

Informatica în România - primii ani (Informatics in Romania - the first years)

DRAGOȘ VAIDA

Universitatea București, Facultatea de Matematică

The article presents the early development of Informatics in Romania emphasizing the role of the Faculty of Mathematics of the University of Bucharest related to Computer Science as initiated by Gr. C. Moisil and Solomon Marcus [12], [17], Members of the Romanian Academy, and of the Institute of Atomic Physics of the Romanian Academy related to the first computers designed and built up in the country by Victor Toma, Hon. Member of our Academy [29], [30]; see also [37]. One provides 37 basic references concerning the first years of Informatics in Romania.

Keywords: Computer science, History of Computing, Romania

1. Istoria, o imagine construită. Informatica la noi, acum 60 de ani

1.1. Sarcina istoricului – istorie istorie sau istoria științei – este să creeze *imagini abstracte*, arătând că anumite întâmplări sau idei, la prima vedere, eventual fără prea mare legătură între ele, înțelese însă în adâncimea lor, pot dezvălui legături, se pot armoniza, pot să-și arate *coerența* constituind, uneori, un subiect, o temă, un domeniu.

1.2. Din ceea ce știu, din experiența proprie sau din articolele de specialitate, pe care le cunosc, în parte le și citez sau le introduc în bibliografie pentru a servi la o versiune mai amplă a articolului de față, informatica s-a născut la noi în anii 1955-1957, la *Institutul de Fizică Atomică (IFA) al Academiei Române* și la *Universitatea din București (UB), Facultatea de Matematică-Fizică*, în prezent de *Matematică și Informatică*. Au fost, deci, reprezentate, la acest debut, medii academice diferite, s-au pus în valoare legăturile dintre domenii distinse prin nivelul lor științific și, mă grăbesc să adaug, managerial – *Academicienii Simion Stoilow, Horia Hulubei și Grigore C. Moisil* – pot spune chiar providențial. Pentru informatică a fost benefică depășirea a ceea ce, uneori, au fost prejudecăți sau surse de controverse.

Anul de debut este 1955, deci, *acum 60 de ani*. Între 22 și 27 noiembrie, a avut loc un *Simpozion internațional asupra tehnicii de calcul* la Dresda, la care Gr. C. Moisil a prezentat comunicarea ing. *Victor Toma* (1922, Leova, județul Cahul, Republica Moldova – 2008), ulterior dr. ing. și membru de onoare (1993) al *Academiei Române*, șeful

Laboratorului de mașini de calcul de la IFA, despre *proiectul logic* al calculatorului electronic CIFA-1 al Institutului de Fizică Atomică, pe care cel din urmă îl concepea și îl realiza [29], [30], [17].¹

Versiunea în română a comunicării lui V. Toma apare în 1957 [30] (ambele versiuni sunt citate în [33], posibil prima citare din rarele citări ale acestor surse).

2. Începuturile Informaticii la noi: surse. Contextul matematic

2.1. Evoluția informaticii la noi, în primii ani 1954-1970, este prezentată în articolul monografic al

¹ Delegația română la Simpozion era formată din prof. Gr. C. Moisil și ing. V. Toma, autor al comunicării. La Dresda, a ajuns, însă, numai Prof. Moisil, deoarece autorul comunicării nu a primit viza de ieșire, în acea perioadă comunicația dintre R.D.G. și R.F.G. fiind practic nestingherită (articolul lui V. Toma din volumul [12]). Este necesară o clarificare/subliniere. În Vest, când se vorbea despre plecări, în lagăr sau nu, în discuție se folosea expresia „avea/nu avea pașaport”. Existența carnețelului „pașaport” era, firește, o condiție dar mai interveneau alte două condiții: să ai în pașaport viza de ieșire, aplicată discreționar de autoritățile române și viza de ședere, de la ambasada de resort din România (numai pentru Vest). Aș scrie o nuvelă cu cele prin care am trecut, cu fiecare viză, ambasada și cu banii de călătorie, tot atâtea „Vămi ale Văzduhului din Războiul Văzut (Neduhovnicesc)” al romanilor, pentru a folosi termenii lui Nicodim Aghioritul, într-o țară care, când și cât timp, a fost într-adevăr a lor?

acad. Gr. C. Moisil [17], reprodus în volumul [12] care se ocupă de contribuțiile Profesorului și ale urmașilor în domeniul informaticii. Prima propoziție din articol relevă un titlu de merit al Școlii noastre: „Știința calculatoarelor, în țara noastră își are originea în anume preocupări ale matematicienilor” [12, p. 133]. Deși se fac completări semnificative, trebuie să menționăm că *Știința calculatoarelor* la Acad. Gr. C. Moisil, Acad. Solomon Marcus și la continuatorii acestora înseamnă *Computer Science*, și mai cu seamă *Informatica Teoretică și Matematica Discretă*, în particular, *Fundamentele Matematiche* ale domeniului.

2.2. Bazele Secției de mașini de calcul de la Facultatea de Matematică-Fizică și ale învățământului informaticii în România au fost puse în 1954, printr-un curs liber de *Teoria algebrică a mecanismelor automate* (Facultatea de Matematică – Fizică), ținut de Profesorul Gr. C. Moisil, la solicitarea a trei matematicieni și ingineri electroniști, printre care profesorul *Constantin P. Popovici*, vezi articolul acestuia în [12, p. 462-464]. La acea dată, eram student în anul II. În 1956, profesorul este numit președinte al Comisiei de automatizare a Academiei. După scindarea Comisiei, în 1965 devine președintele Comisiei de cibernetică a Academiei, la care am fost numit secretar onorific de Acad. *Radu Voinea*.

2.3. Prezentarea [17,12] reține idei demne de atenție și o serie de date semnificative, cum ar fi: identificarea algebrelor Boole ca instrument matematic al studiului automatelor (1949), începutul Seminarului de Logică Matematică (1955), încadrarea în 1957 la IFA a primilor matematicieni *Nicolae Moldovan*, *Ion Zamfirescu* și autorul (DV) al prezentului articol, Laboratorul de mașini de calcul, crearea Centrului de Calcul al UB (februarie 1962) sau înființarea la facultate a Catedrei de teoria algebrică a mecanismelor automate (1967). Apariția interesului unor matematicieni pentru informatică coincide, fericit dar nu întâmplător, cu manifestarea unui interes pentru *Algebra Axiomatică* [2-6]; vezi în continuare [8,26].

3. Locul Institutului de Fizică Atomică

3.1. În istoria informaticii de la noi, un rol esențial îl joacă, deci, Institutul de Fizică Atomică. *Meritul istoric* al Acad. Victor Toma la IFA a fost acela că a proiectat și pus în funcțiune calculatorul CIFA-1, *primul calculator electronic din Europa de Est, cu excepția URSS și Poloniei* [29], [30]. În epocă, viitorul academician *Blagovest Sendov* (Bulgaria) a venit pentru documentare și consultări la IFA și la

Filiala Academiei din Cluj, după ce fusese la Institutul Unificat de la Dubna. Calculatorul electronic a apărut la noi, la un interval de 15 ani după SUA (MARK I, 1944. Harvard, urmat de ENIAC Pensilvania, în greutate de 300 tone). Viteza de lucru era de 50 de operații/secundă, memorie de 512 cuvinte de 30 de biti, corespunzător cu 9 cifre zecimale și semn, cu 1500 de tuburi electronice. Este de notat că Acad. V. Toma i se datorează și descoperirea articolului lui *R. F. Shaw* din 1950 [27], care descrie, în mod accesibil, funcționarea sistemului aritmetic al calculatoarelor realizate la noi. La intervale de câte doi ani, au urmat modelele CIFA-2, cu 36 de biti și doar 800 tuburi electronice și CIFA-3, care a fost cumpărat la Centrul de calcul UB, înființat în februarie 1962. Acad. V. Toma a continuat cu realizarea modelelor CIFA-4, CET-500 și CET-501, ultimele două cu tranzistori. Tot la IFA, sub conducerea ing. *Armand Segal* se construiau CIFA-101 și CIFA-102, cu performanțe îmbunătățite.

3.2 Metoda de programare a acestor calculatoare era apropiată de sistemul de lucru din [7], prima expunere din lume privind programarea calculatoarelor electronice cu program memorat. Ca și în cazul celor mai multe lucrări de care am știut, severitatea constrângerilor din epocă privind accesul la documentație și publicarea nu ne-au încurajat comparațiile de rigoare. De exemplu, chiar și Gr. C. Moisil nu a putut avea memoriul fundamental [7] despre care, însă, auzise [17]. Am putut studia memoriul [7] la IFA și l-am folosit ca model în [33]. La IFA m-am bucurat tot timpul de cooperarea doamnelor *Vera Ionescu*, bibliotecar șef, și *E. Alexandrescu*, șefa serviciului de documentare. În epocă, biblioteca IFA era cea mai bine înzestrată în domeniul Informaticii, iar serviciul de documentare menționat ne dădea posibilitatea să scoatem preprinturi, ambele facilități fiind importante și, din păcate, rare în acei ani de debut. Aceste exemple ilustrează faptul că exista o atmosferă bună de lucru. Aveam să beneficiaz de aceste condiții de lucru cu ocazia unui doctorat fără frecvență la Universitatea de Stat „M. V. Lomonosov” din Moscova (MGU), Facultatea de Matematică-Mecanică, conducător științific *A. G. Kuros*, ilustrul algebrist.²

² Nu a existat o cerere din partea mea pentru o înscriere la doctorat, deși era evident că îmi doream să fac studii. Acad. Gr. C. Moisil m-a propus să fac un doctorat la Moscova pe care l-am parcurs, cu dificultăți, fără să fi fost membru de partid, în condițiile schițate în continuare. Rezum primii pași pentru a ilustra sprijinul de care m-am bucurat la IFA, autoritatea relativă de care totuși se bucura mediul academic, în ciuda limitărilor severe din epocă, precum și condițiile de lucru. După propunerea Profesorului, pe care n-am avut cum să o urmăresc, am fost chemat la Politehnică (IPB) pentru a susține un colocviu, cu doi

3.3. La CIFA se lucra în virgulă fixă și se programa în cod cu instrucțiuni, cu cel mult o adresă, două instrucțiuni pe cuvântul memorat [31]-[33]. Prin anii '60, am lucrat la Centrul de Calcul al Universității din Moscova, la calculatorul M20. Se programa folosind instrucțiuni cu 3+1 adrese, a patra adresă fiind adresa instrucțiunii, care urma la execuție, nu neapărat succesoarea imediată, în ordinea instrucțiunilor din programul scris. Sistemul nostru de lucru, fără această adresă suplimentară pentru *continuare*, mi s-a părut mai simplu și deci mai eficient.

În primăvara anului 1957, când calculatorul CIFA-1 mai avea o jumătate de an până să intre în funcțiune, activitatea de la Facultatea de Matematică a debutat priur-un ciclu de lecții ținute de V. Torna – deși la ora 8 dimineața, Profesorul Moisil le audia – și de Prof. *Edmond Nicolau*, asupra calculatoarelor numerice, respectiv analogice.

4. Câteva dezvoltări ulterioare

4.1. Întrucât la noi, informatica a apărut legată de matematică, la un Institut de Fizică, a fost naturală promovarea studiilor privind *bazele teoretice ale domeniului*. Fondatorul informaticii matematice/teoretice în țara noastră este Acad. *S. Marcus*, prin monografia sa de pionerat din 1964 *Gramatici și automate finite* [14], probabil prima în domeniu pe plan mondial, citată ca atare de o mare autoritate în domeniu, Acad. Profesor *Arto Salomaa* (Finlanda) în [25]. De atunci și până în prezent, Profesorul *S. Marcus* prezidează Școala noastră în domeniu, școala căreia i s-a consacrat numărul dublu 3-4 din volumul 131/2014

profesori necunoscuți de mine, probabil de la IPB. Nu cunoșteam pe nimeni la Moscova, și nu mă aștepta nimeni. Am fost la ministerul lor și mi s-a propus o repartitie la Institutul de Energetică pe care am refuzat-o din cauza profilului neadecvat. Din acel moment, a trebuit deci să-mi găsesc un loc și un conducător științific, în singura lună pe care mi-a putut-o oferi IFA. Știindu-mă într-o permanentă criză de timp, Gr. C. Moisil mi-a spus că pleacă la Moscova și s-a oferit să-mi ducă un rezumat preliminar și să-l dea lui A. G. Kuros. Am pus formulele cu soția, în ultimul moment, și am alergat la gară. Nu eram complet gata așa că am plecat cu profesorul cu trenul și am mai pus formule în tren. Am coborât pe parcurs, cred că la Ploiești, după ce am terminat. Deveneam *doctorand fără frecvență*, cu sprijin de la IFA și de la Gr. C. Moisil, mai mult decât un doctorand privat, mă duceam, susțineam referate (Moscova, Petrograd și o universitate din Urali) și examene de specialitate de matematică (Teoria inelelor) și informatică (Limbaje de programare cu prof. *M. R. Sura-Bura*, autorul primului translator din URSS, pentru ALGOL Revizuit [28], [13]) și mă întorceam reluându-mi munca la IFA. Era o epocă în care relația cu Rușii se strica. Nu mă duceam în lumea liberă. A fost o experiență cu tensiuni, cu câștig exclusiv strict profesional.

din *Fundamenta Informaticae*, editori Profesorii *Cristian S. Calude* (Auckland) și *Marian Gheorghe* (Sheffield), (v. *Revista de Politica Științei și Scientometrie* vol. 3, nr. 4, p. 280, 2014).

Gr. C. Moisil a văzut importanța limbajelor formale pentru studiul limbajelor de programare și mi-a dat spre studiu teza Prof. *H. G. Maurer*. Din cauza unui mediu, care nu era sensibil, la acea vreme, la aceste studii teoretice, interesul pentru teoria limbajelor formale s-a dezvoltat abia mai târziu, grație lucrărilor unor profesori ca *Dan Simovici*, *Virgil Căzănescu*, *Sorin Istrail*, Acad. *Gheorghe Păun*, *Alexandru Mateescu*, *Adrian Atanasiu* sau *Victor Mitrana*.

4.2. După instalarea unui calculator CIFA la ASE, s-a reușit aducerea la ASE a calculatorului NEAC 1240, primul de la noi cu circuite integrate. Astfel, Centrul de Calcul Economic și Cibernetică Economică de la ASE s-a putut afirma în domeniului aplicațiilor economice și de gestiune. S-a cristalizat domeniul nou al modelelor matematice, care au inovat învățământul și analiza economică, exemple Prof. *Gheorghe Boldur*, *Moise Altar* și *Tiberiu Schatteles*.

Este de amintit că absolvenții din 1969 n-au lucrat la calculatorul IBM 360/30 de la Centrul de Calcul UB, învățarea utilizării acestui calculator începând abia când Gr. C. Moisil își scria articolul [17].

Grupul de informaticieni de la IFA s-a extins prin venirea altor doi matematicieni, cu energie, pasiune și inventivitate: *Barbu Cârstoiu* și *Gabriel Martin*. Noi o găsisem la laborator pe *Gabriela Klarsfeld* care, ulterior, a plecat și colaborem bine cu colegii ingineri *George Meiltz*, *Izvoaraș Cavadia* și *Gheorghe Ciobanu*.

4.3. Susținerea, exclusiv, a producției CIFA și neglijarea, practic, a progreselor în domeniu de peste hotare, *sunt de imputat* factorilor politici de decizie din epocă, mai cu seama *Gheorghe Gaston Marin* și *Gheorghe Apostol*. Matematicienii și inginerii de la laboratorul din IFA, în majoritate, au criticat cu stăruință blocarea în proiectul CIFA. Avansul pe care România l-a avut, la început, vrednic de elogi, cu ingratitude uitat astăzi, în unele publicații și foruri, s-a transformat, progresiv, în impas și frână.

Meritul pentru abandonarea producției de calculatoare CIFA și trecerea la o altă etapă, revine conducerii de atunci - *Manea Mănescu*, *Ștefan Bârlea*, *Mircea Petrescu*, membru de onoare al Academiei, Comisiei Guvernamentale prezidate de Acad. *Mihai Drăgănescu* și Institutului Central de Informatica condus de acad. *M. Drăgănescu* și dr. ing. *Marius Guran*, membru de onoare al Academiei. S-a trecut la preluarea unei licențe IRIS (CII, Franța) pentru producerea modelului FELIX și la importul de

calculatoare moderne, exemple ICT – ICL (Direcția Centrală de Statistică), IBM 360/30 (UB) și IBM 360/40 (ASE), urmare a intrării în rol a Comisiei Guvernamentale menționate. Raportul delegației, care s-a deplasat în Franța pentru studiul de oportunitate, sub presiunea evenimentelor, a fost, în întregime, redactat de autorul acestui articol și aprobat de Acad. Nicolae Teodorescu, președintele Comisiei de Matematică.

4.4. Articolul [17] relevă, ca realizări majore (i), studiile de algebră și logică ale autorului și școlii sale, vezi [9,16], (ii) apariția a două domenii noi în literatura științifică de la noi și de peste hotare și anume: *lingvistica matematică*, datorată Acad. Solomon Marcus și *teoria programării pseudo-booleene*, datorată Profesorilor Sergiu Rudeanu și L. P. Hammer-Ivănescu, precum și (iii) lucrările de programare a calculatoarelor, tehnică și teorie, exemple de studii îndrumate de Profesorul Gr. C. Moisil, fiind lucrările [31-34]. Am participat la elaborarea și implementarea limbajului de programare ALGAMS pentru calculatoare medii, într-o echipă condusă de Prof. A. Mazurkiewicz (Polonia) și Bl. Sendov, limbajul fiind menționat de Wikipedia (GAMS = Grupa Avtomatizatii programirovaniia dlia Masini Srednevo tipa, în rusă).

4.5. Concepția care se afirma, în anii '70, la noi, asocia domeniile *Logică – Automatică – Informatică*. Profesorul Gr. C. Moisil mi-a spus că această asociere îi exprimă viziunea asupra informaticii. Punând alături cele expuse, cu prezentarea pe care o face J. Arzac în cartea sa [1], din 1970, observăm că nivelele de dezvoltare, la acea dată, la noi și în Franța, erau comparabile și că instituția cu rol principal era, în ambele cazuri, Facultatea de Matematică din universitate. Continuându-ne analiza, observăm că accentul a fost pus pe structuri algebrice și matematica discretă și relativ mai puțin pe structuri continue, deși analiza numerică părea, la început, să fie candidatul ideal pentru primul loc [36].

5. Observații finale

5.1. În cele de mai sus, s-a arătat că putem considera anul 1955 ca an de debut al informaticii în România; deci, domeniul face primii pași acum 60 de ani. Au fost reprezentate, la acest debut, *matematica* prin ceea ce a devenit *Știința calculatoarelor Computer Science* și *Fizica*, inclusiv *Științele tehnice*. În acei ani de debut, nu se insista mult pe disocierile la care ne gândim astăzi. *Meritul istoric al Institutului de Fizică Atomică IFA al Academiei și al Acad. Victor Toma* a fost acela că a proiectat și pus în funcțiune, la IFA, calculatorul CIFA-1, primul

calculator electronic din Europa de Est, cu excepția URSS și Poloniei. În articol au fost amintite legăturile dintre domeniile menționate și beneficiile colaborării interdisciplinare.

5.2. Într-o etapă ulterioară, s-a relevat importanța promovării studiilor privind *bazele teoretice ale domeniului*. Fondatorul informaticii matematice/teoretice, în țara noastră, este Acad.S. Marcus, prin monografia sa de pionierat, din 1964, *Gramatici și automate finite*. Văzând stadiul actual al domeniului teoretic la noi, s-ar părea că informatica fundamentală nu beneficiază de întreaga recunoaștere academică de rigoare, cu excepția profesorului citat și a Acad. Gheorghe Păun. Consecința acestei situații este că alți distinși matematicieni, precum cei citați mai înainte, sau Profesorii George Georgescu, Afrodita Iorgulescu sau alții mai tineri, Răzvan Diaconescu și Gheorghe Ciobanu, nu își văd recunoscute, poate, toate meritele.

Mașinile de calcul ne-au făcut să ne gândim, odată mai mult, la importanța mare a studiului legilor gândirii. Acestea au condus la *Algebrele Boole* și, astfel, au legitimat interesul pentru *Algebra Axiomatică*. Asocierea Logicii cu Matematica a deschis calea aplicațiilor logicii, domeniu în care a excelat Școala lui Gr. C. Moisil în domeniul logicilor cu mai multe valori și a algebrei logicii. Pentru informația de bază din acest articol și pentru completarea acesteia, vezi [37].

Bibliografie

- [1] J. Arzac, *La Science Informatique*, Dunod, 1970.
- [2] D. Barbilian, *Curs de Algebră Axiomatică*, Litografia Facultății de Științe, București, 1948.
- [3] D. Barbilian, *Curs de Teoria Numerelor (Teoria Multiplicativă a Idealelor)*, Universitatea „C. I. Parhon”, București, 1949/1950.
- [4] D. Barbilian, *Grupuri cu Operatori (Teoremele de Descompunere ale Algebrei)*, Editura Academiei, București, 1960.
- [5] M. Benado, *Asupra unei generalizări a noțiunii de structură*, Bul. Ști. Secți. Mat. Fiz. **5**, 41 (1953).
- [6] M. Benado, *Asupra unei probleme a lui Garrett Birkhoff*. Bul.Ști. Secți. Mat. Fiz. **6**, 703 (1954).
- [7] Burks, A.W., Goldstine, H.H., Neumann, J. von, *Preliminary discussion of the logical design of an electronic computing instrument*, I, Princeton N.J., Institute for Advanced Study, 1946.
- [8] L. Corry, *Modern Algebra and the Rise of Mathematical Structures*, 2d Revised Edition, Basel and Boston, Birkhäuser (Science Networks Vol. 16), 2003.

- [9] G. Georgescu, A. Iorgulescu, S. Rudeanu: *Some Romanian researches in algebra of logic*, În [12].
- [10] B. V. Gnedenko, V. S. Coroliuk, E. I. Iuscenko, *Elemente de programare*, Editura de Literatură Fizico-Matematică, Moscova, 1961.
- [11] J. S. Golan, *Semirings and their Applications*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 1999.
- [12] A. Iorgulescu, S. Marcus, S. Rudeanu, D. Vaida (coordonatori/eds.), *Grigore C. Moisil și continuatorii săi în domeniul Informaticii Teoretice/Grigore C. Moisil and his followers in the field of Theoretical Computer Science*, Editura Academiei Române, București, 2007.
- [13] D. E. Knuth, *The remaining trouble spots in ALGOL 60*, Comm. ACM, **10**, 10 (1967).
- [14] S. Marcus, *Gramatici și automate finite*, Editura Academiei Române, 1964.
- [15] Gr. C. Moisil, *Asupra unor reprezentări ale grafurilor ce intervin în probleme de economia transporturilor*, Com. Acad. X, **8**, 647 (1960).
- [16] Gr. C. Moisil, *Applicazioni dell'algebra alle calcolatrici moderne*, Atti della 2-a Riunione del Groupement de Mathématiciens d'expression latine, Firenze, 26-30 settembre 1961- Bologna, 1-3 ottobre 1961, Roma, Edizioni Cremonese, p. 259, 1963.
- [17] Gr. C. Moisil, *Activitatea Centrului de Calcul al Universității din București*, AMC 13-14 (1970), 9-20, în [11].
- [18] Gr. C. Moisil, *Rolul Academiei R. S. România în dezvoltarea informaticii în țara noastră* (Referat prezentat la colocviul „Pregătirea cadrelor pentru informatică”, București, 17-19 Februarie 1971) Citat în: Gr. C. Moisil, *Informatica în licee*, Înv. prof. și tehnic, 6, 1971, 2-3.
- [19] J. C. Muzio, T. C. Wesselkamper, *Multiple-valued Switching Theory*, Bristol, Adam Hilger Ltd., 1986.
- [20] L. Rédei, *Algebra*, vol. I, Budapest, Akadémiai Kiadó, 1967.
- [21] S. Rudeanu, *On Lukasiewicz-Moisil algebras of fuzzy sets*, Studia Logica, **52**, 95 (1993).
- [22] S. Rudeanu, *Gr. C. Moisil, a contributor to the early development of lattice theory*, Multiple-Valued Logics, **2**, 152 (1997).
- [23] S. Rudeanu, D. Vaida, *Semirings in Operations Research and Computer Science, More Algebra*, Fundamenta Informaticae, **61**, 61 (2004).
- [24] S. Rudeanu, D. Vaida, *Revisiting the works of Mihail Benado*, J. Multiple-Valued Logic and Soft Computing, **20**(3-4), 265 (2013).
- [25] A. Salomaa, *Formal languages*, Academic Press, 1973.
- [26] D. Schlimm, *On the creative role of axiomatics: The discovery of lattices by Schröder, Dedekind, Birkhoff, and others* Synthese (2008).
- [27] R. F. Shaw, *Arithmetic operations in a binary computer*, Rev. Sci. Instr., **21**(8), 687 (1950).
- [28] M. R. Șura-Bura, *ALGOL*, Vest. Akad. Nauk SSR, **11**, 94 (1960).
- [29] V. Toma, *CIFA-1, The Electronic Computer of the Institute of Physics*, Internat. Koll. Prbl. Rechentechnik, Dresden, p.27, 1955.
- [30] V. Toma, *Calculatorul electronic al Institutului de Fizică Atomică al Academiei R.P.R., CIFA-1*, Bul. St. Științe Matematice și Fizice, IX, **1**, 209 (1957).
- [31] D. Vaida, *Calculul polinoamelor ireductibile modulo 2 cu mașina electronică de calcul CIFA-1*, St. Cercet. Matematice, X, **3**, 447 (1959) (Lucrare prezentată la Institutul de Matematică, 4 iunie 1959).
- [32] D. Vaida, *Rezolvarea unor probleme de transport cu calculatorul electronic CIFA-2*, Com. Academiei, XI, **10**, 1147 (1961), (Comunicare prezentată de acad. Gr. C. Moisil, 8 aprilie 1961).
- [33] D. Vaida, *Utilizări ale calculatoarelor electronice de la Institutul de Fizică Atomică*, Editura Academiei Române, București, 1961.
- [34] D. Vaida, *Algoritmi de compilare*, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1971.
- [35] D. Vaida, *Limbaje formale și tehnici de compilare*, București, Universitatea din București, 1976.
- [36] D. Vaida, *Informatica Teoretică – informatica nu numai ca tehnologie (Theoretical Computer Science – Computer Science not only as a technology)*, RPSS **2**(30), (2013).
- [37] D. Vaida, *Viitorul din începuturi – gândurile unui matematician privind unitatea culturii*, Biblioteca Revistei Curtea de Argeș, Editura Tiparg, 2014; vezi articolele Retrospective informatică românești. Galley, LeDoyen, Felix p. 59, După 40 de ani, despre Gr.C. Moisil și vremea sa (I) p. 106, După 40 de ani, despre Gr.C. Moisil și vremea sa (II) p. 111, Primii noștri ani de informatică (Universitatea București, 1954-1970) p. 137, Informatica la noi – Primele dezvoltări p. 143.

Autor corespondent: dvoida@rdslink.ro

DRAGOS.VAIDA@clicknet.ro