, avându-i drept lideri pe acad. G. Mișcoi și dr. hab. D. Lozovanu. Direcțiile actuale de cercetare sunt: teoria jocurilor și controlul optimal, teoria așteptării și teoria probabilităților; modelarea matematică, metodele matematice și algoritmi de calcul (în mecanica corpului solid, dinamica gazelor și economie). Pe parcursul anilor în aceste domenii au fost publicate 52 de monografii, care împreună cu un număr impunător de articole înglobează rezultate importante, dintre care vom enumera următoarele:

- Cercetarea modelelor de așteptare cu prioritate și timp de orientare, ce au permis generalizarea unor rezultate din teoria așteptării;
- Elaborarea metodei generale de cercetare a evoluțiilor marcoviene aleatoare în spațiul Euclid

de dimensiune arbitrară. Prin aceasta a fost rezolvată problema formulată de celebrul matematician Mark Kaț cu 50 de ani în urmă;

- Elaborarea schemelor de calcul performant pentru soluționarea problemelor multidimensionale ale dinamicii gazelor gravitaționale;

- Elaborarea metodei rețelei extinse, ce reprezintă o generalizare a metodei programării dinamice pentru problemele de control multicriterial discret. Metoda nominalizată permite soluționarea problemei fluxului de cost minim în rețelele dinamice cu mai multe produse.

- Formularea și demonstrarea condițiilor necesare și suficiente de existență a situației de echilibru Nash pentru jocurile poziționale stocastice.

O spectaculoasă evoluție au cunoscut cercetările în informatică. Începute în perioada când încă nici însuși termenul nu prea era în uz, ariile de interes s-au schimbat împreună cu schimbarea generațiilor de calculatoare, creându-se noi baze teoretice pentru sisteme de calcul tot mai performante și cercetându-se căile de dezvoltare a diverselor aplicații pentru aceste sisteme. Direcțiile actuale de cercetare sunt reprezentate prin studiul bazelor teoretice ale informaticii, sistemelor informatice, a limbajelor formale și celor naturale. Din multitudinea de rezultate, obținute în acest domeniu, le vom evidenția pe cele ale prof. Iurie Rogojin ce țin de existența mașinilor Turing de dimensiuni mici și care depășesc unele rezultate clasice stabilite de notorietăți precum Claude Shannon și Marvin Minsky.

În domeniul informaticii teoretice, colaboratorii IMI au fost printre primii în lume care au abordat tematica calculului bazate pe principii biologice, elaborând și cercetând mai multe modele, inclusiv ADN, sisteme TVDH, rețele de procesoare evolutive, P sisteme tranziționale, comunicative, polimorfice, cu inserție-deleție, cu reguli „splicing”, cu membrane active, cu replicații. În prezent se lucrează asupra modelelor hibrid, care îmbină principiile biologice și cele cuantice.

Sub conducerea dr. Iurie Pecerschi au fost inițiate cercetări în inteligența artificială. Au fost dezvoltate metode de formalizare și prelucrare a cunoștințelor (inclusiv fuzzy) și mijloace instrumentale corespunzătoare destinate creării de sisteme expert. În particular a fost elaborată metoda sistemelor simple de alternativă (și metoda matricelor fuzzy secționare).

În paralel cu cercetările fundamentale, descrise mai sus, în IMI sunt efectuate și cercetări aplicative, care nu doar au contribuit la completarea tezaurului de cunoștințe, dar și au fost implementate în diverse domenii social-economice. Vom prezenta doar câteva exemple, pentru a ilustra spectrul preocupărilor anterioare și actuale.

Pentru agricultură au fost elaborate modele de determinare a zonelor optime de livrare a materiei prime pentru fiecare fabrică de zahăr aparte și programul de prelucrare a sfecei de zahăr, a fost stabilită componența și structura optimă a parcului de mașini agricole, dimensiunile și structurile optime



Centrul de calcul, anul 1972. Calculatorul БЭСМ 4М

ale plantațiilor pomicole, planul optim de amplasare a producerii porcinelor. S-au calculat indicatorii fizico-mecanici ai solurilor și s-au propus recomandări pentru determinarea fiabilității sistemelor de irigare prin picături.

Pentru industria alimentară s-au elaborat modele matematice ce au permis optimizarea procesului de fabricare a sucurilor din struguri, determinarea volumului optim al depozitelor frigorifice ale fabricii de conserve, calculul indicatorilor programului de producere în industria zahărului, graficul optim de transportare a materiei prime la fabricile de lactate, calculul indicatorilor economici de producere la întreprinderea de conserve.

Un șir de modele elaborate de către cercetătorii noștri au fost implementate în industrie. La Tighina, în baza programelor elaborate de către specialiștii din IMI se calcula planul de producere pentru uzina de construcții de mașini, planul de pregătire tehnologică flexibilă la o întreprindere automatizată.

Un alt exemplu de colaborare a matematicienilor cu sfera de producere îl constituie transportul auto. Au fost elaborate scheme optime de transportare a mărfurilor între orașe, precum și un plan de formare a clientelei întreprinderilor de transport, s-a propus optimizarea structurii parcului de automobile în Republica Moldova.

Rezultate interesante au fost obținute din conclucrarea cu institutele de ramură, marcate prin elaborarea sistemelor de modelare a proceselor de propagare a undelor în diverse medii, calculul tensiunilor în medii elastice, prognozarea fiabilității dinamice ale elementelor de construcții, optimizarea elementelor construcțiilor, calculul regimurilor de exploatare a rezervoarelor subterane de gaze.

Institutul a participat la elaborarea softului de bază pentru câteva calculatoare performante, proiectate și produse în Uniunea Sovietică. Vom menționa lucrările efectuate pentru seria de supercomputere Elbrus, aportul cercetătorilor moldoveni la elaborarea compilatoarelor paralele pentru sistemul complex reconfigurabil PS3000 și a compilatoarelor și editoarelor de texte pentru calculatorul SAMSON.

Putem înscrie în palmaresul nostru și unele lucrări ce au contribuit la informatizarea limbii române în perioada formării statului nostru. Printre ele corectorul de texte pentru limba română ROMSP și Web-portalul cu acces liber al resurselor și instrumentelor lingvistice.

O realizare de succes medaliată cu aur la Expoziția „Fabricat în Moldova” (2011) reprezintă Sistemul suport decizii pentru diagnosticul ultrasono-

grafic al organelor zonei abdominale, care ghidează medicul în procesul de investigație ajutându-l la obținerea și formularea concluziilor.

Desigur, tabloul istoriei Institutului nu ar fi complet dacă nu am aminti despre Centrul de Calcul.

Istoria tehnicii de calcul în Republica Moldova începe, de fapt, cu procurarea în anul 1962 a primei mașini electronice de calcul (după cum se numea atunci) БЭСМ-2М pentru dotarea Centrului de Calcul din cadrul Institutului nostru. Acest Centru a servit nu doar la obținerea de noi rezultate în diverse domenii de cercetare (matematică, fizică, biologie, seismologie etc.), dar și-a adus contribuția substanțială la soluționarea unui șir de probleme economice ale țării, și, poate nu mai puțin important, la formarea unui număr impunător de specialiști care au asigurat funcționarea celor peste 30 de centre de calcul ramurale din republică.

Rezultatele cercetărilor noastre au fost materializate în 127 volume din seria *Математические исследования* (Cercetări matematice), 15 volume din seria *Прикладная математика и программирование* (Matematică aplicată și programare), 107 monografii, dintre care 14 au fost reeditate în alte limbi. S-au organizat 80 de conferințe și simpozioane, susținute 34 teze de doctor habilitat și 239 teze de doctor. Institutul este cunoscut și în calitate de editor al revistelor „Buletinul Academiei de Științe. Matematica”, „Computer Science Journal of Moldova”, „Quasigroups and related systems”, printre autorii cărora se numără matematicieni și informaticieni din Australia, Austria, Algeria, Belarus, Canada, China, Elveția, Franța, Germania, Grecia, India, Israel, Italia, Iran, Mexic, Mongolia, Muntenegru, Peru, Polonia, România, Rusia, Slovacia, SUA, Ucraina, Ungaria etc.

Pe parcursul ultimilor 20 de ani Institutul a participat la executarea a 50 de proiecte internaționale cu parteneri din centre științifice de performanță din diferite țări ale Europei, Asiei, Americii.

De cea mai înaltă distincție a țării în domeniul cercetării – Premiul de Stat și Premiul Național – s-au învrednicit 11 colaboratori, 19 au obținut respectivul premiu pentru tineret. Zece persoane din IMI au devenit laureați ai Premiului „Academician Constantin Sibirschi”, acordat pentru realizări de valoare în domeniul matematicii și informaticii.

Aniversările sunt nu doar un prilej de trecere în revistă a realizărilor, ci și o ocazie pentru trasarea căilor ce vor fi urmate în viitor. Cercetătorii Institutului speră că următorii 50 de ani vor fi nu mai puțin fructuoși decât cei ce i-am parcurs.