



ACADEMIA ROMÂNĂ

Comitetul Român de Istoria și Filosofia Științei și Tehnicii

– Divizia de Istoria Științei –

# STUDII ȘI COMUNICĂRI/DIS

Vol. XVI/2023

Editura MEGA

# CONSIDERAȚII ASUPRA CIBERNETICII. CONTRIBUȚII ROMÂNEȘTI

**Ioana PETCU<sup>1</sup>**  
ioana.petcu@ici.ro

**ABSTRACT:** This article presents the important moments in the evolution and development of cybernetics, highlighting how cybernetics uniquely participates in advancing other sciences, building bridges between independent sciences and shaping future. A special place in the emergence of cybernetics was also held by Romanian personalities, who, together with the world's elites, contributed to the construction of the sciences of the future. Thus, through their scientific genius, Ștefan Odobleja, Aurel A. Avramescu, Grigore Moisil, Constantin Bălăceanu Stolnici, Edmond Nicolau or Emil Scarlat have intuited the basic ideas of cybernetics, exposing them in scientific works of great value and significance for the emergence and development of modern cybernetics. From the perspective of cybernetics, a number of major directions in which scientific knowledge develops are highlighted, so that at the end of this paper we have identified some directions of action formulated by cybernetics, which have numerous applications in various other sciences and fields of activity.

**KEYWORDS:** Ștefan Odobleja, pioneers of Romanian Cybernetics, consonant theory, feedback loops, complex systems theory.

## *1. Introducere*

Trăim o eră a dezvoltării tehnologice, trecând rapid de la o societate industrială la una informațională. De curând am intrat în era celei de a patra revoluții industriale și suntem pe cale să facem următorul pas către a cincea revoluție industrială, care ne aduce o nouă paradigmă de

---

<sup>1</sup> Doctor în Cibernetică economică; absolvent al Programului de „Inițiere în istoria și filosofia științei și tehnicii” – CRISFT al Academiei Române, 2023; absolvent studii postuniversitare în Administrația Publică – Specializare e-guvernare; absolvent studii postuniversitare în Securitatea Infrastructurilor Critice; cercetător științific în cadrul ICI București; expert digitalizare ARSC.

interacțiune între oameni și mașini, în care cibernetică se conturează a fi un instrument important în modelarea gândirii științifice.

În această lucrare sunt prezentate momentele importante din evoluția și dezvoltarea ciberneticii, cu un capitol distinct al rolului esențial pe care personalitățile românești, alături de elitele mondiale din domeniu, l-au avut la construirea științelor viitorului. Astfel, prin geniul lor științific, personalități românești precum Ștefan Odobleja, Aurel A. Avramescu, Grigore Moisil, Constantin Bălăceanu Stolnici, Edmond Nicolau sau Emil Scarlat au intuit ideile de bază ale ciberneticii expunându-le în lucrări științifice de o deosebită valoare și însemnătate pentru apariția și dezvoltarea ciberneticii moderne.

De asemenea, lucrarea evidențiază maniera unică în care cibernetică participă la progresul altor științe, la realizarea unor punți de legătură între științe independente, precum și la construirea viitorului, un viitor care în viziunea ciberneticii a putut fi prefigurat cu mult timp înainte ca propriu-zis evoluția tehnologică să conducă la materializarea aceluși viitor.

Folosind instrumente teoretice, oamenii de știință români, au previzionat importanța informației și evoluția rapidă a tehnicii informației și calculului matematic. Profesori, cercetători, oameni de știință români au avut permanent contribuții importante în cibernetică, pornind de la momentul fondării acestei științe și ajungând la situațiile în care cibernetică a devenit disciplină în cadrul altor științe.

Din nefericire, izbucnirea celui de-al Doilea Război Mondial a împiedicat lumea științifică să cunoască și să recunoască contribuția excepțională a lui Ștefan Odobleja prin lucrarea sa din 1938, *Psihologia Consonantistă*, permițând astfel ca Norbert Wiener să fie desemnat întemeietorul Ciberneticii, după 10 ani. O parte din conceptele și ideile de bază care aveau să constituie mai târziu limbajul cibernetic au apărut în istoria cunoscută a științei cu mult înainte de momentul care astăzi este considerat de către lumea științifică drept moment al nașterii ciberneticii.

Cibernetică<sup>2</sup> a fost definită ca disciplină care studiază comunicațiile și controlul între subsistemele din compunerea organismului viu sau al unui dispozitiv realizat de om. Conceptul avea ulterior să se dezvolte mai ales în domeniul informaticii și al sistemelor digitale, cibernetică de astăzi<sup>3</sup> ocupându-se de modul în care un sistem primește și prelucrează informațiile,

<sup>2</sup> [11]

<sup>3</sup> [6]

acționând față de acestea, studiind deopotrivă procesele prin care sistemele complexe se adaptează în scopul de a-și optimiza funcționarea.

Cercetarea făcută este bazată pe metoda istoriografică, în care urmează a se face prezentarea cronologică a datelor și informațiilor extrase din bibliografie și analiza calitativă a acestora în scopul de a trage concluzii privind maniera în care a evoluat cibernetica.

Prin analiza participării semnificative a oamenilor de știință români la dezvoltarea ciberneticii ca știință, punctând meritele și contribuțiile acestor iluștri oameni de știință, identificăm locul ocupat de aceștia în istoria științei comparativ cu elita mondială din domeniu.

## **2. Rolul personalităților românești în apariția și dezvoltarea ciberneticii**

Creatorul la nivel mondial al ciberneticii generalizate este considerat fără echivoc savantul român *Ștefan Odobleja* (1902–1978), care prin opera sa fundamentală *Psihologia consonantistă*, expune pentru prima dată ideea de „cibernetică a consonantismului”, ceea ce numim astăzi *feedback* pozitiv, exprimându-și intenția de a sistematiza psihologia în jurul noțiunii de consonanță, ca și dorința de a interpreta psihicul prin intermediul fizicii. Ideea sa extrem de modernă, confirmată de progresul științific se referă la faptul că știința va ajunge să creeze idei în laborator.

*Psihologia consonantistă*, carte în două volume, nu este numai o lucrare de psihologie, ci un tratat de un înalt nivel științific privind concepția sistemică și cibernetică asupra lumii vii și neviei, o prezentare filozofică a proceselor mintale și a științei analizate în paralel.

Încă din anul 1938, Ștefan Odobleja stabilește un număr de legi universale, pe care le aplică tuturor domeniilor, tuturor științelor, atât științelor naturii inerte, cât și științelor lumii vii, psihologiei și fenomenelor economico-sociale:

- legea echivalenței
- legea echilibrului
- legea compensației
- legea reacției
- legea oscilației
- legea reversibilității sau a conexiunii inverse (*feedback*)
- legea inerției
- legea consonanței sau rezonanței

– legea transformării sau evoluției

Dintre aceste legi, Odobleja consideră că *legea reversibilității* este fundamentală, definind astfel viața prin reversibilitate<sup>4</sup> [9], dovedind astfel puterea inovatoare a gândirii lui, care vede în această înlănțuire de cauze și efecte, principiul general al tuturor fenomenelor [3]. În acest fel, Odobleja a rămas cunoscut în România drept creator al Psihociberneticii dar și al Ciberneticii generalizate, aceasta din urmă având diverse aplicații practice în toate domeniile și ramurile științei.

Pornind de la pregătirea sa de medic și de filosof a pus bazele teoretice ale ciberneticii generalizate, cu toate că denumirea inițială dată de el a fost aceea de „psihologie consonantistă” [4].

Printre lucrările fundamentale semnate de Odobleja în materie de cibernetică putem aminti: *Psychologie consonantiste volumul 1* [16] care a apărut la Editura Maloine, Paris, 1938 și apoi, *Psychologie consonantiste volumul 2* [17] apărut tot la Editura Maloine, Paris, 1939, respectiv lucrarea sa finală *Psihologia consonantistă și cibernetica* (1978) [10].

Potrivit lui Odobleja, originile Ciberneticii ar fi identificate în Psihologie [12]. Idei într-un totu asemănătoare a lansat la finele anilor '40 și Norbert Wiener<sup>5</sup>, acesta bucurându-se de mult mai multă recunoaștere internațională.

Din nefericire pentru recunoașterea internațională a contribuției românești ca întemeietoare a ciberneticii, izbucnirea celui de-al Doilea Război Mondial a împiedicat lumea științifică să cunoască și să recunoască contribuția excepțională a lui Ștefan Odobleja, iar termenul de *cibernetica* [14] avea să fie propus de către Norbert Wiener în anul 1948, 10 ani mai târziu față de anul apariției lucrării lui Odobleja.

În anul 1982, este înființată la Lugano, în memoria sa, *Academia de Cibernetica*, Elveția fiind de altfel și țara care i-a recunoscut savantului român meritele la nivel mondial.

Adevărata sa recunoaștere oficială a fost, însă, cea făcută de Academia Română (1990) care l-a ales ca membru post-mortem. Ca semn al recunoașterii meritelor sale, în România numele lui Odobleja a fost acordat mai multor licee (din Turnu-Severin, Craiova și, respectiv,

<sup>4</sup> [9] „viața este un cerc vicios de acțiuni și reacțiuni reciproce. O reversibilitate complexă de fenomene fizico-chimice [...]. Un cuplu reversibil de acțiuni și reacțiuni. Un fenomen complex unde fiecare fenomen parțial este succesiv când cauză, când efect [...]”

<sup>5</sup> Norbert Wiener (1894–1964) matematician și filosof american.

București) precum și denumirea Spitalului Militar din Craiova sau al străzii pe care acesta a locuit. Începând cu anul 2004, satul în care s-a născut îi poartă numele, dar nici acest fapt nu-i aduce recunoașterea internațională meritată.

Opera lui Odobleja se află în prezent în curs de recuperare și reevaluare, constituind una din cele mai solide contribuții la apariția teoriei generale a sistemelor și a ciberneticii.

Exceptând preocupările și strădaniile Academiei Române, niciun alt for științific important din lume nu a prezentat activitatea lui Ștefan Odobleja și nici nu a fost unanim și oficială recunoscută înțâietatea acestuia în cibernetică.

Până la începutul Războiului Rece (1947) lumea științifică deja înregistrase o serie de importante descoperiri în fizică și chimie, matematică și logică, biologie și medicină, la care s-au adăugat și numeroase invenții ce au amplificat procesul de industrializare și de automatizare a activităților de fabricație din diverse ramuri ale industriei. În acest context a apărut oficial Cibernetica, în anul 1948.

Cu toate că fundamentele acestei noi discipline erau puse de Ștefan Odobleja încă din 1938, în lumea științifică de astăzi fondatorul ciberneticii este considerat americanul (de origine evreiască) *Norbert Wiener*, cunoscut astăzi mai ales ca întemeietor al Ciberneticii, grație lucrării sale fundamentale intitulată *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* (1948). S-a aplecat cu mult interes asupra noțiunilor de mesaj (informație) și mai ales a modului în care aceasta ajunge să fie transmisă de sursă la observator, subliniind rolul esențial al informației în cadrul sistemelor de orice fel, de la cele biologice la sistemele sociale sau cele specifice oricărui dispozitiv tehnic.

În baza acestor observații, Wiener formulează principiul care este considerat că fundamentează Cibernetica, prin aceea că definește legăturile generate de informație<sup>6</sup> (1948). În elaborarea acestei teorii, Wiener a întrebunțat rezultatele privind rolul important al conexiunilor nervoase în transmiterea impulsurilor electrice de la sistemul nervos central către organe și prin aceasta a înțeles faptul că informația în sisteme constituie elementul esențial al proceselor de control și de comunicare, indiferent de

<sup>6</sup> [15] „cantitatea de informație dintr-un sistem este o măsură a gradului său de organizare, astfel că entropia unui sistem este o măsură a gradului său de dezorganizare”.

natura și de tipul sistemului respectiv, rezultate obținute anterior [5] de *Warren Sturgis McCulloch*<sup>7</sup> și *Walter Harry Pitts*<sup>8</sup>.

*Alexandru Dimitrie Xenopol* (1847–1920) istoric, filosof, sociolog și economist român de origine evreiască (potrivit lui Neagu Djuvara) sau anglo-saxonă (potrivit memoriilor sale) a fost întemeietorul teoriei studiului istoric din perspectivă filosofică. Cunoscut mai ales pentru studiile și lucrările sale din domeniul istoriei, a fost profesor al distinsului istoric Nicolae Iorga. Ales în anul 1893 membru titular al Academiei Române și ulterior (1898 – 1901) rector al Universității din Iași, a realizat studii în Filosofia istoriei către sfârșitul secolului al XIX-lea. A întocmit *teoria scrierilor istorice*, prin lucrările *Les principes fondamentaux de l'histoire* (Paris, 1899) și *La théorie de l'histoire* (Paris, 1908). Potrivit acestei teorii, numită mai târziu, cibernetică, faptele istorice trebuie să decurgă unele din altele și, din pricina legăturilor cauzale stabilite între ele, formează serii istorice, evoluția umanității putând fi în acest fel prevăzută sau încadrată în modele. Xenopol face distincția între faptele co-existente raportate preponderent la spațiul lor de desfășurare și, respectiv, faptele de succesiune, acestea dezvoltându-se în timp, prin evoluție. Potrivit lui Xenopol, faptele co-existente se repetă fără a suferi modificări (făcând obiectul studiului teoretic), iar faptele de succesiune suferă permanente modificări și nu se repetă, făcând obiectul studiului istoric.

De altfel, concepția lui Alexandru Xenopol privind existența obligatorie a sistemului de principii privind știința istoriei avea să fie preluat la nivel internațional de către alți teoreticieni cum ar fi *Arnold J. Toynbee* (1889–1975), om de știință englez, istoric și filosof al istoriei, preocupat mai ales de studiul evoluției pe termen lung a civilizațiilor și culturilor, autor al monumentalei lucrări *Study of History*, un studiu privind evoluția a nu mai puțin de 26 de civilizații din istoria omenirii, prin aceasta demonstrând existența la nivel implicit sau explicit a unor procese și fenomene comune.

Atât Xenopol cât și Toynbee admit faptul că evoluția istorică trebuie să conțină o serie de elemente comune, repetitive și predictibile, plus

<sup>7</sup> Warren Sturgis McCulloch (1898–1969) neurofiziolog, cunoscut pentru contribuțiile sale în Cibernetică, pornind de la studiul proceselor din creier.

<sup>8</sup> *Walter Harry Pitts* (1923–1969) logician, cunoscut pentru meritele sale în domeniul neuroștiinței computaționale, având contribuții importante în ceea ce privește activitatea neuronală dar în domenii precum filosofie, informatică, crearea de rețele neuronale artificiale, cibernetică și inteligență artificială.

influența unor evenimente unice, nerepetitive, dar care se înscriu în anumite modele ce pot fi stabilite de către cercetarea științifică, transformând în acest fel evenimentele aleatorii, unice și ne-repetitive, în procese/fenomene predictibile în principiu, aceasta ajutându-ne să înțelegem modul de funcționare al civilizației umane și totodată, să prevedem felul în care va evolua aceasta pe termen lung.

Academicianul *Aurel A. Avramescu* (1903–1985) valoros matematician și inginer român, a studiat matematica pentru ca apoi să se îndrepte către Institutul Politehnic din Dresda, unde și-a obținut titlul de inginer electrotehnician în 1928. Nouă ani mai târziu obține titlu de doctor în inginerie la Dresda cu o teorie a difuzării căldurii în conductoare și contacte. Avramescu a fost membru corespondent al Academiei de Științe din România (din 1940) pentru ca apoi, în 1963 să devină membru titular al Academiei Române [4], fiind numit președinte al Centrului de Documentare Științifică al Academiei. Amintim faptul că a fost asistentul profesorului Dimitrie Leonida în cadrul Institutul Politehnic București și președinte al Comisiei de Automatizări a Academiei Române. Considerat precursor al industriei electronice și a elementelor de automatizare din România, Avramescu a efectuat cercetări asupra difuziei informației științifice [3] și a tratat noțiunea de energie informațională, introdusă de Octav Onicescu.

Academicianul *Grigore C. Moisil* (1906–1973) matematician român considerat părintele informaticii românești, a pus bazele școlii de algebră logică și a teoriei algebrice a mecanismelor automate și a fost fondatorul studiilor de logică polivalentă și logică nuanțată. De asemenea a fost inventator al circuitelor electronice tristabile, între 1940–1950 realizând valoroase cercetări în domeniul circuitelor electronice, mutându-și interesul către informatică imediat după al Doilea Război Mondial.

Cercetător și profesor, Grigore Moisil, a fost un vizionar, intuind importanța pe care informatica și calculatoarele o vor avea în următoarele decenii, fiind promotorul introducerii matematicii în școli și licee. A extins predarea matematicii în toate formele de învățământ și a introdus informatica în România. Începând cu 1953 abordează cibernetica elaborând o serie de lucrări valoroase în acest domeniu. La inițiativa sa a fost realizat Centrul de Calcul din cadrul Universității București, o noutate chiar și la nivel global în acea perioadă.

Profesorul universitar *Edmond Nicolau* (1922 – 1996), inginer specialist



în radiocomunicații, este un alt nume cu rezonanță în evoluția ciberneticii moderne. A făcut studii în domeniul limbajelor neuronale fiind profesor la Institutul Politehnic din București, distingându-se prin cultura sa, prin profunzimea și mobilitatea ideilor. Nicolau este cunoscut ca un cercetător marcant la nivel internațional pentru propunerea unor modele cibernetice ale sistemului nervos – neurocibernetica, de altfel promotor al ciberneticii medicale, fiind unul dintre fondatorii Societății Române de Rețele Neuronale.

Profesorul Edmond Nicolau a publicat o serie de studii de cibernetică cunoscute în mediile științifice internaționale alături de profesorul Constantin Bălăceanu-Stolnici, îmbinând în lucrările sale științele exacte cu cercetarea vieții. La sfârșitul anilor '60 a susținut înființarea Facultății de cibernetică din cadrul Academiei de Studii Economice București, fiind și decan al acestei facultăți, dar și director al Centrului de calcul din cadrul aceleiași academii. Printre lucrările sale amintim: *Cibernetica și progresul societății (1980)* [6], *Scurtă istorie a creației științifice și tehnice românești (1981)* [8], *100 de oameni de știință și inventatori români (1987)* [7].

O altă personalitate marcantă este academicianul *Constantin Bălăceanu Stolnicu*<sup>9</sup>, care, alături de Edmond Nicolau și de o serie de alți cercetători, a realizat studii cibernetice privind rețelele neuronale. Absolvent al Facultății de Medicină din București, doctor în științe medicale, și-a desfășurat activitatea didactică la catedrele de Anatomie și Neurologie ale Institutului de Medicină din București (1947–1952) și a lucrat la clinicile neurologice ale spitalelor „Colentina”, „Dr. I. Cantacuzino”, „Gh. Marinescu” (1949–1974). În perioada 1974–1993 a lucrat ca șef de secție, șef de clinică, medic și director al Institutului Național de Gerontologie și Geriatrie.

A fost profesor suplinitor la Catedra de cibernetică generală a Facultății de Filosofie a Universității București, profesor și prorector al Universității Ecologice, unde a predat cursuri de geriatrie, neuropsihologie și istoria culturii, precum și profesor asociat la Universitatea din Newcastle-upon-Tyne (Anglia), Universitatea Pontificală din Porto Alegre (Brazilia), Universidad Internacional Menéndez Pelayo din Santander (Spania), Academia Medicală Cataloneză din Barcelona (Spania), Colegiul de Medicină din Paris (Franța).

<sup>9</sup> *Constantin Bălăceanu Stolnici* (1923–2023) a fost medic neurolog și neurochirurg, profesor de neuropsihologie și anatomie a sistemului nervos.

A fost membru de onoare al Academiei Române (din 1992), director onorific al Institutului de Antropologie „Francisc I. Rainer” al Academiei Române, Doctor Honoris Causa al mai multor universități din țară și membru al mai multor instituții de cercetări științifice din țară și străinătate. De asemenea, a fost membru al Academiei de Științe Medicale din România, al Societății de Neurologie și Neurochirurgie, al Societății de Gerontologie, al Comisiei de Cibernetică Medicală, al Grupului român de lingvistică aplicată, al Societății Franceze de Neurologie, al Institutului de Psihiatrie „R. Collaut” din Madrid, al Societății Spaniole de Neurologie „Phronesis”, al Societății Braziliene de Cibernetică, al Societății Mondiale de Cibernetică și Sisteme Generale cu sediul la Londra, al Societății Internaționale de Cibernetică cu sediul la Neapole, al Asociației Americane de Cibernetică, al Societății Franceze de Înalte Studii.

Activitatea sa științifică s-a desfășurat, cu deosebire, în domeniile neurologiei și neurofiziologiei, neuro-oftalmologiei, neuro-ontologiei, gerontologiei, istoriei medicinei, dar și în domeniile istoriei naționale, genealogiei și heraldicii, precum și în cel al ciberneticii și teoriei generale a sistemelor. Este, de altfel, primul care a introdus în România conceptele și metodele ciberneticii în domeniului neurofiziologiei, iar contribuțiile sale îl situează printre pionierii în domeniu pe plan mondial.

Dintre lucrările sale, apreciate drept fundamentale pentru dezvoltarea neurociberneticii și psihociberneticii, precum și pentru analiza cibernetică a limbajului, amintim „Cibernetica” (1967), „Elemente de neurocibernetică” (1967), „Les fondements cybernetiques de l’activite nerveuse” (1971, apărută și în limba portugheză, 1974), „Personalitatea umană – o interpretare cibernetică” (1972).

Academicianul *Mihai Drăgănescu* (1929–2010), inginer electro-nist, eseist și filozof român, membru titular și președinte al Academiei Române, a fost profesor doctor docent în cadrul Institutului Politehnic din București, fiind cunoscut mai ales pentru contribuțiile sale la dezvoltarea teoriei tuburilor electronice (influența capacităților între electrozi asupra circuitelor electronice) și a dispozitivelor semiconductoare (teoria tranzistorului la nivele mari de injecție, efecte capacitive și inductive în dispozitive semiconductoare).

În perioada 1976 – 1985 a fost director al Institutului Central pentru Conducere și Informatică – ICCI (actualul Institut Național de Cercetare – Dezvoltare în Informatică – ICI București), fiind de asemenea membru

de drept în Consiliul științific până în anul 2003, când devine președinte al Consiliului științific. În anul 2004 a făcut parte din Consiliul de Administrație al ICI București, ca membru din partea Academiei Române. Amintim că în anii 1977, când au fost introduse pentru prima oară sistemele informatice în biblioteci și informatizarea bibliotecilor, academicianul Mihai Drăgănescu a fost inițiatorul proiectului de pionierat de realizare a unui sistem de regăsire a informației la Biblioteca Academiei, pe baza aplicării și adaptării pachetului de programe MISTRAL, obținut inițial prin licență cu calculatorul Felix, împreună cu alte produse program de uz general. [18]

Dintre lucrările sale științifice de mare însemnătate la cunoașterea în domeniul istoriei științei și tehnicii și evoluția ciberneticii amintim *Precursori români ai ciberneticii, Editura Academiei, 1979* [4] și *Odobleja between Ampère and Wiener, Editura Academiei, Bucharest, 1981* [2].

A fost de asemenea membru de onoare al Academiei de Științe a Moldovei, membru corespondent al Institutului Ecuadorian pentru științe naturale, al Academiei europene de științe și arte (Academia Scientiarum et Artium Europaea) din Salzburg – Austria și s-a numărat printre cele 730 de personalități universale ale Academiei Mondiale de Artă și Știință (World Academy of Art and Science).

Profesorul *Emil Scarlat*<sup>10</sup> este considerat deschizător de drumuri, ajungând una dintre cele mai apreciate personalități științifice din România în domenii precum: Bazele Ciberneticii ca știință a complexității, Modelarea fenomenelor și proceselor economice neliniare, Teoria haosului și aplicațiile economice ale acesteia, Mulțimile fractale, Inteligența computațională, Sisteme și modele bazate pe agenți, Teoria riscului aplicată în întreprinderi, Managementul cunoașterii, rețele sociale complexe.

În anul 1980 a absolvit și Facultatea de Matematică a Universității din București, iar din anul 1999 a devenit îndrumător de doctorat, în specializarea Cibernetică economică. Întreaga sa viață a fost dedicată în întregime învățământului românesc și Academiei de Studii Economice din București. Profesorul Emil Scarlat a scris și publicat peste 30 de cărți și studii științifice, peste 120 de articole, a condus și a participat la mai mult de

<sup>10</sup> *Emil Scarlat* (1949–2022) a fost profesor universitar doctor, șef al promoției 1972 secția de Cibernetică Economică a Facultății de Calcul Economic și Cibernetică Economică din cadrul Academiei de Studii Economice.

10 contracte de cercetare științifică, prezidând Conferințe internaționale de prestigiu din țară și străinătate.

De-a lungul prodigioasei sale cariere didactice a elaborat numeroase cursuri universitare fundamentale pentru pregătirea specialiștilor în domeniul Ciberneticii economice, fiind autor sau coautor al multor lucrări de referință, cum sunt: *Bazele ciberneticii* (1997), *Politici macroeconomice* (1998), *Macroeconomie dinamică* (2001), *Dinamică economică* (2002), *Piața financiară și gestiunea portofoliilor* (2002), *Cibernetica sistemelor macroeconomice reale* (2005) [13], *Agenți și modelarea bazată pe agenți în economie* (2005). A predat o varietate de discipline precum: Cibernetică Economică, Modelarea proceselor economice, Dinamică economică, Teoria deciziei, Microeconomie, Macroeconomie, Analiza și diagnoza sistemelor economice, Bazele Analizei Afacerilor, Managementul proceselor de afaceri, Măsurarea performanțelor întreprinderii.

În anul 1980, Emil Scarlat a primit Premiul Academiei Române pentru cartea *Metode și modele ale analizei economice structurale*, iar în anul 2012 Premiul AGER pentru promovarea cercetării în domeniul științifice fundamentale, pentru cartea *Bazele ciberneticii economice*. A fost membru în colectivele de redacție ale unor reviste internaționale cotate ISI sau citate în baze de date internaționale prestigioase. A fost primul șef de Catedră de Cibernetică economică, la a cărei constituire a contribuit decisiv, îndeplinind această funcție în perioada 1993–1996, iar în anul 2017 primește titlul de *Profesor Emerit* al Academiei de Studii Economice București.

Emil Scarlat a contribuit decisiv la proiectarea și actualizarea permanentă a planurilor de învățământ a Specializării Cibernetică Economică și a Masteratului de Cibernetică și Economie Cantitativă, fiind cunoscut și apreciat pentru stilul modern de predare și colaborare, pentru personalitatea vizionară și enciclopedică, pentru puterea extraordinară de inovare.

Profesorul universitar Emil Scarlat a impus un puternic și permanent curent de reformă în Școala Românească de Cibernetică, influențând astfel pozitiv cariera atât de multor generații de studenți. A respectat mereu valorile autentice, a descoperit talente și le-a cultivat, a încurajat mereu și a ajutat necondiționat tânăra generație și a dat permanent un suflu nou și modern activității didactice și cercetării în domeniul pe care l-a iubit și căruia i-a dedicat viața – Cibernetica economică.

### 3. Direcții majore în construirea științei viitorului din perspectiva ciberneticii

La nivelul actual al dezvoltării științei și cunoașterii, din perspectiva ciberneticii s-au putut trasa în evaluarea evoluției viitoare a științei, următoarele direcții principale, acestea intersectându-se într-un fel sau altul cu toate componentele științei și influențând toate domeniile evoluției tehnologice. Anticipăm din perspectivă cibernetică, faptul că evoluția științifică a următoarelor câteva secole se va înscrie în aceste mari linii directoare:

1. *Aplicațiile algoritmilor genetici*<sup>11</sup>, care potrivit ciberneticii s-ar face prin intermediul unor programe speciale de calcul bazate pe principii și acțiuni care sunt împrumutate din genetică (așa cum ar fi reproducerea, mutația, selecția naturală sau automată etc.), acestea fiind utilizate în variate domenii în scopul optimizării sau a remodelării sistemelor complexe. Constau în aplicația cibernetică a Teoriei sistemelor adaptive<sup>12</sup>, potrivit lucrărilor lui John H. Holland<sup>13</sup>.

2. *Conceptul A-Life* din cibernetică privind aplicarea principiilor sistemelor vii, celulare. Automatele celulare sunt utilizate ca modele în vederea realizării de structuri auto-organizatoare în cadrul sistemelor complexe din cibernetică, având importante aplicații în domeniul inteligenței artificiale. Pot constitui modalități de aplicare practică a rețelelor booleene<sup>14</sup>, potrivit lucrărilor lui Chris Langton<sup>15</sup>.

<sup>11</sup> *Algoritmii genetici* sunt acele tehnici adaptive destinate căutării euristice, bazându-se pe principiile geneticii și, respectiv, ale selecției naturale, potrivit teoriei lui Charles Darwin. Mecanismul aplicat este similar procesului biologic/natural al evoluției. Probabilitatea supraviețuirii crește cu cât gradul de adaptare este superior, adică soluția se apropie de optim. Algoritmii genetici devine astfel un model informatic similar modelului evoluționist și destinat rezolvării problemelor de optimizare. De regulă, un astfel de program posedă un set de șiruri binare (populația) și respectiv, un set de operatori definiți asupra populației, prin aceștia din urmă algoritmii genetici manipulează cele șirurile cele mai bune, evaluate prin funcția-obiectiv, identificând modelul optim în domenii diverse, de la economie și sociologie, la diverse aplicații în tehnică.

<sup>12</sup> Termenul *sisteme adaptive complexe*, uneori vorbindu-se depre știința complexității, este întrebuințat pentru a desemna acel cadru teoretic interdisciplinar, menit stabilirii răspunilor fundamentale legate de fenomenul vieții, funcționarea sistemelor adaptabile etc.

<sup>13</sup> John Henry Holland (1929–2015) inginer, informatician și psiholog, cunoscut pentru algoritmii genetici și aplicațiile acestora.

<sup>14</sup> *Algebra booleană* sau *logica booleană*, constituie un subdomeniu particular al matematicii în care legile gândirii (obiect de studiu în logică) sunt matematic studiate cu ajutorul unor simboluri, prezentate pentru prima oară de matematicianul englez George Boole în lucrarea *The Laws of Thought* (1853).

<sup>15</sup> Christopher Gale Langton (n.1948) informatician, considerat ca unul dintre fondatorii

3. *Conceptul de autopoiesis* din cibernetică, adică teoria asupra esenței prin care se face distincția dintre un organism viu și o entitate lipsită de viață. Aplicații în variate domenii a biologiei evoluționiste și a Teoriei sistemelor adaptive din cibernetică. Abordarea cibernetică tinde spre interpretarea aparte a organismului viu ca un proces circular și auto-catalitic/auto-întreținut, având ca scop menținerea vieții. Procesul de auto-organizare este circumscris conceptului de *autopoiesis* din cibernetică. Lucrări privind teoria sistemelor deschise și aplicațiile *autopoiesis* au avut Humberto Maturana<sup>16</sup> și Francisco Varela<sup>17</sup>.

4. *Conceptul de biologie evoluționistă preluat de cibernetică*. Teoria clasică inițiată de Charles Darwin privea evoluția speciilor (inclusiv apariția și dispariția lor, ca fenomene naturale parte integrantă a evoluției) prin aplicarea mecanismelor mutațiilor aleatoare și ale selecției naturale/automate. În cibernetică această viziune evoluționistă conduce la modele de schimbare a sistemelor prin adaptarea lor la mediu, aplicându-se în mod corespunzător teoria algoritmilor genetici; Teoria sistemelor adaptive și, respectiv, Teoria haosului<sup>18</sup>, potrivit lucrărilor realizate de J. Monod<sup>19</sup> și de Stuart Kaufman<sup>20</sup>.

5. *Conceptul cibernetic de criticalitate auto-organizată*, potrivit căruia teoria schimburilor naturale bruște se aplică sistemelor care evoluează natural, procesul aplicat fiind de natură auto-organizatoare, tendința

---

disciplinei vieții artificiale, termen introdus chiar de către el în 1987. S-a alăturat *Institutului Santa Fe* (SFI).

<sup>16</sup> Humberto Maturana Romesín (1928–2021) biolog și filosof, cunoscut pentru introducerea termenului de *Autopoiesis*, referito la structura/procesul auto-generator și auto-întreținut existent în sistemele vii. A introdus de asemenea conceptele de determinism structural și respectiv, cuplare structurală.

<sup>17</sup> Francisco Javier Varela García (1946–2001) a fost biolog, filosof și cibernetician chilian, colaborator al profesorului Humberto Maturana și teoretician al *Autopoiesis*-ului.

<sup>18</sup> Teoria haosului sau Teoria sistemelor complexe reprezintă o ramură a matematicii și a fizicii moderne menită să descrie comportamentul caracteristic unor sisteme dinamice neliniare, instabil, imprezibil și aparent haotic. Teoria haosului a fost propusă de Edward Lorenz în anul 1960.

<sup>19</sup> Jacques Lucien Monod (1910–1976) biochimist, laureat al Premiului Nobel pentru Medicină în 1965, împreună cu François Jacob și André Lwoff. Cunoscut pentru studiul controlului expresiei genelor, ca prim exemplu de sistem destinat reglării transcripției. Considerat unul din fondatorii biologiei moleculare.

<sup>20</sup> Stuart Alan Kauffman (n.1939) medic și biolog, adept al Teoriei Sistemelor Complexe. Cunoscut mai ales pentru teoria sa privind auto-organizarea și dinamica departe de echilibru, alături de selecția naturală. A făcut și studii cu rețele booleene aleatoare pentru a determina auto-organizarea genetică.

sistemului fiind aceea de a se îndrepta spre o stare critică, situație în care apare o modificare bruscă de sistem. În cibernetică acest concept a fost stabilit ca aplicație a Teoriei Haosului, deși sistemele de criticalitate auto-organizată au fost considerate ca slab haotice, potrivit lucrărilor realizate de Per Bak<sup>21</sup> și Chao Tang<sup>22</sup> privind aplicațiile Teoriei Haosului.

6. *Dinamica sistemelor* potrivit viziunii cibernetică, aplicațiilor Teoriei sistemelor adaptive și ale Teoriei sistemelor departe-de echilibru, în care această dinamică este considerată ca fiind rezultatul interacțiunii nodurilor unei rețele de bucle *feedback* atât pozitive cât și negative, interconectate. Schemele concrete ale acestor sisteme dinamice pot avea aplicații în economie, ecologie, biologie etc. O astfel de abordare ajută la identificare mai facilă și mai corectă a manierei în care se produc modificările în anumite subsisteme sau a felului în care componente ale lor pot influența alte subsisteme sau chiar întregul sistem, potrivit lucrărilor lui J. Forrester<sup>23</sup>.

7. *Geometria fractală în viziunea cibernetică* – aplicație a Teoriei haosului privind reprezentarea obiectelor ca având dimensiuni exclusiv fracționare, nu întregi, în maniera de lucru a geometriei euclidiene. Dimensiunea fractală din viziunea cibernetică constituie un mod de evalua complexitatea sistemelor dinamice și de a face reprezentarea componentelor specifice sistemului, potrivit lucrărilor lui Benoit Mandelbrot<sup>24</sup>.

8. *Conceptul de inteligență artificială în viziune cibernetică* – cuprinde aplicații ale Teoriei Informației, Teoriei complexității algoritmice și respectiv, ale Teoriei computaționale, potrivit lucrărilor semnate de Marvin Minsky<sup>25</sup> și, respectiv, Herbert Simon<sup>26</sup>.

9. *Aplicațiile cibernetică ale rețelelor booleene*. Ca aplicație a algoritmilor genetici și rețelelor neuronale în diverse domenii, viziunea aceasta

<sup>21</sup> Per Bak (1948–2002) fizician, a propus termenul criticitate auto-organizată, în 1987 alături de Chao Tang.

<sup>22</sup> Tang Chao (n.1958) fizician și biolog, cunoscut pentru Teoria criticității auto-organizate (1987) în co-autorat cu Per Bak.

<sup>23</sup> Jay Wright Forrester (1918–2016) inginer și informatician, cunoscut îndeosebi pentru inventarea memoriei cu miez magnetic și fondator al *Teoriei dinamicii sistemelor*, destinată simulării interacțiunilor din sistemele dinamice.

<sup>24</sup> Benoit Mandelbrot (1924–2010) matematician, cunoscut pentru contribuțiile sale în domeniul geometriei fractale, inclusiv prin paternitatea asupra termenului de „fractal”.

<sup>25</sup> Marvin Minsky (1927–2016) specialist în inteligența artificială.

<sup>26</sup> Herbert Alexander Simon (1916–2001) politolog, având contribuții semnificative în informatică, economie și psihologia cognitivă, Teoria sistemelor complexe etc. Este printre primii cercetători din lume care au analizat detaliat arhitectura complexității.

cibernetică se referă la maniera de construire și proprietățile prezentate de anumite rețele formate din noduri ce sunt conectate la alte noduri/rețele prin aplicarea regulilor logice sau de tip boolean. Întrebuințate deseori în studiul proceselor de auto-organizare și transformare bruscă a unor sisteme în structuri complet noi și imprevizibile, potrivit lucrărilor semnate de Stuart Kaufman.

10. *Rețelele neuronale în cibernetică* – cuprinde aplicații ale algoritmilor genetici și ale inteligenței artificiale, prin intermediul unei teorii ce se referă la construirea automatelor electronice prin aplicarea algoritmilor ce stau la baza funcționării neuronilor din organismele vii. Schimbând într-un anumit mod regulile de interacțiune neuronală din rețea se obțin comportamente emergente care explică în mare parte procesele naturale de învățare și auto-organizare din organismele vii, potrivit lui J. J. Hopfield<sup>27</sup>.

11. *Sinergetica în viziunea cibernetică* – ca aplicație cibernetică a Teoriei catastrofelor și a Teoriei haosului se face printr-un studiu al sistemelor și proceselor de auto-organizare, luând în considerare în special parametrii de ordine ai lor, pornind de la nivelul de bază și ajungând la nivelurile superioare specifice unei structuri emergente, potrivit lui Herman Haken<sup>28</sup>.

12. *Calculul emergent în cibernetică* – aplicație a Teoriei computaționale bazată pe studiul capacității computaționale specifice structurilor emergente din cadrul un procese auto-organizatoare, potrivit lucrărilor realizate de James Crutchfield<sup>29</sup> și Melanie Mitchell<sup>30</sup>.

13. *Metoda computațională din cibernetică* – aplicație a algoritmilor genetici și inteligenței artificiale, metoda aceasta este bazată pe însăși natura algoritmilor, a limbajelor de programare și aplicarea acestora în rezolvarea unor probleme considerate dificile. Cu aplicații importante în matematică, fizică, inginerie etc., potrivit lui Alan Turing<sup>31</sup> și John von Neumann<sup>32</sup>.

<sup>27</sup> John Joseph Hopfield (n.1933) om de știință, inventatorul în 1982 a unei *rețele neuronale asociative*, denumită și „rețea Hopfield”.

<sup>28</sup> Hermann Haken (n.1927) fizician, cunoscut mai ales drept fondator al sinergeticii.

<sup>29</sup> James P. Crutchfield (n.1955) matematician și fizician, director al Centrului de Științe ale Complexității și membru al Grupului de la Santa Fe.

<sup>30</sup> Melanie Mitchell, inginer și cercetător, membră a Grupului de la Santa Fe, cunoscută pentru lucrările de raționament analogic, studiul sistemelor complexe și a algoritmilor genetici.

<sup>31</sup> Alan Mathison Turing (1912–1954) matematician și informatician, cunoscut mai ales pentru contribuțiile sale în dezvoltarea informaticii teoretice, considerat părinte al informaticii teoretice, dar și al inteligenței artificiale.

<sup>32</sup> John von Neumann (1903–1957) matematician și informatician, cunoscut pentru



14. *Teoria catastrofelor în viziunea cibernetică* – aplicație a Teoriei haosului și Teoriei sistemelor evolutive, bazate pe teoria matematică a apariției de schimburi discontinue în cadrul evoluției unui sistem care este modelat prin ecuații structurale. Teoretic se consideră că evenimentele de tip catastrofic apar din cauza modificării parametrilor de control, aceasta conducând la modificări abrupte prin valori critice mari, potrivit lui Rene Thom<sup>33</sup>.

15. *Teoria complexității algoritmice în cibernetică* – aplicație a Teoriei calculului și a Teoriei calculului emergent, bazată pe studiul special al măsurării complexității algoritmului de calcul prin întrebuințarea conceptelor preluate din teoria informației, potrivit lui G. Chaitin<sup>34</sup>.

16. *Teoria haosului în viziunea cibernetică* – aplicație a Teoriei Sistemelor Dinamice, a sistemelor adaptive, a teoriei haosului și parțial a geometriei fractale, bazată pe studiul acelor sisteme dinamice care sunt caracterizate de senzitivitate față de condițiile/datele inițiale. Cum sistemele haotice sunt niște sisteme neliniare, interactive, bazate pe diverse tipuri de relații *feedback* între elementele componente sau procesele din sistem, ele pornesc de la starea inițială deterministă, modificarea parametrilor de control conducând la apariția haosului, potrivit lui Edward Lorenz<sup>35</sup>. De asemenea, o contribuție majoră la dezvoltarea Teoriei haosului a avut-o și profesorul Emil Scarlat, acesta fiind numit în anul 2015 vicepreședinte al Asociației Internaționale a Sistemelor Gri și de Analiză a Incertitudinii.

17. *Teoria informației în cibernetică* – aplicație a Teoriei calculului, Teoriei complexității algoritmice, Inteligenței artificiale, rețelelor booleene și rețelelor neuronale, bazată pe metoda matematică de măsurare a volumului de informație conținut de canalele de comunicație, iar aceasta constituie antagonismul redundanței. Astfel de sisteme complexe sunt interpretate ca mecanisme de prelucrare a informației, potrivit unor autori precum Claude Shannon<sup>36</sup>.

---

contribuțiile sale în teoria jocurilor și teoria echilibrului general, dar și în tehnica de calcul, prin stabilirea arhitecturii Von Neumann, a sistemelor de programare liniară.

<sup>33</sup> René Frédéric Thom (1923–2002) matematician, cunoscut pentru contribuțiile în teoria singularității, considerat fondator al Teoriei catastrofei.

<sup>34</sup> Gregory John Chaitin (n.1947) matematician și informatician, cunoscut pentru contribuțiile sale în teoria algoritmică a informației. Considerat unul din fondatorii Teoriei complexității algoritmice alături de Andrei Kolmogorov și Ray Solomonoff.

<sup>35</sup> Edward Norton Lorenz (1917–2008) matematician și meteorolog, cunoscut pentru calitatea sa de fondator al Teoriei haosului.

<sup>36</sup> Claude Elwood Shannon (1916–2001) matematician și inginer electrician, cunoscut drept părinte al Teoriei informației.

18. *Teoria jocurilor în cibernetică* – aplicație a Teoriei Informației bazată pe studiul matematic asupra rezultatelor obținute atunci când două sau mai multe elemente sunt angajate în comportament de tip (ne) cooperativ potrivit regulilor determinate de John von Neumann și Oskar Morgenstern<sup>37</sup>.

19. *Teoria sistemelor adaptive în cibernetică* – aplicație bazată pe biologia evoluționistă, inteligența artificială, criticalitatea auto-organizării și Teoria sistemelor evolutive, realizată printr-un studiu al sistemelor complexe, neliniare, interactive, caracterizate prin capacitatea permanentă de a se adapta unui mediu aflat în schimbare. Astfel de sisteme adaptive mai sunt caracterizate și printr-un potențial anume de auto-organizare, astfel încât se pot menține în medii aflate în dezechilibru, grație modificărilor continue care se produc în modelul lor intern, relativ la mediu, cf. lucrărilor lui Brian Arthur<sup>38</sup>.

20. *Teoria sistemelor dinamice în cibernetică* – aplicație a Teoriei haosului și a Teoriei catastrofelor, dar și a Teoriei sistemelor adaptive și a principiului sinergeticii. Bazată pe studierea evoluției sistemelor care sunt descrise prin ecuații diferențiale, în funcție de timp. Deoarece sistemele dinamice sunt considerate, de regulă, ca fiind sisteme deterministe, ele pot fi modificate de evenimente aleatoare (hazard). Lucrări în acest sens a realizat încă din secolul al XIX-lea savantul Henri Poincare, dar mai recent și Stephen Smale<sup>39</sup>.

21. *Teoria sistemelor evolutive în cibernetică* – aplicație a biologiei evoluționiste, totodată a Teoriei sistemelor adaptive și Teoriei sistemelor departe-de-echilibru, bazată pe studiul unor sisteme complexe mai ales prin întrebuințarea principiilor și legilor din biologia evoluționistă, potrivit lui Ervin Laszlo<sup>40</sup>.

22. *Teoria sistemelor departe-de-echilibru în cibernetică* – aplicație a Teoriei sistemelor dinamice, Teoriei sistemelor evolutive și, respectiv, a Teoriei catastrofelor, bazată pe studiul proceselor specifice sistemelor auto-organizatoare, dar abordate din perspectiva studiului termodinamic.

<sup>37</sup> Oskar Morgenstern (1902–1977) economist, cunoscut pentru Teoria jocurilor, alături de matematicianul John von Neumann.

<sup>38</sup> William Brian Arthur (n.1945) economist cunoscut pentru contribuțiile sale în aplicațiile economice ale Teoriei complexității.

<sup>39</sup> Stephen Smale (n.1930) matematician cunoscut pentru cercetările sale în domeniul sistemelor dinamice.

<sup>40</sup> Ervin László (n.1932) filosof al științei, cunoscut pentru lucrările sale în teoria sistemelor.

Astfel, sistemele auto-organizatoare sunt considerate structuri disipative (ca și sistemele termodinamice care nu sunt ideale) și sunt caracterizate prin tendința de a se opune efectului de creștere a entropiei, prin diverse modificări structurale sau de schimb cu mediul, potrivit unor cercetători precum Ilia Prigogin<sup>41</sup> și Gregoire Nicolis<sup>42</sup>.

#### 4. Concluzii

Cibernetica este o știință aparent nou apărută, dar care tinde să devină o disciplină aparte în cadrul multor alte științe. Definită ca știință a sistemelor, cibernetică reprezintă un mod de gândire științifică, un mod de a organiza gândirea științifică, pornind de la modelele organismelor vii și a manierei în care sunt organizate și funcționează aceste sisteme complexe. Totodată, cibernetică reprezintă organizarea conducerii în sistemele complexe, iar cunoașterea, în general, constituie un ansamblu complex de date și informații care necesită permanent sistematizare și introducerea unor scheme de control care să permită înnoirea calitativă și cantitativă, adaptarea, schimbarea de sens și interpretare, reorganizarea.

Lucrând la nivelul ciberneticii construim știința viitorului. Evident, nu putem neapărat preziona conținutul evoluției și al dezvoltării tehnice și tehnologice, dar din perspectiva ciberneticii putem intui direcțiile majore pe care se va dezvolta cunoașterea științifică. Am prezentat în lucrarea de față peste douăzeci de direcții de acțiune formulate de cibernetică, acestea având numeroase aplicații în variate alte științe și domenii de activitate.

Astăzi, este de netăgăduit faptul că primul tratat de cibernetică generalizată s-a născut în România, că este opera unui român și că acesta este savantul Ștefan Odobleja, deschizător de epocă în Știința științelor – Cibernetică. Stabilind ideile de bază ale Ciberneticii, așa cum acestea au fost prezentate în lucrarea fundamentală a sa, *Psihologia consonantistă* [10], apărută în două volume în limba franceză, Ștefan Odobleja a rămas cunoscut în istoria științei ca întemeietorul gândirii cibernetice.

Este demn de remarcat faptul că oamenii de știință români au avut

<sup>41</sup> Ilia Romanovici Prigogin (1917–2003) fizician, laureat al Premiului Nobel pentru Chimie (1977), cunoscut mai ales pentru studiile sale valoroase privind sistemele complexe, procesele disipative și ireversibile în fizică și chimie.

<sup>42</sup> Grégoire Nicolis (1939–2018) fizician, cunoscut pentru Teoria structurilor disipative în termodinamica proceselor ireversibile, precum și pentru lucrările sale în Teoria haosului.

permanent contribuții importante în Cibernetică pe tot parcursul evoluției acesteia, de la momentul fondării până când a devenit disciplină în cadrul altor științe, așa cum este cazul economiei. Astfel, alături de numele lui Odobleja, de-a lungul timpului s-au adăugat alți savanți și cercetători români care au avut merite deosebite, precum medicul Constantin Bălăceanu Stolnici, academicianul Mihai Drăgănescu, matematicianul Grigore Moisil, profesorul și cercetătorul Edmond Nicolau, autor al multor lucrări de popularizare a ciberneticii, sau profesorul Emil Scarlat, autor al unor importante teorii aplicative ale ciberneticii în economie.

Cibernetica alături de celelalte științe se află într-o continuă evoluție. Nu putem decât să nădăjduim că oamenii de știință români vor continua să scrie pagini importante în această evoluție a cunoașterii.

### Bibliografie:

- [1] Bazac, Ana, *Mihai Drăgănescu: munca și perspectivele civilizației*, Revista Noema, Comitetul Român de istoria științei și tehnicii – Academia Română, 2009.
- [2] Drăgănescu, Mihai; Bălăceanu, Constantin; Golu, Pantelimon; Giuculescu, Alexandru; Ștefan, Gheorghe, *Odobleja between Ampère and Wiener*, Editura Academiei, Bucharest, 1981.
- [3] Drăgănescu, Mihai; Golu, Pantelimon, *Concepția psihologică și conceptele cibernetice ale lui Ștefan Odobleja*, Tribuna-Cluj, 8 numere, 1980.
- [4] Drăgănescu, Mihai; Săhleanu, Victor; Bălăceanu Stolnici, Constantin; Giuculescu, Alexandru; Ștefan, Gheorghe; Mocanu, Petre; *Precursori români ai ciberneticii*, Editura Academiei, București, 1979.
- [5] McCulloch, Warren S. Pitts, Walter, *A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity*, articol publicat în „The bulletin of mathematical biophysics” vol. 5 din dec.1943, pp.115–133.
- [6] Nicolau, Edmond; Mănescu, M., *Cibernetica și progresul societății*, Ed Politică, București, 1980.
- [7] Nicolau, Edmond, *100 de oameni de știință și inventatori români*, Ed Ion Creangă, București, 1987.
- [8] Nicolau, Edmond; Ștefan, I. M., *Scurtă istorie a creației științifice și tehnice românești*, Editura Albatros, București, 1981.
- [9] Niculescu-Mizil, Eugeniu, *Cibernetica și aplicațiile ei în tehnica și economia industriei*, Editura Academiei, București, 1973.
- [10] Odobleja, Ștefan, *Psihologia consonantistă*, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982.

- [11] Odobleja, Ștefan, *Pagini inedite*, Editura Scrisul Românesc, Craiova, 1986.
- [12] Odobleja, Ștefan, *Cibernetica Generalizată*, Editura Nagaro Paris-Roma-Montreal N.Y., Lugoj, 1982.
- [13] Scarlat, Emil, *Cibernetica sistemelor macroeconomice reale*, Editura Economică, București, 2005.
- [14] Wiener, Norbert, *Cibernetica sau știința comenzii și comunicării la ființe și mașini*, Editura Științifică, București, 1966.
- [15] Wiener, Norbert, *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*, Editura Hermann & Cie, Paris, 1948.
- [16] Odobleja, Ștefan *Psychologie consonantiste volumul 1*, Editura Maloine, Paris, 1938.
- [17] Odobleja, Ștefan, *Psychologie consonantiste volumul 2*, Editura Maloine, Paris, 1939.
- [18] \*\*\*, *ICI București – 50 de ani – volum aniversar 1970–2020*, Editura ICI, București, 2020.