

Activitatea de cercetare :

Domenii de interes

1. Lingvistică matematică - Teoria limbajelor formale;
2. Logică matematică - logică temporală, studiul limbajului natural;
3. Metode probabilist-stochastice în analiza reliabilității structurilor și în evaluarea riscului seismic;
4. Modelare matematică în studiul traficului rutier urban;
5. Biomatemătică - dinamica populațiilor.

Notă – 1 : Cu click pe **Res** se pot accesa descrieri succinte ale activității de **cercetare – publicații**, pe fiecare din aceste domenii. Trimiterile numerotate se referă la **LCLP – Lista cronologică a lucrărilor publicate**.

ACTIVITATEA DE CERCETARE – PUBLICAȚII

Notă – 2. Fiecare prezentare a unor aspecte privind activitatea de cercetare – publicații în unul din cele 5 domenii este urmată de o linie de tabel cu numerele lucrărilor care se încadrează în domeniul respectiv, din lista **LCLP (LISTA CRONOLOGICĂ A LUCRĂRILOR PUBLICATE)** ; numerele lucrările publicate în țară sunt scrise în culoare **bleu**, iar cele ale lucrărilor apărute în străinătate – în **plum**. În dreapta acestor linii apare totalul lucrărilor publicate în țară / străinătate, în domeniul respectiv. Trei lucrări se încadrează în ambele domenii 1 și 2 (*Limbaje formale*, respectiv *Logică și Studiul limbajului natural*) ; numerele de referire ale acestora sunt scrise în grey și ele nu sunt numărate de două ori în totalurile din dreapta.

1) **Lingvistică matematică - Teoria limbajelor formale.** Documentare și susținere de referate în acest domeniu începute în anul III de studii (1963), sub îndrumarea Lector Petru Minuț, Profesor Corina Reischer și Prof.Dr. docent Solomon Marcus de la Universitatea București, acum Academician. Primele lucrări în acest domeniu susținute și (2 din ele) publicate ca student în anii IV – V. Alte lucrări comunicate la *Congresul Interbalcanic al Matematicienilor* (București, 1966), *Seminarul de Lingvistică matematică* de la Cluj (1966), *Int'l Symposium of Mathematical Linguistics* (Smolenice – Slovakia, February 1970), *X^{me} Congrès International des Linguistes* (Bucarest, 1967), *XI^{me} Congrès International des Linguistes* (Bologna, 1972). *Colocviile de Limbaje, Logică și Lingvistică Matematică* de la Univ. Transilvania – Brașov, 1986 și 1988. Două lucrări au fost publicate în volumele Simposioanelor *INFORMATICA (Yugoslav Int'l Symposiums on Information Processing, Bled – Slovenia, 1970 & 1974)*. În lucrarea [15], **A.C.** a introdus două noi operații între cuvintele / string-urile unui limbaj formal sau ale unui semigrup liber, anume *string-intersecția* și *concatenarea scurtă*. Dl coautor Gheorghe Păun, acum membru al Academiei, a studiat proprietățile de închidere – în raport cu aceste două operații – a unor familii importante de limbaje formale, inclusiv cele 4 familii din „ierarhia clasică a lui Noam Chomsky”: \mathcal{L}_0 , \mathcal{L}_1 , \mathcal{L}_2 , \mathcal{L}_3 . Aceste două operații, în corelație cu cele 4 relații de tip

„substring” între elementele unui semigrup liber (sau limbaj formal) fuseseră utilizate și în teza de doctorat a lui **A.C.**, articolul din *Rev.Roum. Maths. Théor. et Appl.* fiind publicat după 3 ani. Întreaga activitate de cercetare a lui **A.C.** în domeniul **Limbajelor formale** și al celor conexe a beneficiat de sprijinul esențial venit din partea conducătorului științific – Domnul Academician Solomon **MARCUS**. Domnia sa a creat o adevărată (și puternică) școală de cercetare românească în domeniul LINGVISTICII MATEMATICE și al TEORIEI LIMBAJELOR, fiind și unul din marii pionieri și deschizători de drumuri în această arie (de interes nu numai teoretic ci și aplicativ, mai ales pentru COMPUTER SCIENCE) alături de Noam Chomsky, Seymour Ginsburg, Arto Salomaa etc.

Tot la acest domeniu se poate consemna un stagiul de cercetare la Paris, în 1976; mai exact: **Séjour de recherche** (de trois mois, de 18 mai à 18 août 1976), financé par une bourse du Ministère des Affaires Etrangères de la R.F., aux Universités Paris VI et Paris VII, en *Théorie des langages formels* ; rapport final de recherche présenté à M Prof. Maurice Nivat – Univ. Paris VII. În acest cadru, **A.C.** a identificat și a demonstrat o relație de dualitate între grafurile sintactice ale lui J. Loeckx – J. Hart și G-grafurile lui Th. Hibbard, ambele tipuri de grafuri fiind implicate în descrierea formală a procesului derivațional din gramaticile formale de tip 0 sau *phrase structure grammars* (cele mai generale din ierarhia lui N. Chomsky). Rezultatul a fost inclus în teza de doctorat și publicat ulterior în lucrarea [20] din 1985.

[1], [2], [3], [4], [6], [9], [15], [20], [32], [79]	10	13
[7], [8], [10]	3	

2) **Logică matematică - logică temporală, studiul limbajului natural.** Acesta poate fi considerat un (sub)domeniu conex *Lingvisticii matematice* și *Teoriei limbajelor formale*, însă unele lucrări (din cele timpurii ale lui **A.C.**) abordau efectiv studiul cantitativ (probabilistic – informațional) sau stilo-statistic al unor texte scrise în limbaj natural, cum sunt [3], [4], [5], [6]. Cele două lucrări prezentate la *Colocviile de Limbaje și Logică de la Brașov* (iunie 1986 și 1988), se încadrează în *Logica temporală*, respectiv *Studiul Limbajului natural*. În [23], **A.C.** a propus unele extensii ale sistemului de logică temporală K_t (creat de H. Kamp în teza sa de la UCLA – 1968), iar împreună cu d-na Prof.univ. Valentina Agrigoroaiei de la Catedra de Franceză a Univ. „Al.I. Cuza” acestea au fost aplicate la modelarea logico-temporală a sistemului verbelor din limba franceză ; lucrarea a fost ulterior extinsă și publicată în *Rev. Roum. de Linguistique* dar ambele versiuni apar sub același număr în anexa **LCLP**. Lucrarea [29], elaborată împreună cu domnia Neculai Curteanu și Gabriel Holban (de la Inst. de Informatică Teoretică al Academiei Române – Filiala Iași, fost ITC), se încadrează în cadrul mai larg al cercetărilor de *Inteligență artificială*, domeniu interdisciplinar care implică discipline ca logica, matematica, limbaje formale, *pattern recognition*, modele fuzzy. În această arie un fost create și studiate GPSG-urile (*Generalized Phrase Structure Grammars*), LFG-urile (*Lexical-Functional Grammars*), *structurile de trăsături lingvistice* și gramaticile bazate pe

unificarea acestor trăsături ale lui Martin Kay și S. Shieber. Autorii propun algoritmi de unificare pentru structurile de trăsături (complexe) alternative / indexate. Să menționăm că cei trei autori au participat la un ciclu de referate în cadrul seminarului de cercetare în *AI* – Inteligență artificială și *NL* – studiul limbajului natural, prezentate între anii 1980–1989, la care participau matematicieni, logicieni, lingviști și informaticieni din Iași (inclusiv *A.C.*); seminarul a fost inițiat de dl Prof. Călin Ignat de la Facultatea de Informatică a Univ. „Al.I. Cuza”.

[3], [4], [5], [6],	[23], [29]	3+3	3
---------------------	------------	-----	---

3) **Metode probabilist-stochastice în analiza reliabilității structurilor și în evaluarea riscului seismic.** Preocupările lui *A.C.* în acest domeniu al matematicilor aplicate au debutat în anul 1978, odată cu transferul său de la Univ. „Al.I. Cuza” la Catedra de Matematică a Institutului Politehnic și au continuat timp de 30 de ani, în colaborare cu dl Prof.dr. ing. Adrian VULPE de la Catedra de Mecanica structurilor a Facultății de Construcții din Iași. Reliabilitatea structurilor reprezintă abordarea probabilistă a comportării sigure a structurilor, în raport cu calitatea proiectelor, a execuției acestora și cu calitatea materialelor, dar și sub influența unor factori exteriori precum acțiunile din vânt și zăpadă, dar mai ales sub impactul mișcărilor seismice. Mai intervine și fenomenul de îmbătrânire naturală a structurilor. Termenul de *reliability* s-a impus în literatura de specialitate în limba engleză, însemnând atât studiul probabilistic al siguranței construcțiilor de diverse tipuri dar și – în sens mai îngust – măsura probabilistă a evenimentului comportării sigure, sau al păstrării capacității portante (termen mai agreat în literatura de inginerie civilă și calculul structurilor în limba română). Complementara reliabilității în acest sens este probabilitatea de cedare – *failure probability*, notată P_f .

Utilizarea metodelor și modelelor probabilist-stochastice în asemenea studii este obligatorie, având în vedere caracterul nedeterminist atât al calității materialelor și al execuției cât și *caracterul aleator* (sau *stochastic*) al acțiunilor din mediu ca cele mai sus menționate. Modelele bazate pe probabilități și procese stochastice s-au dezvoltat și diversificat considerabil în ultimele 4-5 decenii, urmărindu-se – în mod special – introducerea unor măsuri cât mai fidele pentru evaluarea reliabilității / probabilității de cedare a structurilor. Printre acestea, indicii de reliabilitate (FOSM – *first order second moment*), sau indicii de reliabilitate generalizați, au fost dintre primii propuși, dezvoltati și aplicați de specialiști europeni precum germanul Rüdiger Rackwitz (T.U. München), danezii P. Thoft-Christensen (Aalborg) și Ove Ditlevsen (Copenhagen – Lyngby), norvegianul Henrik Madsen, italiano-americanul Daniele Veneziano, austriacul G.I. Schueller (Innsbruck), italienii G. Augusti (Florence), A. Baratta (Napoli), F. Casciati (Pavia), Faravelli, etc. Unele din primele lucrări ale echipei A.V. & *A.C.* au fost elaborate și împreună cu regretatul Prof.dr. ing. Victor-Florin Poterașu, precum [11], [12], [13], [14], [16], [17], [19]. În [12], [13], [26], [13] se studiază și se dezvoltă astfel de abordări bazate pe indici de reliabilitate. Probabilitatea de cedare și estimarea

parametrilor pentru structuri cu rezistență distribuită Weibull au fost abordate în lucrarea [19], prezentată efectiv de Prof. A.V. la *IUTAM Symposium on Probabilistic Methods in the Mechanics of Solids and Structures, To the memory of Waloddi Weibull*, Stockholm, June 1983, lucrarea fiind publicată în volumul editat de Springer-Verlag. O sursă importantă de idei, modele și lucrări au constituit-o volumele conferințelor **SMiRT** - *Structural Mechanics in Reactor Technology*. În *Transactions SMiRT-8* (Brussels, 1985) au fost prezentate lucrări ce introduceau și dezvoltau conceptul de *seismic fragility* - „fragilitatea seismică” sau vulnerabilitatea structurilor (sau echipamentelor) condiționată de ocurența unei mișcări seismice de o anumită intensitate / magnitudine. Aceasta din urmă era - în cele mai multe abordări - cuantificată prin PGA - accelerația de vârf a terenului. Acest concept de fragilitate a fost introdus în special de specialiști din California precum Robert P. Kennedy, M.K. Ravindra, Stanley Kaplan, H. Perla, Paul Bley dar și Asadour A. Hadjian, unul din membrii fondatori ai IA SMiRT și inițiatori ai conferințelor menționate, alături de Thomas Jaeger și Bruno Boley, în 1971. Modelul se baza pe „formatul dublu log-normal” și urmărea evaluarea probabilității de cedare a unor componente / structuri, în special din centrale nucleare-electrice (NPP), sub impactul seismic. Ulterior utilizarea sa a fost adaptată și chiar generalizată de specialiștii în EARTHQUAKE ENGINEERING la structuri mai generale. Echipa A.V. & A.C. a elaborat 9 lucrări în care propuneau dezvoltări și aplicații ale acestui tip de modele: [34], [39], [42], [48], [49], [51], [53], [55], [65]. Poate este cazul de menționat că cei doi autori au avut cel puțin câte o lucrare acceptată la conferințele SMiRT, dintre care 12 au fost prezentate efectiv (la primele 5 din cele 10 ediții mai jos menționate) de cel puțin unul dintre autori ; lucrările au fost publicate în *Transactions* ale tuturor edițiilor acestor conferințe începând cu SMiRT-10 de la Anaheim - CA : SMiRT-10, 1989 [33]; SMiRT-11, Tokyo 1991 [38]; SMiRT-12, Stuttgart 1993 [41]+[42]; SMiRT-13, Porto Alegre (Brasil) 1995 [48]+ [49]; SMiRT-14, Lyon 1997 [54]+[55]+[56]; SMiRT-15, Seoul 1999 [58]+[59]+[60]; SMiRT-16, Washington DC 2001 [63]+[64] +[65]; SMiRT-17, Prague 2003 [69],]; SMiRT-18, Beijing 2005 [74]+[75]; SMiRT-19, Toronto 2007 [80]+[81]. Alte lucrări, abordând metode și modele probabilist-stochastice în evaluarea riscului seismic al cedării dar și al degradării (*seismic damage*) au fost acceptate la ediții succesive ale *ECEE* - *Conferințele Europene de Inginerie Seismică*, respectiv *WCEE* - *Conferințele Mondiale de Inginerie Seismică* și publicate în *PROCEEDINGS*, după cum urmează: 7 *ECEE* (Athens 1982) [16]; 8 *ECEE* (Lisbon 1986) [24]; 9 *ECEE* (Moscow 1990) [34]; 12 *ECEE* (London 2002) [16]. Prof. A. Vulpe a prezentat câte o lucrare la 3 ediții ale conferințelor mondiale: 11 *WCEE* (Acapulco - Mexico 1996) [50], 12 *WCEE* (Auckland - New Zealand 2000) [61] și 14 *WCEE* (Beijing 2008) [83], iar A. Cărașu a prezentat 2 lucrări la 13 *WCEE* (Vancouver - BC 2004) [71, 72]. Să menționăm și conferințele internaționale organizate de IFIP (*International Federation for Information Processing*, WG 7.5 - *Working Group „Reliability & Optimization of Structural Systems”*), care au avut mai puțin participanți decât miile de autori de la conferințele *SMiRT*, *ECEE* și *WCEE*, dar printre aceștia specialiști renumiți în domeniul menționat, europeni dar și din USA, Japonia, Korea, China, Australia. Lucrările [25]+[31] au fost doar publicate în *Proceedings IFIP-1* (Aalborg 1987) și *IFIP-2* (London 1988), ca volume din seria *Lecture Notes in*

Engineering editată de Springer-Verlag (33, respectiv 48), în timp ce la IFIP-4 (München 1991) A.C. a prezentat efectiv lucrarea [40] – L.N. in *Engineering* 76, iar la IFIP-8 (Krakow 1998) lucrările [57]+[62] – aceasta din urmă fiind publicată mai târziu în *Bul. IPI*. Alte lucrări prezentate sau numai publicate la conferințe internaționale sau naționale se pot găsi în LCLP.

Desigur, conținutul lucrărilor mai sus menționate este mai important decât simpla lor citare, dar se poate observa că – la conferințele SMiRT, WCEE și IFIP, A.V. sau/și A.C. au fost singurii sau aproape singurii participanți din România. Aceste reuniuni științifice le-au facilitat contacte directe cu specialiști de prestigiu în *Reliability & Seismic Risk Evaluation / Assessment* precum și obținerea de lucrări recente, de deosebit interes, în aceste domenii. În multe cazuri, aparatul matematic implicat în analiza și evaluarea fiabilității și riscului seismic este mai mult decât elevat. Să menționăm conceptul DPD – *Discrete Probability Distributions* (introdus de S. Kaplan la începutul anilor 80) legat de modelele de fragilitate, studiul riscului seismic cu ajutorul ordonării vârfurilor procesului stohastic de răspuns seismic al structurii, modelele de tip Markov și semi-Markov, modelele bazate pe mulțimi și logică fuzzy. În aceste ultime două categorii de abordări se încadrează și lucrările [59], [72], [75], respectiv [57], [63], [74]. Să mai menționăm că cedarea unui sistem structural de o anumită complexitate depinde în mod relevant de forma sau structura topologică a acestuia, respectiv de structura „logică” a unei facilități ca centralele nucleare-electrice ; la acestea se și folosește termenul de „plant logic”. În unele cazuri, cedarea se produce progresiv sau secvențial, iar pentru reprezentarea acestor procese de cedare sunt necesare instrumente matematice specifice precum grafurile de diverse tipuri. A.V. și A.C. s-au ocupat de cedările progresive / secvențiale în lucrări precum [25], [30], [31], [38], [39] iar diverse reprezentări ale proceselor de cedare au fost propuse în [39], [41], [56], [62]. Ei au propus reprezentări ale evenimentelor / drumurilor de cedare prin diverse tipuri de arborescențe, rețele, grafuri etichetate sau cu ponderi pe arce, *fault trees* (arbori de cedare) și chiar DRLH (*directed recursive labeled hypergraphs*) – un concept mai „exotic” introdus de Harold Boley în studii de AI – inteligență artificială. În unele cazuri astfel de reprezentări au facilitat construirea de algoritmi pentru evaluarea fiabilității / a probabilității de cedare. Să mai consemnăm și câteva lucrări de A.V. și A.C. orientate pe dependența stohastică între cedări, respectiv cedările prin cauză comună – așa nuda CCF (*common cause failure*) *Analysis* ; aceasta abordare a fost dezvoltată mai ales la *Sandia National Laboratories* din USA, în cadrul programelor privind siguranța centralelor nucleare dezvoltate de NUREG (*US Nuclear Regulatory Commission*), care susținuse și cercetările în domeniul fragilității seismice. Aceste lucrări sunt [41], [49], [52], [54].

Revenind la conceptul de fragilitate seismică, acesta și-a demonstrat utilitatea nu numai în modelarea probabilistă a cedărilor ci și în evaluarea nivelurilor de avariere induse de mișcările seismice. Practic, modelele bazate pe fragilitate (în formatul dublu lognormal) au devenit de uz curent în *seismic damage assessment*. În această direcție se înscriu lucrările [61], [64], [65], [66], [67], [71], [74], [77]. Recent, dl lector Mircea Ștefanovici de la Catedra de Matematică a U.T. Iași și-a finalizat și prezentat teza de

doctorat cu un subiect axat pe analiza probabilistă a avarierilor induse seismic, utilizând mai multe dintre lucrările de A.V. și **A.C.** tocmai citate, dar și alte surse.

[11], [12], [13], [14], [18], [26], [27], [52], [53], [62], [66], [67], [77]	13	57
[16], [17], [10], [16], [17], [19], [22], [24], [25], [28], [30], [31], [33], [34], [36], [38], [39], [40], [41], [42], [48], [49], [50], [51], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [63], [64], [65], [67], [69], [71], [72], [74], [75], [80], [81]], [83]	44	

4) **Modelare matematică în studiul traficului rutier urban.** Cele 7 lucrări din acest domeniu al matematicilor aplicate au fost elaborate de Prof.Dr. ing. Dan Popovici (de la Catedra de Comunicații (CFDP) - Facultatea de Construcții a Univ. Tehnice „Gh. Asachi” Iași) în colaborare cu **A.C.** Au fost elaborate și aplicate metode și modele matematice pentru studiul traficului rutier urban în intersecțiile semaforizate. În [43] se găsește o expresie analitică pentru probabilitatea ca un interval de timp de lungime θ să depășească un „time gap” minim sau critic t_m pentru un volum orar dat de trafic printr-o intersecție, ceea ce concură la decizia de a instala sau nu un semafor electric într-o intersecție dată. Studiul unor caracteristici ale traficului prin inetersecții, de natură a face necesară semforizarea acestora, fusese abordat și în [35]. Un studiu al vitezelor de traversare de către autovehicule a intersecțiilor este publicat în [44], stabilindu-se - pe baza unui bogat corpus de observații - variații multiliniare ale vitezelor medii de traversare în funcție de poziția vehiculului în șir. În [45] se propun coeficienți de conversie echivalentă pentru 4 categorii gabaritice de vehicule și 7 poziții în șirul de așteptare la intrarea într-o intersecție stradală. Coeficientul global se exprimă ca produsul a trei coeficienți parțiali. În [46] se caută cele mai adecvate distribuții probabilistice teoretice pentru frecvențele intervalelor de timp dintre două vehicule ce traversează succesiv o intersecție, pe baza datelor de observație în 5 intersecții majore din municipiul Iași. Dintre distribuțiile *exponențială negativă*, *Erlang* și *Pearson III*, prima este găsită drept cea mai adecvată. Lucrările au fost publicate în Buletinul Inst. Politehnic Iași, între 1990 - 1995.

[35], [37], [43], [44], [45], [46], [47]	7	7
--	---	---

Biomatematică - dinamica populațiilor. Cercetările lui **A.C.** în acest domeniu au debutat odată cu inițiativa d-lui Prof.dr. Ilie Burdujan de la Catedra de Matematică a UASVM (Univ. de Științe Agronomice și Medicină Veterinară „Ion Ionescu de la Brad - Iași) de a organiza simposioane de metode matematice în biologie și biofizică, în cadrul sesiunilor științifice anuale al Facultății de Horticultură de la această universitate. Primul *Annual Symposium on Mathematics Applied in Biology & Biophysics* a avut loc în 30-31 mai 2002 și au urmat altele 4, până în 2006. Toate cele 6 lucrări se înscriu în

sub-domeniul DINAMICII POPULAȚIILOR, mai exact al populațiilor de organisme unicelulare. Prima sursă (și cea principală) a constituit-o volumul 68 din **LECTURE NOTES IN BIOMATHEMATICS** (Springer-Verlag, Berlin - Heidelberg - New York 1986), editat de proeminenții cercetători olandezi în acest domeniu al **BioMaths** J.A.J. Metz și Odo Diekmann și intitulat *The Dynamics of Physiologically Structured Populations*. De altfel, cei doi editori semnează și mai multe capitole ale acestui volum masiv, ceilalți autori fiind și ei olandezi. Majoritatea contribuțiilor (capitolelor) din acest volum fac apel la modele matematice „clasice” ca ODEs și PDEs, dar și la concepte mai avansate precum semigrupurile de operatori (între spații Banach), generatori diferențiali ai proceselor Markov - lanțuri Markov în timp continuu, modele semi-Markov și de tip *renewal*, operatori liniari închiși pe spații Banach complexe, procese de bifurcație, matrici nonnegative și tipuri speciale de astfel de matrici etc. **A.C.** (autor unic al celor 6 lucrări din acest domeniu) a încercat să scoată în evidență tocmai astfel de aspecte și instrumente matematice implicate în studiul dinamicii populațiilor. Noțiuni și metode matematice utilizate în studii și publicații mai vechi ale unor autori ca P.H. Leslie (1945-1948), Samuel Karlin (1972-1978), S.I. Rubinow și G. Oster (1978) dar și în cele ceva mai recente ale biomatematicienilor de la Amsterdam au fost reformulate sau actualizate în corelație cu abordări mai recente din teoria operatorilor, teoria matricelor pozitive și a celor nenegative, din procese Markov și semi-Markov. Din punct de vedere biologic, obiectul fiecăreia din cele 6 lucrări poate fi descris, succint, precum urmează. În [68], se prezintă ecuațiile ce modelează relația *prădător-pradă* și noțiunea de populație structurată, apoi distribuția dimensiunii celulelor și studiul acesteia folosind semigrupuri de operatori lineari. Lucrarea [70] este o continuare a celei anterioare din punctul de vedere al obiectului - dinamica populațiilor unicelulare structurate - dar accentual cade pe utilizarea modelelor de tip Markov. Se prezintă conceptul de proces Markov, într-o formulare apropiată de cea a primilor cercetători români de impact în **BioMaths**, Acad. Marius Iosifescu și P. Tăutu (autorii cunoscutei monografii în două volume din 1973). Apoi se prezintă balanța de masă și dependența de vârstă în dinamica populațiilor și abordarea Lagrange în studiul acesteia, care constă în observarea unui individ și a ceea ce se întâmplă în imediata sa veciunătate. Evoluția dependentă de vârstă a unei populații cu spațiu finit de *i*-stări se modelează printr-un lanț Markov cu timp continuu care conduce la un nucleu al nașterilor (*birth kernel*) și la o probabilitate de supraviețuire până la vârsta *a* de tip exponențial. Procesele semi-Markov și ecuațiile de reînnoire (*renewal*) oferă contextul matematic adecvat pentru modelarea evoluției populațiilor în care un individ inițial este succesiv înlocuit de urmașii săi. Spectrul operatorilor pe spații Banach complexe, care descriu distribuția după dimensiune a celulelor, face obiectul lucrării [73]. Se prezintă noțiunea de (sub)spațiu propriu generalizat și se discută semnificația biologică a amplasării valorilor proprii în planul complex. Se consideră trei cazuri pentru funcția de creștere $V(x)$. Se constată că ecuația integro-diferențială ce descrie dinamica densității N a populației are soluții care nu descresc la 0 odată cu $t \rightarrow \infty$ dacă ecuația sa caracteristică are rădăcini cu părți reale pozitive (adică situate în semiplanul $\text{Re } \lambda \geq 0$). Studiul dinamicii populațiilor cu considerarea dependenței de vârstă este din nou abordată în [76], pe

baza unor lucrări publicate în 1978 ale autorilor deja menționați, Rubinow și Oster. Dacă se admite că numărul total de indivizi la momentul t , $N(t)$, verifică o ecuație diferențială liniară simplă, aceasta conduce la o creștere malthusiană dar – în această abordare simplistă – se neglijează interacțiunea dintre populația formată din indivizii unei specii cu cei de alte specii. O PDE liniară simplă (omogenă), care să guverneze evoluția (sau distribuția) densității ca funcție de timp și de vârstă, a fost generalizată de Scherbaum – von Rausch – Foerster prin luarea în considerare a pierderii de celule, ajungându-se la ecuația (PDE) liniară neomogenă – ecuația RSF cum este cunoscută în literatură. Problema Cauchy asociată acesteia se poate rezolva prin metoda dezvoltării (în serie) după generații, dar și prin utilizarea unei ecuații integrale. Ecuația RSF este considerată și de G. Oster, dar cu o altă condiție la limită în problema Cauchy asociată. În [76] se face legătura între aceste abordări mai timpurii ale distribuției densității dependente de vârstă și modelele de reînnoire – *renewal*, pentru nucleul nașterilor $b(t)$, descris printr-o ecuație integrală. Comportarea dinamică a distribuției vârstă-dimensiune a fost studiată de un alt biomatematician olandez, H.J.A.M. Hejmans care ajunge la o descriere complexă a proceselor de fisiune și de moarte, ca funcții de cei trei parametri (t, a, x) . – timp, vârstă, dimensiune. În [78] se abordează utilizarea unor tipuri speciale de matrici, cele pozitive, nenegative, primitive în studiul dinamicii populațiilor. După două secțiuni cu caracter matematic dedicate acestor matrici dar și celor reductibile, āprimitive etc., în care se prezintă și Teorema lui Perron-Frobenius, se abordează modele matriceale iterative ale evoluției unei populații prin vectori succesivi de stare, prin ecuații de forma $x_k = P x_{k-1}$. Se prezintă *Teorema fundamentală a demografiei* pentru un model cu matrice de proiecție P primitivă, caracterizări ale matricelor primitive și o caracterizare pentru rata netă de reproducere $R_0 > 0$. Se face astfel un survey al unor noțiuni și rezultate mai vechi (de la cele datorate unor H.P. Leslie 1945-1948, sau S. Karlin 1972-1978) până la rezultatele recente raportate într-un articol de Li-Chi Kwong & Hans Schneider (2002), cu adăugarea unor proprietăți ale matricelor nenegative și valorilor lor proprii, care au fost incluse și în celebra monografie **MATRIX ANALYSIS** de R. Horn & Ch. Johnson (1985).

Lucrarea [81] nu a fost prezentată la vreun simposion **BioMathsPhys** ci reprezintă o dezvoltare a unor rezultate din lucrări anterioare, mai ales [73], în cadrul unui grant al Catedrei de Matematică (Grant **GR 63**, 2006-2007). S-a insistat pe dinamica populațiilor cu dependență de vârstă, cu trei abordări diferite ale rezolvării ecuației – problemei (PDE) ce guvernează evoluția unor astfel de populații: prin metoda dezvoltării după generații dar și prin cele bazate pe *renewal equations*. (REs), apoi pe *abstract renewal equations*. (AREs) Tematica grantului respectiv se axa pe aproximarea soluțiilor unor ecuații funcționale, inclusiv PDE.

[68], [70], [73], [76], [78], [81]]

7

7
